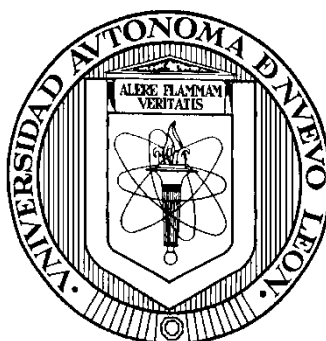


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**



**DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA ECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA  
PARA ESTIMAR LA MASA APENDICULAR MUSCULAR UTILIZANDO  
COMO REFERENCIA LA ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN  
ADULTOS MAYORES**

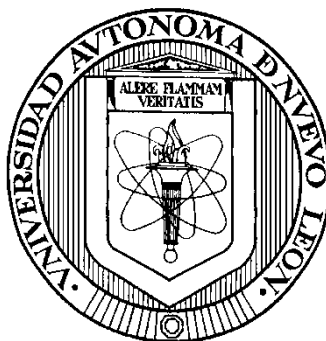
**Por:**

**MAGALY GÓMEZ DE LA GARZA**

**Como requisito parcial para optar por el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE SALUD PÚBLICA**

**Noviembre, 2013**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**



**DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA ECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA  
PARA ESTIMAR LA MASA APENDICULAR MUSCULAR UTILIZANDO  
COMO REFERENCIA LA ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN  
ADULTOS MAYORES**

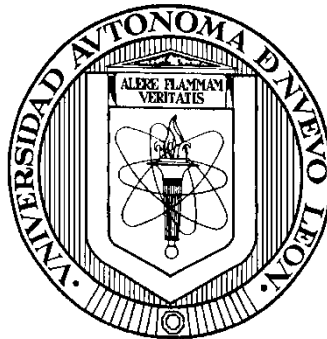
**Por:**

**MAGALY GÓMEZ DE LA GARZA**

**Como requisito parcial para optar por el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE SALUD PÚBLICA**

**Noviembre, 2013**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**



**DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA ECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA  
PARA ESTIMAR LA MASA APENDICULAR MUSCULAR UTILIZANDO  
COMO REFERENCIA LA ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN  
ADULTOS MAYORES**

**Por:**

**MAGALY GÓMEZ DE LA GARZA**

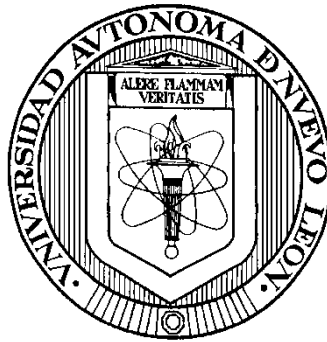
**Director de Tesis:**

**DR. ERIK RAMÍREZ LÓPEZ**

**Como requisito parcial para optar por el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE SALUD PÚBLICA**

**Noviembre, 2013**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**



**DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA ECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA  
PARA ESTIMAR LA MASA APENDICULAR MUSCULAR UTILIZANDO  
COMO REFERENCIA LA ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN  
ADULTOS MAYORES**

**Por:**

**MAGALY GÓMEZ DE LA GARZA**

**Co-directora de Tesis:**

**DRA. GEORGINA MAYELA NÚÑEZ ROCHA**

**Como requisito parcial para optar por el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE SALUD PÚBLICA**

**Noviembre, 2013**

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA ECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA PARA ESTIMAR LA  
MASA APENDICULAR MUSCULAR UTILIZANDO COMO REFERENCIA LA  
ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN ADULTOS MAYORES

Aprobación de Tesis

---

Dr. Erik Ramírez López

Presidente

---

Dra. Georgina Mayela Núñez Rocha

Secretario

---

Men C. Raquel Huerta Huerta

Vocal

---

Dr. Esteban Gilberto Ramos Peña

Subdirector de Investigación, Innovación y Posgrado, FaSPyN, UANL

## Agradecimientos

A la UANL, en especial a la Facultad de Salud Pública y Nutrición por ser mi hogar por más de siete años y por permitirme vivir una experiencia muy enriquecedora, no solo de conocimientos, sino también de valores, como respeto, confianza, amistad, honestidad, ética, responsabilidad, entre muchos otros.

A mi familia que inculco en mi los valores necesarios para seguir superandome. A Carlos que me escucho, me ayudo y me apoyo para que este sueño se hiciera posible.

Al Dr. Erik Ramirez por ser mi guía en este proceso, por compartirme sus conocimientos con disciplina, responsabilidad y confianza. Por ser mi tutor y amigo.

A Debbie Samantha que me apoyo en todo momento, que me tuvo paciencia y compartió conmigo sus conocimientos. A las chicas del laboratorio y laboratorios vecinos, Martha, Angélica, Sylvia, Michelle, Mayra, Ninfa, Joselina, que de alguna manera colaboraron con mi proyecto.

A mis compañeros de maestría que me apoyaron, y encontré amigos en ellos, Kari, Félix, Eri.

A los maestros, doctores que contribuyeron a mi formación.

## **Dedicatoria**

Agradezco a mi Dios por acompañarme en todo momento, bueno y no tan bueno, por ser apoyo cuando lo necesite, por no permitirme claudicar. Por poner en mí camino seres maravillosos que me apoyaron Dr. Erik, Debbie, Kari, Félix.

Agradezco a mi familia por escucharme, entenderme y estar ahí cuando lo ocupaba, mi sobrino Fernando en especial, por ser mi cómplice y amigo y apoyarme en todo momento, pero sobre todo a Carlos que sin su apoyo mi sueño no hubiera culminado.

A mis nuevos amigos que son familia ahora. A todas las personas que me rodeador, que estuvieron desde el inicio de este ciclo, a los que llegaron y los que se fueron.

Les agradezco y les dedico mi trabajo que con mucha paciencia y perseverancia se formó.

# CONTENIDO

1. ANTECEDENTES.....	1
1. 1. Introducción .....	1
1. 2. Marco teórico / Antecedentes .....	2
1. 2.1. Definición del adulto mayor y estilos de vida .....	2
1. 2.2. Cambios en la composición corporal del adulto mayor .....	4
1. 2.3. Epidemiología de la desnutrición y sarcopenia en el adulto mayor ...	6
1. 2.4. Indicadores para evaluar la sarcopenia en el adulto mayor .....	8
1. 2.5. Métodos de referencia para evaluar la MAM en adultos mayores...	11
1. 2.6. Métodos de campo para evaluar la masa apendicular muscular: ecuaciones de predicción antropométricas .....	14
1. 2.7. Estudios relacionados .....	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
3. JUSTIFICACIÓN.....	17
4. HIPÓTESIS.....	18
5. OBJETIVOS.....	18
5. 1. Objetivo General.....	18
5. 2. Objetivos específicos.....	18
6. METODOLOGÍA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 19
6. 1. Diseño del estudio .....	19
6. 2. Universo de estudio .....	19
6. 3. Población de estudio .....	19
6. 4. Criterios de selección .....	19
Criterios de inclusión .....	19
Criterios de exclusión .....	20
Criterios de eliminación .....	20
6. 5. Técnica muestral .....	20
6. 6. Cálculo del tamaño de muestra .....	20
6. 7. Variables.....	22
6. 8. Instrumentos de medición.....	25



Mediciones bioquímicas y de presión arterial.....	25
Antropometría.....	25
Fuerza de presión muscular.....	26
La masa apendicular muscular por Absorciometría dual de Rayos X, DEXA .....	26
Obtención de la masa apendicular muscular.....	26
Datos personales .....	27
Riesgo nutricio.....	27
Deterioro cognitivo .....	27
Independencia.....	28
6. 9. Procedimientos.....	28
7. PLAN DE ANÁLISIS .....	29
Estadística descriptiva.....	29
Detección de “outliers” (valores extremos).....	29
Verificación de los supuestos de la regresión .....	29
Diseño de la ecuación de regresión .....	30
Diagnóstico del modelo de regresión .....	31
Validación de la ecuación de regresión.....	32
8. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	33
9. RESULTADOS.....	35
Estadística descriptiva .....	35
Detección de “outliers” (valores extremos) .....	36
Verificación de los supuestos de la regresión de cada variable independiente .....	37
Diseño de la ecuación regresión .....	38
Selección de las variables para el modelo de regresión .....	39
Obtención del modelo de regresión para la ecuación .....	40
Ecuación final.....	40
Diagnóstico de la ecuación final .....	41
Multicolinealidad.....	41
Comprobación de los supuestos de la regresión de la ecuación final .....	41

Validación de la ecuación final .....	42
10. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	44
11. CONCLUSIONES .....	48
12. REFERENCIAS .....	49
Anexo A.- Técnica medición .....	54
Mediciones bioquímicas y de presión arterial.....	54
Antropometría.....	54
Técnica de medición fuerza de aprensión muscular por dinamometría. ....	55
La masa apendicular muscular por Absorciometría dual de Rayos X, DEXA .....	57
Obtención de la masa apendicular muscular.....	58
Anexo B.- Historia Clínica .....	59
Anexo C.- Evaluación Mínima del Estado de Nutrición.....	61
Anexo D.- Estado mínimo mental .....	62
Anexo E.- Índice de Barthel .....	66
Anexo F.- Carta de consentimiento informado.....	67
Anexo G.- Supuestos de la regresión lineal.....	68
Resumen autobiografico .....	77

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Criterios para el diagnóstico de la sarcopenia .....	10
Tabla 2.- Descripción de la población del estudio.....	35
Tabla 3.- Detección de valores fuera de rango (outlier) .....	36
Tabla 4.- Comparación de las características de los grupos empleados para la ecuación y la validación .....	38
Tabla 5.- Selección de las variables .....	39
Tabla 6.- Desarrollo de la ecuación .....	40
Tabla 7.- Análisis de regresión del modelos .....	40
Tabla 8.- Diagnóstico de la ecuación .....	41
Tabla 9.- Masa apendicular muscular estimada por la ecuación y por el método de referencia .....	42
Tabla 10- Regresión lineal del modelo.....	43

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Población total de adultos mayores .....	3
Figura 2.- Ilustración de la DEXA.....	13
Figura 3.- Masa muscular por secciones .....	27
Figura 4.- Gráfica de Homogeneidad de la ecuación.....	41
Figura 5.- Histograma de Normalidad de la ecuación .....	42
Figura 6.- Gráfica de Normalidad de la ecuación.....	42
Figura 7- Regresión lineal ecuación en el grupo ecuación .....	43
Figura 8- Regresion lineal ecuacion en el grupo validación.....	43

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Definición</b>
BIE.-	Bioimpedancia eléctrica
C.-	Circunferencia
CCK.-	Contenido corporal de potasio
CCN.-	Contenido corporal de nitrógeno
CINSP.-	Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública
cm.-	Centímetro
DEXA.-	Densitometría dual de rayos X
DIF.-	Centro de Desarrollo integral de la Familia
EESN-NL 2011/2012.-	Encuesta estatal de Salud y Nutrición en Nuevo León 2011/2012
ETM.-	Error técnico de medición
EWGSOP.-	Grupo Europeo de estudio para la sarcopenia en adultos mayores
FaSPyN.-	Facultad de Salud Pública y Nutrición
FIV.-	Factor de inflación de la varianza
IMC.-	Índice de masa corporal
INAPAM.-	Instituto nacional de las personas adultas mayores
IRM.-	Imagen de resonancia magnética
kg.-	kilogramo
MAM.-	Masa apendicular muscular
MLG.-	Masa libre de grasa
MME.-	Masa muscular esquelética
NA.-	Número de acondicionamiento
OMS.-	Organización Mundial de la Salud
RMN.-	Resonancia magnética nuclear
SEP.-	Secretaría de Educación Pública
UANL.-	Universidad autónoma de Nuevo León

## RESUMEN

### DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA ECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA PARA ESTIMAR LA MASA APENDICULAR MUSCULAR UTILIZANDO COMO REFERENCIA LA ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN ADULTOS MAYORES

#### **Introducción**

Por primera vez en el ámbito nacional La EESN-NL 2011/2012, en el 2012, reportó datos del estado nutricional de los adultos mayores. Al no haber una ecuación específica en población mexicana para predecir la MAM y evaluar la presencia de sarcopenia, el objetivo de este estudio fue generar y validar una ecuación antropométrica de predicción de la MAM que fuera práctica para su utilización en la EESN-NL 2011/2012.

#### **Objetivo general**

Desarrollar y validar una ecuación antropométrica para la estimación de la MAM en adultos mayores de 60 a 85 años del estado de Nuevo León.

#### **Metodología**

Diseño transversal, la población de estudio fueron adultos mayores de entre 60 y 85 años de edad (n = 202). Se empleó estadística descriptiva y los datos se reportaron como media, desviación estándar y se utilizó la prueba de t. La elección del mejor modelo antropométrico de predicción de la MAM se realizó por el método regresión escalonada (step-wise) La validación de la ecuación de hizo mediante la retracción del modelo.

#### **Resultados**

Se evaluaron a 202 adultos mayores, 122 mujeres y 80 hombres. Las mejores variables para la predicción de la MAM fueron: sexo, peso, talla, circunferencia de pantorrilla, fuerza de prensión y edad, ( $p < 0.05$ ; Tabla 5). La ecuación que explica 93% de la variabilidad de la MAM es  $21.268 + (.054 * \text{Edad}) + (0.266 * \text{C. pantorrilla}) + (0.081 * \text{Fuerza de prensión}) + (0.111 * \text{Talla}) + (3.877 * \text{Sexo}) + (0.052 * \text{Peso})$  con un error de 1.34 kg. El valor de retracción del modelo fue 0.004.

#### **Conclusión**

Se desarrolló y validó una ecuación de predicción de la MAM que es precisa y exacta respecto al estándar de referencia DEXA y fue validada satisfactoriamente en una muestra independiente de sujetos. La ecuación podrá ser empleada para el diagnóstico de la prevalencia de sarcopenia y obesidad sarcopénica de la EESN-NL 2011/212 y por otros investigadores e instituciones nacionales.

**FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS** \_\_\_\_\_

# 1. ANTECEDENTES

## 1. 1. Introducción

México pasa por un periodo de un envejecimiento acelerado de la población, que alcanzará su máximo durante la primera mitad de este siglo. Para 2050 se estima que los adultos mayores conformaran cerca del 28.0% de la población (Gutiérrez *et al*, 2012). Esto representa un reto importante para el sector salud, ya que afín a este fenómeno aumentará también de forma acelerada la demanda de atención de salud y por consiguiente el gasto en este rubro.

La masa apendicular muscular (MAM) disminuye con la edad, a esto se le llama sarcopenia o baja masa muscular, en adultos mayores. La sarcopenía es un síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética (MME) y la fuerza con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad. La sarcopenia ha sido asociada con problemas metabólicos nutricionales, fisiológicos, impedimentos funcionales y discapacidad (Baumgartner *et al*, 1998 y Cruz-jentoft, 2010). Existe una clara relación entre la pérdida de masa muscular y fuerza muscular y la pérdida de independencia funcional, que contribuye a caídas, fracturas y necesidad de institucionalización. Por lo cual la sarcopenia se está convirtiendo en causa importante de discapacidad y morbilidad en la población de edad avanzada (Roubenoff y Hughes, 2000).

En el 2012 se publicó una parte de los resultados de la Encuesta Estatal de Salud y Nutrición en Nuevo León 2011/2012 (EESN-NL 2011/2012). Nuevo León fue la primera entidad federativa en el país en reportar datos del estado nutricional de los adultos mayores; empleando el índice de masa corporal (IMC), los datos preliminares revelan una alta prevalencia de bajo peso en

hombres y sobrepeso en mujeres. No obstante, para establecer la prevalencia precisa de sarcopenia, es necesario contar con una herramienta práctica que pueda emplearse en estudios de campo.

Las ecuaciones de predicción antropométricas son herramientas prácticas, de bajo costo y precisas si son específicas para una población. Por lo tanto, este estudio se propuso desarrollar una ecuación antropométrica específica para estimar la masa apendicular muscular tomando como referencia la absorciometría dual de rayos X (DEXA) en adultos mayores de Nuevo León. Esto permitió satisfacer la necesidad urgente de contar con una ecuación validada en esta población para reportar los datos integrales del estado nutricional en adultos mayores de Nuevo León.

## **1. 2. Marco teórico / Antecedentes**

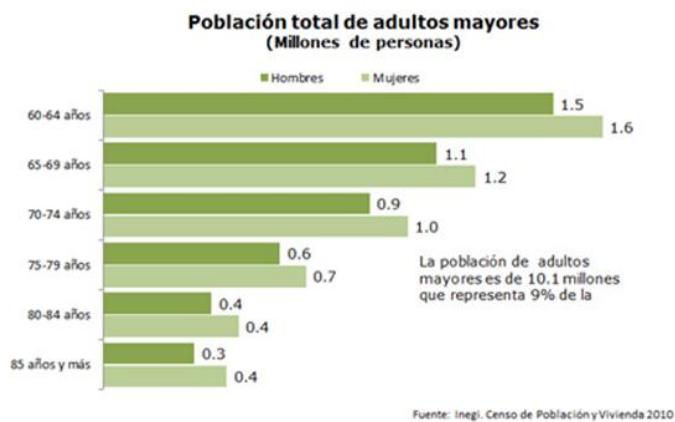
### **1. 2.1. Definición del adulto mayor y estilos de vida**

#### **1. 2.1.1. Definición de adulto mayor**

En México la población es considerada adulto mayor a partir de los 60 años de edad (Consejo de Salubridad General, 2009). La población mexicana ha iniciado el proceso de envejecimiento demográfico, por ello, los adultos mayores comienzan a recibir más atención a sus problemas de salud (Kennedy, 2006). El proceso de envejecimiento del adulto mayor implica un aumento en padecer el riesgo de enfermedades, por ejemplo, osteoporosis. Además, en este grupo de edad se presenta naturalmente una redistribución y aumento en la proporción de grasa corporal (Visser, 2009). Todos estos cambios pueden tener un impacto negativo en el estado de nutrición y calidad de vida del adulto mayor.

El censo de población y vivienda de 2010 en México reportó que existen 10.1 millones de adultos mayores; 9% de la población total tiene 60 años o más (Figura 1). La proporción de hombres es de 46.5% y de mujeres 53.5% (INEGI,

2010). La transición demográfica se caracteriza por un descenso de la mortalidad general, un incremento en la esperanza vida y una disminución de la fecundidad. Este fenómeno ha dado lugar a un envejecimiento poblacional, que supone una participación creciente de los adultos mayores en la estructura de la población. Esta estructura es impulsada con una tasa de crecimiento anual de al menos 4%, que llevará a concentrar al grupo de adultos mayores a poco más de la cuarta parte de la población nacional en el 2050 (Baumgartner, 2000) (Fanelli, 2000) (Frisancho, 1984)



**Figura 1.- Población total de adultos mayores**

### 1. 2.1.2 Estilos de vida en el adulto mayor

Los adultos mayores viven de manera diferente al resto de la población. La presencia de secuelas de enfermedades y lesiones a lo largo de su vida es el resultado de distintos niveles de exposición a riesgos en función de sus actividades. La variedad de sus actividades depende de su edad pero también de los espacios donde habitan, las responsabilidades que ejercen y el estilo o modo de vida viven (Heymsfield, Lohman Timothy, Wang y Going, 2007).

La real academia española define el modo de vida como la conducta o método de vivir con relación a las acciones de los seres racionales (Kyle *et al*, 2001). En la bibliografía podemos encontrar como estilo de vida, lo referente al conjunto de actitudes y comportamientos que adoptan y desarrollan las personas de forma individual o colectiva para satisfacer sus necesidades como



seres humanos y alcanzar su desarrollo personal (Johnson, Mahon y MCLeod, 2006).

La Organización Mundial de la Salud definió el estilo de vida como “una forma general de vida basada en la interacción entre las condiciones de vida en un sentido amplio y los patrones individuales de conducta determinados por factores socioculturales y características personales” (Heymsfield, Lohman Timothy, Wang y Going, 2007).

Dentro de los diferentes modos de vida en que se agrupan los adultos mayores podemos distinguir tres grupos: 1) el adulto mayor que vive en vida libre y que bajo cierto criterios médico-nutricionales puede considerarse como sano, 2) el adulto mayor que vive en vida libre pero está en riesgo de desnutrición, y 3) el adulto mayor que vive en asilos con riesgo de desnutrición y deterioro cognitivo (Garry, Wayne y Vellas, 2007).

