



**Centro de Investigación en
Alimentación y Desarrollo, A. C.**

**ESTUDIO PILOTO SOBRE LA ASOCIACIÓN DE LA
INGESTIÓN DE PROTEÍNAS DIETARIAS CON EL
SÍNDROME DE SARCOPENIA**

Por:

Roxana Elizabeth Ruiz Valenzuela

Tesis aprobada por la


COORDINACIÓN DE NUTRICIÓN

Como requisito para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS

APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para la revisión de la tesis de la L. N. Roxana Elizabeth Ruiz Valenzuela, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias.



Dr. Heliodoro Alemán Mateo
Director de Tesis



Dr. Julián Esparza Romero
Asesor



M.C. Gloria Guadalupe Morales Figueroa
Asesor



M.C. Miriam Teresa López Teros
Asesor

DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

La información generada en esta tesis es propiedad intelectual del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del Director General del CIAD.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión del director de tesis.



Dr. Pablo Wong González
Director General

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgado durante los 2 años del programa de Maestría en Ciencias.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) por la oportunidad y facilidades otorgadas para realizar mi estudio de posgrado.

A todos los adultos mayores que ingresaron al estudio, por su cooperación, humildad y calidez humana.

A mi director de tesis el Dr. Heliodoro Alemán Mateo por su disponibilidad, enseñanza, gran dedicación y sobretodo por ser un excelente ser humano. A quien admiro y le tengo muchísimo cariño por ser quien me abrió las puertas al conocimiento de la nutrición geriátrica.

A la M.C. Miriam T. López Teros por toda la contribución y el apoyo para la realización del proyecto. Agradezco en especial su disponibilidad y valiosa amistad

Al Dr. Julián Esparza Romero por compartir su gran conocimiento, ser un excelente docente, contagiar esa pasión por la investigación y animarnos a nunca decaer y seguir adelante.

A la M.C. Gloria Guadalupe Morales Figueroa, por toda su contribución al proyecto y particularmente, por el apoyo oportuno y crítico en la sección del estudio dietario.

Al M.C. José Antonio Ponce Martínez por su apoyo técnico el cual fue muy importante para la etapa de la evaluación dietaria, su inigualable experiencia en trabajo de campo y por ser una persona de excelente carácter y amigable.

A José Antonio Real Pérez por la accesibilidad y sobretodo la confianza brindada.

A los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Nutricionales y Medicina de la UNISON y a los de la Licenciatura en Nutrición de la Durango Santander quienes apoyaron enormemente este proyecto, particularmente a Karen Ochoa Esquer, Maribel Rosas, Janeth Ramírez, Ivette Galaz y Antonio Ulloa.

A mi familia, mi mamá Inés Valenzuela LLanes por su increíble manera de apoyarme, de estar siempre para mí cuando más lo necesito. A mi papá Jesús Alberto Ruiz Valenzuela por ser ejemplo de dedicación y mis hermanos Eber Alberto Ruiz Valenzuela y Jesús Eduardo Ruiz Valenzuela porque también son mi ejemplo a seguir. Los quiero

Al valioso equipo de trabajo, mis compañeros Maribel Ramírez Torres por ser una persona de gran corazón y confianza, Jonathan Lizárraga Cañedo por recorrer este camino conmigo desde el inicio y Reynaldo Landeros por su simpatía y darme ánimos cada que lo necesitaba. A Rosy Cabrera por integrarse a este equipo. Gracias por todo su apoyo técnico y sobretodo emocional.

A mis amigos que hicieron de esta experiencia una de las mejores de mi vida, siempre me sentí en familia y estuvieron apoyándome cuando más lo necesitaba: A Fernanda González Silva, Deynali González Silva, Ernesto Goncalvez De Faria, Gabriel Arvayo Zatarain, Sinaí Ojeda Villa, Gioberti Dibene Catalán, Lot Burrola Herrera, Carlos Pinto Ávila y Carolina Valenzuela Cruz, los quiero mucho, gracias por su amistad.

DEDICATORIA

A mis queridos abuelos

Cruz María LLanes López

Andrés Valenzuela Payan (D.E.P)

María Rita Valenzuela

Gregorio Ruiz Beng (D.E.P)

CONTENIDO

	Página
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
Importancia del Músculo Esquelético.....	3
Anatomía del Músculo Esquelético.....	4
Pérdida de Masa Muscular y Fuerza Muscular: Factores Contribuyentes.....	9
Síndrome de Sarcopenia.....	15
Factores del Estilo de Vida Asociados con el Síndrome de sarcopenia....	19
Calidad de la Proteína y Aminoácidos Específicos.....	26
Efecto Mediador del Consumo de Proteínas con la Funcionalidad, Independiente a la Ganancia de Masa Muscular	28
Estado del Conocimiento entre el Consumo Proteico y el Síndrome de Sarcopenia.....	30
HIPÓTESIS	32
OBJETIVOS	33
SUJETOS Y MÉTODOS	34
RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Estadios conceptuales de la sarcopenia según el EWGSOP.....	16
2	Puntos de corte para cada componente del síndrome de sarcopenia (muestra de población de referencia: Hermosillo, Sonora).....	44
3	Ecuaciones para estimar el gasto energético basadas en poblaciones de Chile, Cuba y México.....	48
4	Características de la población de acuerdo a sexo.....	52
5	Consumo de energía y proteína total por sexo.....	62
6	Principales alimentos aportadores de proteína.....	66
7	Comportamiento de la masa muscular, fuerza muscular y desempeño físico de acuerdo al consumo de proteína (0.8g/kg/día).....	67
8	Análisis de regresión lineal simple. Consumo de proteína con masa muscular, fuerza y velocidad de la marcha.....	68
9	Análisis de regresión logística simple: Asociación del consumo de proteína (g), con los componentes individuales del SS.....	69
10	Análisis de regresión logística simple: Asociación del consumo de proteína (g), con el SS.....	70
11	Distribución del consumo de proteína por tiempo de comida	70
12	Análisis de regresión logística simple: asociación del consumo de proteína por tiempo de comida con el SS	71

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Cambios en la masa muscular de las extremidades y consumo de proteína por energía, Health ABC Study	22
2	Distribución de proteína dietaria por tiempo de comida y la respuesta anabólica	23
3	Prevalencia de la alteración de los componentes individuales del SS en 97 adultos mayores de Hermosillo	55
4	Prevalencias de SS de acuerdo a diferentes puntos de corte (Sugeridos EWGSOP y específicos a partir de la población de estudio) n=97	59
5	Asociación lineal del consume calórico total (kcal/día) y proteína (g/día)	63

RESUMEN

Introducción. El síndrome de sarcopenia (SS) se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa y fuerza muscular, con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, pérdida de la calidad de vida y mortalidad. Se reconoce que son múltiples las causas; sin embargo, existe poca información sobre la asociación de la ingestión de proteínas dietarias con el SS. Esto es relevante, debido a que los adultos mayores de Hermosillo, Sonora presentan un consumo bajo de proteínas dietarias y una distribución no homogénea de proteínas dietarias por tiempo de comida. *Objetivo.* Determinar la asociación entre el consumo bajo de proteína dietaria y la distribución no homogénea del consumo diario de proteína con el SS. *Metodología.* Se midió la masa muscular por medio de absorciometría dual de rayos X, la fuerza muscular por dinamometría y el desempeño físico por la prueba de velocidad de la marcha para diagnosticar el SS y para la estimación del consumo de proteína (g/día) se aplicó la técnica del recordatorio de 24 horas (R24H). La asociación se realizó por regresión múltiple y logística. *Resultados.* Se consideraron 97 adultos (≥ 60 años) 54 mujeres y 43 hombres, de los cuales 17.5% presentó baja masa muscular, 37% baja fuerza y 11% bajo desempeño físico. En cuanto al SS se encontró una prevalencia de 5.1% y respecto a la estimación del consumo de proteína, se encontró un promedio de 0.90 ± 0.2 g/kg/día. El análisis de regresión simple mostró asociación entre el consumo de proteína (g/día) con la fuerza (kg) y masa muscular (kg) como variables continuas; sin embargo, al ajustar la asociación dejó de ser significativa. Cuando el análisis de regresión logística se aplicó como síndrome, los resultados tampoco mostraron una asociación significativa entre el consumo de proteína total y la presencia del SS [RM: 0.38 (IC95%: 0.1-11)]. Estos resultados fueron similares cuando se analizó el consumo proteico por tiempo de comida [RM: 0.75 (IC95%: 0.8-6.8)]. *Conclusión.* El SS se encontró en una baja proporción, posiblemente se deba a las características de la muestra, la cual tenía baja presencia de dependencia

física. Esto no significa que no se deba de vigilar la presencia del SS en esta muestra, ya que se encontró una alta prevalencia de baja masa y fuerza muscular.

Palabras clave: síndrome de sarcopenia, consumo de proteínas, envejecimiento y adulto mayor

ABSTRACT

Introduction. Sarcopenia syndrome (SS) is characterized by the loss of skeletal muscle mass and strength. SS is associated with major risk of adverse outcomes such as physical disability, loss of quality of life and mortality. It is recognized that there are multiple causes; however, little is known about the association between dietary protein intake and the SS. This is relevant, because older people from Hermosillo, Sonora have a low consumption of dietary protein and a non-homogeneous distribution of dietary protein per meal time. Objective. To determine the association between low consumption of total dietary protein and the non-homogeneous distribution of the daily protein intake and the SS. Methodology. Appendicular skeletal muscle mass was measured by dual X-ray absorptiometry, muscle strength by dynamometry and physical performance by the test of walking speed to diagnose SS. The estimation of protein intake (g/day) was measured by the 24-hour recall method (R24H). The association was performed by multiple logistic regression. Results. 97 adults (≥ 60 years) were included (54 women and 43 men). Of the total sample, 17.5% had low muscle mass, 37% lower power, and 11% had low physical performance. The total prevalence of SS was 5.1%. Respect to the estimated protein intake, an average of 0.90 ± 0.2 g/kg/day was found. The simple regression analysis showed an association between protein intake (g/day) with the muscle mass (kg) and strength (kg) as continuous variables. However, after to adjust by some covariates, the association lost the significance. When the logistic regression analysis was applied as a syndrome, the results also showed not significant association between total protein intake and SS [RM: 0.38 (95% CI 0.1-11)]. These results were similar when the protein intake was analyzed by meal time [RM: 0.75 (95% CI 0.8-6.8)]. Conclusions. The prevalence of SS was low. Possibly due to the characteristics of the sample included, which had a low presence of physical dependence. This, does not mean, that physician does not need to look closely the SS in the elderly population from this region of the

country, many men and women subjects assessed has low muscle mass and strength.

Keywords: sarcopenia syndrome, protein intake, aging and elderly.

INTRODUCCIÓN

Durante el envejecimiento, se evidencian algunos cambios en la composición corporal. Entre ellos, aumento y redistribución de la grasa corporal y depleción o pérdida de la masa corporal libre de grasa, incluyendo la masa muscular. Respecto al componente muscular, se reconoce que después de los 45 años, la masa muscular empieza a disminuir (Gallagher et al., 1997). Esta disminución se acelera después de los 60 años (Visser et al., 2003), debido no sólo a los cambios biológicos propios del envejecimiento sino también en respuesta a cambios en el estilo de vida y genética del individuo. Originalmente a la pérdida acentuada o relativa de la masa muscular asociada a la edad se le llamó sarcopenia (Rosenberg, 1997). Se reconoce que esta nueva entidad clínica es multifactorial y se ha asociado con mayor probabilidad de morbilidad y discapacidad física en el adulto mayor (Janssen, 2004; Visser et al., 2005). Comprometiendo las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria y con ello una pérdida de la independencia.

Recientemente, la sarcopenia se redefinió como un síndrome geriátrico, debido a que involucra una serie de interacciones entre la enfermedad y la edad que aún no son del todo claras y estas a su vez origina una serie de signos y síntomas en el adulto mayor. A diferencia de la definición original, el síndrome de la sarcopenia contempla la fuerza muscular y/o el desempeño físico, además de la masa muscular. De acuerdo a diversas evidencias, las alteraciones conjuntas entre los componentes o síndrome de la sarcopenia podrían generar un mayor impacto clínico comparado con sólo un componente o sólo con la pérdida de la masa muscular en su contexto original (Jentoft et al., 2010).

Hoy en día, se han reportado diversos factores de riesgo asociados con los componentes individuales del síndrome de sarcopenia. Sin embargo, son pocos

los estudios que han explorado la asociación de esos factores de riesgo con el síndrome como tal. Ejemplo de ello, son algunos estudios transversales que mencionan la asociación con dicho padecimiento con factores hormonales; testosterona y el factor de crecimiento semejante a la insulina (IGF-1, por sus siglas en inglés) (Volpato et al., 2014), la morbilidad (Liu et al., 2014; C. H. Wu et al., 2014), factores del estilo de vida como los cambios en la actividad física (Akune et al., 2014) y algunos componentes dietarios (Scott et al., 2010), entre otros.

Respecto a la dieta, diferentes estudios han mostrado una asociación entre el consumo de proteína y la pérdida de la masa y fuerza muscular. De manera independiente, se ha reportado un bajo consumo proteico con alteración funcional. Hoy en día, no se encontró evidencia publicada del consumo de proteínas con el síndrome de sarcopenia definido recientemente. Debido a la alta prevalencia del síndrome de la sarcopenia reportado en otras poblaciones geriátricas, así como al impacto clínico y a los altos costos asociados con la discapacidad debido al síndrome, se hace necesario conocer los factores involucrados con el síndrome a fin de realizar intervenciones y recomendaciones para su prevención y su posible manejo en la población geriátrica.

ANTECEDENTES

Importancia del Músculo Esquelético

El músculo esquelético contribuye a múltiples funciones en el cuerpo humano. Principalmente se encarga de convertir la energía química en energía mecánica para generar fuerza, mantener la postura y producir movimientos que influyen en las actividades cotidianas. Asimismo, contribuye a la independencia física del adulto mayor, favoreciendo el autocuidado, actividades sociales y ocupacionales y manteniendo en general una mejor salud. A nivel metabólico, el músculo esquelético contribuye en gran medida al metabolismo basal, sirve de reservorio de sustratos importantes como aminoácidos y carbohidratos, genera producción de calor para regular la temperatura. El músculo contribuye al metabolismo, una cantidad del oxígeno consumido es utilizado para la producción de adenosin trifosfato (ATP) y este tipo de energía química es fundamental para la contracción muscular durante la actividad y ejercicio físico. A nivel fisiológico, regula el metabolismo de la glucosa, las células musculares conforman una amplia superficie con receptores para la insulina, lo que favorece el ingreso y metabolismo de la glucosa (Frontera & Ochala, 2015).