### **1. 2.2. Cambios en la composición corporal del adulto mayor**

En el ser humano el envejecimiento se define como las transformaciones físicas, metabólicas, mentales y funcionales que se producen a través del tiempo (Alemán y Huerta, 2004). Los cambios físicos y metabólicos repercuten a su vez en alteraciones en la composición corporal que se reflejan en una redistribución y aumento de la masa grasa y reducción de la masa libre de grasa (Guillen y Ruiperez, 2002) (Matarese y Gottschlich, 2004) (Siri, 1993 ). A lo anterior, se suman otras condiciones como el estilo de vida, que en conjunto repercuten en el estado de salud de los adultos mayores (Van der, Withers y Laforgia, 2003) (Espinosa, 2007). Por ello, en adultos mayores, los datos de composición corporal y antropometría deben considerarse en la evaluación del riesgo de morbilidad (Ramírez y Valencia, 2008) (Aristizabal, Restrepo y Estrada, 2007)

La composición corporal de un organismo es el reflejo de la acumulación y distribución de nutrientes y otros sustratos adquiridos a lo largo de vida. Durante el proceso de envejecimiento la proporción de grasa corporal se incrementa entre 10% y 15%. En las mujeres, el cambio en la proporción de grasa corporal oscila entre 25% a 41% de los 25 a los 75 años. En hombres, el aumento es significativo pero sólo hasta los 50 años (Arroyo, 2007). Para ambos sexos, el incremento de grasa implica además una redistribución, principalmente en la zona central del cuerpo. No obstante, en las mujeres, la redistribución de grasa es más evidente después de los 54 años. La redistribución de grasa corporal, dependiendo de la región corporal, puede implicar un riesgo para presentar enfermedades crónicas o alteraciones metabólicas en el adulto mayor (Arroyo, 2007).

En cuanto a la masa libre de grasa (MLG), la cual se refiere a la masa ósea, agua y masa muscular, disminuye de 25% a 30% entre los 30 y 70 años de edad. Baumgartner *et al* (2000) y Lohman (1989) proponen que los mecanismo que regulan la homeostasis de la hidratación de la MLG se deterioran con la edad. Ello repercute en un cambio en la relación entre el agua corporal y la MLG, que en parte está medida por la pérdida de masa muscular (Brozek *et al*, 1963). De particular importancia es la disminución de la masa apendicular muscular. La MAM es el tejido muscular unido a las extremidades esqueléticas del cuerpo involucradas en el movimiento o locomoción corporal. Durante la etapa adulta, la pérdida de MAM es de 50% entre los 20 y los 90 años. La disminución en la MAM ocasiona un deterioro de la fuerza muscular y es mayor en extremidades superiores que inferiores (Naciones Unidas, 2008).

## **1. 2.3. Epidemiología de la desnutrición y sarcopenia en el adulto mayor**

### **1. 2.3.1. Desnutrición**

#### **1. 2.3.1.1 Definición de desnutrición**

La desnutrición es un estado de deficiencia en el consumo o biodisponibilidad de energía y/o nutrientes que repercute negativamente en la salud de quien la padece (Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán, 2011). Un indicador de desnutrición en el adulto mayor es el bajo peso, evaluado con el IMC. No obstante para definir un bajo peso en adultos mayores, los puntos de corte de IMC sugeridos por la OMS son cuestionados. El IMC tiene distinto significado en los adultos mayores que en los adultos jóvenes a causa de la edad y los efectos en la reducción de la estatura, la redistribución de grasa corporal y la disminución de la masa muscular (WHO, 1995). Esto es particularmente cierto en adultos mayores de 70 años o más donde la delgadez implica un riesgo mayor de mortalidad que el sobrepeso (WHO, 1995) (Dylan, 2005).

#### **1. 2.3.1.2. Datos internacionales de la desnutrición en adultos mayores**

La prevalencia de desnutrición en adultos mayores en el ámbito mundial se ha reportado entre el 1% y el 15% en adultos mayores ambulatorios; del 17% al 70% en adultos mayores hospitalizados y hasta 85% en adultos mayores asilados (Cunha, Cunha, Unamuno y Vannuncchi, 2001)

#### **1. 2.3.1.3. Datos en México de la desnutrición en adultos mayores**

En la población mexicana, la desnutrición afecta entre el 1% y el 15% de adultos mayores ambulatorios, entre el 25% y el 60% de los pacientes que cuentan con servicios de salud y entre un 35% y 65% de los pacientes hospitalizados. Se ha reportado que la desnutrición está asociada con una estancia hospitalaria prolongada, que incrementa la mortalidad y morbilidad (Consejo de Salubridad General, 2009). En la Ciudad de México, se realizó la

encuesta salud, bienestar y envejecimiento, SABE (Palloni y Peláez, 2000) que reportó una prevalencia de 31.8% de los adultos mayores con algún grado de desnutrición (Alemán, J Esparza y Valencia, 1999).

#### **1. 2.3.1.4. Datos de Nuevo León de la desnutrición en adultos mayores**

Según datos de la EESN-NL 2011/2012 (Secretaria de Salud de Nuevo León, 2012), la población adulta mayor de 60 años de Nuevo León presenta 16.1% de bajo peso. El bajo peso afecta más a hombres con un 17.9% que las mujeres (14.7%).

#### **1. 2.3.2. Sarcopenia**

##### **1. 2.3.2.1. Definición de sarcopenia**

La sarcopenia es un síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y la fuerza, con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad (Cruz-jentoft, 2010) (Lauretani *et al*, 2003). Un indicador importante de desnutrición en adultos mayores es la presencia de sarcopenía (Visser, 2009).

##### **1. 2.3.2.2. Prevalencia de sarcopenia en el ámbito internacional**

En el año 2000, el número de personas  $\geq 60$  años en todo el mundo se calculó en 600 millones, una cifra que se espera aumente a 1,200 millones en el 2025 y a 2,000 millones en el 2050. La sarcopenia afecta a más de 50 millones de personas actualmente y afectará a más de 200 millones en los próximos 40 años (Cruz-jentoft, 2010).

En un estudio realizado en Nuevo México, en adultos mayores blancos hispanos y no hispanos, la prevalencia de sarcopenia en mayores de 60 años fue de 13%; en mayores de 70 años de edad fue de un 24%, y en los adultos

mayores de 80 años la prevalencia fue de 50% de sarcopenia (Baumgartner *et al*, 1998).

#### **1. 2.3.2.3. Prevalencia de sarcopenia en México**

En un estudio de sarcopenia, realizado en la ciudad de México se detectó un 33.6% de adultos mayores con sarcopenia; 48.5% de las mujeres y 27.4% de los hombres presentaron esta condición. La mayor prevalencia de sarcopenia (50.4%) se encontró en los sujetos de 80 años o más. Por otra parte, la obesidad sarcopénica, la cual se refiere a la reducción de la masa muscular relacionada con la edad y la fuerza muscular, pero independiente de la masa corporal (Cruz-jentoft, 2010), se encontró en el 1.4% de los sujetos; la sarcopenia moderada en el 6%; y la sarcopenia severa en el 27.2% de los adultos mayores (Arango, Aroyo, Gutiérrez y Pérez, 2012). Para la evaluación de sarcopenia en el estudio de Arango *et al* (2012), se empleó la circunferencia de pantorrilla.

#### **1. 2.4. Indicadores para evaluar la sarcopenia en el adulto mayor**

##### **1. 2.4.1. Circunferencia de pantorrilla**

Se han utilizado cálculos basados en la circunferencia del brazo y los pliegues cutáneos para calcular la masa muscular en entornos ambulatorios. La circunferencia de la pantorrilla se correlacionó positivamente con la masa muscular; cuando la circunferencia de la pantorrilla es <31cm se asocia a discapacidad (Cruz-jentoft, 2010) (Rolland *et al*, 2008). Sin embargo, los cambios relacionados con la edad de los depósitos adiposos y la pérdida de elasticidad cutánea contribuyen a errores de estimación en las personas de edad avanzada. Hay relativamente pocos estudios en los que se hayan validado medidas antropométricas en personas de edad avanzada y con obesidad; estos y otros factores de confusión hacen que las medidas antropométricas sean vulnerables al error y cuestionables para uso individual (Rolland *et al*, 2008).

#### **1. 2.4.2. Fuerza muscular por dinamometría**

La fuerza de prensión es una medida sencilla y buena de la fuerza muscular y se correlaciona con la fuerza de las piernas (Cruz-jentoft, 2010). Una prueba de fuerza de prensión puede realizarse con un dinamómetro.

La fuerza de prensión manual isométrica guarda una estrecha relación con la fuerza muscular de las extremidades inferiores, el momento de extensión de la rodilla y el área muscular transversal en la pantorrilla. Una fuerza de prensión baja es un marcador clínico de una movilidad escasa y un factor predictivo de resultados clínicos de una masa muscular baja (Cruz-jentoft, 2010) (Lauretani *et al*, 2003). En la práctica, también hay una relación lineal entre la fuerza de prensión basal y la aparición de discapacidad en relación con las actividades cotidianas (AC) (Al Snih, Markides y Ottenbacher, 2004). Las mediciones de la fuerza muscular de diferentes compartimientos corporales están relacionadas, por lo que, cuando es viable, la fuerza de prensión medida en condiciones normalizadas con un modelo bien estudiado de dinamómetro manual, con poblaciones de referencia; puede ser un marcador indirecto fiable de medidas más complicadas de la fuerza muscular en los antebrazos o las piernas (Cruz-jentoft, 2010).

#### **1. 2.4.3. Masa apendicular muscular**

La MAM se refiere a la suma de la MLG de las extremidades superiores e inferiores, brazo derecho, brazo izquierdo, pierna derecha y pierna izquierda. La MAM está estrechamente relacionada con la funcionalidad en el adulto mayor; es decir, con la capacidad de vivir en la comunidad recibiendo poca o ninguna ayuda de los demás (Heymsfield *et al*, 1990) (Cruz-jentoft, 2010).

La masa muscular representa la mayor fracción de la masa corporal libre de grasa. La cantidad de ésta se encuentra en función del género, el estado de

salud y la edad. La masa muscular concentra entre un tercio y la mitad del total de la proteína corporal (Heymsfield *et al*, 1990).

#### **1. 2.4.4. Criterios establecidos por el Grupo Europeo de estudio para la Sarcopenia en Adultos mayores**

Para el diagnóstico de la sarcopenia, el Grupo Europeo de Estudio para la Sarcopenia en Adultos Mayores (EWGSOP) recomienda utilizar como indicador la presencia de masa muscular baja y una función muscular deficiente (fuerza o rendimiento). La cuadro 1 resume el diagnóstico propuesto por el EWGSOP. Así, el diagnóstico requiere la confirmación del criterio 1, más el criterio 2 o el criterio 3 (Cruz-jentoft, 2010).

#### **Tabla 1.- Criterios para el diagnóstico de la sarcopenia\***

---

El diagnóstico se basa en la confirmación del criterio 1 más (el criterio 2 o el criterio 3)

---

1. Masa muscular baja
  2. Menor fuerza muscular
  3. Menor rendimiento físico
- 

\*Criterios establecidos por el Grupo Europeo de Estudio para la Sarcopenia en Adultos Mayores, EWGSOP (Cruz-jentoft, 2010)

La justificación del uso de dos criterios es que la fuerza muscular no depende exclusivamente de la masa muscular y la relación entre fuerza y masa no es lineal, por lo tanto la relación entre la sarcopenia con la masa muscular es demasiado estrecha y podría tener una utilidad clínica limitada (Cruz-jentoft, 2010).

La fuerza muscular es un indicador de independencia y movilidad (Cruz-jentoft, 2010) y se evalúa con una prueba de dinamometría, la cual es técnica que mide la fuerza de presión en la mano, en kilogramos. Es posible considerar el riesgo de sarcopenia cuando la fuerza de presión con la mano medida con dinamometría sea en hombres < 30 kg y en mujeres < 20 kg. No

obstante, para establecer integralmente la presencia de sarcopenia, como se definió anteriormente, se requiere una medida de la masa muscular.

### **1. 2.5. Métodos de referencia para evaluar la MAM en adultos mayores**

Debido a los cambios que ocurren durante la vida del adulto mayor en la composición corporal, es necesaria una evaluación confiable, principalmente de las reservas de masa grasa, masa muscular y de densidad ósea. Por ello, se sugiere que se empleen equipos sofisticados que evalúen múltiples compartimentos o múltiples componentes y regiones de composición corporal (Van der, Withers, & Laforgia, 2003).

#### **1. 2.5.1. Resonancia magnética**

La resonancia magnética nuclear (RMN) es una técnica potente con la que se puede determinar la composición química de tejidos (espectroscopia RMN); La imagen de resonancia magnética (IRM), permite valorar la composición corporal regional de los tejidos y la composición de cuerpo entero. (Lukaski, 2007). La RMN produce una imagen bidimensional de la sección del cuerpo analizada. Con la ayuda de estas imágenes se calcula el área de la sección transversal de diversos puntos del tejido estudiado y así se logra calcular el volumen de la sección completa. La cantidad de masa existente se puede estimar si se conoce la densidad del tejido (Zepeda, Irigoyen y Velázquez, 2002) (Lukaski, 2007).

La técnica de RMN consiste en aplicar al cuerpo humano un campo magnético de magnitud controlada, que permite orientar los protones de los átomos de hidrogeno del cuerpo. Posteriormente, se aplica un campo de radio-frecuencia para que los protones ganen energía; al momento de retirar este campo, los protones vuelven a su estado original y emiten una cantidad de energía en forma de radio-frecuencia. Un detector registra la energía emitida por los protones y se elabora la imagen bidimensional con base en el tiempo



que tardan los protones en liberar dicha energía (Zepeda, Irigoyen, y Velázquez, 2002) (Lukaski, 2007).

#### **1. 2.5.2. Densitometría dual de rayos x**

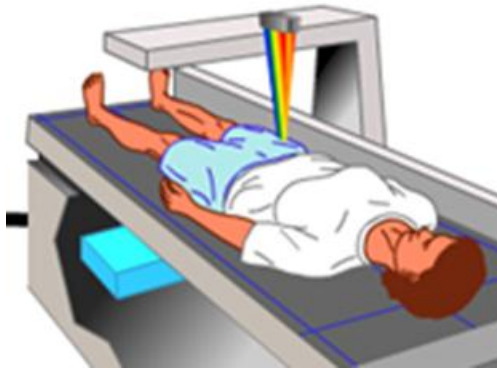
La técnica de la DEXA o DXA fue desarrollada originalmente para determinar el contenido mineral óseo en la detección o tratamiento de la osteoporosis. Es una técnica no invasiva que mide la composición corporal *in vivo*. Se emplea también para analizar la masa grasa y la masa libre de grasa. La DEXA por lo tanto es básicamente un modelo de tres compartimentos, si consideramos: la masa grasa, la masa libre de grasa sin hueso y la masa ósea (Lohman, 1989).

La DEXA emplea radiación ionizante, rayos X, a dos niveles de energía para distinguir la masa ósea y los tejidos blandos. En un equipo DEXA, la fuente de los rayos X se encuentra por debajo del sujeto y estos pasan a través de él, (Figura 2). Los rayos X son atenuados al pasar a través del paciente y son medidos por un detector situado en el brazo de exploración. El equipo realiza exploraciones transversales del cuerpo a intervalos de 1 centímetro. Cada centímetro es representado por 120 pixeles que brindan datos sobre el cociente de atenuación (Lohman y Chen, 2007).

En la DEXA, la fuente de rayos X es un tubo con un filtro que convierte el haz de rayos X policromático en picos de alta y baja energía. Según el instrumento y la velocidad de la exploración, la exposición es de 0.02 a 1.15 mrem. Los detectores de la DEXA miden la energía de los haces de rayos X para cada una de las dos energías, baja, 40keV y alta, 70keV, después de atravesar un material absorbente.

Cuando la DEXA analiza la masa grasa, la masa libre de grasa sin hueso y la masa ósea, combina los datos para obtener un análisis más completo. Si la DEXA se encuentra sobre una porción del cuerpo sin hueso, analiza la masa

grasa y el tejido suave magro. Cuando la DEXA se encuentra sobre una porción del cuerpo con hueso, analiza la masa de tejido suave y la masa mineral ósea. La estimación de la composición de tejido suave sobre el hueso se basa en la composición de los píxeles adyacentes que no contienen hueso. La intensidad con el haz de fotones de rayos X es conocida como “I<sub>0</sub>”. Cuando un material absorbente, en este caso el sujeto, se coloca en el camino del haz de fotones, estos interactúan con los electrones del material absorbente de distintas maneras (Figura 2). El grado en que la energía de los fotones es atenuada indica el coeficiente de atenuación de la masa del absorbente (Lohman y Chen, 2007).



**Figura 2.- Ilustración de la DEXA**

La DEXA permite además la valoración de la composición corporal por regiones, con énfasis particular en la masa apendicular muscular. Heymsfield *et al* (1990) relacionaron las estimaciones de la masa muscular de las extremidades valoradas con absorciometría de fotón doble, un método similar al DEXA, en varones y mujeres sanos con mediciones de contenido corporal de potasio (CCK), contenido corporal de nitrógeno (CCN) y valoraciones antropométricas de la masa muscular regional. En la variabilidad de las mediciones repetidas en una submuestra para brazo, pierna y masa apendicular muscular combinada, se observaron correlaciones significativas entre la masa apendicular muscular y CCK ( $r=0.94$ ), CCN ( $r=0.78$ ) y las áreas de hueso más

músculo del brazo ( $r=0.82$ ) y muslo ( $r=0.88$ ). Estos hallazgos indican el uso potencial de la DEXA para valorar la masa muscular regional, por lo menos en personas sanas (Heymsfield, Lohman Timothy, Wang y Going, 2007).

Apartir de los resultados de la DEXA de masa magra de brazos y piernas se obtiene la masa apendicular muscular.

### **1. 2.5.3. Bioimpedancia eléctrica**

Otro método empleado para estimar la MAM es la bioimpedancia eléctrica (BIE). La BIE es un método que permite obtener una valoración semicuantitativa del estado de hidratación del paciente en cualquier situación clínica e independientemente del peso corporal; además identifica las reservas proteicas/magras (FFM) y reservas de grasa (FM)<sup>2</sup> (Mendías et al, 2008). La BIE calcula el volumen o cantidad de masa corporal magra y grasa; es una técnica de bajo costo, fácil de usar, fácilmente reproducible y adecuada en pacientes ambulatorios y encamados (Baumgartner, Ann y Acad, 2000) (Zepeda, Irigoyen y Velázquez, 2002). La BIE se fundamenta en que la grasa corporal no conduce la corriente eléctrica, mientras que la MLG es un buen conductor debido a su contenido de agua y electrolitos. Con este método se mide la impedancia corporal (resistencia y reactancia), es decir, la habilidad de un tejido de detener o ralentizar el paso de una corriente eléctrica (Malina, 2007) (Chumlea y Sun, 2007).

### **1. 2.6. Métodos de campo para evaluar la masa apendicular muscular: ecuaciones de predicción antropométricas**

Entre los métodos prácticos de campo para estimar la composición corporal se encuentra la antropometría (Malina, 2007). La antropometría es el estudio de la medición del cuerpo humano en términos de las dimensiones del hueso, músculo y tejido adiposo (CDC, 2007). Las ecuaciones de predicción antropométrica pueden emplear medidas como el peso, la talla, circunferencias o los pliegues cutáneos para estimar la composición corporal.

La antropometría se considera una técnica doblemente indirecta (Malina, 2007) (Chumlea y Sun, 2007). Cuando se emplea una técnica doblemente indirecta se debe suponer que la MLG (masa muscular, masa ósea, y agua corporal) no varía, permanece constante en sus proporciones. Parte de la confiabilidad de las ecuaciones o métodos como la antropometría dependen de la exactitud del método de referencia (modelo de componentes múltiples empleado), del grupo de edad y el grupo étnico de origen (Malina, 2007).

La antropometría y las ecuaciones foráneas tienen limitaciones para su aplicación en población mexicana por el origen étnico y el grupo de edad para el que fueron diseñadas (Malina, 2007). Cualquier ecuación foránea antes de ser empleada en otra población debe compararse con un modelo de referencia para medir su confiabilidad (Sun y Chumlea, 2007).

Como alternativa accesible y práctica para evaluar la MAM en el adulto mayor, es posible emplear la antropometría. Utilizar este método requiere el uso de algoritmos específicos y bien validados para ofrecer una estimación confiable de la masa muscular. Después de la validación o evaluación de confiabilidad, las ecuaciones o equipos pueden emplearse como parte del diagnóstico del estado nutrición tanto en clínica como en estudios epidemiológicos (Trigás, Canalejo, Coruña y Rufaza, 2007). La DEXA es básicamente un modelo de 3 compartimientos (masa grasa, masa magra sin hueso y masa ósea), que sirve como método estándar de referencia para la composición corporal. La DEXA permite obtener una estimación precisa de la masa apendicular muscular que puede ser comparada con la estimación de la MAM (medición a validar) obtenida por métodos de campo más simples como una ecuación antropométrica.