Anatomía del Músculo Esquelético

La masa muscular esquelética es uno de los componentes más plásticos y dinámicos del cuerpo humano. En humanos, la masa muscular esquelética comprende aproximadamente 40% del peso corporal total, contiene entre el 50-75% de todas las proteínas corporales. A nivel molecular el músculo se compone principalmente de agua (75%), proteínas (20%) y otras sustancias que incluyen sales inorgánicas, minerales, grasas y carbohidratos (Frontera & Ochala, 2015).

Independientemente de sus dimensiones, cada músculo está integrado por centenares de fascículos que se encuentran rodeados de una capa de tejido conjuntivo llamada perimisio y cada fascículo está formado por centenares de fibras musculares, que son células musculares. Cada fibra muscular está rodeada de una fina red de fibras reticulares (endomisio) y se encuentran agrupadas por estructuras de tejido conjuntivo que se continúan hasta rodear los paquetes de fibras y tendones en una estructura llamada epimisio (Guyton, 1984). La fibra muscular es una célula polinucleada y es la más alargada del organismo, a su membrana celular se le denomina sarcolema (Guyton, 1984).

El citoplasma (sarcoplasma) de una fibra muscular es escaso y contiene alrededor de unas 1.000 miofibrillas celulares. Las miofibrillas están compuestas por miofilamentos los cuales están compuestos por 1) proteínas contráctiles; actina y miosina, 2) proteínas moduladoras; tropomiosina y troponina y 3) (Chicharro & Vaquero, 2006). Siendo las principales proteínas que participan en los procesos dinámicos del músculo esquelético (Guyton, 1984).

La longitud de la fibra muscular comprende 2 filamentos; bandas delgadas que son filamentos claros y las bandas gruesas que son más oscuras. Los filamentos gruesos están conformados por moléculas de miosina la cual tiene una región globular de doble cabeza unida a una larga cadena helicoidal de

doble hebra y cada cabeza se une a dos diferentes cadenas ligeras. Los filamentos delgados están compuestos principalmente por actina, troponina y tropomiosina. La actina es una proteína globular que conforma el esqueleto de estos filamentos, la cual se une entre sí para formar dos cadenas que se enroscan helicoidalmente en sentido longitudinal a los filamentos de tropomiosina. Los filamentos delgados y gruesos son los que dan al músculo esquelético su aspecto estriado (Guyton 1984).

Tipos de Fibra Muscular

El músculo esquelético tiene dos tipos de fibras contráctiles, las diferencias entre el color y el comportamiento funcional se muestra en la distinta constitución histológica y propiedades contráctiles y metabólicas de las fibras (Barbany, 2006). Fibras de contracción lenta: Fibras ST o fibras tipo I, en ellas predomina el metabolismo aeróbico y propio de los músculos posturales. La vascularización también es alta y predomina la actividad de las enzimas del ciclo de Krebs. Contienen abundantes reservas de glucógeno, triglicéridos y mioglobina. Fibras de contracción rápida: Fibras FT o fibras tipo II, son dependientes del metabolismo de la glucólisis anaerobia (glucosa y ATP), tienen mayor actividad de las enzimas glucolíticas relacionadas con la contracción muscular anaeróbica (miocinasa, creatinquinasa y ATPasa miosínica) capaces de generar 3 a 5 veces más velocidad de contracción (Barbany, 2006).

Se reconoce que el número de fibras musculares que tendrá un adulto, está determinado desde la etapa prenatal con el proceso llamado miogénesis, el crecimiento muscular posterior, se debe al incremento en el tamaño (hipertrofia) de las fibras musculares. No se sabe a qué grado las células musculares se regeneran con la edad, no obstante se sabe que la velocidad de pérdida es mayor que la de regeneración (Lodish et al., 2000).

Como se mencionó anteriormente, en el ser humano, las proteínas representan alrededor del 50-75% de los componentes orgánicos que conforman los sólidos intracelulares, constituyendo el 18% del peso corporal y el 25% de la masa corporal magra (Frontera & Ochala, 2015). Cada proteína contiene alrededor de 16% de nitrógeno, por lo que son las responsables del metabolismo del mismo. En condiciones de crecimiento se considera que la cantidad de proteína que se sintetiza debe ser mayor a la que se degrada, reflejando un balance de nitrógeno positivo y por lo tanto una mayor masa proteica o ganancia de tejido magro corporal (Breen & Phillips, 2011). En ausencia de crecimiento, el balance de nitrógeno permitirá el mantenimiento de la masa proteica y por lo tanto de la masa muscular.

Con el paso del tiempo el músculo esquelético sufre modificaciones anatómicas que le conducen a una atrofia muscular, que es caracterizada por pérdida en las miofibrillas (proteínas), pérdida de potasio, aumento de líquido extracelular, pérdida de tejido conectivo y reemplazo de la masa celular por colágeno (Kyle et al., 2001) y tejido adiposo. A nivel del sistema nervioso central también existe pérdida de unidades motoras alfa de la medula espinal, desencadenando atrofia muscular. La afectación es mayor en las extremidades inferiores ya que, para llegar hasta allí, los axones tienen que ser más largos. También se ve afectado el acoplamiento neuromuscular (a nivel de la placa motora) (Rolland et al., 2008).

Aunque realmente no existe un consenso sobre la pérdida del tipo de fibras, Larsson et al, (1993) sugieren una pérdida preferencial de fibras tipo II con la edad avanzada, posiblemente este proceso podría empezar desde temprana edad adulta (Larsson, 1983). Asimismo, las fibras tipo II muestran atrofia selectiva con una preservación de las fibras tipo I con la edad (Lexell, Taylor e Sjostrom, 1988), esto es debido a una reducción en las actividades intensas, mientras que las fibras de tipo I se utilizan para la mayoría de las actividades diarias y durante el ejercicio submáximo (por ejemplo, caminar).

Además, la pérdida de fibras tipo II oscila entre un 20-50% en comparación con las fibras tipo I que se pierden aproximadamente de 1-25%. En la fisiología convencional se acepta que con todo ello se desencadena la pérdida de fuerza muscular (Lang et al., 2010; Lexell, 1995). La fuerza muscular es proporcional al número de miofibrillas que contiene la fibra muscular. La fuerza muscular en el humano es necesaria para levantarse de una silla, subir escaleras, o recuperar la postura después de una perturbación del equilibrio o en general para generar movimiento a través de la contracción muscular (Lang et al., 2010).

Fuerza Muscular

La fuerza muscular se define como la capacidad del músculo para deformar un cuerpo o modificar la aceleración del mismo: Iniciar o detener el movimiento de un cuerpo, aumentar o reducir la velocidad o hacerlo cambiar de dirección. Del punto de vista fisiológico, la fuerza es la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse o contraerse.

La contracción muscular se da mediante la coordinación de dos procesos que son necesarios para la generación de fuerza; la transición de un estímulo nervioso seguido del aumento de calcio del retículo sarcoplásmico y la interacción entre la actina y miosina que por la forma anatómica de ambas, crean un entrecruzamiento (Frontera & Ochala, 2015). La fuerza generada por puentes cruzados actina-miosina individuales se transmite longitudinal y lateralmente dentro de la fibra. De particular importancia es la transmisión de la fuerza para el disco Z de los sarcómeros en serie. El movimiento se produce cuando finalmente se alcanza la fuerza de las de uniones miotendinosas, tendones y articulaciones.

La fuerza puede ser interna (fuerza interna), que puede tener relación con un objeto (resistencia) externo, o no (Barbany et al., 2006). La fuerza muscular

empieza a incrementar desde el nacimiento, con un pico máximo de fuerza entre los 20 y 30 años de edad, conforme aumenta la edad disminuye. Este declive de fuerza se ha atribuido al tamaño de fibra muscular, la cantidad de tejido conectivo, la baja oxigenación muscular y la infiltración de la grasa en el músculo (Clarkson et al., 2003) y como se mencionó anteriormente a la pérdida del tejidos muscular o la neuronas motoras alfa.

A nivel molecular, existen cambios estructurales en las proteínas contráctiles (actina, miosina) asociadas al aumento de la edad. Por ejemplo estudios realizados por medio de resonancia paramagnética electrónica, el cual es un método capaz de detectar cambios estructurales asociados a la relajación y contracción del músculo. Han mostrado que existe una asociación entre la edad y una disminución del 24%-27% en la fuerza, debida a una disminución en una de las fracciones de las cabezas de miosina). Incluso, estudios en ratas viejas ha mostrado que existe una disminución del 20% de fuerza sin observarse actividad de la ATPasa comparado con ratas jóvenes. Lo cual indica también una disminución en la eficiencia energética, un desacoplamiento parcial entre la actividad ATPasa y la generación de la fuerza durante la contracción en el músculo envejecido (Zhong et al., 2007, Thompson et al., 2001).

Hace algunos años se reportó que durante el envejecimiento la pérdida de la masa muscular era lineal a la pérdida de la fuerza muscular (Szulc et al., 2005). Sin embargo, diferentes trabajos han mostrado resultados contradictorios. En un estudio se monitoreo durante tres años los cambios entre la masa y la fuerza muscular de una muestra de 1880 adultos mayores norteamericanos. Se mostró que la disminución de la fuerza fue más pronunciada que la pérdida de la masa muscular (Goodpaster et al., 2006). Asimismo, Dardevet et al. (2012) basados en sus propios estudios, propusieron que la pérdida de la fuerza muscular es una alteración independiente a la pérdida de la masa muscular. Así se concluyó que la pérdida de la masa muscular no es sinónimo de la pérdida de la fuerza. Es importante mencionar que la disminución de la

fuerza como variable independiente se ha asociado con mayor riesgo de mortalidad. Incluso, se ha propuesto que su medición es un mejor estimador de mortalidad en comparación con la medición de la masa muscular en adultos de edad avanzada (Cooper, Kuh, & Hardy, 2010; Newman et al., 2006).

Pérdida de la Masa y Fuerza Muscular: Factores Contribuyentes

Durante el envejecimiento, los cambios anatómicos y fisiológicos en la masa muscular relacionada con la edad se hacen más evidentes y relativamente más fáciles de medir con el uso de las nuevas tecnologías para evaluar la composición corporal. Janssen et al., (2000) realizaron un estudio donde midieron la masa muscular esquelética total por resonancia magnética en 268 hombres y 200 mujeres de entre 18 y 88 años de edad. Los resultados mostraron que los hombres tenían mayor masa muscular esquelética que las mujeres. En ambos sexos, la pérdida de masa muscular comienza a partir de la tercera década de vida. Se observó que la pérdida de la masa muscular de las extremidades inferiores fue aproximadamente de 1.9 y 1.1 kg/década. Estudios de cohorte utilizando otras metodologías para estimar el componente muscular, habían reportado una pérdida de la masa muscular de las extremidades de aproximadamente 6% por década (Gallagher et al., 1997; Kyle et al., 2001; Raguso et al., 2006). Otros estudios han reportado que la edad no sólo afecta la cantidad sino también la calidad del músculo (Janssen et al. 2000) con una mayor acumulación de grasa intra e inter muscular.

Respecto a la fuerza muscular, esta declina aproximadamente entre 1-1,5% entre los 50 y los 60 años de edad y 3% después de los 60 años de edad (Abellan, 2009; Vandervoort, 2002).

A continuación se describirán los diferentes factores de riesgo asociados con la pérdida de la masa y fuerza muscular en adultos mayores y los posibles mecanismos involucrados.

Factores Hormonales

La insulina es una hormona que inhibe la proteólisis y estimula la síntesis proteica; sin embargo, durante el envejecimiento se produce resistencia a la insulina. Proceso caracterizado por una disminución en la respuesta de los tejidos periféricos (adiposo, muscular y hepático) a la acción biológica de la insulina. Como consecuencia se presenta un aumento compensatorio de insulina por parte de las células beta del páncreas con el objetivo de mantener la glucemia en condiciones normales (DeFronzo et al., 1979), este aumento puede o no alcanzar cifras de hiperinsulinemia. En base al conocimiento del papel de la insulina como hormona anabólica implicada en la síntesis de proteínas en el músculo esquelético, se propuso que la resistencia a la insulina (RI) podría ser un factor contribuyente a la pérdida de masa muscular (Fujita et al., 2006). Posteriormente, Morais et al., (2006) y Rasmussen et al. (2006) demostraron que efectivamente, existe una disminución de la síntesis proteica en presencia de la resistencia a la insulina en adultos mayores (Morais et al, 2006; Rasmussen et al., 2006).

Diferentes estudios de cohorte han mostrado la asociación de RI y pérdida de masa muscular. Lee et al., 2011, evaluaron el modelo homeostático (HOMA)-IR en una muestra de 3132 hombres mayores de 60 años y observaron los cambios de composición corporal al inicio y al final de 4.6 años de seguimiento. Se observó que los hombres que se encontraban en el quintil más alto en los niveles de HOMA-IR tenían hasta 5% más pérdida de peso (RM=1.8, 95% IC=1.46-2.46), masa muscular total (RM=2.09, 95% IC=1.60-2.73) y masa

muscular de las extremidades (RM=1.57, 95% IC=1.27-1.95) comparado con el quintil más bajo (Lee et al., 2011). Otro estudio de cohorte mostró que había un riesgo de hasta 3.9 veces mayor de desarrollar baja masa muscular en un periodo de 4.6 años en sujetos que tenían mayores niveles de HOMA-IR (≥ 2.3) comparados con los que tenían niveles bajos (< 2.3) (IC del 95%, 1.3-11.5; $p = 0.03$) (Alemán-Mateo et al., 2014).

No solo la resistencia a la insulina se ha asociado con la pérdida de la masa muscular sino también la hiperinsulinemia. En un estudio publicado recientemente, basado en una muestra de 147 adultos mayores de Hermosillo, Sonora se midieron los niveles de insulina plasmática en ayuno y la masa muscular de las extremidades al inicio y después de 4.6 años de seguimiento. Se observó que la pérdida de masa muscular de las extremidades fue mayor en el último cuartil de insulina plasmática en ayuno comparado con el cuartil 1 y 2 ($\beta=0.28$, 95% CI-0.57-0.9, $p=0.05$) (López-Teros et al., 2014).

Testosterona. En hombres, después de los 30 años los niveles totales de testosterona comienzan a declinar a una tasa del 1% por año y aumenta la pérdida de 2% por año de testosterona disponible o libre. En mujeres los niveles de testosterona disminuyen rápidamente entre los 20 y 45 años de edad. Se reconoce que la testosterona incrementa la síntesis de proteína y la masa muscular. Diferentes estudios han explorado la asociación entre los niveles de hormonas androgénicas con la pérdida de masa muscular. Hasta el momento, se han encontrado solo dos estudios de cohorte que asocian la testosterona libre con la pérdida de masa muscular. El primero realizado en 957 hombres durante 13 años y el segundo en 539 mujeres durante 8.3 años de seguimiento (Yuki et al., 2013; Yuki et al., 2015). Ambos estudios han mostrado la asociación entre la pérdida de la masa muscular con sólo la testosterona libre y no con testosterona total ni con el sulfato de dehidroepiandrosterona (DHEAS).