### **1. 2.7. Estudios relacionados**

En un estudio con adultos mayores de Nuevo México Baumgartner *et al* (1998), desarrollaron una ecuación específica antropométrica para estimar la

MAM. La ecuación incorporó la medición del peso, estatura, circunferencia de cadera y la fuerza de prensión con dinamometría. La aplicación de esta fórmula específica y válida tomando como referencia la DEXA permitió estimar la prevalencia de sarcopenia en esta población (Baumgartner *et al*, 1998).

En un estudio realizado en hombres y mujeres de raza blanca, de edades entre 18 y 86 años, Janssen *et al* (2000), desarrollaron una ecuación de predicción para estimar la MAM utilizando el análisis de BIE. La ecuación incorporó la medición de la talla, la resistencia, el género y la edad. La aplicación de esta fórmula se validó en sujetos hispanos, afroamericanos y asiáticos, tomando como referencia la resonancia magnética (Janssen, Heymsfield, Baumgartner y Ross, 2000).

La elección en el desarrollo entre una ecuación antropométrica o de BIE depende de los objetivos del estudio, los recursos empleados o los datos existentes. En el caso de la EESN-NL 2011/2012, se tienen los datos de varias medidas antropométricas como: el peso, la talla, la circunferencia de brazo, la circunferencia de pantorrilla, la circunferencia de cadera, la fuerza de prensión y el IMC. Por lo tanto, el desarrollo de una ecuación antropométrica para estimar la MAM se considera la mejor opción para poder realizar una estimación de la prevalencia de sarcopenia en la EESN-NL 2011/2012.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente no existe una ecuación que determine la sarcopenia en adultos mayores. La DEXA es un estándar de referencia para evaluar la masa apendicular muscular pero es una técnica costosa y no práctica en estudios de campo. Por lo tanto, es necesario contar con herramientas que puedan emplearse en estudios poblacionales. Las ecuaciones de predicción antropométricas son herramientas prácticas, de bajo costo y precisas si son específicas para una población, (Dehghan & Merchant, 2008). Este estudio se propuso el desarrollo de una ecuación antropométrica específica para estimar la masa apendicular muscular tomando como referencia la DEXA en adultos mayores de Nuevo León.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

En el 2012 se publicó una parte de los resultados de la EESN-NL 2011/2012. Por primera vez en el ámbito nacional una encuesta estatal reportó datos del estado nutricional de los adultos mayores; actualmente el 8% de la población nuevoleonense es mayor de 60 años, esto es un aproximado de 335,943 habitantes (INEGI, 2012). Al no haber una ecuación específica en población mexicana para predecir la MAM, la propuesta de un nuevo algoritmo permitirá satisfacer la necesidad urgente de contar con una herramienta validada para nuestra población y para reportar los datos integrales del estado nutricional en adultos mayores en Nuevo León. Otros estudios en adultos mayores como los implementados por el DIF Nuevo León y la próxima Encuesta Estatal de Salud y Nutrición 2016 se verán beneficiadas con la aplicación de esta herramienta.

Las variables independientes necesarias para desarrollar la ecuación antropométrica para la masa muscular apendicular han sido levantadas en la encuesta EESN-NL 2011/2012. Las mediciones se reprodujeron en el

laboratorio y la Facultad de Salud Pública y Nutrición (FaSPyN) cuenta con el equipo DEXA, el cual es el método de referencia.

## **4. HIPÓTESIS**

La estimación de la MAM por una ecuación antropométrica específica será precisa respecto a la MAM evaluada en la DEXA en adultos mayores.

## **5. OBJETIVOS**

### **5. 1. Objetivo General**

Desarrollar y validar una ecuación antropométrica para la estimación de la MAM en adultos mayores de 60 a 85 años del estado de Nuevo León.

### **5. 2. Objetivos específicos**

1. Evaluar la MAM empleando la DEXA.
2. Evaluar antropométricamente al adulto mayor.
3. Determinar la fuerza de prensión al adulto mayor mediante dinamometría.
4. Establecer el mejor modelo de predicción con el método de regresión escalonada (step-wise) con las variables independientes.
5. Validar la ecuación en una muestra independiente de las mismas características.

## **6. METODOLOGÍA**

### **6. 1. Diseño del estudio**

Transversal.

### **6. 2. Universo de estudio**

Adultos mayores.

### **6. 3. Población de estudio**

Adultos mayores de edades entre 60 a 85 años.

### **6. 4. Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión**

Generales:

- Que los sujetos hayan aceptado participar en el estudio y firmado el consentimiento informado.
- Que se hayan podido mantener de pie sin apoyo de otra persona.
- Que tuvieran completo el interrogatorio de historia clínica.
- Que no presentaran riesgo nutricional según la Evaluación Mínima del Estado de Nutrición (Vellas, Villars y Abellan, 2006).
- Que no presentaran deterioro cognitivo según la escala del Mini Mental State (Folstein y Mchugh, 1975).



- Que fueran independientes de las actividades básicas de la vida diaria según el cuestionario de Barthel (Mahoney, Wood y Barthel, 1958).
- Que presentaran una presión arterial dentro de los rangos 100/60 a 140/90 mm/Hg. (SSA, 1999)
- Que tuvieran valores bioquímicos dentro de los rangos normales para adulto mayor (INHLB, 2001).

#### **Criterios de exclusión**

- Que tuvieran algún implante metálico.

#### **Criterios de eliminación**

- Que hayan presentado, al momento del estudio, alguna enfermedad o antecedentes que afectarán recientemente su composición corporal, como la pérdida de peso aguda en los últimos 3 meses o el uso de medicamentos derivados del cortisol y diuréticos.

### **6. 5. Técnica muestral**

No probabilística por conveniencia.

### **6. 6. Cálculo del tamaño de muestra**

Para desarrollar una ecuación si las variables independientes y la dependiente están muy correlacionadas se ha sugerido un mínimo de 100 sujetos (Guo, Zhang, Zhang, & Huang, 1996).

Se realizó una simulación con el software NCSS-PASS 12 para conocer el tamaño de muestra necesario si:

1. La fuerza muscular por dinamometría produjera una  $R^2$  de 0.90

2. La adición de 3 variables aumentará el valor de  $R^2$  en al menos 0.01

Con un poder de 80% ( $P=0.05$ ) el número de muestra necesario fue de 103 sujetos.

Para garantizar una mayor variabilidad y proporción adecuada de sujetos por grupo de edad, así como para la validación de la ecuación se reclutaron 202 sujetos.

## 6. 7. Variables

Variable (índice/Indicador)	Tipo	Definición conceptual	Escala de medición	Unidad de medida	Calificación	Fuente (en forma genérica)
Masa muscular apendicular	Dependiente	Todo el tejido corporal que no es grasa, ubicado en las extremidades	Continua	Kg	Mayor a 80 percentil	DEXA
Peso corporal	Independiente	Gramos de peso corporal total.	Continua	kg	De 0 a 150kg	Báscula digital.
Talla	Independiente	Máxima talla vertical desde la planta de los pies hasta el vertex.	Continua	cm	De 0 a 200cm	Estadiómetro digital.
Circunferencia de brazo	Independiente	Centímetros en el punto medio entre el acromion y el olecranon, justo sobre la línea media posterior del brazo.	Continua	cm	Mayor a 1DE del sujeto de referencia	Cinta antropométrica.
Circunferencia de pantorrilla	Independiente	Centímetros sobre el músculo gemelo en la protuberancia máxima de la pantorrilla.	Continua	cm	Mayor a 1DE del sujeto de referencia	Cinta antropométrica.
Circunferencia de cadera	Independiente	Centímetros de la protuberancia máxima del músculo del glúteo.	Continua	cm	Mayor a 1DE del sujeto de referencia	Cinta antropométrica.
Sexo	Independiente	Características fenotípicas	Nominal	F 0 M 1	Femenino Masculino	Cuestionario
Edad	Independiente	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Discreta	Años	60-85	Cuestionario
Fuerza de prensión	Independiente	Fuerza máxima muscular de las extremidades superiores	Discreta	Kg	>30 Hombre >20 Mujeres	Dinamómetro

Riesgo nutricional	Control	Es la probabilidad de padecer enfermedad o complicaciones médicas en el tratamiento, relacionadas con la nutrición	Nominal	SI NO	Normal >24 Riesgo <23.5	Cuestionario Evaluación mínima del estado de nutrición
Deterioro cognitivo	Control	Es una enfermedad progresiva y degenerativa del cerebro y no tiene cura conocida.	Nominal	SI NO	Con deterioro: <ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt;18 puntos en pacientes sin escolaridad o analfabetos</li> <li>• &gt;21 puntos en pacientes con escolaridad baja (no estudios primarios)</li> <li>• &gt;24 puntos en pacientes escolaridad alta (estudios primarios o más)</li> </ul>	Cuestionario Mini Mental State
Independientes	Control	Que haga las actividades básicas de la vida diaria sin ayuda.	Nominal	SI NO	100 puntos	Cuestionario de Barthel
Presión arterial	Control	Es la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias.	Nominal	SI NO	SI: De 100/60 a 140/90	Baumanómetro mercurial de pedestal
Valores bioquímicos	Control	Suma de tres mediciones bioquímicas con valores dentro de los rangos de normalidad.	Nominal	SI NO	SI: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glucosa en ayuno 60-110 mg/dl.</li> <li>• Hematocrito: hombres 42-52%, mujeres 37-47%.</li> <li>• Hemoglobina: hombre 13.5-18 g/dl, mujer 12.5-16 g/dl.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo A-25</li> <li>• Microcentrifuga</li> <li>• Hemocue</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colesterol total &lt;200 mg/dl</li> <li>• Colesterol LDL &gt;130 mg/dl</li> <li>• Colesterol HDL 40-59 mg/dl</li> <li>• Triglicéridos &lt;175 mg/dl</li> <li>• Albumina 3.5-5.5 g/dl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo A-25</li> <li>• Equipo A-25</li> <li>• Equipo A-25</li> <li>• Equipo A-25</li> <li>• Equipo A-25</li> </ul>
--	--	--	--	--	--	---

## **6. 8. Instrumentos de medición**

### **Mediciones bioquímicas y de presión arterial**

Los análisis bioquímicos incluyeron: hematocrito, glucosa, colesterol total, colesterol LDL y HDL, triglicéridos, hemoglobina y albúmina. El nivel de hidratación se evaluó mediante el conteo de hematocrito empleando una micro centrifuga (AutocritUltra3). Para el análisis de glucosa, colesterol total, colesterol LDL y HDL, triglicéridos y albúmina se empleó el equipo A-25 (Analizador automatizado, Biosystems S. A.). La hemoglobina se midió con el equipo hemocue (HemoCue, Inc. 40 Empire Drive, Lake Forest, CA 92630, USA). La presión arterial fue evaluada con un baumanómetro mercurial de pedestal (BM500, Hergom) y un estetoscopio cardiológico (E-800, Hergom).

### **Antropometría**

Todas las mediciones antropométricas se realizaron por dos personas estandarizadas de acuerdo al Manual de Referencia para la Estandarización Antropométrica. La talla, el peso y las circunferencias corporales se midieron por duplicado y se tomó el promedio de las mediciones como el valor final a considerar. Las mediciones fueron realizadas del lado derecho del cuerpo. El error técnico de la medición (ETM) intraobservador se consideró dentro de los límites reportados por el Manual de Referencia para la Estandarización Antropométrica (Lohman, 1989).

La talla se midió con un estadiómetro (20 -205 cm  $\pm$  5 mm; SECA 274). El peso se midió con una báscula digital (0 - 200 kg  $\pm$  0.01 kg, SECA 874, Hamburgo, Alemania). Las circunferencias se midieron con una cinta métrica metálica (0 - 200 cm  $\pm$  1 mm, Rosscraft, BC, Canadá).

## **Fuerza de prensión muscular**

La fuerza de prensión muscular se tomó con un dinamómetro, se hicieron 6 evaluaciones y se tomó el valor más alto.

## **La masa apendicular muscular por Absorciometría dual de Rayos X, DEXA**

La MAM fue medida con un equipo de Absorciometría Dual de Rayos X (GE Lunar Prodigy Advance DEXA Modelo 301264; Software enCore ver. 11.30.062). Previo a cada medición, el aparato se calibró durante 5-10 minutos de acuerdo a las especificaciones del proveedor. Se empleó un “bloque de calibración estándar” brindado por el fabricante. Las mediciones para cada sujeto se realizaron una sola vez (McAlinden, Khadka y Pesudovs, 2011).

## **Obtención de la masa apendicular muscular**

De los resultados de la evaluación de cuerpo completo por DEXA se obtuvo la información de la masa magra de brazo derecho, brazo izquierdo, pierna derecha y pierna izquierda (Figura 3), que fueron sumados para obtener la masa apendicular muscular

El software incorporado a la DEXA permitió seleccionar la región de estudio mediante la colocación de los denominados puntos ROI (acrónimo del inglés *region of interest*) que se colocaron en las zonas de los brazos y piernas (Figura 3); (Heymsfield *et al*, 1990)

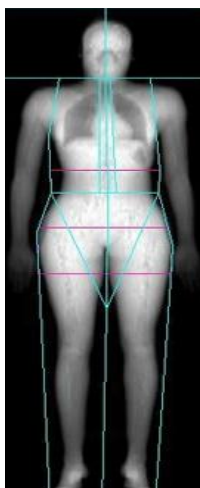


Figura 3.- Masa Muscular por secciones

### **Datos personales**

La recolección de los datos personales se hizo mediante la historia clínica que incluye preguntas acerca de los antecedentes familiares, personales y patológicos, riesgo nutricional, dieta, estilo de vida y medicamentos.

### **Riesgo nutricional**

El riesgo nutricional se evaluó mediante Evaluación Mínima del Estado de Nutrición (puntuación mayor de 23.5 puntos) (Vellas, Villars y Abellan, 2006). La cual contiene preguntas sobre el cribaje y la evaluación.

### **Deterioro cognitivo**

El deterioro cognitivo se evaluó según la escala del Mini Mental State (Folstein y Mchugh, 1975). El cual consiste en una serie de preguntas que evalúan orientación (auto psíquica, en tiempo y lugar), memoria de corto y largo plazo (fijación y recuerdo diferido), atención, lenguaje (comprensión verbal y escrita, expresión verbal –repetición y articulación- y expresión escrita), praxias (por comando escrito y verbal) y habilidad visuoespacial.



## **Independencia**

La independencia en actividades de la vida diaria se evaluó según el cuestionario de Barthel (Mahoney, Wood y Barthel, 1958). El cual un instrumento para detectar 10 actividades básicas de la vida diaria (ABVD), dando mayor importancia a la puntuación de los temas relacionados con el control de esfínteres y la movilidad.

### **6. 9. Procedimientos**

Para iniciar el estudio, se visitaron lugares de interés donde se reunían los sujetos; por ejemplo centros DIF, plazas públicas, centros INAPAM, grupos de jubilados, entre otros. En una primera entrevista se abordaron a los posibles participantes para conocer el estado de salud y al mismo tiempo se les explicó detalladamente el protocolo de estudio. Después de que los sujetos refiriesen sentirse saludables y además con deseos de participar, se agendó una cita para su valoración. Los pacientes se presentaron al Laboratorio de Composición Corporal del Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública (CINSP) a las 8:00 horas y firmaron el consentimiento informado. Fueron citados 3 pacientes por día porque es el número de sujetos que es posible evaluar en el Laboratorio de Composición Corporal. Todas las mediciones antropométricas, de composición corporal y clínicas se realizaron en los laboratorios de Composición Corporal y Gasto Energético dentro del CINSP de la FaSPyN. Se les pidió a los pacientes traer ropa ligera (short y camiseta) y estar con un ayuno de 12 horas. A todos los participantes se les dieron los resultados de las evaluaciones de manera escrita.

Con el objetivo de aplicar los criterios de inclusión y exclusión y obtener un perfil adecuado de salud, los sujetos completaron una historia clínica con preguntas de evaluación de riesgo nutricional. La historia clínica (Anexo B) fue basada en varios cuestionarios de riesgo nutricional como el índice de riesgo nutricional y el cuestionario

breve de evaluación nutricional, Anexo C, (Vellas, Villars y Abellan, 2006). Después, contestaron un cuestionario acerca de su estado mínimo mental, Anexo D, (Folstein y Mchugh, 1975) y de independencia física, Anexo E, (Mahoney, Wood y Barthel, 1958). En seguida, se les extrajo por venopunción 5 mL de sangre y se les midió la presión arterial. Posteriormente, pasaron a la evaluación en la DEXA. Al final, se les realizaron las medidas antropométricas (Anexo A). Al concluir todas las mediciones a los participantes se les ofreció un refrigerio ligero de cortesía y se les entregaron los resultados de su evaluación.

## **7. PLAN DE ANÁLISIS**

### **Estadística descriptiva**

El análisis estadístico se llevó a cabo con el software NCSS 8 (Hintze, NCSS 8. NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA) y MedCalc® versión 12.3.0.0 (MedCalc Software vBva 1993-2012). Se empleó estadística descriptiva y los datos se reportaron como media, desviación estándar y se utilizó la prueba de t.

### **Detección de “outliers” (valores extremos)**

Antes de desarrollar la ecuación, cada una de las distribuciones de las variable se comprobó por la presencia de “outliers” (valores extremos) utilizando el método de Tukey.

### **Verificación de los supuestos de la regresión**

Se realizó el diagnóstico individual de los supuestos linealidad, homogeneidad de la varianza y normalidad. Se analizó la *linealidad* de cada variable en relación a la variable dependiente mediante una gráfica de regresión simple y la prueba de F ( $p < 0.05$ ). La *homogeneidad* de la varianza de la variable dependiente sobre las variables predictoras se verificó mediante una gráfica de residuales y la prueba de

Levene ( $p > 0.05$ ). Mediante esta prueba se espera observar que la distribución de los residuales sea normal y que no se presente un patrón o tendencia, sino una nube de puntos o banda horizontal. La *normalidad* de los residuales se analizó mediante una gráfica de probabilidad de los residuos y un histograma de normalidad de los residuales. La comprobación de normalidad se analizó también mediante la prueba de Shapiro y Wilks ( $p > 0.05$ ) y la prueba de D'Agostino Omnibus ( $p > 0.05$ ). En todos los casos se empleó la transformación logarítmica y la elevación al cuadrado de los datos para verificar que se cumplieran todos los supuestos de la regresión.

### **Diseño de la ecuación de regresión**

La muestra total (202 sujetos) se dividió aleatoriamente en dos grupos (grupo ecuación con 2/3 de la muestra y grupo validación con 1/3 de la muestra). El grupo ecuación fue utilizado para desarrollar el modelo de predicción antropométrica de la MAM ( $n = 124$ ), y el grupo validación fue utilizado para probar la validez del modelo de predicción antropométrica de la MAM ( $n = 62$ ).

Las diferencias en las características como el peso corporal (kg); la talla (cm); la circunferencia de pantorrilla (cm); circunferencia de brazo (cm); circunferencia de cintura (cm); la edad (años); y el IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) del grupo ecuación y del grupo validación fueron evaluadas con una prueba de t simple, los valores de  $p > 0.05$  indican que no hay diferencias significativas entre los grupos.

### **Selección de las variables y obtención del modelo de regresión**

La elección del mejor modelo antropométrico de predicción de la MAM se realizó por el método regresión escalonada (step-wise). La MAM por DEXA fue la variable dependiente. Las variables independientes predictivas propuestas fueron el sexo (hombre = 1, mujer = 0); el peso corporal (kg); la talla (cm); la circunferencia de

pantorrilla (cm); circunferencia de brazo (cm); circunferencia de cintura (cm); la edad (años); y el IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Posteriormente, las mejores variables de predicción de la MAM se sometieron a un análisis de regresión múltiple para observar su significancia.

### **Diagnóstico del modelo de regresión**

Se realizó el diagnóstico del modelo para descartar la presencia de colinealidad, es decir, la correlación entre las variables independientes. Para esto, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros: número de acondicionamiento ( $NA < 100$ ), el cual es una medida de multicolinealidad. Es el valor propio más grande dividido por cada valor propio correspondiente. Dado que los valores propios son realmente las varianzas, el NA es la relación entre las varianzas. Cuando el valor de NA es mayor de 100 indica colinealidad, y un factor de inflación de la varianza ( $FIV < 10$ ), el cual es una medida de multicolinealidad. Es recíproco de  $1 - R^2_x$ , donde  $R^2_x$  es la  $R^2$  que se obtiene cuando esta variable es retrocedida en los restantes de las variables independientes. Cuando el valor de FIV es 10 o mayor indica colinealidad (Kleinbaum, Kupper y Muller, 1998).