Factor de crecimiento semejante a la insulina (IGF-1). Se ha demostrado que estimula la proliferación y diferenciación en las células del músculo, facilita la

síntesis de proteína muscular e inhibe su degradación. Un estudio transversal mostró que los bajos niveles de IGF-1 están asociados a una baja fuerza muscular y desempeño físico (baja velocidad de la marcha y dificultad de movilidad) (Cappola et al., 2001). Mientras que uno de los pocos estudios cohorte, realizado a partir de una muestra de 558 adultos mayores que participaron en el estudio The Framingham Heart, encontró que niveles altos de IGF-1 predice menor pérdida de masa corporal libre de grasa en hombres en comparación con un nivel bajo de IGF-1 ($P = 0,002$) (Payette et al., 2003).

Factores Inflamatorios

La patogenia de múltiples enfermedades en el envejecimiento se ha atribuido a irregularidades en la respuesta inflamatoria. Actualmente existe el paradigma de la existencia de un estado inflamatorio crónico propio del envejecimiento, que podría ser responsable del desarrollo de esas enfermedades o quizá la presencia de estas enfermedades son las responsables del estado inflamatorio.

Citocinas y otros marcadores de inflamación. Se ha hipotetizado un efecto directo de las citocinas proinflamatorias sobre el desarrollo de discapacidad física. Estas citocinas pueden tener un efecto sobre el músculo (induce proteólisis e inhibe síntesis proteica) y la fuerza muscular (Visser et al., 2002). Estudios transversales (Visser et al., 2002; Cesari et al., 2005) y algunos estudios de cohorte han encontrado una asociación significativa entre los niveles de la interleucina-6 (IL-6), factor de necrosis tumoral alfa (FNT- α), proteína C reactiva (PCR) (Schaap et al., 2006; Schaap et al., 2009; Payette H et al., 2003, Alemán-H et al., 2011) con la pérdida de la masa y fuerza muscular.

Factores Nutricionales

Hoy en día se reconoce la contribución de algunos factores dietarios y nutricionales en la pérdida de masa muscular en adultos mayores. Particularmente de micro y macronutrientes implicados en la síntesis proteica y receptores de membrana que están implicados en la integridad de la masa muscular. Por ejemplo tanto en modelos animales como en humanos, se ha encontrado un receptor para vitamina D en células de músculo esquelético que se une específicamente a 1,25 (OH) 2D3. La relevancia de la vitamina D en el músculo se debe a los cambios en el metabolismo del calcio en la célula muscular por medio de este receptor de membrana. Tras la unión de 1,25 (OH) 2D3 a la célula, ésta se activa por medio de segundos mensajeros (cAMP, diacilglicerol, inositol trifostato, ácido araquidónico) y esta acción potencializa la entrada de calcio a la célula muscular en escasos minutos, mejorando el proceso de contracción muscular (Guadalix, 2007).

Vitamina D. Con respecto a la asociación entre la deficiencia de Vitamina D y la masa y fuerza muscular. Estudios transversales han observado que bajas concentraciones de vitamina D se asocian con la pérdida de la fuerza y masa muscular e incluso pérdida funcional como aumento de caídas y discapacidad física en hombres y mujeres mayores (Bischoff et al., 2004; Pfeifer et al., 2001). Estudios sobre la asociación causal han afirmado los resultados de los transversales. Un estudio de cohorte realizado por Visser et al. (2003) durante 3 años de seguimiento (1008 hombre y mujeres) se encontró que los adultos mayores con un nivel bajo de vitamina D en suero incrementa el riesgo de pérdida de masa y fuerza muscular en adultos mayores (Visser et al., 2003).

Proteínas dietarias. La dieta es un factor de riesgo modificable contra la pérdida de fuerza y masa muscular. Un macronutriente de especial interés son las proteínas debido a que proporcionan los aminoácidos necesarios para la síntesis de la proteína muscular. Estudios de cohorte realizado en adultos mayores, han mostrado una asociación negativa entre el consumo de proteína

y la pérdida de la masa muscular (Houston et al., 2008., Meng et al., 2009). Más adelante se describe este apartado.

Resistencia Anabólica del Músculo

Recientemente, se han investigado los mecanismos que se asocian con la pérdida de masa muscular y algunos son independientes a los procesos catabólicos como el incremento de glucocorticoides, citoquinas y estrés oxidativo. Estos mecanismos encontrados con nutrientes específicos pueden ser clave para la formación de estrategias nutricionales con el objetivo de proveer las cantidades óptimas para lograr el efecto anabólico deseado (Layman et al., 2015).

En una situación normal, después del consumo de alimentos, el anabolismo proteico se estimula por factores anabólicos, particularmente aminoácido como leucina (detonantes) los cuales tienen un efecto potencial en las vías de señalización de insulina e inhibe la proteólisis muscular. Sin embargo, existen alteraciones en estas vías de señalización que conducen a una "resistencia anabólica" en el músculo, incluso si los requerimientos de estos factores anabólicos (por ejemplo, los aminoácidos) están cubiertos teóricamente (Dardevet et al., 2012). En definición la resistencia anabólica es la disminución de esa respuesta metabólica del músculo a los diferentes factores anabólicos incluyendo aminoácidos, insulina y ejercicio físico (Cuthbertson et al., 2005; Fry & Rasmussen, 2011) y es una de las explicaciones de por qué adultos mayores requieren una mayor ingestión de proteínas que los jóvenes.

Volpi et al.(2000), demostraron que tras una ingestión de una mezcla de aminoácidos y glucosa la síntesis de proteína muscular incrementó en adultos jóvenes pero no en personas de edad avanzada y fue la primera evidencia que demostró que existe una resistencia del músculo a la síntesis proteica en los

adultos mayores. Sin embargo, se ha observado que tras el consumo de ciertos aminoácidos la síntesis proteica muscular es igual tanto en adultos mayores como en jóvenes (Breen & Phillips, 2011). Cuthbertson et al. (2005), compararon la respuesta de la síntesis muscular en jóvenes y ancianos, tras el consumo de un bolo con una mezcla de aminoácidos esenciales (AAE). Se mostró que la tasa basal de síntesis de proteína muscular (sin la suplementación) era igual en jóvenes y adultos mayores, pero los ancianos mostraron menor sensibilidad y capacidad de respuesta para la síntesis de proteína después de la ingestión de AAE. Esta alteración, ha llevado a hipotetizar los adultos mayores tienen un mayor “umbral proteico” y es necesario un mayor consumo de nutrientes a través de la dieta, para que dicho umbral sea superado (Dardevet et al., 2012).

Síndrome de la Sarcopenia

El término de sarcopenia, fue introducido aproximadamente hace 20 años por el doctor Rosemberg et al. (1997). La palabra sarcopenia proviene del Griego "Sarco", significa “carne” (muscular) y "penia" denota "deficiencia". Posteriormente, Baumgartner et al. (1998) definieron sarcopenia de manera operativa al definirla como la pérdida por debajo de menos dos desviaciones estándar del valor promedio del índice de masa muscular de las extremidades (kg/m^2) de una población de referencia de entre 18 y 40 años de edad (rango etario en el cual se alcanza la máxima masa muscular). A partir de esta definición operacional se generaron puntos de corte basados en el índice de masa muscular (kg/m^2) de las extremidades para diagnosticar sarcopenia (Baumgartner et al., 1998).

Hoy en día la definición de sarcopenia ha cambiado, el Grupo de Trabajo Europeo para la Sarcopenia (EWGSOP) en el 2010, después de revisar y consensar toda la evidencia publicada redefinió la sarcopenia como un

síndrome geriátrico. El EWGSOP recomienda utilizar diferentes parámetros para el diagnóstico del síndrome de la sarcopenia que incluyen la medición de la masa muscular, fuerza y desempeño físico (Jentoft et al., 2010). La relevancia de estas últimas dos mediciones a la nueva definición de sarcopenia se basó en que la pérdida de fuerza es independiente a la pérdida de masa muscular y como se mencionó anteriormente, se ha propuesto como un mejor predictor de mortalidad en población geriátrica (Goodpaster et al., 2006; Newman et al., 2006).

De esta manera, se pretende operacionalizar el concepto, identificando fácilmente esta condición en el adulto mayor, así como sus causas e impacto clínico (Jentoft et al., 2010). Bajo este nuevo criterio diagnóstico un sujeto tendrá el síndrome de la sarcopenia cuando tenga baja masa muscular y baja fuerza muscular o una prueba alterada de desempeño físico.

Tabla 1. Estadios conceptuales de la sarcopenia según el EWGSOP

Estadio	Masa muscular	Fuerza muscular	Desempeño físico
Presarcopenia	↓		
Sarcopenia	↓ ↓	↓	ó ↓
Sarcopenia grave	↓ ↓ ↓	↓	↓

Modificado de Cruz-Jentof et al., (2010)

Prevalencia e Impacto Clínico del Síndrome de Sarcopenia

Hasta hace algunos años, se mencionaba que la sarcopenia podría afectar a más de 200 millones de personas en los próximos 40 años (Baumgartner et al.,

1998; Jentoft et al., 2010). De tal manera, que como síndrome y dada la alta prevalencia de los componentes individuales del síndrome se sospecha que esta cifra de 200 millones podría estar subestimada.

La prevalencia del síndrome de sarcopenia de acuerdo a los nuevos criterios, va desde 0.9%-22.1% (Abellan van Kan et al., 2013; Patel et al., 2013; Patil et al., 2013; Velazquez-Alva et al., 2015; Wu et al., 2014; Wu et al., 2014; Yamada et al., 2013; Yoshida et al., 2014). En relación a la prevalencia en nuestro país, se encontró un estudio realizado en la Ciudad de México en una muestra de 137 mujeres (>60 años), en el cual se reportó una prevalencia de 14%. A nivel local no se encontraron estudios sobre la prevalencia de síndrome, solo sobre la prevalencia de algunos de sus componentes como la pérdida de la masa muscular (un componente del síndrome). Aleman et al. (2011) reportaron que el 23% en adultos mayores de Hermosillo, Sonora evaluados presentaron pérdida de masa muscular. Estos datos nos permiten inferir que la prevalencia del síndrome de la sarcopenia podría ser elevada en nuestra región.

En relación al impacto clínico, estudios transversales han mostrado que el síndrome de la sarcopenia se asocia con la presencia de morbilidad. En un estudio realizado en Corea, se encontró una asociación positiva entre la enfermedad cardiovascular con el síndrome de sarcopenia, independientemente de otros factores de riesgo (Chin et al., 2013). Con respecto a su relación con otros factores de riesgo cardiovascular, algunos estudios longitudinales no han encontrado tal asociación. En un estudio realizado por Liu et al. (2014), no se encontró correlación de factores cardiometabólicos y la sarcopenia. Estos resultados advierten un impacto clínico adverso del síndrome de sarcopenia sobre el riesgo cardiovascular, el cual varía entre grupos y con la obesidad. Además de que amerita más estudios al respecto.

En un estudio realizado en Japón por Tanimoto et al. (2013) se evaluó la asociación del síndrome de sarcopenia con el riesgo de caídas. La muestra fue de 1110 japoneses de 65 años o más. A todos los voluntarios se les realizó la

medición de masa muscular por bioimpedancia eléctrica, fuerza por dinamometría y funcionalidad por la prueba de la velocidad de la marcha. Con estos parámetros determinaron el síndrome de sarcopenia.

En el estudio de Tanimoto se administró a la muestra un cuestionario de evaluación sobre el historial de caídas. La prevalencia del síndrome de sarcopenia fue del 13.4% en hombres y 14.9% en las mujeres y esta prevalencia fue mayor en los sujetos que contaban con un historial de caídas (16.9% y 21.3% para hombres y mujeres, respectivamente) (Tanimoto et al., 2013). Finalmente, después del análisis se encontró que la sarcopenia se asoció significativamente con el historial de caídas. En otro estudio realizado en Japón no sólo se encontró una asociación con caídas, sino también con el miedo a caer, lo cual limita aún más la independencia física del adulto mayor (Yamada et al., 2013).

Desde el punto de vista de la salud pública, cuando una enfermedad o alteración se asocia con mayor mortalidad, se puede considerar un problema serio de salud. Algunos estudios han mostrado una asociación del síndrome de la sarcopenia con la mortalidad en este grupo etario. En un estudio realizado durante 7 años de seguimiento en Italia, se evaluó el impacto del síndrome de sarcopenia con el riesgo de mortalidad en una población de adultos mayores. Después de ajustar por diversos factores de confusión, los participantes con síndrome de sarcopenia tenían un mayor riesgo de muerte por todas las causas clínicas medidas en el estudio (HR: 2.32 IC del 95 %: 1.01 a 5.43). Así, en los adultos mayores enfermos, la sarcopenia se asoció con la mortalidad, independientemente de la edad y otras variables clínicas y funcionales (Landi et al., 2013).

Factores del Estilo de Vida Asociados con el Síndrome de Sarcopenia o con los Componentes Individuales del Síndrome

Se reconoce que en la sarcopenia existen diversas causas o factores etiológicos. A continuación se expondrán los factores asociados al estilo de vida con dicho síndrome.

Actividad y Ejercicio Físico

Se define como actividad física cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que se traduce en gasto de energía y puede estar relacionada con el trabajo, los deportes, actividades del hogar y otras actividades (Cruz-Jentoft, 2013). El ejercicio físico es un subconjunto de la actividad física, el cual es planeado, estructurado, repetitivo y cuyo objetivo es mejorar o mantener la condición física. Se ha reportado que el ejercicio de resistencia aumenta la masa muscular, la fuerza muscular e incluso la morfología del músculo y mejora la ganancia de proteínas en los músculos esqueléticos (Fry et al., 2013; Scanlon et al., 2014). En los adultos mayores la práctica de ejercicio aeróbico también puede tener beneficios contra el envejecimiento del músculo esquelético y mejorar la sensibilidad a la insulina. Por ello, puede ser muy eficaz cuando se comienza temprano. Por ejemplo, se ha reportado que el hábito de ejercicio físico en la edad adulta, se asocia con una baja prevalencia del síndrome de la sarcopenia en edades más avanzada (Fry & Rasmussen, 2011).