### **Comprobación de los supuestos de la regresión del modelo final**

La *homogeneidad* de la varianza de la variable dependiente en el modelo se verificó mediante la distribución de los residuales. Se analizó por la presencia de una nube de puntos o una banda horizontal. Un patrón de cuña (triángulo) o moño es un indicador de la varianza no constante; la violación de un supuesto de regresión. Una banda inclinada o curvada significa especificación inadecuada del modelo. Una banda inclinada con el aumento o la disminución de la variabilidad sugiere varianza no constante y la especificación inadecuada del modelo. La *normalidad* de los residuales se probó mediante una gráfica de probabilidad de los residuos y un histograma de normalidad y además de la prueba de Shapiro y Wilks ( $p > 0.05$ ) y prueba de D'Agostino Omnibus ( $p > 0.05$ ).

## Validación de la ecuación de regresión

La exactitud grupal de las estimaciones de la MAM por nuestra ecuación respecto a la MAM obtenida por DEXA se probó mediante una t simple. Un valor de  $p > 0.05$  indica que no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos de la MAM por las ecuaciones y el método de referencia. Asimismo, el análisis por la prueba de t simple se realizó por sexo, para comprobar que no hubiera diferencia significativa entre la MAM obtenida por las ecuaciones dentro de cada grupo o sexo.

En este estudio se realizó la validación cruzada de la ecuaciones en una segunda muestra (grupo validación). La validación cruzada permite dar la validez externa de la ecuación para su uso en futuros estudios. La ecuación de predicción generada en el grupo ecuación se aplicó para generar los valores de estimación de la MAM en el grupo validación. Así mismo, en el grupo ecuación se aplicó la misma ecuación para generar valores de estimación de la MAM. A continuación, en cada grupo se generó un análisis de regresión lineal con los valores de MAM predichos por la ecuación y los medidos por el método de referencia (DEXA). Después, el valor de  $R^2$  de la regresión lineal obtenida en el grupo ecuación ( $R^2_{ecu}$ ) y el valor de  $R^2$  obtenido en el grupo validación ( $R^2_{val}$ ) se compararon. La validación cruzada que se obtiene restando el valor de  $R^2_{ecu}$  menos el valor de la  $R^2_{val}$  (retracción de la validación cruzada). Kleinbaum (1998) establece que valores de retracción menores a 0.10 indican un modelo validado.

## **8. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

El presente estudio se apegó a lo dispuesto en el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Secretaría de Salud [SSA], 1987), en donde se establece que el desarrollo de la investigación para la salud debe atender aspectos éticos que garanticen la dignidad de las personas sujetas a investigación, de acuerdo al artículo 14, fracción VII, con base en el cual el estudio se sometió a la aprobación por el Comité de Ética e Investigación de la FaSPyN y de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Para este estudio se solicitó la autorización de la Secretaría de Educación Pública (SEP), ya que el presente trabajo se realizó con seres humanos, esto de acuerdo al artículo 14, fracción V y VII.

Por tal motivo se consideró lo establecido en el título segundo; capítulo I, artículo 13, referente a que en toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, debe prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos, para tal efecto existió privacidad de los datos obtenidos al no colocar los nombres de los participantes en los cuestionarios que se utilizaron; los cuales son resguardados por la autora del estudio, por un lapso de un año y al vencimiento de éste serán destruidos. El capítulo I, artículo 16, establece la protección a la privacidad del participante por lo que los resultados del estudio sólo se presentan en forma general.

El artículo 17, fracción II, éste estudio se considerará de riesgo mínimo, ya que no se abordaron variables sensibles respecto a la sexualidad.

Tal como lo establece el artículo 20, 21, fracción I, VII y VIII se contó con el consentimiento informado (Apéndice A) por escrito de los participantes, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos en la investigación, con la capacidad de libre elección de participar y sin ningún tipo de perjuicio en el caso de no participar o retirar su consentimiento durante el desarrollo del estudio, en donde se le explicó al participante que era libre de dejar la intervención en el momento si así lo

decidía (artículo 14, fracción V; artículo 20 y 21, fracciones I, II, III, IV y VII). Se garantizó que el participante recibió información clara, comprensible y completa sobre la justificación, objetivos, implicaciones, posibles riesgos y beneficios, así como el propósito del estudio y de la intervención, respondiendo a cualquier pregunta y aclaraciones sobre dudas que surgieron en el participante.

Tal como establece el capítulo II, artículo 29, se solicitó la aprobación de las autoridades de educación, así como otras autoridades civiles de la comunidad a estudiar, además de obtener la carta de consentimiento informado (Anexo F) los individuos que participaron en el estudio, dándoles a conocer la información de artículos 21 y 22.

## 9. RESULTADOS

### Estadística descriptiva

Las características físicas de los sujetos se presentan en la Tabla 2. Se evaluaron a 202 adultos mayores, 122 mujeres y 80 hombres. La edad, la circunferencia de brazo y la circunferencia de pantorrilla no difirieron significativamente entre ambos sexos ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 2.- Descripción de la población del estudio**

Variable	Mujeres	Hombres	Ambos
	n = 122	n = 80	n = 202
<b>Edad, años</b>	69.9 ± 6.2 (59.7 a 85.6)	68.6 ± 5.7 (60.3 a 83.1)	68.8 ± 6 (59.7 a 85.6)
<b>Peso, kg</b>	68.9 ± 12.7 (43.3 a 110.7)**	76.42 ± 12.6 (50.1 a 115.3)**	71.8 ± 13.2 (43.3 a 115.3)
<b>Talla, cm</b>	153.5 ± 6.1 (139.1 a 168.9)**	167.6 ± 6.2 (153.8 a 180.5)**	159.1 ± 9.2 (139.1 a 180.5)
<b>IMC, kg/m<sup>2</sup></b>	29.2 ± 5 (19.1 a 42.6)**	27.1 ± 3.8 (18 a 38.9)**	28.3 ± 4.6 (18 a 42.6)
<b>C. brazo, cm</b>	31.7 ± 4 (23 a 43.9)	31.1 ± 2.9 (21.9 a 37.9)	31.5 ± 3.6 (21.9 a 43.9)
<b>C. cadera, cm</b>	106.6 ± 10.5 (85.4 a 139)**	100.4 ± 8 (83.2 a 127.8)**	104.1 ± 10 (83.2 a 139)
<b>C. pantorrilla, cm</b>	35.9 ± 3.6 (28.7 a 50.2)	36.7 ± 3 (29.5 a 44.5)	36.2 ± 3.4 (28.7 a 50.2)
<b>Fuerza de prensión*, kg</b>	21.1 ± 4.9 (9.4 a 33.8)**	37.4 ± 7.2 (22.9 a 53.1)**	27.6 ± 9.9 (9.4 a 53.1)
<b>MAM por DEXA, kg</b>	14.5 ± 2.1 (9.3 a 21.4)**	21.7 ± 2.7 (16.6 a 28.3)**	17.3 ± 4.2 (9.3 a 28.3)

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal; C, circunferencia; MAM, masa apendicular muscular; DEXA, densitometría dual de rayos x; kg, kilogramos; cm, centímetros; kg/m<sup>2</sup>, kilogramos entre metros al cuadrado.

\*La fuerza de prensión se evaluó por dinamometría, en ambas manos, y se tomó el valor máximo de seis mediciones.

\*\*Diferencias significativas entre sexos  $p < 0.05$ , prueba de t.

Nota: Según la ENSANUT 2012 existe predominancia femenina en los adultos mayores, habiendo 83.8 hombres por cada 100 mujeres.



## Detección de “outliers” (valores extremos)

Con los valores reportados por la prueba de detección de “outliers” (valores extremos) se revisó si los valores detectados se debían a algún error de captura o que fueran implausibles biológicamente. Dado a que no se encontró ninguno de estos errores se procedió a incluir todos los datos para el desarrollo de la ecuación.

**Tabla 3.- Detección de valores fuera de rango (outlier)**

Variable	Método	
	Tukey	Tukey, log
Edad, años	Ninguno	Ninguno
Peso, kg	106.925; 110.775; 110.95; 115.325	Ninguno
Talla, cm	Ninguno	Ninguno
IMC, kg/m <sup>2</sup>	42.18; 42.66	18.00
C. brazo, cm	42.25; 42.5; 43.95	21.9; 43.95
C. pantorrilla, cm	44.5; 45; 50.25	28.75; 50.25
Fuerza de prensión*, kg	Ninguno	Ninguno
C. cintura, cm	134.5; 139	134.5; 139
MAM por DEXA, kg	Ninguno	Ninguno

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal; C, circunferencia; MAM, masa apendicular muscular; DEXA, densitometría dual de rayos x; kg, kilogramos; cm, centímetros; kg/m<sup>2</sup>, kilogramos entre metros al cuadrado.

\*La fuerza de prensión se evaluó por dinamometría, en ambas manos, y se tomó el valor máximo de seis mediciones.

## **Verificación de los supuestos de la regresión de cada variable independiente**

En la comprobación de los supuestos de la regresión, casi siempre es posible fallar o no aprobar un supuesto de la regresión, esto puede deberse a que el tamaño de muestra es muy grande. Siempre es preferible utilizar las gráficas para verificar los supuestos. Aunque la prueba de normalidad de los residuales no se cumpla, la homogeneidad de la varianza es el criterio más importante, aunque requiere también una confirmación visual mediante una gráfica. En cuanto a la linealidad es importante tomar en cuenta el valor de la prueba de F en el análisis de varianza.- de cada variable independiente con la variable dependiente se muestra en el Anexo G. El anexo presenta pruebas numéricas de algunos de los supuestos al usar regresión lineal. Los resultados de estas pruebas se comparan con una gráfica adecuada para determinar si el supuesto es válido o no. En general, todas variables cumplieron con los supuestos de la regresión.

## Diseño de la ecuación regresión

Después de la aleatorización del grupo total, el grupo ecuación y el grupo validación fueron comparados en sus características físicas para verificar que fueran similares estadísticamente (Tabla 4). Ninguna de las variables resulto estadísticamente diferente entre un grupo y el otro.

**Tabla 4.- Comparación de las características de los grupos empleados para la ecuación y la validación**

Variable	Grupo Ecuación n = 124	Grupo Validación n = 62	Valor de P**
Edad, años	68.4 ± 6.14	69.5 ± 5.83	0.22
Peso, kg	72.4 ± 12.82	70.9 ± 13.92	0.45
Talla, cm	159.2 ± 9.57	158.9 ± 8.61	0.78
IMC, kg/m <sup>2</sup>	28.5 ± 4.47	28.0 ± 5.08	0.52
C. brazo, cm	31.7 ± 3.42	31.0 ± 4.15	0.16
C. cadera, cm	104.6 ± 9.5	103.2 ± 11.1	0.36
C. pantorrilla, cm	36.3 ± 3.46	36.1 ± 3.39	0.67
Fuerza prensión*, kg	28.1 ± 10.6	26.52 ± 8.51	0.26
MAM por DEXA, kg	17.4 ± 4.4	17.2 ± 4	0.69

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal; C, circunferencia; MAM, masa apendicular muscular; DEXA, densitometría dual de rayos x; kg, kilogramos; cm, centímetros; kg/m<sup>2</sup>, kilogramos entre metros al cuadrado. Los valores se expresan como media ± DE.

\*La fuerza de agarre se evaluó por dinamometría, en ambas manos, y se tomó el valor máximo de seis mediciones

\*\*Prueba de t simple

## Selección de las variables para el modelo de regresión

La elección del mejor modelo de predicción de la MAM en kg se realizó mediante el método de regresión escalonada (step-wise) en el grupo ecuación. Las mejores variables para la predicción de la MAM de acuerdo a este método fueron: sexo (femenino = 0 y masculino = 1), peso (kg), talla (cm), circunferencia de pantorrilla (cm), fuerza de prensión (kg) y edad (años), ( $p < 0.05$ ; Tabla 5). Las variables seleccionadas explicaron el 93% de la variabilidad de la MAM con un error de 1.34 kg.

**Tabla 5.- Selección de las variables**

Decisión	Variable	Incremento en $R^{2**}$	Valor de p	Valor de $R^{2***}$
Si	Sexo, 0-1	0.045	0.000	0.679
Si	Peso, kg	0.005	0.001	0.399
Si	Talla, cm	0.018	0.000	0.721
Si	C. pantorrilla, cm	0.010	0.000	0.244
Si	Fuerza de prensión*, kg	0.009	0.000	0.682
Si	Edad, años	0.004	0.001	0.013
No	IMC, $\text{kg}/\text{m}^2$	0.000	0.452	0.009
No	C. brazo, cm	0.000	0.996	0.067
No	C. cadera, cm	0.001	0.129	0.001

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal; C, circunferencia; 0 para mujer y 1 para hombre; kg, kilogramos; cm, centímetros;  $\text{kg}/\text{m}^2$ , kilogramos entre metros al cuadrado.

\*La fuerza de agarre se evaluó por dinamometría, en ambas manos, y se tomó el valor máximo de seis mediciones

\*\*Método regresión escalonada, el cambio en los valores de  $R^2$  es por decreción.

\*\*\*Método regresión lineal de cada variable independiente con la variable dependiente

## Obtención del modelo de regresión para la ecuación

Las variables obtenidas por el método de regresión escalonada se sometieron al método de regresión múltiple. La ecuación final incluyó las variables: sexo (0-1), peso (kg), talla (cm), circunferencia de pantorrilla (cm), fuerza de prensión (kg) y edad (años); ( $p < 0.05$ ; Tabla 6).

**Tabla 6.- Desarrollo de la ecuación**

Variable	Coefficiente de regresión	Valor de P	Decisión
C. pantorrilla, cm	0.266	0.00	Si
Fuerza de prensión, kg	0.081	0.00	Si
Talla, cm	0.111	0.00	Si
Sexo, 0-1	3.877	0.00	Si
Peso, kg	0.052	0.01	Si
Edad, años	0.054	0.01	Si

Abreviaturas: C, circunferencia; sexo 0 para mujer y 1 para hombre;; kg, kilogramos; cm, centímetros; kg/m<sup>2</sup>, kilogramos entre metros al cuadrado.

\*La fuerza de agarre se evaluó por dinamometría, en ambas manos, y se tomó el valor máximo de seis mediciones

Método regresión múltiple.

## Ecuación final

El modelo final de la ecuación se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.- Análisis de regresión del modelo**

Modelo		R <sup>2</sup>	EEE
Ecuación	21.268 + (.054 * Edad) + (0 .266 * C. pantorrilla) + (0.081 * Fuerza de prensión) + (0.111 * Talla) + (3.877 * Sexo) + (0.052 * Peso)	0.93	1.34

Abreviaturas: C, circunferencia; EEE, error estándar del estimador.

Las variables: sexo es 0-1, peso en kg, talla en cm, circunferencia de pantorrilla en cm, fuerza de prensión en kg y edad en años

## Diagnóstico de la ecuación final

### Multicolinealidad

La ecuación final no mostró multicolinealidad; se consideró el factor de inflación de la varianza (<10) y el número de acondicionamiento que fue <100 (Tabla 8). No se observó asociación entre las variables independientes.

**Tabla 8.- Diagnóstico de la ecuación**

Modelos	FIV	NA
Ecuación	4.48	26.62

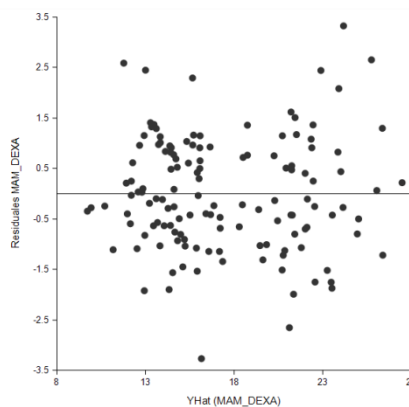
$21.268 + (.054 * \text{Edad}) + (0.266 * \text{C. pantorrilla}) + (0.081 * \text{Fuerza de prensión}) + (0.111 * \text{Talla}) + (3.877 * \text{Sexo}) + (0.052 * \text{Peso})$

Abreviaturas: C, circunferencia; FIV, Factor de inflación de la varianza; NA, número de acondicionamiento. Las variables se midieron como: sexo es 0-1, peso en kg, talla en cm, circunferencia de pantorrilla en cm, fuerza de prensión en kg y edad en años.

### Comprobación de los supuestos de la regresión de la ecuación final

La *homogeneidad* de la varianza de la variable dependiente se observó mediante la gráfica de distribución de los residuales que mostró una distribución homogénea (nube de puntos; Figura 4)

Figura 4.- Gráfica de Homogeneidad de la ecuación



La *normalidad* de los residuales se probó mediante un histograma y una gráfica de normalidad de los residuales y mediante la prueba de Shapiro y Wilks ( $p = 0.47$ ) y D' Agostino Omnibus ( $p = 0.587$ ). La distribución de los residuales fue normal (Figuras 5 y 6)

Figura 5.- Histograma normalidad de la ecuación

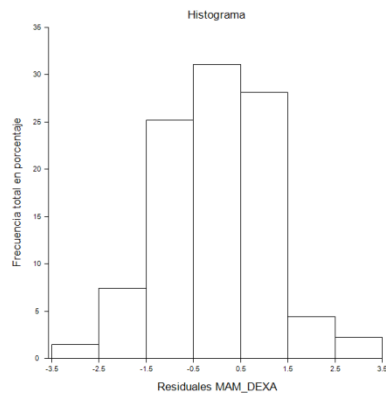
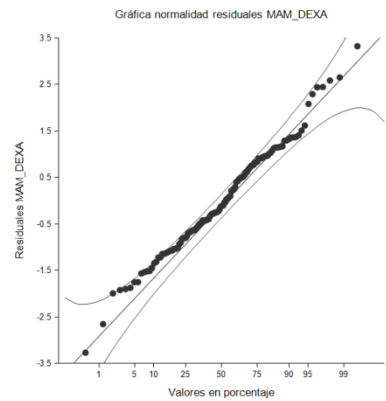


Figura 6.- Gráfica de Normalidad de la ecuación



## Validación de la ecuación final

La exactitud grupal de la estimación de la MAM por la ecuación respecto a la MAM obtenida por DEXA se probó mediante una t para muestras independientes. No se observaron diferencias significativas entre los resultados obtenidos de la MAM por la ecuación y el método de referencia, DEXA ( $p = 0.75$ ). El mismo análisis se realizó por sexo y tampoco se encontraron diferencias significativas entre la ecuación y los valores predichos por la DEXA (Tabla 9).

**Tabla 9.- Masa apendicular muscular estimada por la ecuación y por el método de referencia**

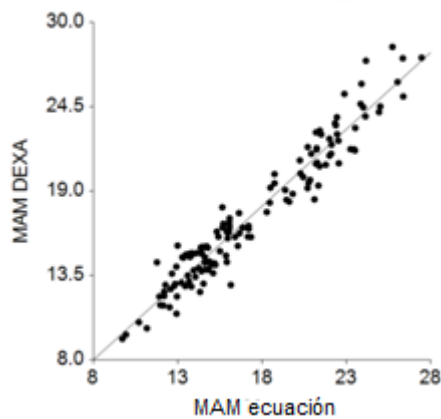
Método	Mujeres n = 38 p = 0.98*	Hombres n = 29 p = 0.44*	Todos n = 67 p = 0.75*
MAM por ecuación	14.4 ± 1.9	21.3 ± 1.9	17.4 ± 3.9
MAM por DEXA	14.4 ± 2.1	20.8 ± 2.7	17.2 ± 4

Abreviaturas: MAM, masa apendicular muscular; DEXA, densitometría dual de rayos X.

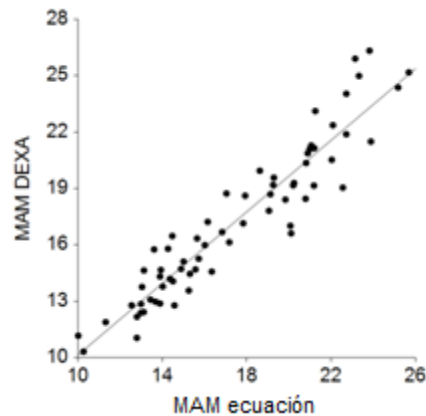
\*T para muestras independientes.

Finalmente, la validez de la ecuación se probó con el valor de *retracción* del modelo. El valor de  $R^2$  obtenido en el grupo ecuación fue de 0.93 y en el grupo validación de 0.89. El valor de retracción del modelo fue 0.004. (Figuras 7 y 8, Tabla 10)

**Figura 7- Regresión lineal ecuación en el grupo ecuación**



**Figura 8.- Regresión lineal ecuación en el grupo validación**



Abreviaturas: MAM DEXA, masa apendicular muscular obtenida por densitometría dual de rayos equis; MAM ecuación, masa apendicular obtenida por la ecuación

Regresión de la ecuación sobre el MAM

$$R^2_{ecu} = 0.9340$$

Correlación de la validación cruzada

$$R^2_{val} = 0.8894$$

**Tabla 10.- Regresión lineal del modelo**

Parámetro	Grupo ecuación	Grupo validación
Variable dependiente	MAM DEXA	MAM DEXA
Variable independiente	MAM	MAM ecu
Variable frecuencia	Ninguno	Ninguno
Variable peso	Ninguno	Ninguno
Intercepto	0.0000	0.5952
Pendiente	1.0000	0.9535
$R^2$	0.9340	0.8894
Correlación	0.9664	0.931
Error cuadrado de la media	1.291279	1.80551
Filas procesadas	135	67
Filas de estimación usadas	135	67
Filas con X perdidas	0	0
Filas con Frecuencia perdidas	0	0
Filas solo de Predicción	0	0
Suma de Frecuencias	135	67
Suma de Pesos	135.0000	67.0000
Coficiente de Variación	0.0651	0.0781
Raíz cuadrada del error cuadrado de la media	1.136389	1.343693

$$\text{Retracción de la validación cruzada} = R^2_{ecu} - R^2_{va} = R^2_{ecu} (0.9340) - R^2_{val} (0.8894) = 0.0446$$



## 10. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Por primera vez en el ámbito nacional La EESN-NL 2011/2012, en el 2012, reportó datos del estado nutricional de los adultos mayores. Al no haber una ecuación específica en población mexicana para predecir la MAM y evaluar la presencia de sarcopenia, el objetivo de este estudio fue generar y validar una ecuación antropométrica de predicción de la MAM que fuera práctica para su utilización en la EESN-NL 2011/2012.

En el presente estudio se evaluaron 202 adultos mayores sanos, 122 mujeres y 80 hombres. La variable sexo fue una variable predictora importante que se incluyó en el modelo y explicó las diferencias en la talla, el peso y la dinamometría observadas entre hombres y mujeres. La selección de las mejores variables predictoras de la MAM se obtuvieron por el método de regresión escalonada (step wise) y se eligieron a partir del cambio, por decreción, en el valor de  $R^2$  y por el valor de  $p$ . La variable que mayor aportó en la predicción de la masa apendicular muscular es la talla en cm ( $R^2 = 0.721$ ); seguida por la fuerza de prensión en kg ( $R^2 = 0.682$ ); el sexo ( $R^2 = 0.679$ ); el peso en kg ( $R^2 = 0.399$ ); la circunferencia de pantorrilla en cm ( $R^2 = 0.244$ ); y por último la edad en años ( $R^2 = 0.013$ ). El modelo desarrollado se constituyó por algunas variables similares a las que se reportan en la literatura como buenas predictoras de la MAM; por ejemplo el sexo, la talla, el peso y la fuerza de prensión por dinamometría (Baumgartner, y otros, 1998; Janssen, Heymsfield, Baumgartner, & Ross, 2000).

La ecuación propuesta en este estudio explicó el 93 % de la MAM con un error de 1.34 kg. La ecuación resultó con mayor precisión y exactitud que la obtenida por Baumgarther y otros (1998), quienes desarrollaron una ecuación antropométrica para predecir la MAM en adultos mayores, con una  $R^2$  de 0.91 y un error de 1.58 kg. En dicho trabajo también se usó como método de referencia la DEXA y la ecuación incluyó las variables peso, talla, fuerza de prensión, sexo y circunferencia de cadera. En nuestro modelo la circunferencia

de cadera no aportó significativamente ( $p = 0.129$ ). La medición de la circunferencia de cadera puede presentar algunos inconvenientes para su medición en estudios de campo. El primer inconveniente es que en toda situación el sujeto se mide con ropa, lo que puede sobreestimar el valor de la medición. Además, es difícil obtener mediciones repetidas precisas ( $<1.0$  cm), debido a que se mide en la máxima protuberancia de los glúteos y puede ser diferente entre un antropometrista y otro. La circunferencia de cadera en la evaluación del estado nutricional se ha considerado como un indicador del tejido adiposo de la región inferior del cuerpo (Castillo & Zenteno, 2004); por lo tanto, su inclusión no refleja un compartimiento magro. Es decir, no es una variable biológicamente asociada con la variable dependiente o MAM de nuestra ecuación.

En el estudio de Janssen y otros (2000), se generó una ecuación para predecir la MAM por el método BIE en una población de amplio rango de edad (18 a 86 años) incluidos adultos mayores. La fórmula incluyó resistencia por el método de BIE, sexo y edad, con una  $R^2$  de 0.86 y un EEE de 2.7 kg. En comparación con la ecuación de Janssen y otros (2000), este modelo de predicción tiene mayor precisión y un menor error. Aunque el método de BIE resulta práctico para estudios epidemiológicos, nuestra ecuación proporciona una alternativa para investigadores e instituciones que no cuenten con ese equipo.

La validación de la ecuación fue exacta a nivel grupal en la estimación de la masa apendicular muscular. No se observó diferencia significativa entre la media de los valores estimados con la ecuación generada en comparación con la media de los valores obtenidos por la DEXA ( $p = 0.75$ ). Además, el valor de  $R^2$  del modelo indicó que la ecuación diseñada fue precisa en el grupo de estudio y en el grupo de validación. La diferencia entre los valores de  $R^2$  respecto a la muestra de diseño de la ecuación y la muestra de validación fue de 0.04. Esta diferencia se conoce como el valor de retracción de un modelo y prueba su confiabilidad para aplicarse en otras muestras independientes. El

valor de la  $R^2$  de contracción debe ser menor a 0.10 para concluir que es un modelo reproducible y valido. Es decir, los resultados permiten señalar que si la ecuación diseñada se aplica a una muestra independiente, el error de predicción sería de hasta 1.34 kg

En este trabajo, se trataron de minimizar al máximo los errores técnicos en la medición de las variables independientes y dependientes; por lo que solo personal estandarizado realizó las medidas antropométricas y la DEXA. Adicionalmente, los criterios de inclusión y exclusión permitieron reclutar sólo adultos mayores de vida libre sin deterioro cognitivo y saludables.

Una de las ventajas de la ecuación aquí desarrollada es que las variables incluidas se pueden medir con instrumentos prácticos y de fácil manejo. Por ejemplo, una cinta métrica, una báscula, un estadiómetro y un dinamómetro. Instrumentos que toda encuesta de nutrición y salud debe considerar para evaluar la presencia de sarcopenía u obesidad sarcopénica en adultos mayores. Otra ventaja es que se consideró reclutar al menos tres pacientes por sexo y edad desde los 60 a los 80 años de edad. Esto garantiza una adecuada representatividad del grupo de estudio aunado a un intervalo de IMC amplio (18 a 42.6) que la ecuación considera.

Los limitantes del estudio y de la ecuación son inherentes al desarrollo mismo de algoritmos por métodos de regresión. La ecuación solo es aplicable al rango de edad, IMC y características de la población de la que fue generada. Además, su exactitud y precisión son mejores para evaluar grupos que individuos. No obstante, para nuestro conocimiento, hasta el momento es la única ecuación para predecir la MAM generada en la región de Latinoamérica.

Nuestra propuesta tiene una aplicación inmediata que impactará en las estadísticas de salud de Nuevo León, ya que, como se mencionó anteriormente, por primera vez en el ámbito nacional la EESN-NL 2011/2012 reportara datos

de la prevalencia de sarcopenia y obesidad sarcopénica en población mexicana.

En la literatura solo encontramos publicadas la ecuación de Baumgarther y otros (1998), y de Janssen y otros (2000), para predecir la masa apendicular muscular; esto demuestra la importancia del presente estudio realizado. Arango y otros (2012), se vieron limitados al usar la circunferencia de pantorrilla en su encuesta para determinar la prevalencia de sarcopenía y obesidad sarcopénica en adultos mayores del Distrito Federal. No dispusieron de una ecuación antropométrica confiable para aplicarla en su población. Por lo tanto, la ecuación generada en el presente estudio podría ser empleada en posteriores estudios de campo o epidemiológicos como los implementados por el DIF Nuevo León, Caritas de Monterrey entre otras instituciones e investigadores estatales y nacionales.

## **11. CONCLUSIONES**

En conclusión, se desarrolló y validó una ecuación de predicción de la MAM que es precisa y exacta respecto al estándar de referencia DEXA y fue validada satisfactoriamente en una muestra independiente de sujetos. La ecuación podrá ser empleada para el diagnóstico de la prevalencia de sarcopenia y obesidad sarcopénica de la EESN-NL 2011/212 y por otros investigadores e instituciones nacionales.

## 12. REFERENCIAS

- Al Snih, S., Markides, K., y Ottenbacher, K. (2004). Hand grip strength and incident ADL disability in elderly Mexican Americans over a seven-year period. *Aging clinical and experimental research journal*, 16, 481-486.
- Alemán, M. H., y Huerta, H. R. (2004). Composición corporal de los individuos de los adultos mayores: el modelo de 4 compartimentos un opción viable para su evaluación. *Revista Nutrición Clínica*, 7(2), 116-121.
- Alemán, M. H., J Esparza, R., y Valencia, M. (1999). Antropometría y composición corporal en personas mayores de 60 años. Importancia de la actividad física. *Salud Pública de México*, 41(4), 309–316.
- Álvarez, C., Rapado, A., Díaz, M., García, J., Carrasco, J., Honorato, J., y Pérez, R. (2001). Prevalencia de osteoporosis determinada por densitometría en la población femenina española. *Medicina Clínica Barcelona*, 116(3), 86-88.
- Arango, V., Aroyo, P., Gutiérrez, L., y Pérez, M. (2012). Prevalence of sarcopenia in Mexico City. *Europeam Geriatric Medicine*, 3, 157-160.
- Aristizabal, J., Restrepo, M., y Estrada, A. (2007). Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica. *Revista del Instituto Nacional de Salud*, 27, 216-224.
- Arroyo, P. (2007). Indicadores antropométricos, composición corporal y limitaciones funcionales en ancianos. *Revista Médica de Chile*, 135, 846-854.
- Baumgartner, R. (2000). Body composition in healthy aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904, 437-448.
- Baumgartner, R., Koehler, K., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S., Ross, R., Lindeman, R. (1998). *Epidemiologic*, 147, 455-763.
- Bland, J., y Altman, D. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1, 307-310.
- CDC. (2007). Anthropometry Procedures Manual. *National Health and Nutrition examination survey*, 1, 1
- Chumlea, C., y Sun, S. (2007). Análisis de la impedancia bioeléctrica. In S. Heymsfield, T. Lohman, Z. Wang, y S. Going, *Composición Corporal* (p. 79). Mexico: McGraw-Hill International.
- Consejo de Salubridad General. (2009). *Guía de Práctica Clínica: Evaluación y Control Nutricional del Adulto Mayor en Primer nivel de atención*. México, DF: CENETEC.

- Cruz-jentoft, A. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Aging, 39*(4), 412-423.
- Cunha, D., Cunha, S., Unamuno, M., y Vannuncchi, H. (2001). Serum levels assessment of vitamin A, E, C, B2 and carotenoids in malnourished and non-malnourished hospitalized elderly patient. *Clinical Nutrition, 20*(2), 167-70.
- Dehghan, M., y Merchant, A. (2008). Is bioelectrical impedance accurate for use un large epidemiological studies? *Nutrition Journal, 7*, 26.
- Dylan, H. (2005). Malnutrition screening in the elderly population. *Journal of the Royal Society of Medicine, 98*, 411-414.
- Espinosa, M. (2007). Vectores de impedancia bioelectrica para la composición corporal en población mexicana. *Revista de investigación clínica, 59*(1), 15-24.
- Fanelli, K. (2000). Descriptive anthropometric reference daa for older Americans. *Journal of The American Dietetic Association, 100*,1.
- Folstein, S., y Mchugh, P. (1975). Mini-Mental State: A practical method for grading the cogntive state of patients for the clinicians. *Journal of Psychiatric Research, 12* (3),189-198.
- Friedewald, W. T., Levy, R. I., y Fredrickson, D. J. (1972). Estimation of lipoprotein cholesterol in plasma without concentration of low density use ultracentrifuge. *Clinical Chemistry, 18*, 449–502.
- Frisancho, A. (1984). New Standars of weight and body composition by frame size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. *The American Journal of Clinical Nutrition, 40*, 808-819.
- Garry, P., Wayne, S., y Vellas, B. (2007). The New Mexico aging process study (1979-2003). A longitudinal study of nutrition, health and aging. *Journal of Nutrition, Health and Aging, 11*,125-130.
- Guillen, L. F., y Ruiperez, C. (2002). Capitulo 5. Fisiología del envejecimiento. Modificaciones de aparatos y sistemas y órganos. En *Manual de Geriatria* (pp. 63-70). España: 3era edición.
- Guo, C., Zhang, W., Zhang, K., y Huang, J. (1996). Hand grip strength: An indicator of nutritional state and the mix of post-operative complications in patients with oral and maxillofacial cancers. *Oral Maxillofac Surg, 34*, 325-327.
- Gutiérrez, J., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, L., y Romero, M. H. (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, Resultados Nacionales 2012*. Cuernavaca, Morelos: Instituto Nacional de Salud Pública.

- Heymsfield, S., Lohman Timothy, G. T., Wang, Z., y Going, S. B. (2007). *La Composición Corporal*. Mexico: Ed. McGraw –Hill. 2ª edición.
- Heymsfield, S., Smith, R., Aulet, M., Bensen, B., Lichtman, S., Wang, J., y Pierson, R. (1990). Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 52, 214-218.
- INEGI. (2010, mayo 31). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Retrieved from <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>
- INEGI. (2012, diciembre 5). *Gobierno de Nuevo León*. Retrieved from Estadísticas de población de Nuevo León: [http://www.nl.gob.mx/?P=nl\\_poblacion](http://www.nl.gob.mx/?P=nl_poblacion)
- INHLB, I. N. (2001). Third Report of the Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of the High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *Journal of the American Medical Association*, 285, 2486-2497.
- Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán. (2011). *Situación Nutricional en México*. México, D. F.
- Janssen, I., Heymsfield, S., Baumgartner, R., y Ross, R. (2000). Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of Applied Physiology*, 89, 465-471.
- Johnson, C., Mahon, A., y MCLeod, W. (2006). Nutritional, functional and psychosocial correlates of disability among older adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 10, 124-150.
- Kennedy, G. (2006). Assessment of the double burden of malnutrition in six case study countries. In: The double burden of malnutrition. Case studies from six developing countries. *FAO Food and Nutrition Paper*, 84, 1-18.
- Kleinbaum, D., Kupper, L., y Muller, K. (1998). Applied regression analysis and other multivariable methods. Boston: 3era ed. Books/Cole Publishing Company Editorial.
- Kyle, U., Morabia, A., Slosman, D., Mensi, N., Unger, P., y Pichard, C. (2001). Contribution of body composition to nutritional assessment at hospital admission in 995 patients: a controlled population study. *Journal Nutrition*, 86, 725–31.
- Lauretani, F., Russo, R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., y Ferruci, L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1851–1860.
- Lohman. (1989). Skinfoldds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology*, 53, 181-225.



- Lohman, T., y Chen, Z. (2007). Absorciometría radiográfica de energía dual. En S. Heymsfield, T. Lohman, Z. Wang, & S. Going, *Composición Corporal* (p. 63). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Lukaski, H. (2007). Valoración de la masa muscular. En S. Heymsfield, T. Lohman, Z. Wang, y S. Going, *Composición corporal, Segunda edición* (pp. 210-211). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Mahoney, F., Wood, O., y Barthel, D. (1958). Rehabilitation of chronically ill patients: the influence of complications on the final goal. *Southern Medical Journal*, 51, 605-609.
- Malina, R. (2007). Variación de la composición corporal asociada a sexo y etnicidad. In S. Heymsfield, T. Lohman, Z. Wang, y S. Going, *Composición Corporal* (p. 271). Mexico: McGraw-Hill International.
- Matarese, L. E., y Gottschlich, M. M. (2004). Nutrición Clínica Práctica Segunda Edición. En *Parte II Medidas antropométricas y análisis de la composición corpora* (pp. 33-38). España: ELSEVIER.
- MedCalc. (1993-2012). *Software vBva versión 12.3.0.0*. Mariakerke, Belgium.
- Mendías, C., Alonso, L., Barcia, J., Sánchez, J., Jiménez, E., & Lara, A. C. (2008). Bioimpedancia eléctrica. Diferentes métodos de evaluación del estado nutricional en un centro periférico de hemodiálisis. *Rev de la Sociedad Española de Enfermería Nefrológica*, 11(3), 173-177.
- Naciones Unidas. (2008). División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. *Proyecciones Mundiales de Población*.
- NCSS. (2012). *Software NCSS 8*. Kaysville, Utah.
- Palloni, A., y Peláez, M. (2000). *Encuesta sobre salud, bienestar y envejecimiento*. Washington DC.
- Passing, H., y Bablok, W. (1983). A new biometrical procedure for testing the equality of measurements from two different analytical methods. Application of linear regression procedures for method comparison studies in Clinical Chemistry, Part 1. *Journal of clinical chemistry and clinical biochemistry*, 21, 709-720.
- Ramírez, E., y Valencia, M. (2008). Tamaño y composición en niños mexicanos: implicaciones en el uso de BOD POD, DXA y dilución con deuterio en la evaluación de la masa grasa y masa libre de grasa. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 9(3), 1-7.
- Rolland, Y., Czerwinski, S., Abellan van Kan, G., Morley, J. E., Cesari, M., Onder, G., Baumgartner, R. (2008). Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis,

- consequences and future perspectives. *Journal of nutrition health and aging*, 12, 433-450.
- Roubenoff, R., y Hughes, V. A. (2000). Sarcopenia, Current concepts. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 55, 716-724.
- Secretaria de Salud de Nuevo León. (2012). *Encuesta Estatal de Salud y Nutrición, Nuevo León 2011/2012*. Monterrey, Nuevo León : Secretaria de Salud de Nuevo León .
- Siri. (1993 ). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *European Journal of Clinical Nutrition*, 9, 480-492.
- SSA. (1999). NOM-030-SSA2-1999, Para la prevención, tratamiento y control de la hipertensión arterial. SSA.
- Sun, S., y Chumlea, C. (2007). Métodos estadísticos. In S. Heymsfield, T. Lohman, Z. Wang, y S. Going, *Composición Corporal* (p. 151). Mexico: McGraw-Hill International.
- Trigás, M., Canalejo, J., Coruña, A., & Rufaza, C. (2007). Índice de Barthel o de discapacidad de Maryland. Actividades básicas de la vida diaria. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 32(5), 297-306.
- Van der, P. G., Withers, R., y Laforgia, J. (2003). Percent body fat via DEXA: comparison with a four-compartment model. *Journal of Applied Physiology*, 94, 499-506.
- Vellas, B., Villars, H., y Abellan, G. (2006). Overview of the MNA - Its History and Challenges. *Journal of Nutrition Health and Aging*, 10, 456-465.
- Visser, M. (2009). Towards a definition of sarcopenia-results from epidemiologic studies. *Journal of Nutrition Health and Aging*, 13(8), 713-716.
- Wayne, D. (2002). Regresión y correlación lineal simple. In D. Wayne, *Bioestadística* (pp. 400-471). 4a Ed. Limunsa.
- WHO. (1995). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *WHO Technical report Series*, 854.
- Zepeda, M., Irigoyen, M. E., y Velázquez, M. d. (2002). Métodos y técnicas de medición de la composición corporal y su uso en individuos de la tercera edad. *Nutrición Clínica* , 5(2), 88-97.

## **Anexo A.- Técnica medición**

### **Mediciones bioquímicas y de presión arterial**

A cada paciente se le tomó una muestra de sangre (5 mL) por una persona capacitada (Licenciado en enfermería). Se emplearon 2 tubos amarillos (con gel separador y activador de coagulación) y 1 violeta (con EDTA como anticoagulante). Se utilizó un holder (holder amarillo convencional vacutainer) y agujas de venopunción (Vacutainer negra 22 x 38 mm, BD®). Las muestras de sangre se guardaron en viales criogénicos de 3 ó 5 mL (Corning®). Los tubos se guardaron en un congelador hasta su análisis.

Los análisis bioquímicos incluyeron: hematocrito, glucosa, colesterol total, colesterol LDL y HDL, triglicéridos, hemoglobina y albúmina. El nivel de hidratación se evaluó mediante el conteo de hematocrito empleando una micro centrifuga (AutocritUltra3). Para el análisis de glucosa, colesterol total, colesterol LDL y HDL, triglicéridos y albúmina se empleó el equipo A-25 (Analizador automatizado, Biosystems S. A.). La hemoglobina se midió con el equipo hemocue (HemoCue, Inc. 40 Empire Drive, Lake Forest, CA 92630, USA). La presión arterial fue evaluada con un baumanómetro mercurial de pedestal (BM500, Hergom) y un estetoscopio cardiológico (E-800, Hergom).