En una investigación transversal realizada por Akune et al. (2014) se buscó la asociación entre los hábitos de hacer ejercicio físico durante la edad adulta con el desempeño físico y el síndrome de sarcopenia. En este estudio, participaron 1000 sujetos (>65 años), a los cuales se les midió la masa muscular de la extremidades por medio de la absorciometría dual de rayos X (DXA), la fuerza

de presión de la mano por dinamometría y la funcionalidad por 3 pruebas de desempeño físico: la velocidad de la marcha, el tiempo en que el sujeto se levanta y se sienta de la silla y la prueba de semi tándem.

Además, se les realizaron cuestionarios referentes a los hábitos de ejercicio que habían tenido durante la edad adulta (25-50 años), con preguntas tales como ¿Qué tipo de deporte o actividad física realizaba para producir sudoración o falta de aliento? Se definió a los sujetos que tenían hábitos de ejercicio en la adultez a quienes contestaban ocasionalmente, <2 horas por semana, o >2 horas por semana. También, se les preguntó si realizaban algún tipo de actividad física actualmente. Los resultados mostraron que los sujetos que tenían el hábito de realizar ejercicio en la edad adulta, tenían mejor desempeño físico y menos probabilidad de presentar el síndrome de sarcopenia en la edad avanzada. Por ello, se concluyó que el hábito de hacer ejercicio en la edad adulta, es un factor protector contra el síndrome de sarcopenia en la edad avanzada (Akune et al., 2014).

Proteínas Dietarias

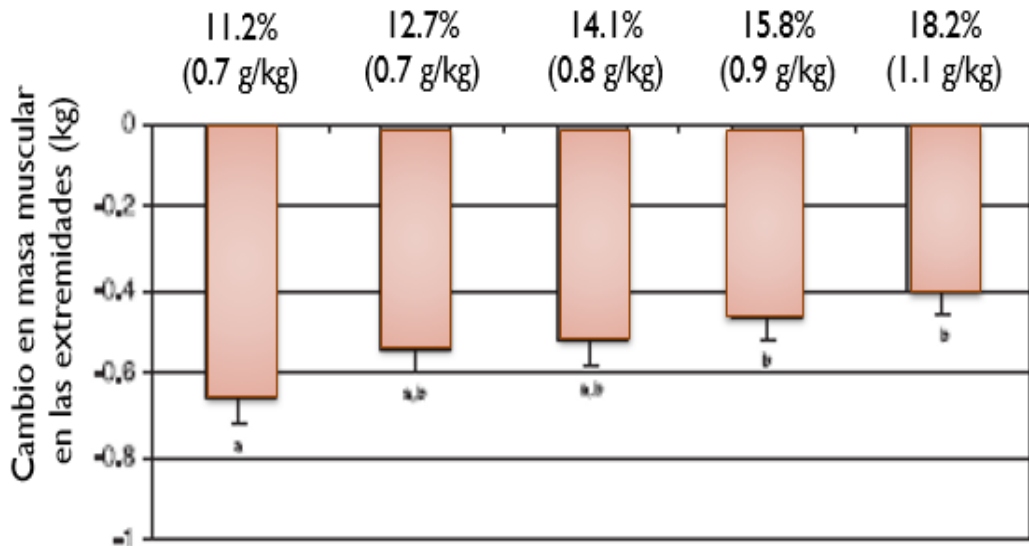
Es importante mencionar, que actualmente con esta redefinición de síndrome, son pocos los estudios de asociación entre la ingestión de proteína dietaria y la prevalencia del síndrome de sarcopenia. Sin embargo, trabajos previos han mostrado una correlación con los componentes individuales como la masa muscular y la funcionalidad con un mayor consumo proteico.

Uno de los estudios clásicos sobre la síntesis de proteína y la composición de la dieta es el publicado por Pannemans et al (1998), quienes observaron el efecto de la alimentación de acuerdo al tipo de comida, fuente y cantidad de proteína en relación al metabolismo proteico. En el estudio participaron 12 mujeres de edad avanzada quienes consumieron 3 dietas, las cuales diferían en la cantidad y la fuente de proteínas (vegetal o animal). Al final de cada

período, se evaluó el balance nitrogenado y el recambio de proteínas. Se observó, que la dieta con mayor proporción de proteína vegetal, no alcanzó a inhibir la degradación de proteínas al mismo ritmo que la dieta con una mayor cantidad de proteína de origen animal. De tal manera, que una dieta con alto contenido de proteína de fuente animal inhibe el catabolismo de proteínas en el adulto mayor. Lo cual podría tener un impacto favorable sobre la masa muscular.

Existen otros estudios que permiten inferir una asociación causal entre un menor consumo de proteínas dietarias y la pérdida de la masa muscular. Por ejemplo Houston et al. (2008), con los participantes del estudio de cohorte: Salud Envejecimiento y Composición Corporal (conocido por sus siglas en ingles Health ABC Study), n=2066 (70-79 años) evaluaron la ingestión de proteínas dietarias y la masa muscular. En este estudio se observó la asociación entre la pérdida de la masa muscular (3 años de seguimiento) y con el consumo proteico. Se observó una disminución de la masa muscular total de 0.68 ± 1.94 kg y una disminución de la masa muscular de las extremidades de 0.48 ± 1.08 kg. En la Figura 1 se muestra que las personas ubicadas en el quintil más alto de consumo de proteína que corresponde a 1.1 g/kg tuvieron hasta 40% menor pérdida de masa muscular de las extremidades en comparación con los sujetos que se encontraron en el quintil más bajo de consumo proteico (0.7 g/kg) (Houston et al., 2008).

Figura 1. Cambios en la masa muscular de las extremidades y consumo de proteína ajustado por energía, Health ABC Study.



Datos modificado del Health ABC Study, Houston et al. 2008

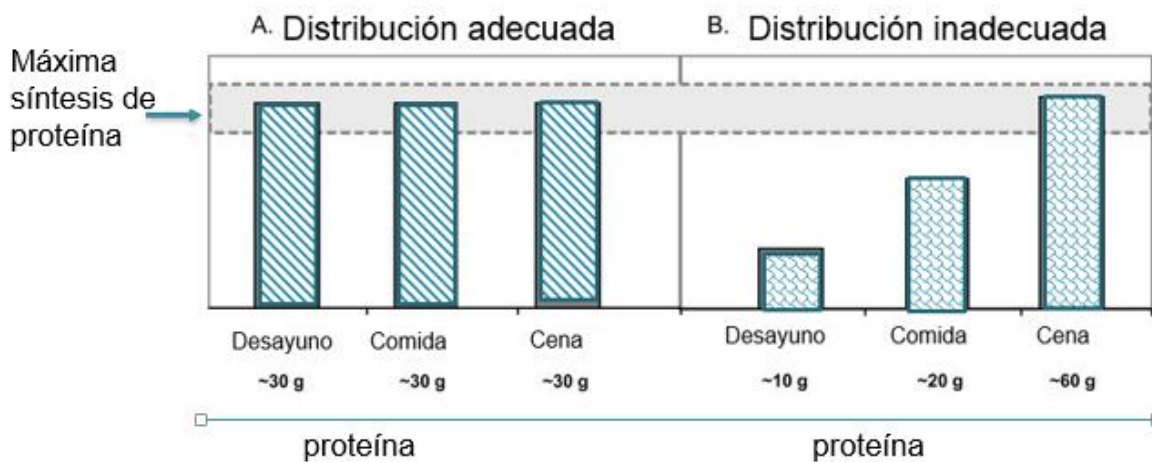
Distribución Proteica en los Tiempos de Comidas

Los estudios anteriores muestran que a mayor consumo proteico, mayor masa muscular. Sin embargo, estudios recientes, han observado que no sólo es conveniente aumentar la cantidad de proteínas totales sino también vigilar una distribución homogénea del consumo de proteínas dietarias. La tasa de síntesis proteica es más alta cuando el consumo de proteína es distribuido de manera homogénea en cada tiempo de comida. De tal manera, que un consumo de 30 g de proteína en cada tiempo de comida (desayuno, comida y cena), se ha sugerido como estrategia para mantener la masa muscular en adultos mayores (Paddon-Jones & Rasmussen, 2009, Paddon-Jones et al., 2014).

Con respecto a la distribución del consumo proteico y la síntesis proteica, la Figura 2 (parte A) muestra que la tasa máxima de síntesis proteica se logra cuando la distribución de proteína es homogénea (30 g de proteína en cada

uno de los 3 tiempos de comida) y la parte B muestra la tasa de síntesis con la distribución no homogénea en el consumo de proteínas (Paddon-Jones & Rasmussen, 2009).

Figura 2. Distribución de proteínas dietarias por tiempo de comida.



Datos modificados de Paddon-Jones & Rasmussen (2009).

En un reciente estudio realizado por Mamerow et al. (2014) de diseño clínico cruzado, se implementaron dos dietas isonitrogenadas durante 7 días y se observaron los cambios en la síntesis proteica muscular durante periodos de 24 horas. La muestra fue de 8 hombres y mujeres de 36 ± 3 años. Las dietas tuvieron diferente distribución proteica; homogénea: 25-30 g/tiempo de comida y no homogénea: <25-30 g/tiempo de comida. En esta última se utilizó el patrón de alimentación de Estados Unidos según el estudio NHANES 2001-2008, donde el consumo de proteína fue mayor en la cena. Se encontró un aumento de 25% en la síntesis proteica en los sujetos que consumieron la dieta con una distribución homogénea en comparación con la dieta no homogénea. Se concluyó que el consumo de una cantidad moderada de proteína en cada

tiempo de comida es más eficiente para la síntesis muscular que mantener un patrón de alimentación de proteína sesgado hacia sólo un tiempo de comida (Mamerow et al., 2014). Datos regionales sobre la distribución homogénea del consumo proteico muestran que existe un bajo consumo proteico, principalmente en el desayuno y la cena (<25 g-30 g por tiempo de comida) en adultos mayores de Hermosillo, Sonora. (Ruiz et al., 2013).

La distribución del consumo de proteínas y su impacto sobre la masa muscular es de gran relevancia, debido que el adulto mayor tiene diversos factores de riesgo para limitar el consumo de proteínas, impidiendo posiblemente tener una distribución homogénea de las proteínas dietarias durante el día lo cual pudiese potencializar el desarrollo de la sarcopenia.

A la fecha son pocos los estudios sobre la distribución de las proteínas por tiempo de comida. Tieland et al. (2012), observaron que en los países bajos los adultos mayores tienen un consumo muy bajo de proteína en el desayuno (>10 g). En América Latina, un estudio realizado en México, mostró un consumo proteico bajo particularmente en el desayuno y cena (<30 g) en una muestra de adultos mayores residentes de Hermosillo, Sonora (Ruiz et al., 2013).

En otro estudio reciente realizado en Alemania se evaluó el consumo de proteína total y la distribución durante el día con la aparición de fragilidad en el adulto mayor y se encontró que el consumo de proteína total no se asociaba con la fragilidad pero si con la distribución de esas proteínas durante el día. Se encontró que los adultos mayores que consumían menor cantidad de proteína en el desayuno (15 g) tenían más probabilidad de presentar fragilidad (Bollwein et al., 2013).

Estos estudios concluyen que la población de adultos mayores no suelen tener una distribución homogénea de proteínas dietarias durante el día, lo cual podría implicar riesgos clínicos futuros como el síndrome de sarcopenia y el síndrome de fragilidad.

Con respecto a la fuerza muscular, otro componente del síndrome de sarcopenia, a continuación se presentará la evidencia de la asociación de una mayor ingestión de proteínas y la fuerza muscular. En relación al consumo proteico y la masa muscular las evidencias actuales provienen de los estudios de intervención con suplementación proteica o el uso de aminoácidos esenciales o de cadena ramificada.

Recientemente, Malafarina et al., (2012) revisaron 17 estudios con la finalidad de analizar la relevancia del tratamiento nutricional para la sarcopenia y evaluar el efecto de la suplementación proteica sobre la masa y función muscular en sujetos mayores de 60 años. En este análisis se encontró una mejora en la masa muscular independientemente del método de valoración de músculo esquelético utilizado. Así mismo, se encontró una mejora en la fuerza muscular, por lo que se concluyó que la suplementación con proteína es eficaz en el tratamiento contra la sarcopenia en adultos mayores.

Por su parte Tieland et al. (2012), un estudio clínico aleatorizado realizado en ancianos con fragilidad, en donde se evaluó el efecto de la suplementación de 15 g de proteína de leche concentrada, en el desayuno y comida, sobre la masa, fuerza muscular y la funcionalidad. No se encontró un efecto sobre la masa muscular, pero sí un incremento significativo en la fuerza muscular y en la habilidad de levantarse de la silla en el grupo suplementado comparado con el grupo control. En el mismo año Tieland et al. (2012) publicaron otro estudio donde combinaron la suplementación proteica con ejercicios de resistencia durante 12 semanas. La masa magra aumentó en el grupo suplementado, además de la fuerza muscular y el desempeño físico.

Con respecto al consumo proteico y otras variables relacionadas con la masa muscular Goeirsdottir et al. (2013) hipotetizaron que la ingestión de proteína dietaria y la actividad física realizada en el tiempo libre, se asociaban positivamente con la masa muscular total. Como un objetivo específico se exploró la asociación del consumo diario por arriba de 0.8 g/kg de peso corporal (RDA) (FAO/OMS/ONU, 1985) y la masa muscular. La actividad física

realizada en tiempo libre se evaluó por cuestionarios y se reportó el número de horas realizadas en deportes, ejercicios y actividad física. En este estudio se concluyó que solo la ingestión de proteína dietaria mayor a 0.8 g/ kg de peso corporal/día estaba asociada positivamente con la masa muscular total, pero no la actividad física (Geirsdottir et al., 2013).

Calidad de la Proteína y Aminoácidos Específicos

Como se mencionó anteriormente, cuando el adulto mayor consume poca cantidad de proteína y/o baja concentración de aminoácidos se genera una resistencia al estímulo anabólico para llevar a cabo la síntesis proteica muscular. Este proceso se encuentra asociado a una alteración en la fosforilación de la vía de señalización de la diana de rapamicina en células mamíferos (mTOR), la cual es una proteína encargada de la regulación y control de la traducción de proteínas musculares (Breen & Phillips, 2011). Se ha observado que mediante el consumo de ciertos aminoácidos esenciales, se puede llegar a estimular la vía mTOR, mientras que los aminoácidos no esenciales no parecen proporcionar ningún beneficio adicional con respecto a la deposición de proteínas y el anabolismo proteico muscular.

Las nuevas investigaciones se están enfocando en la cantidad, calidad, y tiempo de comida para estimular la síntesis proteica de los adultos mayores (Deer & Volpi, 2015). Se ha observado que la ingestión de ciertos aminoácidos pueden modular e incrementar la síntesis de proteína muscular y disminuir la proteólisis (Dardevet et al., 2012). Algunos de estos componentes son los aminoácidos de cadena ramificada (BCAAs; Valina, leucina e isoleucina).

Aminoácidos de Cadena Ramificada y Leucina

Los BCAAs son el grupo de aminoácidos más estudiados en cuanto a su implicación en la salud humana (Fukagawa, 2013), son aminoácidos relativamente pequeños con cadenas laterales alifáticas, son hidrófobos y les permiten existir en posición de espiral dentro de las proteínas. Estas características les confiere la particularidad de ser aminoácidos predominantes en las proteínas estructurales tales como la miosina, fibrinógeno y la queratina; en factores de transcripción tales como las proteínas de cremallera de leucina; y en las proteínas globulares que requieren ser solubles en agua e hidrófobos tales como la hemoglobina y la mioglobina. Los BCAAs representan 0.20% de los aminoácidos en todas las proteínas y la leucina representa por sí sola el 0.8%. La leucina es un aminoácido crítico para mantener la salud del tejido muscular y el hígado. La ausencia de la capacidad del hígado para degradar los BCAAs induce que las proteínas provenientes de la alimentación, produzcan un enriquecimiento de BCAAs en plasma para ser transportado a los tejidos periféricos (Layman et al., 2015).

La leucina puede actuar sobre la vía mTOR, a través de la fosforilación de proteínas asociadas, lo cual da un estímulo directo sobre la traducción, iniciación y elongación. La habilidad de la leucina de estimular la síntesis proteica ha sido demostrada en estudios de suplementación y adición de aminoácidos esenciales en comidas balanceadas, dando lugar a una estimulación de la síntesis de proteína muscular (Layman et al., 2015).

Paddon-Jones et al (2006) reportó que la ingestión de aminoácidos esenciales con un contenido de 2.79 g de leucina, aumenta la captación de fenilalanina y la síntesis de proteínas musculares significativamente en los adultos mayores en comparación con la ingestión de la misma cantidad de un suplemento de proteína de suero de leche, que contenía sólo 1.75 g de leucina (Paddon-Jones et al., 2006). Basándose en estos hechos y estudios de adición de leucina a la alimentación, se ha observado que mediante el consumo de 30 g de proteína

de alta calidad se puede llegar a superar el umbral proteico y estimular la síntesis proteica en adultos mayores (Deer & Volpi, 2015).

Efecto Mediador del Consumo de Proteínas en la Funcionalidad, Independiente de la Ganancia de Masa Muscular

Con respecto al consumo de proteínas y su asociación con el desempeño físico (otro componente del síndrome de sarcopenia). Gregorio et al. (2014) evaluaron el efecto de la ingestión de proteínas dietarias sobre la composición corporal, el desempeño físico y la funcionalidad en una muestra de 387 mujeres postmenopáusicas (60 a 90 años de edad). Se midió la composición corporal, la fuerza de presión de la mano, el desempeño físico, antecedente de caídas y fracturas, así como la ingestión de proteínas dietarias. En este estudio el consumo de proteínas se dividió en dos grupos, por arriba y por debajo de 0.8 g/kg/día (RDA) (FAO/OMS/ONU, 1985) de proteína (Gregorio et al., 2014).

En el estudio de Gregorio et al. (2014), se encontró que las mujeres del grupo que consumió menor cantidad de proteína, tenían más grasa corporal que las que consumían la dieta alta en proteínas. Es importante mencionar que la funcionalidad de las extremidades inferiores del cuerpo se afectó en las mujeres que consumieron una dieta baja en proteína comparado con las de consumo por arriba de 0.8 g/kg/día. Por otro lado, no se encontró asociación entre la ingestión de proteínas dietarias con la masa muscular. Sin embargo, los sujetos que estaban en el grupo de consumo bajo de proteínas (<0.8 g) tuvieron mayor IMC y la relación grasa/músculo. Se ha reportado que los sujetos en dietas con cantidad adecuada de proteína, tienden a perder más grasa que masa muscular.

Imai et al (2014) investigaron la relación entre la ingestión de proteína dietaria y la posible disminución de la capacidad funcional, en los adultos mayores

residentes de una comunidad en Japón. El análisis incluyó a 1007 individuos con una edad promedio de 67.4 años que completaron encuestas de alimentos al inicio del estudio y siete años más tarde. Los participantes fueron divididos en cuatro grupos (cuartiles) de acuerdo a sus niveles de consumo de proteína animal y proteína vegetal total. Se incluyó diferentes medidas relacionadas con las actividades de la vida diaria. Después del análisis, se demostró que los hombres que estaban en el cuartil más alto de ingestión de proteínas de origen animal, tenían 39% menor probabilidad de sufrir un declive funcional, en comparación con el grupo del cuartil más bajo. Además, no se observó ninguna asociación consistente entre el consumo de proteína vegetal y futuro declive funcional, en uno u otro grupo de acuerdo al sexo (Imai et al., 2014).

La evidencia de la relación entre mayor cantidad de proteína y la funcionalidad ha empezado a emerger de algunos estudios clínicos aleatorizado en adultos con fragilidad y aparentemente saludables. Los cuales vienen a fortalecer la hipótesis causal entre el bajo consumo de proteínas y la pérdida de la funcionalidad. Como se citó anteriormente Tieland et al. (2012) en su estudio con 65 adultos mayores con fragilidad incrementó significativo la fuerza muscular y el desempeño físico al mejorar la habilidad de levantarse de la silla en el grupo suplementado comparado con el grupo control (Tieland et al., 2012). Recientemente, Alemán-Mateo et al.(2014), mostraron que la adición de 210 g de requesón (18 g de proteína) en los tres tiempos de comida mejora significativamente la masa muscular en las extremidades y los resultados de la prueba de balance, así mismo los sujetos suplementado atenuaron la pérdida de la fuerza muscular comparado con el grupo control.

A partir de los hallazgos mencionados, parece claro que la mejora en la funcionalidad puede ser debido a las mejoras en la masa muscular. Sin embargo, en la ausencia de la mejora en la cantidad de músculo, se ha postulado que esta suplementación podría mejorar la función neuromuscular, incrementando la calidad del mismo. De tal manera, que la ingestión de

proteínas dietarias podría ser un factor clave para modular la pérdida de la funcionalidad sin necesariamente haber un incremento de la masa muscular.

Estado del Conocimiento entre el Consumo Proteico y el Síndrome de la Sarcopenia

Actualmente, no hay estudios publicados que demuestren una asociación entre la ingestión de proteína dietaria con el síndrome de sarcopenia. El único estudio existente a nuestro conocimiento, muestra resultados contradictorios. Volpato et al. (2013), realizaron un estudio transversal con los participantes del estudio InChianti (n=730), en donde se exploró la asociación del síndrome de sarcopenia con diversos factores que pudieran contribuir con el síndrome (factores sociodemográficos, algunos parámetros químicos, la comorbilidad o conjunto de dos o más enfermedades, ingestión dietaria y nivel de actividad física, entre otros) se encontró una asociación positiva entre el síndrome de sarcopenia con niveles bajos de IGF-1 y testosterona. Así mismo, se observó que un alto nivel de educación se consideró como un factor protector contra el síndrome de sarcopenia.

Es importante mencionar que la dieta, particularmente el consumo de proteínas no se asoció con el síndrome. Los investigadores discuten que esta falta de asociación fue posiblemente debido al error en la codificación de los alimentos registrados en el cuestionario frecuencia del consumo de alimentos (Volpato et al., 2014).

Hasta el momento, hay poca información sobre la asociación entre la ingestión de proteínas dietarias con el síndrome de sarcopenia. Si bien, es claro que el consumo proteico influye positivamente en cada uno de los componentes de este síndrome, sería interesante conocer si este consumo se asocia con el síndrome de sarcopenia en adultos mayores de Hermosillo, Sonora. Esta

población se caracteriza por tener alta prevalencia de pérdida de masa muscular y una distribución no homogénea en el consumo de proteínas dietarias durante el día. Debido a lo anterior, el objetivo de este estudio es determinar la asociación entre el consumo de proteína total y por tiempo de comida (g) con el síndrome de sarcopenia.

HIPÓTESIS

1. Los adultos mayores que tengan un mayor consumo de proteína dietaria total (g) tendrán menor riesgo de presentar síndrome de sarcopenia, comparado con los que tienen un consumo menor de proteína.

2. Los adultos mayores que tengan una distribución homogénea en el consumo de proteína por tiempo de comida (g) tendrán menor riesgo de presentar síndrome de sarcopenia.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la asociación entre el consumo de proteína total y por tiempo de comida (g) con el síndrome de sarcopenia.

Objetivos Específicos

1. Evaluar la masa muscular de las extremidades por la Absorciometría Dual de Rayos X.
2. Evaluar la fuerza por dinamometría y el desempeño físico por medio de la serie corta de rendimiento físico.
3. Diagnosticar el síndrome de la sarcopenia.
4. Estimar el consumo de proteínas dietarias totales y por tiempo de comida mediante el recordatorio de 24 horas.

SUJETOS Y MÉTODOS

Diseño de Estudio

Se llevó a cabo un estudio piloto de diseño transversal para explorar la posible asociación entre el consumo de proteínas dietarias y la presencia del síndrome de la sarcopenia. Este estudio será dividido en dos fases.

Primera Fase

Se hizo la invitación al sujeto para asistir a las instalaciones del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., a partir de las 8 a.m., donde se le explicó a detalle la serie de mediciones que se iban a realizar como parte del protocolo de este estudio. Una vez concluida la fase introductoria y con la aprobación del participante, se le pidió firmar el formato de consentimiento informado.

A partir de esta primera fase, se recolectaron los datos que posteriormente se incluyeron como covariables dentro del análisis estadístico. Primeramente, se aplicó una encuesta para obtener datos sociodemográficos y el estado general de salud, así como preguntas relacionadas con el consumo de medicamentos y toxicomanías como el consumo de alcohol y tabaquismo. También se aplicó un examen para identificar problemas cognitivos (Mini Mental State Examination, MMSE, Icaza MC, 1999) y otro para identificar el grado de comorbilidad del participante (Índice de Charlson, 1987).

Posteriormente, se realizaron las mediciones antropométricas (peso, talla, circunferencia de cintura y circunferencia de cadera) y también se evaluaron las variables necesarias para el diagnóstico del síndrome de la sarcopenia. Como parte importante de Esta primera fase, se aplicó el primer recordatorio de 24 horas (R24H). Una vez obtenidos estos datos, los voluntarios pasaron a la segunda fase, la cual incluía visitas domiciliarias, por lo tanto cada participante fue agendado para la evaluación dietaria, dejando pasar un lapso de tres semanas entre cada uno de los dos recordatorios dietarios faltantes.

Segunda Fase

Como se mencionó anteriormente, se realizaron dos visitas domiciliarias para llevar a cabo la aplicación de los R24H faltantes. Se realizó una visita entre semana y otra de fin de semana con un espacio de 3 semanas entre cada visita.

Sujetos de Estudio

Este estudio piloto incluyó 104 sujetos, hombres y mujeres mayores de 60 años residentes de la zona urbana de Hermosillo, Sonora. El proceso del reclutamiento de la muestra consistió en un muestreo intencional no probabilístico. Se realizaron llamadas telefónicas de acuerdo a una base de adultos mayores que habían participado en estudios anteriores (no de intervención). También se visitaron centros de reunión y recreativos para adultos mayores, donde se les explicó el proyecto y se les hizo la invitación. Asimismo, se invitó a los participantes que consideraran a los familiares, conocidos y vecinos mayores de 60 años que pudieran participar en el presente estudio.

Criterios de Inclusión

Se incluyeron a sujetos mayores de 60 años, de ambos sexos, sin problemas cognitivos, que tenían la capacidad para caminar, sean aparentemente saludables y que fueran residentes de Hermosillo, Sonora. No obstante, también se incluyó a los participantes que tenían alguna enfermedad crónica controlada y que fueran asilados o en vida libre.

Criterios de Exclusión.

Los sujetos que por altura o peso salieran de las dimensiones de la mesa del aparato de absorciometría dual de rayos X (DXA), quienes estaban en tratamiento nutricional, aquellos con alguna condición donde se detectará una pérdida del 10% del peso total en los últimos 3 meses no fueron incluidos en el estudio. Los voluntarios con diagnóstico previo por auto-referencia de enfermedades crónicas no controladas (por ejemplo, insuficiencia cardíaca, insuficiencia renal, secuelas de accidentes vasculares cerebrales), quienes presentaran dificultad para entender las indicaciones y procedimientos del estudio también fueron excluidos del estudio, así como aquello que no completaron 2 o 3 R24H.

Mediciones Antropométricas

Peso Corporal (kg)

El peso corporal se midió con el sujeto de pie y sin zapatos y con el mínimo de ropa en una balanza digital HV-200KGL capacidad de 220kg (WHO, 1997).

Talla (m)

Se realizó la medición de talla de pie y se utilizó el estadiómetro SECA (20-205 cm \pm 5 mm; Hamburgo, Alemania). La medición se realizó sin objetos en la cabeza que dificultaran la medición. Se colocó al sujeto en posición de firmes con la espalda, pies y glúteos en contacto con el estadiómetro, con los talones juntos y puntas separadas. La cabeza se colocó de tal forma que visualizará una línea imaginaria entre el borde auditivo superior y el borde inferior de la órbita ocular (plano de Frankfort) (WHO, 1997).

IMC (kg/m²)

El índice de masa corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso (kg) sobre la talla al cuadrado (m²) (WHO, 1997).

Circunferencias (cm)

Se midió la circunferencia de cintura y cadera con el sujeto de pie, utilizando una cinta antropométrica de fibra de vidrio (Marca Mabis).

Cintura (cm). Se midió con el sujeto de pie, posicionando la cinta alrededor de la cintura directamente sobre la piel, justo en la parte de la cicatriz umbilical (WHO, 1997).

Cadera (cm). Se tomó midiendo la parte más prominente de los glúteos con el sujeto de pie y con las piernas juntas (WHO, 1997).

Evaluación Cognitiva

Para evaluar el estado cognitivo y asegurar que los sujetos cumplieran con las indicaciones de este protocolo, se aplicó la prueba Mini-Mental State Examination, modificado por Icaza (Icaza MC, 1999). La evaluación consistió de 6 preguntas donde se hicieron diversas pruebas, por ejemplo, se preguntó la fecha por día de la semana, mes, y año, entre otras. La escala suma un puntaje máximo de 19 puntos. Sí el participante sacaba una puntuación en la escala menor a 13 puntos, el voluntario fue clasificado con déficit cognitivo y no se incluyó en el estudio.