### **Antropometría**

Todas las mediciones antropométricas se realizaron por dos personas estandarizadas de acuerdo al Manual de Referencia para la Estandarización Antropométrica. La talla, el peso y las circunferencias corporales se midieron por duplicado y se tomó el promedio de las mediciones como el valor final a considerar. Las mediciones fueron realizadas del lado derecho del cuerpo. El error técnico de la medición (ETM) intraobservador se consideró dentro de los

límites reportados por el Manual de Referencia para la Estandarización Antropométrica (Lohman, 1989).

La talla se midió con un estadiómetro (20 -205 cm  $\pm$  5 mm; SECA 274). El peso se midió con una báscula digital (0 - 200 kg  $\pm$  0.01 kg, SECA 874, Hamburgo, Alemania). Las circunferencias se midieron con una cinta métrica metálica (0 - 200 cm  $\pm$  1 mm, Rosscraft, BC, Canadá). Para las mediciones de la circunferencia de pantorrilla, circunferencia de brazo y circunferencia de cadera se siguió el siguiente procedimiento:

- La circunferencia de pantorrilla se midió sobre el músculo gemelo en la protuberancia máxima de la pantorrilla.
- La circunferencia de brazo se midió en el punto medio entre el acromion y el olecranon, justo sobre la línea media posterior del brazo.
- La circunferencia de cadera se midió en la protuberancia máxima del músculo del glúteo.

### **Técnica de medición fuerza de aprensión muscular por dinamometría.**

1. El sujeto se sentará cómodamente en una silla estándar con soporte horizontal para los brazos. Utilizar la misma silla en cada medición.
2. Pedir al paciente descansar sus antebrazos en los brazos de la silla. Su muñeca deberá estar justo al final (colgando), en la orilla del brazo de la silla y en una posición neutral. El pulgar estará mirando hacia arriba.

3. Hacer una demostración al paciente de cómo usar el dinamómetro y de cómo se “agarra” para garantizar que se obtenga el mejor puntaje.
4. Iniciar con la mano no dominante. En este caso vamos a suponer que la mano dominante del paciente es la “derecha”, por lo tanto iniciamos con la izquierda. Si el paciente dice que es ambidiestro, preguntarle con cual escribe su nombre o firma; esa es la mano dominante.
5. Posicionar la mano de modo que el pulgar rodea un lado del mango mientras los otros cuatro dedos están sujetando el otro lado. El dinamómetro debe sentirse cómodo en la mano. Mover la posición de la palanca si es necesario.
6. El técnico deberá extender su mano y con su palma sostener la base del dinamómetro. El objetivo de esto es soportar el peso del dinamómetro (para evitar el efecto de la gravedad sobre la máxima fuerza), pero con el cuidado de no restringir el movimiento del dinamómetro.
7. Animar al participante para que pueda aplicar su máxima fuerza hasta que el indicador se detenga.
8. Leer el valor obtenido en kilogramos y registrar la medición al kg más cercano.
9. Repetir la medición en la mano derecha.
10. Repetir con la mano de izquierda y así sucesivamente hasta obtener dos mediciones para cada mano.
11. Para completar la tercera medición en ambas manos, espere un mínimo de 30 segundos para que la mano descanse.

12. Proseguir con la mano no dominante y finalice la última medición con la dominante
13. El valor más alto de las 6 mediciones es el que se utilizará en el análisis estadístico, no use el promedio de las 6 mediciones pues el objetivo es representar la máxima fuerza, no el promedio de la fuerza

### **La masa apendicular muscular por Absorciometría dual de Rayos X, DEXA**

La MAM fue medida con un equipo de Absorciometría Dual de Rayos X (GE Lunar Prodigy Advance DEXA Modelo 301264; Software enCore ver. 11.30.062). Previo a cada medición, el aparato se calibró durante 5-10 minutos de acuerdo a las especificaciones del proveedor. Se empleó un “bloque de calibración estándar” brindado por el fabricante. Las mediciones para cada sujeto se realizaron una sola vez (McAlinden, Khadka y Pesudovs, 2011).

La DEXA es un instrumento que utiliza un potencial constante de rayos X de 78 kVp, con un filtro de borde-K. El filtro sirve para asegurar la radiación estable de energía de 40 a 70 KeV. La DEXA utiliza dos niveles de energía para diferenciar el mineral óseo, la masa magra y la masa grasa. La radiación a la que sometió el sujeto es mínima ( $<1 \mu\text{Sv}$ ) y por lo tanto no se considera de riesgo (McAlinden, Khadka y Pesudovs, 2011).

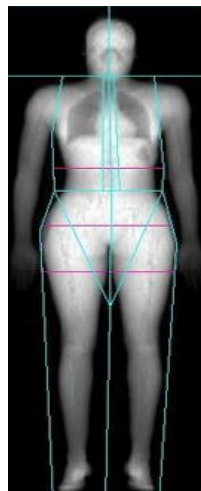
Para la medición en la DEXA los sujetos no usaron prendas que tuvieran algún metal: como cinturones, cierres de metal, botones y broches. También se les pidió que removieran las placas dentales con metal, así como aretes, anillos, medallas, etc. En algunos casos para su comodidad se les proporcionó una bata de tela trilaminada SMS desechable especial para la prueba. Durante la medición el sujeto permaneció en decúbito supino y sin movimiento sobre la plataforma de exploración de la DEXA. La fuente de rayos X (bajo la plataforma) y el detector (brazo movable colocado por arriba de la plataforma) se movieron

en sincronía, mientras la fuente de rayos X atravesaron el cuerpo completo. Se utilizó el protocolo de medición de cuerpo completo. El tiempo de medición en el escáner fue de 7 minutos en promedio.

### **Obtención de la masa apendicular muscular**

De los resultados de la evaluación de cuerpo completo por DEXA se obtuvo la información de la masa magra de brazo derecho, brazo izquierdo, pierna derecha y pierna izquierda (Figura 3), que fueron sumados para obtener la masa apendicular muscular

El software incorporado a la DEXA permitió seleccionar la región de estudio mediante la colocación de los denominados puntos ROI (acrónimo del inglés *region of interest*) que se colocaron en las zonas de los brazos y piernas (Figura 3). Los brazos se aíslan mediante la marcación de una línea a través de la cabeza del húmero. El corte de la pelvis se coloca justo arriba del borde de la pelvis y el software automáticamente dibuja las líneas pélvicas inferiores (Heymsfield *et al*, 1990)



**Figura 4.- Masa Muscular por secciones**

## Anexo B.- Historia Clínica

### Facultad de Salud Pública y Nutrición

Universidad Autónoma de Nuevo León

Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública. Área de Gasto Energético y Composición Corporal

Proyecto: \_\_\_\_\_

#### Historia clínica

Fecha d(____) m(____) a(____)	Número de Expediente ó ID (____) - (____) (____) (____)	
Datos del Paciente		
Nombre		
Correo electrónico:	Teléfono	
Antecedentes familiares		
	Padre	Madre
Enfermedades importantes o crónicas DM, HA, diabetes, Infarto cardíaco, cerebral		
Antecedentes personales y patológicos		
Enfermedades recientes (difteria, fiebre, gripe)		
Enfermedades congénitas crónicas (cuélg., hipotiroidismo, Down)		
<del>Menarca</del>		
Desórdenes menstruales		
Pérdida de masa ósea (especificar si es por enfermedad o accidente)		
Tendencia artrítica		
Aumento de peso en cintura y cadera		
Frecuencia con la que te enfermas		
Durante el último mes:		
¿Has tenido que modificar su dieta?	Sí	No
¿Te has sentido débil o fatigado?	Sí	No
¿Ha aumentado tu apetito?	Sí	No
¿Ha aumentado tu sed?	Sí	No
¿Has orinado más de lo normal?	Sí	No
¿Te has sentido más sensible al calor?	Sí	No
¿Has batallado para perder peso?	Sí	No
Riesgo Nutricio		
¿Has perdido peso de manera involuntaria?		
¿Más de 6 kg en los últimos 6 meses?	Sí	No
¿Más de 3 kg en el último mes?	Sí	No
¿Tu apetito ha disminuido durante el último mes?	Sí	No
¿Has tomado bebidas como suplemento o recibido alimentación por sonda en el último mes?	Sí	No
¿Habitualmente tienes dificultad al comer o masticar?	Sí	No
A la hora de comer, ¿prefieres que tus alimentos sean líquidos en vez de sólidos?	Sí	No



¿Te sientes rápidamente "lleno" al primer bocado?	Si	No
¿Te sientes habitualmente como si fueras a enfermarte?	Si	No
¿Te ha empezado a quedar la ropa holgada?	Si	No
¿Necesitas ayuda para cocinar?	Si	No

Índice de Riesgo Nutricional = (1.482 x albúmina en suero, g/L) + 41.7 x peso actual/ peso habitual.

Interpretación

>100: sin desnutrición

97.5-100: desnutrición leve

83.5 a 97.5 desnutrición moderada

<83.5 desnutrición severa

### 3 principales preocupaciones sobre su salud

1.

2.

3.

### Dieta

Alcohol cantidad y frecuencia

Café cantidad y frecuencia

Tabaco cantidad y frecuencia

Agua natural cantidad y frecuencia

Intolerancia a lácteos

¿Has seguido algún tipo de dieta en específico?

¿Eres vegano?

¿Has reducido el consumo de grasas (crema, aceite, mantequilla) o carbohidratos (dulces, refrescos, pan) en su dieta?

### Estilo de vida

¿Cuántas veces por semana realizas ejercicio físico?

¿Cuántas veces has cambiado de empleo en el último año?

¿Trabajas más de 60hrs/semana?

### Medicamentos

Cortisona	Ix p/diabetes	Diuréticos
Estrógeno/progesterona	Ix p/corazón	HTA
Terapia hormonal	Laxantes	Insulina
Ix p/tiroides		

En caso de tomar alguno de estos, especificar marca y dosis diaria:

# Anexo C.- Evaluación Mínima del Estado de Nutrición

## Mini Nutritional Assessment MNA®

Apellidos:		Nombre:		
Sexo:	Edad:	Peso, kg:	Altura, cm:	Fecha:

Responda a la primera parte del cuestionario indicando la puntuación adecuada para cada pregunta. Sume los puntos correspondientes al cribaje y si la suma es igual o inferior a 11, complete el cuestionario para obtener una apreciación precisa del estado nutricional.

Cribaje		Evaluación	
<b>A</b>	<b>Ha perdido el apetito? Ha comido menos por faltarle el apetito, problemas digestivos, dificultades de masticación o deglución en los últimos 3 meses?</b> 0 = ha comido mucho menos 1 = ha comido menos 2 = ha comido igual	<input type="checkbox"/>	
<b>B</b>	<b>Pérdida reciente de peso (&lt;3 meses)</b> 0 = pérdida de peso > 3 kg 1 = no lo sabe 2 = pérdida de peso entre 1 y 3 kg 3 = no ha habido pérdida de peso	<input type="checkbox"/>	
<b>C</b>	<b>Movilidad</b> 0 = de la cama al sillón 1 = autonomía en el interior 2 = sale del domicilio	<input type="checkbox"/>	
<b>D</b>	<b>Ha tenido una enfermedad aguda o situación de estrés psicológico en los últimos 3 meses?</b> 0 = sí    2 = no	<input type="checkbox"/>	
<b>E</b>	<b>Problemas neuropsicológicos</b> 0 = demencia o depresión grave 1 = demencia moderada 2 = sin problemas psicológicos	<input type="checkbox"/>	
<b>F</b>	<b>Índice de masa corporal (IMC = peso / (talla)<sup>2</sup> en kg/m<sup>2</sup>)</b> 0 = IMC < 19 1 = 19 ≤ IMC < 21 2 = 21 ≤ IMC < 23 3 = IMC ≥ 23	<input type="checkbox"/>	
<b>Evaluación del cribaje</b> (subtotal máx. 14 puntos)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12-14 puntos: estado nutricional normal			
8-11 puntos: riesgo de malnutrición			
0-7 puntos: malnutrición			
Para una evaluación más detallada, continúe con las preguntas G-R			
<b>G</b>	<b>El paciente vive independiente en su domicilio?</b> 1 = sí    0 = no	<input type="checkbox"/>	
<b>H</b>	<b>Toma más de 3 medicamentos al día?</b> 0 = sí    1 = no	<input type="checkbox"/>	
<b>I</b>	<b>Úlceras o lesiones cutáneas?</b> 0 = sí    1 = no	<input type="checkbox"/>	
<b>J</b>	<b>Cuántas comidas completas toma al día?</b> 0 = 1 comida 1 = 2 comidas 2 = 3 comidas	<input type="checkbox"/>	
<b>K</b>	<b>Consumo del paciente</b> • productos lácteos al menos una vez al día?    sí <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> • huevos o legumbres 1 o 2 veces a la semana?    sí <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> • carne, pescado o aves, diariamente?    sí <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> 0.0 = 0 o 1 síes 0.5 = 2 síes 1.0 = 3 síes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>L</b>	<b>Consumo frutas o verduras al menos 2 veces al día?</b> 0 = no    1 = sí	<input type="checkbox"/>	
<b>M</b>	<b>Cuántos vasos de agua u otros líquidos toma al día? (agua, zumo, café, té, leche, vino, cerveza...)</b> 0.0 = menos de 3 vasos 0.5 = de 3 a 5 vasos 1.0 = más de 5 vasos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>N</b>	<b>Forma de alimentarse</b> 0 = necesita ayuda 1 = se alimenta solo con dificultad 2 = se alimenta solo sin dificultad	<input type="checkbox"/>	
<b>O</b>	<b>Se considera el paciente que está bien nutrido?</b> 0 = malnutrición grave 1 = no lo sabe o malnutrición moderada 2 = sin problemas de nutrición	<input type="checkbox"/>	
<b>P</b>	<b>En comparación con las personas de su edad, cómo encuentra el paciente su estado de salud?</b> 0.0 = peor 0.5 = no lo sabe 1.0 = igual 2.0 = mejor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Q</b>	<b>Circunferencia braquial (CB en cm)</b> 0.0 = CB < 21 0.5 = 21 ≤ CB ≤ 22 1.0 = CB > 22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>R</b>	<b>Circunferencia de la pantorrilla (CP en cm)</b> 0 = CP < 31 1 = CP ≥ 31	<input type="checkbox"/>	
<b>Evaluación</b> (máx. 16 puntos)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Cribaje</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Evaluación global</b> (máx. 30 puntos)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Evaluación del estado nutricional</b>			
De 24 a 30 puntos		<input type="checkbox"/>	estado nutricional normal
De 17 a 23.5 puntos		<input type="checkbox"/>	riesgo de malnutrición
Menos de 17 puntos		<input type="checkbox"/>	malnutrición

Ref Vellas B, Villars H, Abellan G, et al. Overview of the MNA® - Its History and Challenges. J Nut Health Aging 2006 ; 10 : 456-465.  
Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B. Screening for Undernutrition in Geriatric Practice : Developing the Short-Form Mini Nutritional Assessment (MNA-SF). J. Gerontol 2001 ; 56A : M366-377.  
Guigoz Y. The Mini-Nutritional Assessment (MNA®) Review of the Literature - What does it tell us? J Nutr Health Aging 2006 ; 10 : 466-487.  
© Société des Produits Nestlé, S.A., Vevey, Switzerland, Trademark Owners  
© Nestlé, 1994, Revision 2006. N67200 12/99 10M  
Para más información: [www.mna-elderly.com](http://www.mna-elderly.com)

## Anexo D.- Estado mínimo mental

Mini Mental State, modificado

Orientación temporal		Pregunte al paciente	Calif	Puntaje
Cual es...?	La fecha	La pregunta se hace como tal como está, sin embargo, la respuesta se califica en base a los componentes de la fecha, es decir, de acuerdo al día, mes y año. Aquí se califica dándole el valor de 1 al día, al mes y al año cuando estos corresponden a la fecha en la cual se está entrevistando al paciente. Se permite una diferencia de 1 día cuando hay cambio de mes o de año, se permite la diferencia de un mes cuando hay cambio de mes, pero solo cuando la entrevista se hace durante el primer día del mes siguiente y se permite una diferencia de 1 año en los primeros 7 días de ocurrido el cambio de año.		3
	El año			
	El mes			
Cual es...?	La hora	Es importante que al hacer esta pregunta el paciente no consulte su reloj y otros relojes que puedan estar en la habitación en la cual se esté llevando a cabo la entrevista. Se califica con 1 cuando existe una diferencia máxima de hasta de 1 hora con respecto a la hora en la que se está entrevistando al paciente.		1
	El día	Para esto se utilizan como referencia los días de la semana, es decir, lunes, martes, miércoles, jueves.... Aquí se califica dándole el valor de 1 cuando el día que dice el paciente coincide con el día de la semana en el cual se está evaluando al paciente.		1
Orientación espacial ¿En dónde estamos ahora?	País	Se califica 1 cuando el paciente identifica correctamente el país donde se está llevando a cabo la entrevista.		1
	Estado	Se califica 1 cuando el paciente identifica correctamente el estado donde se está llevando a cabo la entrevista.		1
	Ciudad	Se califica con 1 cuando el individuo identifica la ciudad en donde se está llevando a cabo la entrevista.		1
	Edificio o departamento	Se califica 1 cuando el paciente identifica correctamente el edificio o departamento donde se está llevando a cabo la entrevista.		1
	Calle o colonia	Se califica con 1 cuando el individuo identifica correctamente la colonia o calle en donde se está realizando la entrevista; en ocasiones, los individuos son entrevistados fuera de su domicilio y se les puede pedir identificar el sector o área de la ciudad en donde se está llevando a cabo la entrevista.		1

<b>Fijación</b>				
		Le voy a decir 3 objetos, cuando yo los termine quiero que por favor usted los repita: Esta pregunta trata de valorar la capacidad que tienen las personas de retener las palabras mencionadas, por lo tanto, es muy importante que no existan otros estímulos que puedan distraer al paciente. Las palabras deberán pronunciarse en forma clara, a una velocidad de una palabra por segundo. Se califica el primer intento, sin embargo, se le deberán repetir hasta que el paciente logre pronunciar todas las palabras, con un máximo de tres repeticiones. Si después de tres intentos el paciente no logra repetir los tres objetos, deberá de continuarse con la prueba.		3
<b>Concentración</b>	(solo una de las dos opciones)			
	a) Restar desde 100 de 7 en 7 ó b) Deletree la palabra «MUNDO» al revés	Esta pregunta pretende evaluar la capacidad de atención que tienen las personas así como su capacidad de cálculo, por lo tanto, es muy importante que no exista otros estímulos que puedan distraer al paciente. Pedir al paciente que cuente de siete en siete: pida al paciente que cuente de manera regresiva a partir de 100, de siete en siete, es decir 93, 86, 79, 72, 65. Deje de contar después de cinco intentos; de un punto por cada respuesta correcta. Como alternativa, puede pedirle que deletree MUNDO al revés.		5
<b>Memoria 3 objetos anteriores</b>				
		Pregunte los nombres de los tres objetos mencionados en el apartado de fijación. De un punto por cada respuesta correcta		3
<b>Lenguaje</b>				
	Mostrar un lápiz, ¿Qué es esto? Repetirlo con el reloj	Muestre los objetos y plantee la pregunta QUE ES ESTO? Para poder realizar esta prueba, es necesario mostrar estos dos objetos, un lápiz de madera (no mostrar plumas ni marcadores) por lo menos a una distancia de 30 centímetros. Se puntúa uno a cada objeto si contesto correctamente.		2
	Repita esta frase: «Ni sí, ni no, ni peros	Ahora le voy a decir una frase que tendrá que repetir después de mí. Solo se la puedo decir una sola vez, así que ponga mucha atención. La respuesta se considera correcta, solo cuando repite la frase completa y conservando el orden en el cual la frase fue dicha.		1