Comorbilidad

La comorbilidad es la existencia de una entidad clínica adicional y distinta que ocurre en un paciente durante el curso clínico de una enfermedad indexada bajo estudio. Para evaluar esta variable se utilizó la escala de Charlson, la cual consiste en 19 condiciones médicas catalogadas en cuatro grupos de acuerdo con el puntaje asignado a cada enfermedad (Charlson et al., 1987).

Independencia Física

La independencia física es la capacidad del sujeto para realizar las actividades de la vida diaria, la cual declina con la edad y varía de persona a persona. La independencia física se evaluó mediante las siguientes escalas.

Escala de Barthel. Este índice o escala se utiliza para evaluar las actividades básicas de la vida diaria. De manera general, este índice mide la evolución de sujetos con procesos neuromusculares y músculo esqueléticos e incluye diez áreas. Esta prueba se basa en la evaluación de tareas que son dependientes de las extremidades inferiores (Mahoney & Barthel, 1965). Se evalúa en una escala de 0 a 100 puntos. Independencia física: >60 puntos los sujetos.

Escala de Lawton y Brody. Esta escala evalúa las actividades instrumentales de la vida diaria y considera diferentes actividades del adulto mayor: capacidad de usar el teléfono, ir de compras, cocinar, cuidado de la casa, lavado de ropa, utilizar el transporte, manejo de medicamentos y finanzas por cuenta propia. Se medirá el desempeño en las actividades de cumplimiento habitual (Lawton & Brody, 1969). Se evalúa en una escala de 0 a 10 puntos. Independencia física: >8 puntos.

Mediciones Para el Diagnóstico del Síndrome de la Sarcopenia

Masa muscular en las extremidades (kg). El tejido magro y otros componentes de la composición corporal, se midieron a través del DXA (Hologic. DQR 4500. Waltham, MA). El equipo fue calibrado diariamente según las instrucciones del fabricante. El DXA utiliza una fuente de rayos X de potencial constante y un filtro K-edge para generar un par de haces de rayos X con diferentes niveles de energía (38 y 70keV). El DXA es uno de los pocos métodos de imagen que permite cuantificar de manera precisa el tejido magro libre de hueso en

extremidades (Kim et al., 2002). Este componente incluye el músculo y otros tejidos como piel, tendones y tejido conectivo, pero el músculo constituye la fracción más grande. Dado que una gran proporción del músculo esquelético corporal total (alrededor de un 75%) se encuentra en las extremidades (Chen et al., 2007). Se ha demostrado que la cuantificación de este compartimento permite hacer una predicción precisa del músculo esquelético total (Kim et al., 2002).

Los sujetos se midieron usando una bata especial y sin portar objetos metálicos (reloj, cinturón y aretes, entre otros). Para proceder a la medición se colocó a la persona en posición decúbito dorsal sobre la plataforma de exploración del DXA, pidiéndole evitar cualquier movimiento hasta el final de la prueba. En promedio, la duración de la medición es de aproximadamente 6 minutos. Previo a cada medición, el aparato se calibró durante 5 a 10 minutos con un bloque de calibración estándar (fantom de columna). La masa muscular en las extremidades (MME) en kilogramos, se determinó al ajustar las líneas de corte que brinda el software sobre la imagen del cuerpo escaneado, al separar anatómicamente los brazos del pecho, las piernas del tronco y la pelvis del tronco de acuerdo a la metodología de Heymsfield et al., (1990). La MME se estimó a partir de la suma del tejido blando libre de grasa (sin incluir hueso) de los brazos y las piernas (Heymsfield et al., 1990).

Fuerza de prensión muscular (kg). Se midió utilizando el dinamómetro manual Takei Smedley (Takei Scientific Instruments Co., LTD, Niigata, Japón). La prueba se realizó con el sujeto sentado en una silla y recargando su brazo en una superficie plana, de tal manera que sólo se obtenga la fuerza muscular que ejerza el brazo, aislando otros grupos musculares que interfieran en la medición. Se supervisó que el participante estuviera en la posición correcta y se le indicó que apretará el dinamómetro con esfuerzo máximo, 3 veces por cada mano alternando la acción entre la mano derecha e izquierda por empuñadura. Se tomó el valor de la medición más alta.

Serie Corta del Desempeño Físico (SPPB). Es una escala que evalúa el equilibrio, la marcha, la fuerza y la resistencia mediante una serie de pruebas. Equilibrio: consiste en medir la capacidad de una persona de mantenerse de pie en diferentes posturas. Marcha: se midió con un cronómetro el tiempo que la persona tardó en recorrer una distancia de 4 metros. Fuerza y resistencia: el tiempo que tardó en levantarse de una silla y volver a sentarse 5 veces seguidas sin utilizar ningún apoyo (Jentoft et al., 2010).

Más adelante se explicarán los criterios utilizados para diagnosticar si un sujeto tiene alteración en las mediciones descritas anteriormente, en el apartado de definición de variable respuesta.

Estudio Dietario

Recordatorio de 24 horas

El estudio dietario se llevó a cabo por medio del recordatorio R24H, el cual se aplicó tres veces de manera no consecutiva, dos R24H fueron aplicados entre semana y otro de fin de semana. Se pidió la presencia de algún integrante de la familia para corroborar la información. El registro consistió en hacer recordar al sujeto cuales fueron los alimentos consumidos durante las últimas 24 horas a partir del momento de la entrevista y se consideraron las comidas, botanas y refrigerios entre las comidas. Después se pidió recordar las cantidades consumidas (g o mL) con la mayor precisión posible, apoyándose de fotografías de alimentos, modelos de cartón, modelos de plástico, así como utensilios de cocina comunes.

Para el análisis de la información se codificó cada ingrediente consumido de acuerdo a la base de datos que contiene el diccionario de alimentos (Ortega et

al., 1999). Se determinó la ingestión de proteína total y por tiempo de comida mediante la metodología descrita por el cuaderno N°1 de Ortega et al (1999). Una vez obtenido el total de gramos por consumo calórico y proteína, se realizó un análisis exploratorio para obtener datos extremos de consumo o valores atípicos. Se modificaron las claves y códigos mal capturados a partir de los R24H en físico. Se realizaron 3 chequeos de la base de consumo total, todos con 3 R24H. El primero con 40 sujetos, el segundo con 80 y el tercero con 98. Una vez teniendo la estimación del CCT y proteína por sujeto, se procedió a identificar cuanto porcentaje de lo que consumieron es adecuado de acuerdo a su requerimiento de energía (basado en el resultado de gasto energético total estimado, que se obtuvo por una ecuación, la cual será descrita más adelante) y para el consumo de proteína se utilizó la recomendación 0.8 kg/día (FAO/OMS/ONU.,1986).

Definición de la Variable de Respuesta

Síndrome de Sarcopenia

Para el diagnóstico del síndrome de sarcopenia se utilizó el siguiente criterio propuesto por EWGSOP (2010): Un sujeto tendrá síndrome de sarcopenia si tiene baja masa muscular y alteración de la fuerza o el desempeño físico

Baja masa muscular. Se definió como un índice de masa muscular de las extremidades (IMME) de acuerdo a los puntos de corte publicados anteriormente basado en -2 desviaciones estándar del promedio de MME de adultos jóvenes (18-40 años) de la región. De tal manera que un adulto mayor tendrá baja masa muscular en las extremidades cuando tenga un IMME $<5.86 \text{ kg/m}^2$ para hombres y $<4.72 \text{ kg/m}^2$ para mujeres (Alemán & Ruiz, 2014).

Baja fuerza muscular. La fuerza es la capacidad del músculo para superar resistencias, lo que permite desplazar objetos pesados o vencer otros obstáculos, mediante la contracción muscular. De acuerdo a la metodología de Fried et al (2001) se obtuvieron los puntos de corte a partir de datos de fuerza muscular e IMC de una muestra de 224 adultos mayores de Hermosillo, Sonora los cuales fueron estratificados en cuartiles (Fried et al., 2001). En la Tabla 2 se observan los puntos de corte basados en el IMC y fuerza de prensión de acuerdo a los percentiles 25, 50, 75, 90.

Bajo desempeño físico. La SPPB fue propuesta por el EWGSOP para definir bajo desempeño físico; sin embargo tiene sus desventajas. En el 2000 Guralnik et., al. Observaron que la velocidad de la marcha por sí sola, es más sensible para detectar discapacidad física que la SPPB (Guralnik et al., 2000). Asimismo, en un estudio reciente realizado en Taiwan, se buscaron factores que podrían ser asociarse con los estadios de sarcopenia (presarcopenia, sarcopenia y sarcopenia severa). Entre esos factores se encontraban las pruebas de desempeño físico como la SPPB, velocidad de la marcha y fuerza de agarre. Se encontró que la fuerza de agarre y velocidad de la marcha fueron mejores predictores de la función muscular y desempeño físico respecto a los estadios de sarcopenia, pero la SPPB no fue consistente (Wu et al., 2014).

Por otra parte, la velocidad de la marcha se divide entre los metros recorridos y el tiempo total, obteniendo la variable continua que comprende la unidad (m/s), lo cual representa una ventaja sobre cualquier test de desempeño físico que implique un puntaje como es la SPPB. En otras palabras, por la naturaleza de la variable se pueden crear puntos de corte propios de la población de estudio para esta variable. Como se mencionó anteriormente, para un diagnóstico confiable del SS, es importante tener puntos de corte basados en la población de referencia. Bajo ese fundamento, se consideró sólo este ítem (velocidad de la marcha) de la SPPB para determinar bajo desempeño físico.

Se definió como bajo desempeño físico cuando el participante presentó una velocidad de la marcha (m/s) por debajo del percentil 20. Los puntos de corte

se obtuvieron a partir de datos de velocidad de la marcha y talla de una muestra de 178 adultos mayores de Hermosillo, Sonora (Friend et al., 2001). Los puntos de corte obtenidos en este estudio se muestran en el Tabla 2.

Tabla 2. Puntos de corte para cada componente del síndrome de sarcopenia (muestra de población de referencia: Hermosillo, Sonora).

	<i>Masa muscular Basado en población joven (18-40 años) n=216</i>	<i>Fuerza estratificada por IMC Basado en un población de adultos (≥60 años) n=224</i>	<i>Desempeño físico estratificado por talla Basado en un población de adultos (≥60 años) n=178</i>
Hombres	IMME Baja MME <5.86kg/m ²	IMC Fuerza de prensión IMC ≤24.3 ≤26.0kg IMC 24.4- 25.6 <30.5kg IMC 25.7-27.0 <34.0kg IMC >27.1 >39.5kg	Talla VM p20 Baja ≤1.68 < 0.76 m/s Alta >1.69 < 0.72 m/s
Mujeres	IMME Baja MME <4.72kg/m ²	IMC Fuerza de prensión IMC ≤ 24.4 ≤15.3kg IMC 24.5-27.1 <18.0kg IMC 27.2-29.2 <20.5kg IMC >29.3 >22.7kg	Talla VM p20 Baja ≤1.55 < 0.66 m/s Alta >1.56 < 0.67 m/s

Abreviaturas: IMME; índice de masa muscular de las extremidades, MME: masa muscular de las extremidades, IMC: índice de masa corporal, V.M: velocidad de la marcha

Dada la controversia y la importancia de utilizar los puntos de corte desarrollados en la población de estudio. Para fines comparativos y de diagnóstico, en el presente estudio también se exploró la prevalencia del SS utilizando los puntos de corte sugeridos originalmente por el EWGSOP basados en población caucásica.

Definición de las Variables de Exposición

1. Consumo de proteína total diario: g/día
2. Gramos de proteína en los 3 tiempos de comida

Variables Confusoras

Este estudio explora la asociación entre la ingestión de proteínas dietarias con el síndrome de sarcopenia. Esta asociación puede verse afectada por algunas variables, principalmente aquellas que tienen una relación directa sobre la masa muscular.

Edad

En diversos estudios se ha reportado un efecto de la edad sobre los cambios en la composición corporal incluyendo la masa muscular (Gallagher et al., 1997; Rosemberg, 1989; Janssen et al., 2000). Para el análisis estadístico, la edad de los sujetos se incluyó como variable continua expresada en años cumplidos, la cual se determinó al preguntar la fecha de nacimiento.

Sexo

Existe evidencia del efecto biológico del sexo sobre varias variables de composición corporal (Gallagher et al., 1997; Janssen et al., 2002). Para el análisis estadístico se codificó como variable categórica en donde 0 es para el sexo femenino y el 1 para el sexo masculino.

Estado Socioeconómico

Para la categorización del nivel socioeconómico se llevó a cabo una distribución percentilar del ingreso familiar al mes obtenido a partir del autoreporte, Se estratificó de acuerdo al percentil 25, 50 y 75 de acuerdo a la metodología de Huesca et al., (2003). De tal manera un nivel bajo ≤ 8000 pesos, nivel medio $\geq 8000 < 15750$ pesos, nivel alto $\geq 15,750$ pesos. Para el análisis se codificó como nivel bajo =1, medio =2 y alto =3.

Escolaridad

La escolaridad fue categorizada por 3 niveles. Se consideró escolaridad baja cuando el sujetos cursaron tenía hasta la primaria o secundaria, grado medio quienes cursaron preparatoria o estudio técnico, y alto universidad o posgrado. Para el análisis se codificó como escolaridad baja =1, grado medio =2 y alto =3.

Toxicomanías

Tabaquismo. El tabaquismo es un factor de riesgo para la pérdida de la masa muscular o sarcopenia en el adulto mayor (Rom et al., 2012; Steffl et al., 2015).

El consumo de tabaco se definió como respuesta afirmativa a si fuma actualmente y el número de cigarros al día, también se preguntó si fumó en el pasado. La presencia de tabaquismo se definió mediante la pregunta ¿ha fumado más de 100 cigarros en la vida? (Schoenborn & Adams, 2010). Las respuestas se agruparon en tres categorías: fumadores actuales, ex fumadores y no fumadores. Quienes reportaron fumar al menos 100 cigarrillos en su vida y que fumaban actualmente se definieron como fumadores actuales. Los participantes que reportaron fumar menos de 100 cigarrillos en su vida y actualmente no fuman en absoluto se definieron como ex fumador. Los participantes que reportaron nunca haber fumado 100 cigarrillos se definieron como no fumadores.

Consumo de alcohol. En adultos mayores se ha reportado que el consumo de alcohol puede asociarse a una pérdida de masa muscular (Vargas & Lang, 2008). En este estudio el consumo de alcohol se obtuvo en base a las primeras 2 preguntas del cuestionario AUDIT desarrollado por la OMS. Las preguntas se basan en la frecuencia del consumo de bebidas alcohólicas: veces al día, veces por semana, veces por mes. El consumo de alcohol se obtuvo preguntando el número de bebidas alcohólicas que se consume en un día típico y la cantidad de bebidas a la semana de acuerdo a ello, se obtuvieron los gramos de alcohol consumidos por semana (Babor et al., 1989)

Actividad Física

El nivel de actividad física (NAF), es un múltiplo que explica cuántas veces se eleva el gasto energético por arriba del metabolismo en reposo, representando así la energía gastada por la actividad física. El NAF se calculó a partir de la relación entre el gasto energético total y la tasa metabólica en reposo. Para este estudio el gasto energético en reposo y total se calculó mediante la ecuación reportada por Alemán et al., (2006) mostrada en la Tabla 3.