	<p>Le voy a dar algunas instrucciones . Por favor sígalas en el orden en que se las voy a decir. Coja este papel con la mano derecha, dóblelo y póngalo encima de la mesa</p>	<p>La instrucción se puede dar solamente una vez. Se califica como incorrecta cuando el papel se toma con la mano izquierda, se doble más de una sola vez o se dobla por otra parte que no sea la mitad, así como cuando la hoja se deja en alguna otra parte que no sea la mesa. Para llevar a cabo esta acción, se recomienda tener papel de desecho tamaño carta. En caso de que el paciente tenga alteraciones de la movilidad del miembro torácico derecho, se podrá dar la instrucción de hacerlo con la mano izquierda.</p> <p>Tomar con mano derecha 1  Doblar a la mitad 1  Poner la hoja sobre la mesa 1</p>	3
	<p>Pida al paciente que lea y lleve a cabo la siguiente orden escrita: "CIERRE SUS OJOS"</p>	<p>Por favor haga lo que dice aquí. Es importante tener un cartelón tamaño carta que se les muestre a los individuos la frase, el fondo de este cartelón debe ser blanco y las letras colocadas en color negro. Este debe de colocarse a una distancia no mayor de 30 centímetros y es indispensable indicar al paciente que si usa lentes debe colocárselos y la habitación en donde se muestre dicho cartelón debe estar bien iluminada. La respuesta esperada es que cierre sus ojos.</p>	1
	<p>Quiero que por favor escriba una frase que diga un mensaje.</p>	<p>Se recomienda proporcionar una hoja tamaño medio carta. La pregunta se considera positiva cuando la frase contiene verbo, sujeto y sustantivo; la presencia de estos tres elementos es indispensable para calificar como correcta la pregunta.</p>	1
<p>Frase:</p>			
	<p>Copie este dibujo tal cual esta</p>	<p>Se recomienda tener a la mano un cartelón de tamaño carta para mostrar la figura de dos pentágonos. Se recomienda que el fondo sea blanco. Este debe colocarse a una distancia no mayor a 30 cm. La respuesta se considera como correcta cuando la figura está conformada por dos y que dos de sus ángulos sean interceptados. 5 lados y 5 ángulos y tienen que estar entrelazados entre sí, con dos puntos de contacto.</p>	1

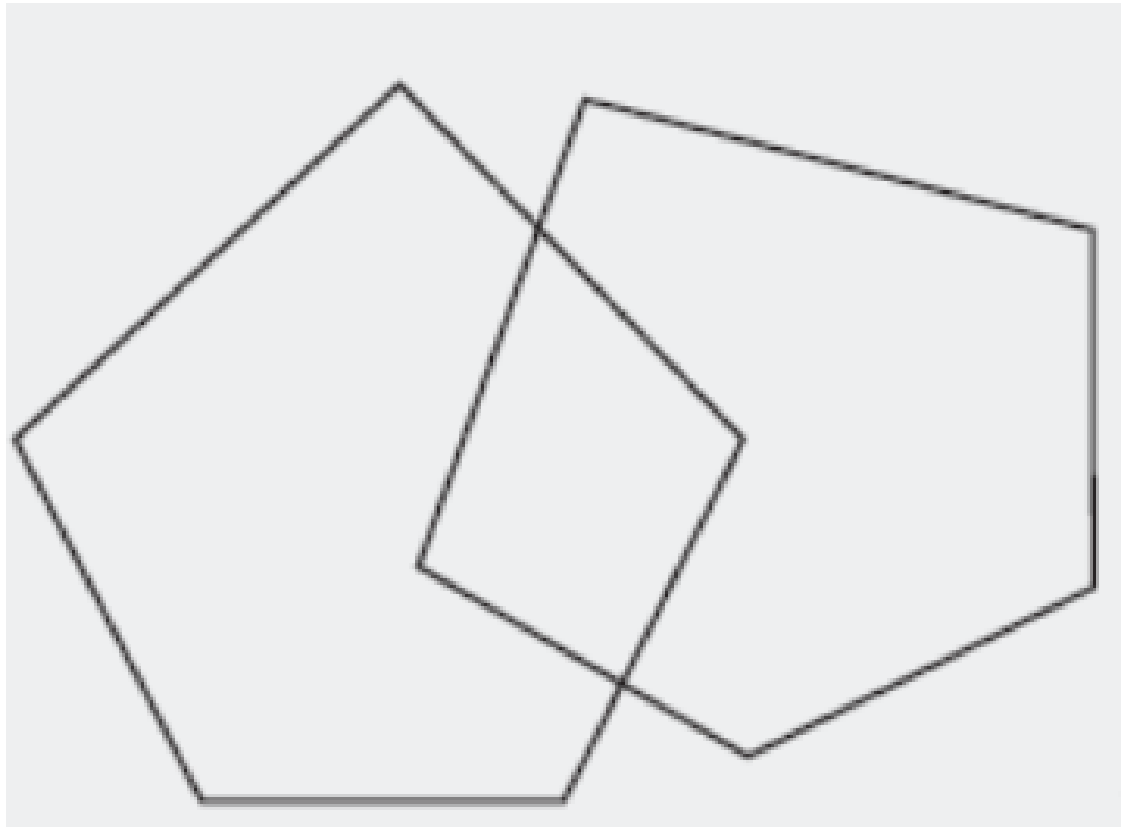
Total = Años escolarización =

Deterioro cognitivo:

< 18 puntos en analfabetos.

< 21 puntos en escolaridad baja (no estudios primarios).

< 24 puntos en escolaridad alta (estudios primarios o más)



## Anexo E.- Índice de Barthel

0-20 puntos: Dependencia total
21 -60 puntos: Dependencia severa
61-90 puntos: Dependencia moderada
91-99 puntos: Dependencia escasa
100 puntos: Independencia
PUNTUACIÓN TOTAL
—
<b>Fuente:</b> Mahoney F. Barthel D "Functional evaluation: the Barthel Index". <i>Med J</i> 1965, 14: 61-65.

<b>COMER:</b>		
(10)	Independiente.	Capaz de comer por sí solo y en un tiempo razonable. La comida puede ser cocinada y servida por otra persona.
(5)	Necesita ayuda.	Para cortar la carne o el pan, extender la mantequilla, etc., pero es capaz de comer solo.
(0)	Dependiente.	Necesita ser alimentado por otra persona
<b>LAVARSE (BAÑARSE):</b>		
(5)	Independiente.	Capaz de lavarse entero. Incluye entrar y salir del baño. Puede realizarlo todo sin estar una persona presente.
(0)	Dependiente.	Necesita alguna ayuda o supervisión.
<b>VESTIRSE:</b>		
(10)	Independiente.	Capaz de ponerse y quitarse la ropa sin ayuda.
(5)	Necesita ayuda.	Realiza solo al menos la mitad de las tareas en un tiempo razonable.
(0)	Dependiente.	
<b>ARREGLARSE:</b>		
(5)	Independiente.	Realiza todas las actividades personales sin ninguna ayuda. Los complementos necesarios pueden ser provistos por otra persona.
(0)	Dependiente.	Necesita alguna ayuda.
<b>DEPOSICIÓN:</b>		
(10)	Continente.	Ningún episodio de incontinencia.
(5)	Accidente ocasional.	Menos de una vez por semana o necesita ayuda para enemas y supositorios.
(0)	Incontinente.	
<b>MICCIÓN ( Valorar la semana previa):</b>		
(10)	Continente.	Ningún episodio de incontinencia. Capaz de usar cualquier dispositivo por sí solo.
(5)	Accidente ocasional.	Máximo un episodio de incontinencia en 24 horas. Incluye necesitar ayuda en la manipulación de sondas y otros dispositivos.
(0)	Incontinente.	
<b>USAR EL RETRETE:</b>		
(10)	Independiente.	Entra y sale solo y no necesita ningún tipo de ayuda por parte de otra persona.
(5)	Necesita ayuda.	Capaz de manejarse con pequeña ayuda: es capaz de usar el cuarto de baño. Puede limpiarse solo.
(0)	Dependiente.	Incapaz de manejarse sin ayuda mayor.
<b>TRASLADO AL SILLON/CAMA:</b>		
(15)	Independiente.	No precisa ayuda.
(10)	Mínima ayuda.	Incluye supervisión verbal o pequeña ayuda física.
(5)	Gran ayuda.	Precisa la ayuda de una persona fuerte o entrenada.
(0)	Dependiente.	Necesita grúa o alzamiento por dos personas. Incapaz de permanecer sentado.
<b>DEAMBULACION:</b>		
(15)	Independiente.	Puede andar 50 m, o su equivalente en casa, sin ayuda de otra persona. Puede usar ayudas instrumentales (bastón, muleta), excepto andador. Si utiliza prótesis, debe ser capaz de ponérsela y quitársela solo.
(10)	Necesita ayuda.	Necesita supervisión o una pequeña ayuda física por parte de otra persona. Precisa utilizar andador.
(5)	Independiente. (En silla de ruedas)	50 m. No requiere ayuda o supervisión.
(0)	Dependiente.	
<b>SUBIR / BAJAR ESCALERAS:</b>		
(10)	Independiente.	Capaz de subir y bajar un piso sin la ayuda ni supervisión de otra persona.
(5)	Necesita ayuda.	Precisa ayuda o supervisión.
(0)	Dependiente.	Incapaz de salvar escalones

## Anexo F.- Carta de consentimiento informado



Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Salud Pública y Nutrición



### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

La investigación: “Desarrollo de una ecuación antropométrica validada para estimar la masa apendicular muscular en adultos mayores ”, corresponde a un proyecto de investigación para la acreditar la materia de Seminario de Investigación II, para obtener el grado de Maestría en Salud Pública de la Universidad Autónoma de Nuevo León del **LN Magaly Gómez De la Garza** y tiene como propósito se desea determinar si una ecuación antropométrica resulta válida (precisa y exacta) para estimar la masa muscular apendicular comprada con la absorciometría dual de rayos X en adultos mayores de 60 a 80 años.

Su participación en ésta etapa de la investigación es voluntaria y no remunerada. Si usted decide participar de la investigación tendrá la libertad de omitir preguntas hechas en las entrevistas o negarse a cualquier medición antropométrica que se realizara (peso, talla, antropometría y absorciometría dual de rayos X) y dejar de participar en cualquier momento.

La información recabada se mantendrá en privacidad y sólo los investigadores responsables tendrán acceso a la información que usted proporcione. Su participación será anónima, por lo tanto, su nombre y otros datos personales no aparecerán cuando los resultados del estudio sean publicados o utilizados en investigaciones futuras.

Si usted está dispuesto a participar en éste proyecto, por favor anote su nombre y firma en el espacio correspondiente. Agradecemos su atención y confianza, pues los resultados de la presente investigación servirán de base para el uso de métodos de campo en la práctica clínica que no requieran mucho costo y puedan con ellos determinar la composición corporal para ofrecerles una mejor intervención nutricional.

Firma del participante: \_\_\_\_\_

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Firma del investigador responsable: \_\_\_\_\_

Nombre del Investigador responsable: LN Magaly Gómez De la Garza.



## Anexo G.- Supuestos de la regresión lineal

Edad, años

Figura a.- Linealidad

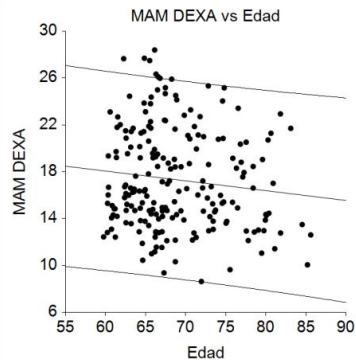


Tabla a.- Linealidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	Edad	Edad <sup>2</sup>	Edad log
Intercepto	23.06	20.267	40.845
Valor de P	<0.001	<0.001	0.006
Pendiente	-0.083	-0.000	-12.803
Valor de P	0.097	0.081	0.116
R <sup>2</sup>	0.01	0.01	0.012
Correlación	-0.116	-0.126	-0.110
Prueba de linealidad	5.162	5.155	5.170
Valor de P	0.175*	0.176*	0.175*

\*La relación entre las dos variables no es lineal

Figura b.- Homogeneidad

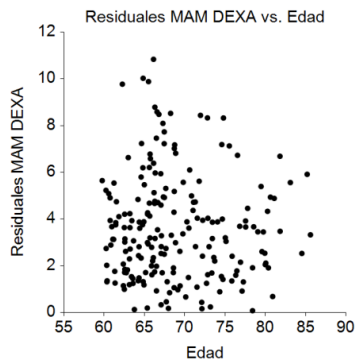


Tabla b.- Homogeneidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	Edad	Edad <sup>2</sup>	Edad log
Prueba de Levene	0.040	0.053	0.041
Valor de P	0.828*	0.817*	0.839*

\* La varianza es constante

Figura c.- Normalidad

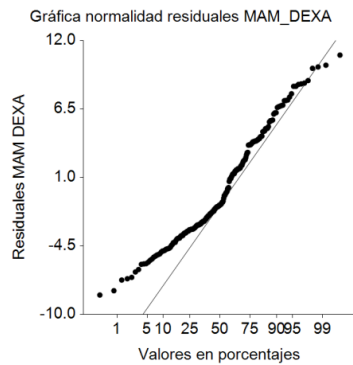


Figura d.- Normalidad

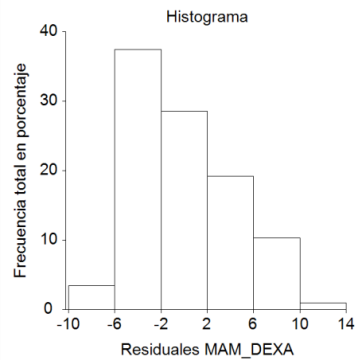


Tabla c.- Normalidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	Edad	Edad <sup>2</sup>	Edad log
Prueba de Shapiro Wilk	0.962	0.962	0.962
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*
Prueba de D'Agostino Omnibus	13.423	13.412	13.411
Valor de P	0.001*	0.001*	0.001*

\*La distribución de los residuales no es normal

## Peso, kg

Figura e.- Linealidad

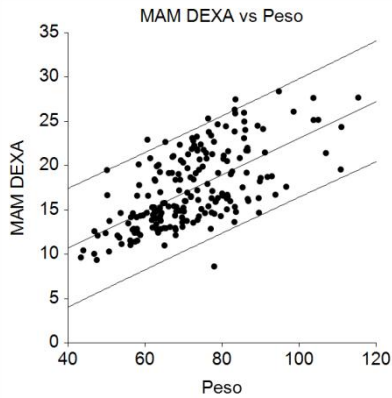


Tabla d.- Linealidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	Peso	Peso <sup>2</sup>	Peso log
Intercepto	2.488	10.231	-46.457
Valor de P	0.058	<0.001	<0.001
Pendiente	0.206	0.001	34.487
Valor de P	<0.001	<0.001	<0.001
R <sup>2</sup>	0.39	0.38	0.40
Correlación	0.632	0.619	0.634
Prueba de linealidad	1.193	1.227	1.187
Valor de P	0.429*	0.409*	0.433*

\*La relación entre las dos variables es lineal

Figura f.- Homogeneidad

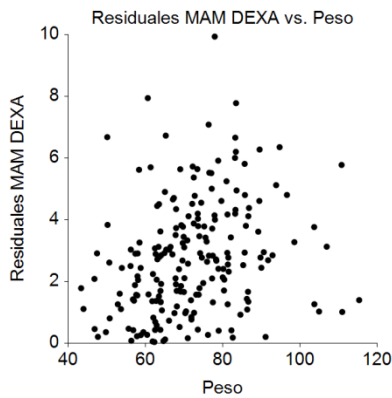


Tabla e.- Homogeneidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	Peso	Peso <sup>2</sup>	Peso log
Prueba de Levene	20.193	19.733	19.342
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*

\* La varianza es no constante

Figura g.- Normalidad

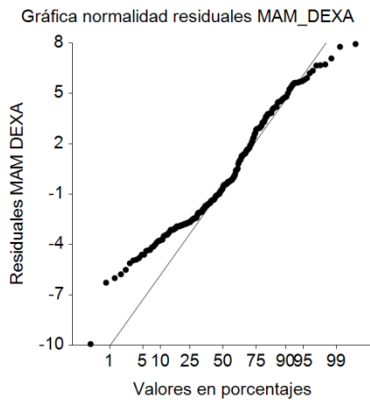


Figura h.- Normalidad

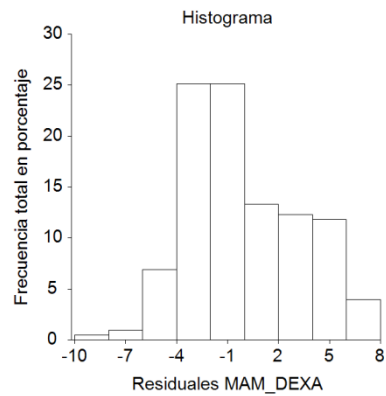


Tabla f.- Normalidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	Peso	Peso <sup>2</sup>	Peso log
Prueba de Shapiro Wilk	0.969	0.963	0.973
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*
Prueba de D'Agostino Omnibus	6.675	8.566	5.708
Valor de P	0.035*	0.013*	0.057*

\*La distribución de los residuales no es normal

## Talla, cm

Figura i.- Linealidad

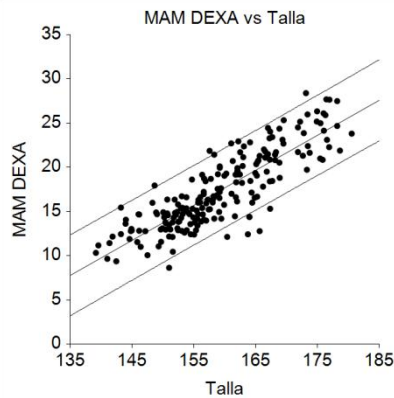


Tabla g.- Linealidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	Talla	Talla <sup>2</sup>	Talla log
Intercepto	-45.621	-14.129	-301.289
Valor de P	<0.001	<0.001	<0.001
Pendiente	0.395	0.001	144.761
Valor de P	<0.001	<0.001	<0.001
R <sup>2</sup>	0.72	0.72	0.71
Correlación	0.849	0.851	0.846
Prueba de linealidad	0.757	0.744	0.776
Valor de P	0.861*	0.875*	0.839*

\*La relación entre las dos variables es lineal

Figura j.- Homogeneidad

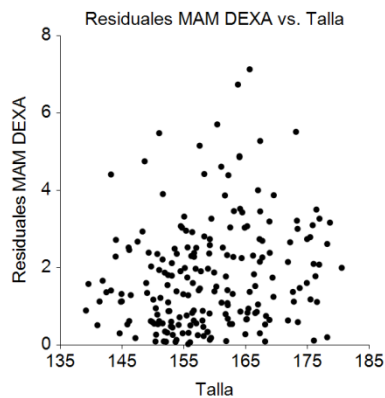


Tabla h.- Homogeneidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	Talla	Talla <sup>2</sup>	Talla log
Prueba de Levene	10.829	12.236	9.551
Valor de P	0.001*	<0.001*	0.002*

\* La varianza no es constante

Figura k.- Normalidad

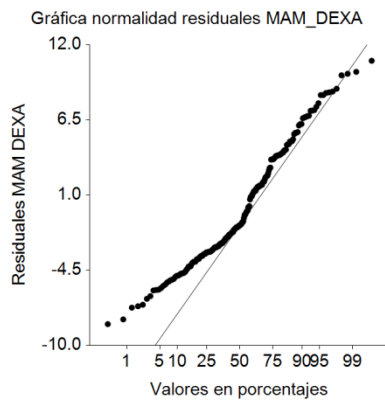


Figura l.- Normalidad

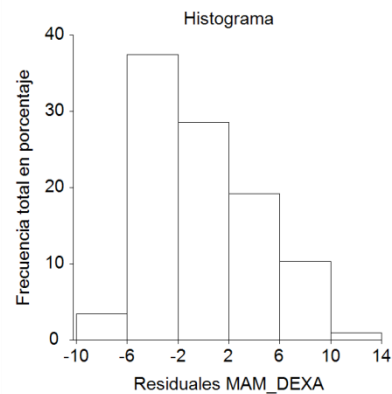


Tabla i.- Normalidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	Talla	Talla <sup>2</sup>	Talla log
Prueba de Shapiro Wilk	0.992	0.992	0.992
Valor de P	0.400*	0.434*	0.406*
Prueba de D'Agostino Omnibus	2.630	2.530	2.527
Valor de P	0.268*	0.282*	0.282*

\*La distribución de los residuales es normal

## Índice de masa corporal, kg/m<sup>2</sup>

Figura m.- Linealidad

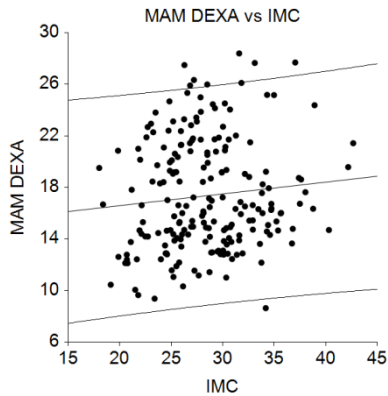


Tabla j.- Linealidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	IMC	IMC <sup>2</sup>	IMC log
Intercepto	14.748	16.150	7.994
Valor de P	<0.001	<0.001	0.192
Pendiente	0.091	0.001	6.451
Valor de P	0.159	0.193	0.127
R <sup>2</sup>	0.009	0.008	0.011
Correlación	0.099	0.091	0.107
Prueba de linealidad	<0.001	<0.001	<0.001
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal  
\*La relación entre las dos variables no es lineal