Tabla 3. Ecuaciones para estimar el gasto energético basadas en población de Chile, Cuba y México.

$$1) \text{ TMR} = 394.1 + (13.64 \times \text{peso}) + (107.7 \times \text{sexo})$$

$$2) \text{ GET} = 815.5 + (19.015 \times \text{peso}) + (293.5 \times \text{sexo})$$

Donde: TMR; Tasa metabólica en reposo, GET; Gasto energético total, peso (kg), sexo (masculino= 1, femenino=0).

Dependencia Física

Se valoró mediante las escalas descritas previamente (Barthel y Lawton & Brody), se definió como dependencia física cuando los sujetos tenían un puntaje bajo en las dos escalas de funcionalidad aplicadas.

Consumo Calórico Total (CCT)

Se reconoce que existe una relación directa entre el consumo calórico y el consumo proteico. El control de los factores de confusión para el consumo calórico total, es una de las preocupaciones principales al momento de evaluar el efecto de un nutriente específico (Willett, 1997). Debido a su efecto confusor dentro de la hipótesis de este estudio, el consumo calórico total se tomó como covariable, el cual fue estimado a partir del análisis de los R24H.

Comorbilidad

Se consideró el efecto confusor de la enfermedad sobre la variable de respuesta. Para ello, se evaluó la presencia de comorbilidad mediante la escala

de Charlson, la cual otorga diferente puntaje de acuerdo al riesgo de mortalidad según la severidad de las comorbilidades. En general, se considera ausencia de comorbilidad: 0-1 puntos, comorbilidad baja: 2 puntos y alta > 3 puntos. Para corroborar la información se les dieron instrucciones previas a los participantes para que el día de la medición llevaran los análisis clínicos relacionados con su diagnóstico más reciente y/o el nombre y dosis de los medicamentos que consumían como parte del tratamiento para la enfermedad de base auto referido.

Medicamentos Anti-hipertensivos

Existe una asociación de algunos fármacos anti hipertensivos con la protección del tejido muscular particularmente los inhibidores de la enzima angiotensina (IECAS) los cuales han mostrado tener un efecto protector sobre la masa muscular. En un estudio realizado por Di Bari et al. (2004) se observó que los adultos mayores que usaban IECAS tenían mayor masa muscular en las extremidades, por lo que se concluyó que estos agentes antihipertensivos pueden preservar la masa muscular en los adultos mayores (Di Bari et al., 2004). Se codificó en 0 =no consume medicamento y 1= consume medicamento.

Análisis Estadístico

Se llevó a cabo un análisis estadístico para fines descriptivos, las características generales de la población estudiada fueron comparadas de acuerdo a sexo, mediante una prueba de Chi cuadrada y t student para las

variables categóricas y continuas, respectivamente. A una significancia ($p \leq 0.05$).

Se realizó un análisis univariado a una $p \leq 0.2$ e identificar las covariables que se incluirían en la regresión. Primero, se llevó a cabo el análisis de regresión lineal simple para identificar la asociación entre el consumo de proteína con los componentes del SS (variables continuas) donde se obtuvieron los β a un nivel α de 0.5. Se utilizó la regresión logística simple para la búsqueda de la asociación del consumo de proteína total y por tiempo de comida con los componentes del SS (categóricas) y el SS. Se obtuvo la razón de momio (RM) sin ajuste y su intervalo de confianza (IC) al 95%. Para la obtención del modelo, se utilizó la técnica automatizada Stepwise la cual incluyó las variables aceptadas bajo el criterio de inclusión ($p \leq 0.05$).

En resultados sólo se presentará el modelo que fue significativo ($p \leq 0.05$). Todos los análisis se realizaron utilizando STATA 12.0 para Windows (StataCorp, College Station).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se consideró una muestra de 104 participantes mayores de 60 años, residentes de diversa colonias de Hermosillo, Sonora. Después de aplicar los criterios de exclusión, la muestra final fue de 98 participantes con un promedio de edad de 71 años, rango (60-87 años), el 56% fueron mujeres y el resto hombres. Las características generales de la muestra estudiada se presentan en la Tabla 4. Se puede observar que los hombres tuvieron valores más altos de talla y peso, comparado con las mujeres; sin embargo, no hubo diferencias entre IMC, cintura y cadera. Respecto a la composición corporal, los hombres también mostraron valores más altos para todos los componentes evaluados a excepción de la grasa corporal total la cual fue mayor en las mujeres ($p \leq 0.05$).

Respecto al estado de salud, el 38% de la muestra presentó comorbilidad y entre las enfermedades más reportadas se encuentra la hipertensión que tuvo una prevalencia de 33%, seguida de osteoporosis y/u osteopenia (16%) la cual sólo se presentó en el sexo femenino y por último, 12.7% de los participantes refirieron padecer diabetes mellitus. El medicamento de mayor consumo en esta muestra fueron los IECAS con un 17.6%. De acuerdo a los puntajes mostrados en las escalas de independencia física (Barthel y Lowton & Brody) la muestra en general fue considerada como funcional e independiente. Respecto al número de consumidores actuales de tabaco, fueron más hombres que mujeres ($p=0.005$). Asimismo, se observó mayor consumo de g. de alcohol por semana en hombres. Respecto al nivel socioeconómico, determinado por el autoreporte del ingreso familiar al mes, se encontró que alrededor del 50% de la muestra tenía un nivel socioeconómico bajo, así como un nivel educativo bajo (40%).

Tabla 4. Características de la población de acuerdo al sexo[¥]

Variable	Mujeres (54)	Hombres (43)	Total (97)	p
Edad (años)	69.5 ± 5.94	72.6 ± 6.62	70.5 ± 0.64	0.01*
Peso (kg)	67.7 ± 11.0	77.0 ± 11.9	71.8 ± 12.4	0.00*
Talla (m)	1.55 ± 0.06	1.67 ± 0.06	1.60 ± 0.8	0.00*
IMC (kg/m ²)	28.0 ± 4.85	27.2 ± 3.32	28.07 ± 4	0.37
Cintura (cm)	94.91 ± 11.3	98.84 ± 10.6	96.6 ± 11	0.08
Cadera (cm)	103.4 ± 9.45	100.6 ± 6.15	102 ± 8.2	0.09
Velocidad de la marcha (m/s)	0.95 ± 0.20	0.95 ± 0.21	0.95 ± 0.2	0.95
Fuerza de prensión (kg)	19.5 ± 3.81	33.2 ± 7.37	25.5 ± 8.7	0.00*
SPPB (0-12 puntos)	8.5 ± 1.5	8.42 ± 1.46	8.4 ± 1.4	0.40
MME (kg)	13.0 ± 1.86	18.9 ± 2.83	15.6 ± 3.7	0.00*
IMME (kg/m ²)	5.37 ± 0.68	6.71 ± 0.72	5.9 ± 0.95	0.00*
MCLG (kg)	37 ± 4.8	50.5 ± 6.9	43.0 ± 8.9	0.00*
MGT (kg)	29.5 ± 7.87	24.9 ± 6.23	27.5 ± 7.5	0.00*
CMO (kg)	1.71 ± 0.29	2.40 ± 0.3	2.01 ± 0.4	0.00*
GET, estimado (kcal)	2102.8 ± 224.3	2574.7 ± 226.9	2301 ± 325.1	0.00*
NAF	1.59 ± 0.02	1.66 ± 0.26	1.62 ± 0.3	0.0*
Nivel educativo				0.03*
Nivel 1 (%)	26 (48)	16 (37.2)	42 (42)	
Nivel 2 (%)	14 (25)	21 (48.8)	35 (35)	
Nivel 3 (%)	16 (29)	6 (13.9)	22 (21)	
Nivel socioeconómico				0.01*
Bajo (%)	33 (61)	14 (32.55)	47 (49)	
Medio (%)	10 (18)	17 (39.5)	27 (27)	
Alto (%)	12 (22)	12 (11.7)	24 (23)	
Vivir solo (%)	8 (7.8)	5 (4.9)	13 (12.7)	0.67
Trabaja (%)	12 (14)	17 (16.6)	29 (29.0)	0.05*
Comorbilidad				
Hipertensión (%)	26 (25.4)	13 (12.7)	39 (38.2)	0.08
Diabetes Mellitus (%)	13 (12.7)	21 (20.5)	34 (33.3)	0.00*
Osteoporosis/osteopenia (%)	7 (6.8)	6 (5.8)	13 (12.7)	0.85
EPOC (%)	17 (16.6)	0	17 (16.6)	0.00*
Enfermedad digestiva	3 (2.9)	2 (1.9)	5 (4.9)	0.80
Medicamentos	8 (7.8)	2 (1.9)	10 (9.8)	0.10
IECAS (%)	7 (6.8)	11 (11.2)	18 (17.6)	0.13
ARA (%)	6 (5.8)	8 (7.8)	14 (13.8)	0.28
Tabaquismo (%)	9 (9.18)	22 (21.5)	31 (30.3)	0.00*
Alcohol (g/semana)	6.63 ± 13.87	33.69 ± 40.61	18.5 ± 3.19	0.00*
Independencia Física				0.11
Lawton y Brody (0-8 puntos)	7.96 ± 0.18	7.97 ± 0.19	7.96 ± 0.19	
Barthel (0-100 puntos)	98.4 ± 2.65	99.18 ± 3.95	99.2 ± 3.8	

Abreviaturas: IMC: Índice de masa corporal, TMB: Tasa metabólica basal, GET: Gasto energético total, NAF: nivel de actividad física, MME: Masa muscular de las extremidades, IMME: Índice de masa muscular de las extremidades, MCLG: Masa corporal libre de grasa, MGT: Masa grasa total, CMO: Contenido mineral óseo. EPOC: Enfermedad obstructiva crónica, Enfermedades digestivas: gastritis, reflujo esofágico, acalasia, enfermedad inflamatoria intestinal IECAS, ARA. Valor de p a partir de una prueba t para dos muestras independientes o de una prueba de chi² dependiendo del tipo de variable. *p≤0.05. ¥ Variables continuas (Media ± DE) y categóricas (porcentaje).

Como se mencionó anteriormente el SS está compuesto por la presencia de baja masa muscular, baja fuerza y bajo desempeño físico. A continuación se describen los resultados encontrados en cada uno de los componentes

Masa Muscular de las Extremidades

Existe un efecto del sexo sobre la masa muscular de las extremidades, los hombres tuvieron en promedio 6 kg más de masa muscular que las mujeres ($p \leq 0.05$) (Tabla 4). El promedio de MME para la muestra total fue de 15.6 ± 3.7 kg, este dato fue menor al reportado en diferentes estudios realizados en muestras de la misma población, los cuales permanecieron en un rango de 17.5-18.5 kg (Alemán et al., 2011; Alemán-Mateo et al., 2014; Ruiz Valenzuela et al., 2013; Teros et al., 2014). Es importante tener en cuenta que la masa muscular depende en gran medida del peso corporal y el peso entre las tres muestras de hombres y mujeres citados anteriormente (70-72 kg), es muy similar al peso encontrado en este estudio (71.8 kg). Suponemos que esta diferencias de masa muscular en las extremidades son debidas al equipo y software DXA utilizados. En los tres trabajos publicados la MME se midió por el equipo GE Lunar DPX-MD + (Lunar Radiation, Madison, WI, USA) y en esta muestra la MME se midió por DXA Hologic. QDR 4500. Waltham, MA.

De acuerdo a la literatura, existen diferencias en los resultados de la evaluación de la composición corporal de acuerdo al sistema o características del DXA utilizado (Shepherd et al., 2012). Soriano et al. (2004), compararon el DXA Hologic 4500 y el GE Healthcare Lunar Prodigy, donde evaluaron a 78 adultos mayores y encontraron que el Lunar Prodigy mostró mayor porcentaje de grasa y densidad mineral ósea (4% y 3% respectivamente) comparado con el Hologic 4500 (Soriano et al., 2004). Por otra parte, en un estudio realizado sólo

personas diabéticas evaluadas por el DXA Hologic QDR-200 y DXA Lunar DPX. Se encontró que al utilizar el Hologic QDR- 200 comparado con el Lunar, el % de grasa tiene un incremento del 10% y existe una disminución del 6% de acuerdo a la masa muscular (lean soft tissue) y la densidad mineral ósea (Kistorp & Svendsen, 1997).

Respecto al componente de baja masa muscular, ya previamente definido se encontró una prevalencia promedio de baja masa muscular del 17.5% (Figura 3). La cual fue un poco más baja a la reportada por Alemán et al., 2011 de 23%; sin embargo, este dato fue basado en el criterio de residuales de Newman (Masa muscular de las extremidades ajustada por peso y talla, punto de corte por debajo del percentil 20 de la distribución para los residuales de la regresión lineal), el cual es otro criterio para definir baja masa muscular (Alemán et al., 2011; Newman et al., 2003). Según las prevalencias reportadas internacionalmente, una revisión sistemática de 18 estudios basados en la MME para definir baja masa muscular de diferentes poblaciones, se encontró rangos que iban desde 0% a 53% para mujeres y 0% a 35% para hombres (Francia, Japón, China, Corea, Brasil, Estados Unidos, Dinamarca). Estos resultados fueron atribuidos a las características raciales, niveles de actividad física, aspectos culturales, régimen dietario y calidad de vida de diferentes ciudades, entre otros (Pagotto & Silveira, 2014).

Figura 3. Prevalencia de la alteración de los componentes individuales del síndrome de sarcopenia en 97 adultos mayores de Hermosillo, Sonora.