Figura n.- Homogeneidad

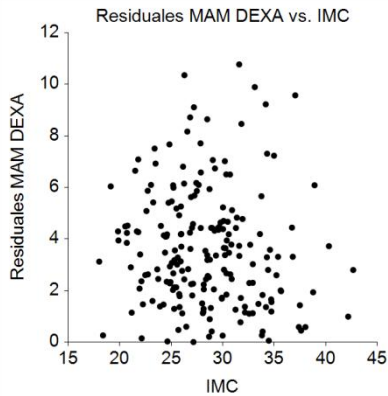


Tabla k.- Homogeneidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	IMC	IMC <sup>2</sup>	IMC log
Prueba de Levene	2.402	2.453	2.353
Valor de P	0.122*	0.118*	0.126*

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal  
\*La varianza es no constante

Figura o.- Normalidad

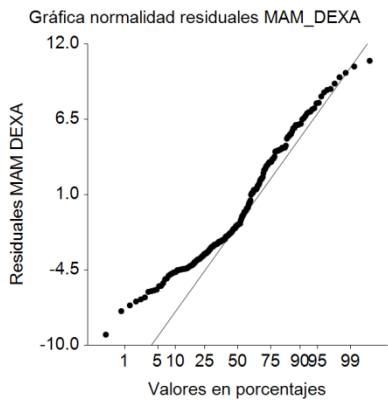


Figura p.- Normalidad

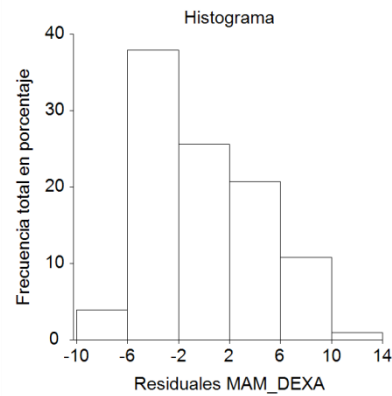


Tabla l.- Normalidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	IMC	IMC <sup>2</sup>	IMC log
Prueba de Shapiro Wilk	0.958	0.958	0.957
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*
Prueba de D'Agostino Omnibus	14.751	14.410	15.067
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal  
\*La distribución de los residuales no es normal

## Circunferencia de brazo, cm

Figura q.- Linealidad

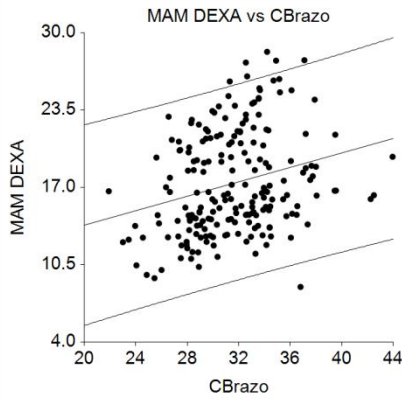


Tabla m.- Linealidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	CB	CB <sup>2</sup>	CB log
Intercepto	7.762	12.865	17.228
Valor de P	0.002	<0.001	0.045
Pendiente	0.303	0.004	23.111
Valor de P	<0.001	<0.001	<0.001
R <sup>2</sup>	0.06	0.06	0.07
Correlación	0.260	0.245	0.253
Prueba de linealidad	0.938	0.949	0.929
Valor de P	0.624*	0.604*	0.642*

Abreviaturas: CB, circunferencia de brazo

\*La relación entre las dos variables es lineal

Figura r.- Homogeneidad

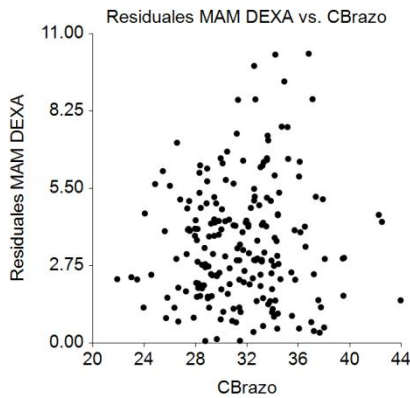


Tabla n.- Homogeneidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	CB	CB <sup>2</sup>	CB log
Prueba de Levene	1.828	1.720	1.852
Valor de P	0.177*	0.191*	0.175*

Abreviaturas: CB, circunferencia de brazo

\*La varianza es no constante

Figura s.- Normalidad

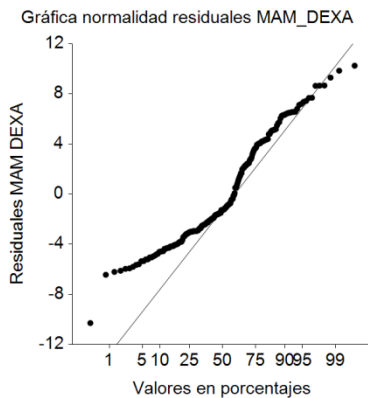


Figura t.- Normalidad

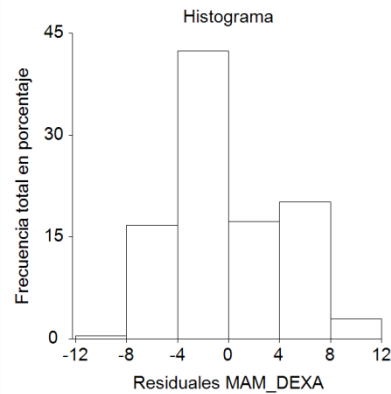


Tabla o.- Normalidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	CB	CB <sup>2</sup>	CB log
Prueba de Shapiro Wilk	0.947	0.947	0.947
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*
Prueba de D'Agostino Omnibus	17.678	17.365	17.887
Valor de P	<0.001	<0.001*	<0.001*

Abreviaturas: CB, circunferencia de brazo

\*La distribución de los residuales no es normal

## Circunferencia de cadera, cm

Figura u.- Linealidad

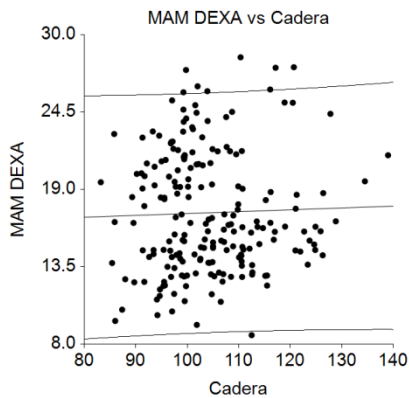


Tabla p.- Linealidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	CC	CC <sup>2</sup>	CC log
Intercepto	15.919	16.631	10.63
Valor de P	<0.001	<0.001	0.476
Pendiente	0.013	<0.001	3.324
Valor de P	0.652	0.646	0.653
R <sup>2</sup>	0.001	0.001	0.001
Correlación	0.031	0.324	0.031
Prueba de linealidad	1.087	1.087	1.087
Valor de P	0.413*	0.414*	0.413*

Abreviaturas: CC, circunferencia de cadera  
\*La relación entre las dos variables es lineal

Figura v.- Homogeneidad

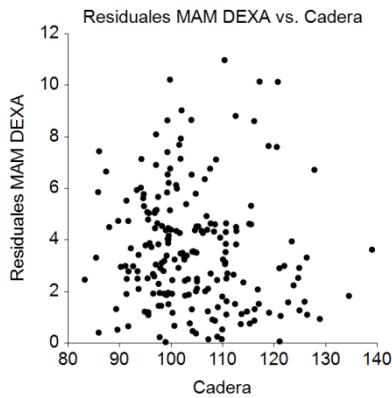


Tabla q.- Homogeneidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	CC	CC <sup>2</sup>	CC log
Prueba de Levene	6.609	6.639	6.584
Valor de P	0.010*	0.010*	0.011*

Abreviaturas: CC, circunferencia de cadera  
\*La varianza es no constante

Figura w.- Normalidad

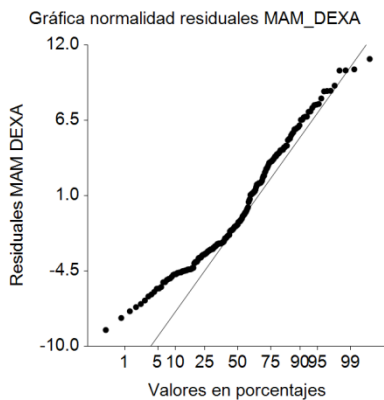


Figura y.- Normalidad

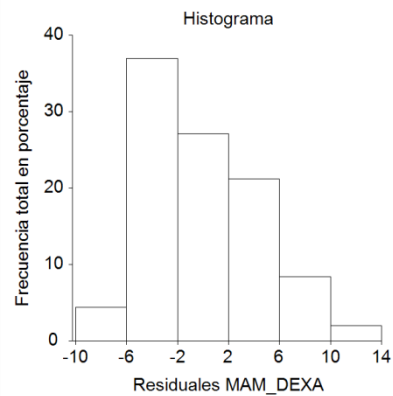


Tabla r.- Normalidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	CC	CC <sup>2</sup>	CC log
Prueba de Shapiro Wilk	0.963	0.963	0.963
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*
Prueba de D'Agostino Omnibus	13.044	13.025	13.077
Valor de P	0.001*	0.001*	0.001*

Abreviaturas: CC, circunferencia de cadera  
\*La distribución de los residuales no es normal

## Circunferencia de pantorrilla, cm

Figura z.- Linealidad

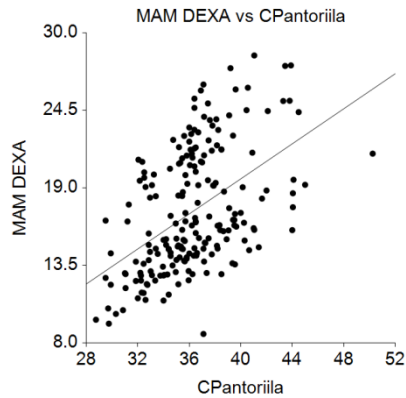


Tabla s.- Linealidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	CP	CP <sup>2</sup>	CP log
Intercepto	-5.184	6.538	-65.809
Valor de P	0.066	<0.001	<0.001
Pendiente	0.620	0.008	53.374
Valor de P	<0.001	<0.001	<0.001
R <sup>2</sup>	0.24	0.23	0.25
Correlación	0.494	0.483	0.501
Prueba de linealidad	1.018	1.039	1.003
Valor de P	0.474*	0.436*	0.502*

Abreviaturas: CP, circunferencia de pantorrilla

\*La relación entre las dos variables es lineal

Figura aa.- Homogeneidad

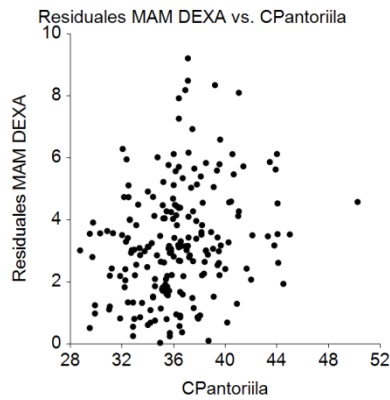


Tabla t.- Homogeneidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	CP	CP <sup>2</sup>	CP log
Prueba de Levene	15.014	14.848	14.592
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*

Abreviaturas: CP, circunferencia de pantorrilla

\*La varianza es no constante

Figura ab.- Normalidad

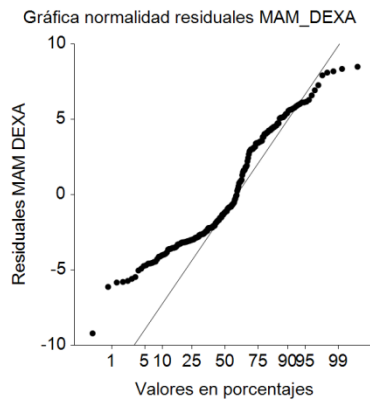


Figura ac.- Normalidad

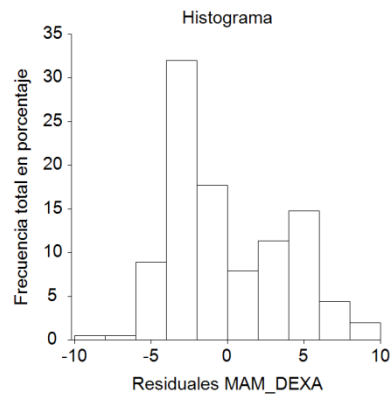


Tabla u.- Normalidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	CP	CP <sup>2</sup>	CP log
Prueba de Shapiro Wilk	0.938	0.939	0.938
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*
Prueba de D'Agostino Omnibus	27.052	27.064	26.452
Valor de P	<0.001*	<0.001*	<0.001*

Abreviaturas: CP, circunferencia de pantorrilla

\*La distribución de los residuales no es normal

## Fuerza de prensión, kg

Figura ad.- Linealidad

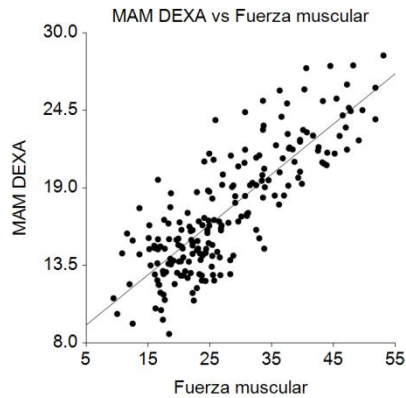


Tabla v.- Linealidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	FP	FP <sup>2</sup>	FP log
Intercepto	7.489	12.405	-13.069
Valor de P	<0.001	<0.001	<0.001
Pendiente	0.356	0.005	21.525
Valor de P	<0.001	<0.001	<0.001
R <sup>2</sup>	0.68	0.674	0.631
Correlación	0.826	0.821	0.794
Prueba de linealidad	1.002	1.038	1.230
Valor de P	0.507*	0.443*	0.183*

Abreviaturas: FP, fuerza de prensión.

\*La relación entre las dos variables es lineal

Figura e.- Homogeneidad

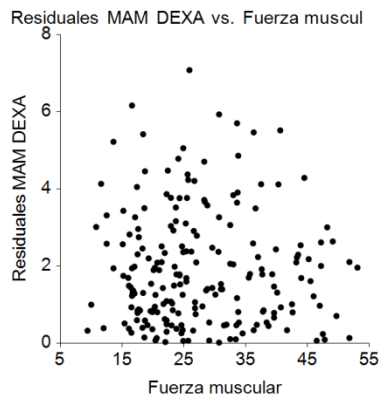


Tabla w.- Homogeneidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	FP	FP <sup>2</sup>	FP log
Prueba de Levene	1.038	3.411	0.171
Valor de P	0.309*	0.066*	0.678*

Abreviaturas: FP, fuerza de prensión.

\* La varianza es constante

Figura af.- Normalidad

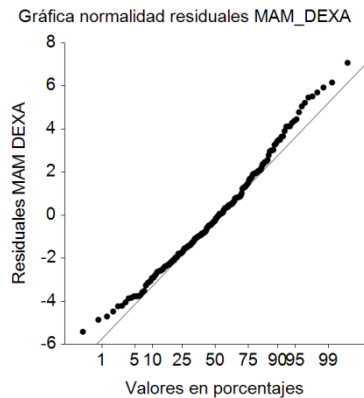


Figura ag.- Normalidad

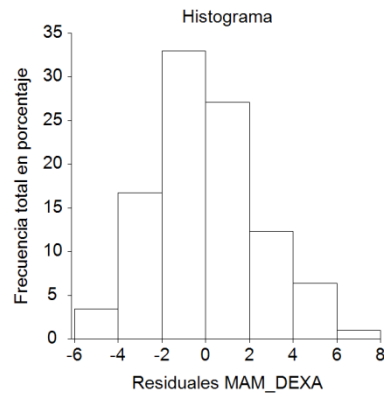


Tabla y.- Normalidad

Parámetro evaluado	Variables analizadas		
	FP	FP <sup>2</sup>	FP log
Prueba de Shapiro Wilk	0.985	0.980	0.984
Valor de P	0.038*	0.006*	0.025*
Prueba de D'Agostino Omnibus	5.776	8.270	3.876
Valor de P	0.055*	0.016*	0.143*

Abreviaturas: FP, fuerza de prensión.

\*La distribución de los residuales no es normal



## Sexo, 0-1

Figura ah.- Linealidad

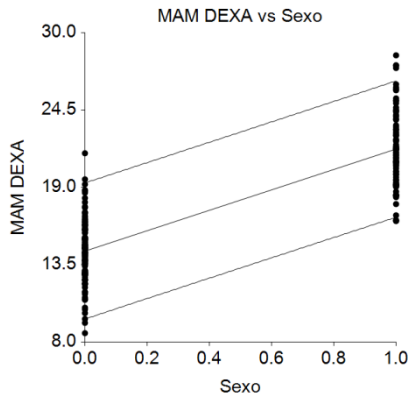


Tabla z.- Linealidad

Parámetro evaluado	Variable analizada
Sexo	
Intercepto	14.480
Valor de P	<0.001
Pendiente	7.241
Valor de P	<0.001
R <sup>2</sup>	0.67
Correlación	0.824
Prueba de linealidad	0.000
Valor de P	<0.001*

\*La relación entre las dos variables no es lineal

Figura ai.- Homogeneidad

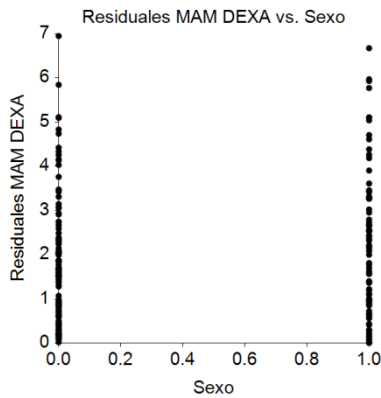


Tabla aa.- Homogeneidad

Parámetro evaluado	Variable analizada
Sexo	
Prueba de Levene	3.739
Valor de P	0.054*

\* La varianza no es constante

Figura aj.- Normalidad

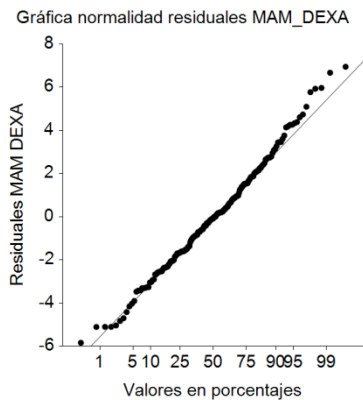


Figura ak.- Normalidad

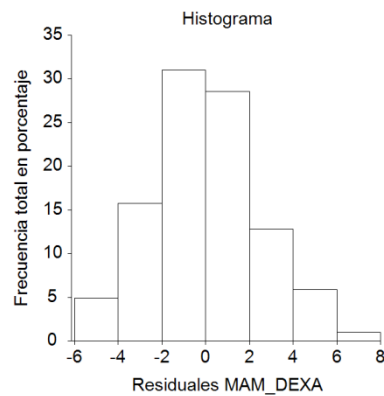


Tabla ab.- Normalidad

Parámetro evaluado	Variable analizada
Sexo	
Prueba de Shapiro Wilk	0.992
Valor de P	0.379*
Prueba de D'Agostino Omnibus	2.372
Valor de P	0.305*

\*La distribución de los residuales es normal

## **Resumen autobiográfico**

Licenciada en Nutrición Magaly Gómez De la Garza

Candidato para Obtener el Grado de Maestría en Ciencias en Salud Pública

Tesis: DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA ECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA PARA ESTIMAR LA MASA APENDICULAR MUSCULAR UTILIZANDO COMO REFERENCIA LA ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X EN ADULTOS MAYORES

Biografía: Magaly Gómez De la Garza, nacida en Monterrey, Nuevo León el día 09 de mayo de 1988, hija del Sr. Miguel Gómez Álvarez y de la Sra. María Teresa de Jesús De la Garza Montemayor.

Educación: Egresada de la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con el grado de Licenciatura en Nutrición en el año 2010. Estudios de Maestría en Ciencias en Salud Pública en la Facultad de Salud Pública y y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nuevo León del 2011 al 2013.

Experiencia Profesional: Maestra de Química de la Preparatoria No. 1 de la Universidad Autónoma de Nuevo León 2010 al 2013. Maestra becaria de la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nuevo León 2013. Coordinadora del Programa de Nutrición en Niños en la empresa Quitakilos 2013.

e-mail: maggydela@hotmail.com