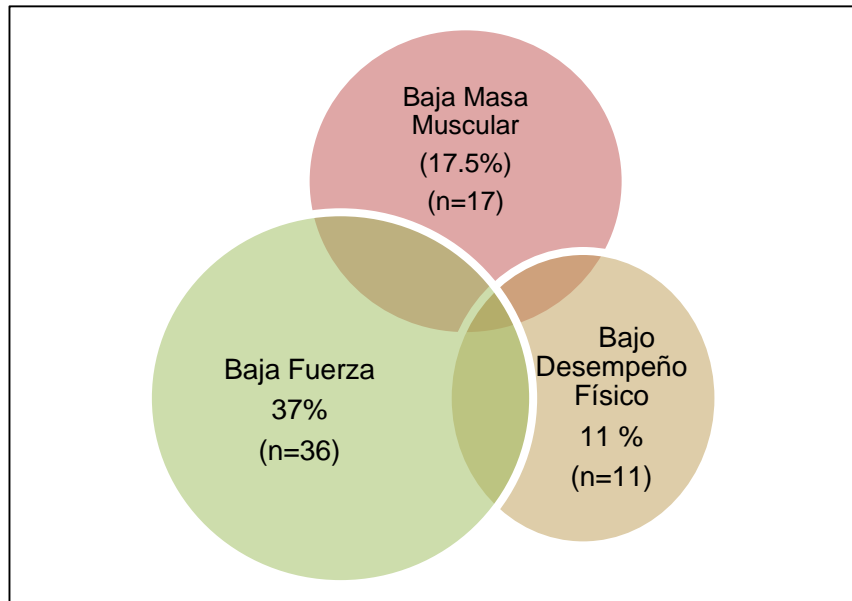


Figura 3. Se muestra esquemáticamente las prevalencias (%) de los componentes del síndrome de sarcopenia. La pérdida de fuerza fue predominante en esta muestra (35.3%).

Fuerza de Prensión

El promedio de la fuerza de prensión fue de 25.5 ± 8.7 kg, el cual fue similar a un estudio realizado por Alemán et al. (2014), donde reportan un promedio de 24.1 ± 9.1 kg, basado en la medición basal de un estudio de intervención con 98 adultos mayores de Hermosillo, Sonora (Alemán-Mateo et al., 2014). Si bien, otras poblaciones reportan rangos más altos de fuerza muscular (rango 27.5-33.8kg) (Liu et al., 2014; Patel et al., 2013; Tanimoto et al., 2013; Wu et al., 2014). Por otra parte, la fuerza de prensión fue mayor en hombres que en mujeres (33.2 ± 7.3 vs 19.5 ± 3.81). Lo cual coincide con un meta análisis que

examina el efecto de la edad y sexo con el desempeño físico, este apartado refiere 5 estudios (n=14,213 participantes) de los cuales se concluye que en promedio los hombres tienen 12.6 kg de fuerza más que las mujeres, después de ajustar por la talla y edad. Estas diferencias son explicadas por la composición corporal, por ejemplo los hombres tienden a tener más masa muscular en las extremidades superiores que las mujeres (Cooper et al., 2011).

Se definió baja fuerza por debajo del percentil 20 de la distribución de la muestra total, ajustada por sexo e IMC (Fried et al., 2001) tabla 2. El 37% de la muestra total presentó baja fuerza muscular, cabe resaltar que fue más prevalente en comparación con los otros componentes del SS (Figura 3). Lo cual coincide con un estudio realizado en Taiwan (31.9%) donde también la pérdida de fuerza es más prevalente a los otros componentes del síndrome (Yamada et al., 2013). Se ha observado que la fuerza declina más rápido que la masa muscular y que la masa muscular no explica completamente la variabilidad de la fuerza (Goodpaster et al., 2006). Este dato es relevante debido a que estudios longitudinales han mostrado que la disminución de este componente es un fuerte predictor de discapacidad y mortalidad en los adultos mayores (Giampaoli S., 1999, Rantanen et al., 2003).

En este estudio se exploró la correlación entre la masa muscular de los brazos (kg) y la fuerza (kg), se encontró una $r^2=0.68$ ($p<0.0001$). Así como la masa muscular de las extremidades (brazos y piernas) con la fuerza $r^2=0.61$ ($p<0.0001$).

Desempeño Físico

Con respecto al otro componente para el diagnóstico del SS. Se encontró el promedio de la velocidad de la marcha fue de 0.9 ± 0.2 m/s y no hubo diferencias por sexo. Este valor fue más alto al reportado en una muestra del

centro de México de 0.74 ± 0.3 m/s pero similar a 0.87 ± 0.2 m/s basado en una muestra brasileña del mismo estudio (Lourenço et al., 2015). Por otra parte, fue mucho menor comparado con una población caucásica, de 1.07 ± 0.2 m/s (Volpato et al., 2014). Estas inconsistencias pueden ser explicadas por las características antropométricas de cada muestra, se conoce que la velocidad de la marcha depende del sexo y la talla principalmente (Bohannon, 1997; Hollman et al., 2011).

La velocidad de la marcha se calculó de acuerdo a la distancia recorrida por el sujeto (cm) dividida por el tiempo recorrido (s). Se examinó la distribución de la VM estratificada el promedio de la talla y sexo (Tabla 2). Los participantes con una VM por debajo del percentil 20 específico para su talla y sexo fueron considerados con baja velocidad de la marcha o bajo rendimiento físico. En este estudio se exploró la correlación entre la masa muscular de las extremidades con la velocidad de la marcha, se encontró una $r^2=0.003$ ($p=0.85$).

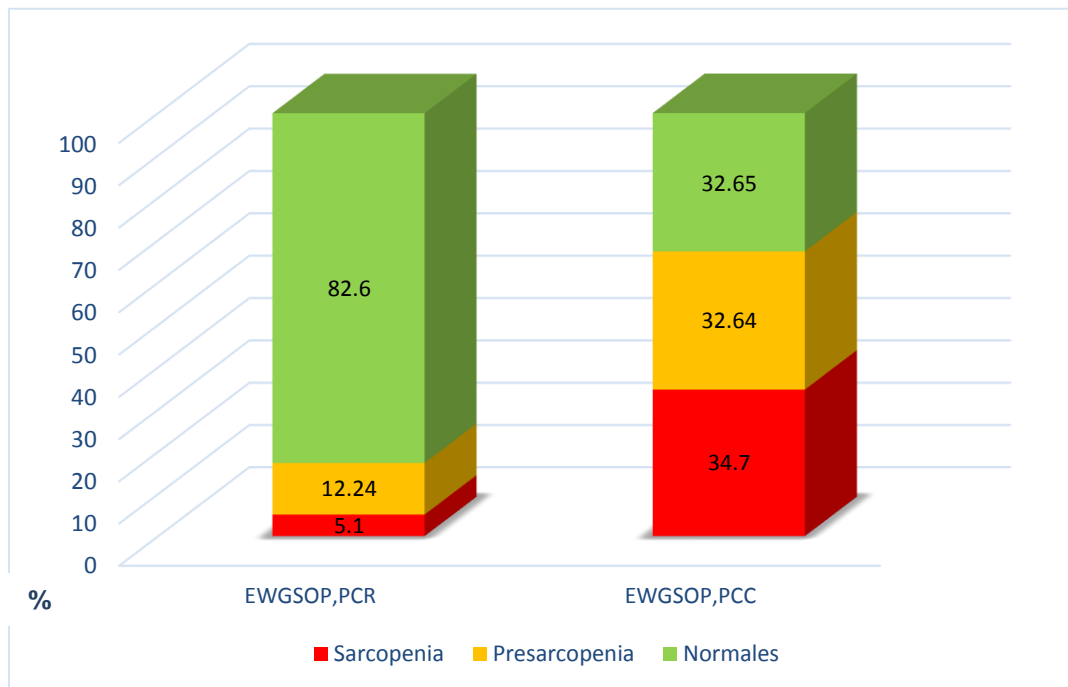
Prevalencia del Síndrome de Sarcopenia, Utilizando los Puntos de Corte Regionales

Al utilizar los puntos de corte regionales se encontró una prevalencia de SS del 5.1% (Figura 4) de la cual 3 participantes fueron mujeres y el resto hombres. Esta prevalencia es baja, comparada con la reportada por Velázquez et al., (2015) de 14.6% de acuerdo a una muestra de 137 mujeres (≥ 60 años) del centro de México. Cabe señalar que en el estudio de Velázquez et al (2015) se utilizaron los puntos de corte sugeridos por el EWGSOP basados en población caucásica para definir SS. En cuanto a la masa muscular de las extremidades, ambas muestras presentaron MME similares (13.0 kg y 13.8kg en mujeres). Probablemente, al crear y utilizar puntos de corte específicos para la población mujeres del centro del país, la prevalencia del SS pudiera verse disminuida.

A la fecha son pocos los estudios en los cuales se han utilizado los puntos de corte propios de la población para definir SS. Un estudio realizado en Japón a partir de una muestra representativa (2867 adultos \geq años), se generaron puntos de corte para baja fuerza y bajo desempeño físico. Y para la definición de baja MME se basaron en puntos de corte publicados específicos para esa población. Entre los resultados encontraron una variación de 3.9% a 7.9% en la prevalencia de SS (Wu et al., 2014).

Otros estudios han reportado prevalencias que entran en un amplio rango para el SS de 0.9%-22.1% según la definición del EWGSOP pero con puntos de corte de otras poblaciones y métodos para la medición de la masa muscular (Abellan van Kan et al., 2013; Patel et al., 2013; Patil et al., 2013; Velazquez-Alva et al., 2015; C. H. Wu et al., 2014; I.-C. Wu et al., 2014; Yamada et al., 2013; Yoshida et al., 2014). Lo cual es un reflejo de la falta de un criterio universal para los puntos de corte de los componentes del síndrome. Dado estos resultados, en el presente estudio también se exploró la prevalencia del SS utilizando los puntos de corte sugeridos originalmente por el EWGSOP basados en población caucásica, lo cual se discute más adelante.

Figura 4. Prevalencias de SS de acuerdo a diferentes puntos de corte (sugeridos por el EWGSOP y específicos a partir de la población de estudio) n=97.



Abreviaturas: EWGSOP (Grupo de trabajo europeo para la sarcopenia), PCR: Prevalencia con puntos de corte regionales (Hermosillo, Sonora) PCC: prevalencia con puntos de corte de población caucásica.

Se sabe que el SS tiene una asociación positiva con la edad, el 90% de la prevalencia de SS (5.1%, definida por nuestros puntos de corte) fueron sujetos mayores de 80 años. Varios estudios han comprobado esta asociación, con un aumento de hasta 30% en la prevalencia de SS después de los 80 años de

edad (Volpato et al., 2014; Yamada et al., 2013; Yoshida et al., 2014). Asimismo, estudios recientes enfocados a la búsqueda de factores contribuyentes al SS, incluyen sólo participantes mayores de 80 años (Meng et al., 2014; Patil et al., 2013). En el presente estudio el promedio de edad para los participantes fue de 70 años, lo cual puede ser una de las explicaciones de la baja prevalencia de SS obtenida para este estudio piloto. Por otra parte, la mayoría de la muestra está integrada por adultos mayores sin dependencia física de acuerdo a los puntajes de las escalas de Barthel y Lawton & Brody. Según estudios realizados por Tanimoto et al. (2012, 2013), bajos puntajes en escalas de actividades instrumentales o básicas de la vida diaria, (las cuales son escalas que determinan alguna dependencia funcional) se han asociado a una mayor prevalencia de SS.

Otra entidad relevante en cuanto al diagnóstico y de mucho peso al momento de hacer recomendaciones oportunas en la práctica clínica es la presarcopenia. Sin embargo, pocos estudios se han encargado de hacer una distinción entre los estadios del SS. La presarcopenia fue definida como baja masa muscular, sin alteración en la fuerza muscular o la marcha (Jentoft et al., 2010) y se encontró una prevalencia de 12.24%, parecida a las reportadas recientemente en dos poblaciones de 12.6 y 16.7% (Pereira et al., 2015; Volpato et al., 2014). Debido a esta prevalencia, de manera exploratoria se buscó la asociación del consumo de proteínas con un primer estadio del síndrome de sarcopenia. De acuerdo a ello, se metió al análisis presarcopenia como segunda variable de hipótesis.

Prevalencia del Síndrome de Sarcopenia, Utilizando los Puntos de Corte Sugeridos por el EWGSOP Provenientes de una Población Caucásica

Se definió SS como baja masa muscular y baja fuerza de prensión o bajo puntaje en la batería corta de rendimiento físico. Como se puede observar en la figura 4 la prevalencia del SS fue de 34.7%, esta prevalencia es alta comparada con la prevalencia obtenida con los puntos de corte de la población de Hermosillo, Sonora (5% vs 34.7%). Esto coincide con lo reportado por Chien et al. (2014), Ellos observaron hasta el doble de sobreestimación para SS al utilizar los puntos de corte basados en población caucásica comparado con los de su población (14.9% vs 7.9%).

Cabe recordar que la variable de respuesta para este estudio es síndrome de sarcopenia definida por los puntos de corte específicos de Hermosillo, Sonora bajo el fundamento de la sobrestimación de la prevalencia mostrada por ambos criterios en la Figura 4.

Estimación del Consumo Dietario

Se realizaron 275 R24H en total. De los 97 participantes del estudio, a 74 se les aplicó 3 R24H (total= 222), a 24 sujetos se les aplicaron 2 R24H (total=48) y a 5 sólo se les aplicó 1 (total=5 R24H). Estos últimos fueron excluidos del análisis.

Consumo calórico total (CCT)

En cuanto a la dieta, el promedio de la estimación del CCT fue de 1545 ± 389 kcal/día, el cual fue bajo comparado con lo reportado por Antúnez et al., (2007)

y Ruiz et al., (2013) de 1747 ± 541 kcal/día y 1652 ± 447 kcal/día respectivamente. Ambos estudios realizados en muestras de adultos mayores de Hermosillo, Sonora utilizando R24H. Por otra parte, de acuerdo a un estudio realizado en una muestra de 140 adultos mayores de México donde se buscó la presencia de constipación y se exploró la dieta también por 3 R24H no consecutivos, se encontró un CCT de 1516 ± 430 , similar al reportado en este estudio (Vargas-García & Vargas-Salado, 2013). En cuanto al CCT de acuerdo al sexo, los hombres tuvieron un mayor CCT (kcal/día) comparado con las mujeres (1692.8 vs 1427.8 kcal) $p < 0.05$ (Tabla 5).

En la muestra total y de acuerdo a nuestros resultados al parecer existe una franca subestimación de la ingestión calórica en relación a los requerimientos de energía. Hoy en día, no existe un método dietario estándar de oro, por ello, siempre es recomendable los datos de gasto energético total en la población de estudio. En este estudio se estimó el gasto o requerimiento energético total mediante una ecuación derivada de la medición del GET por el método de agua doblemente marcada, el cual es considerado estándar de oro. Con esta ecuación la cual requiere de las variables de sexo y peso (Tabla 3) se estimó un GET en ambos sexos de 2309 kcals y siendo mayor en hombres 2574.7 kcals comparado mujeres 2102.8 kcals. En base a esta ecuación se calculó el GET para cada sujeto y se identificó cuál era el porcentaje de adecuación con respecto al CCT estimado por R24H. El porcentaje de adecuación para el CCT se encontró en un rango de 35-134% y sólo 11.4% de la muestra cumplió con la adecuación de calorías.

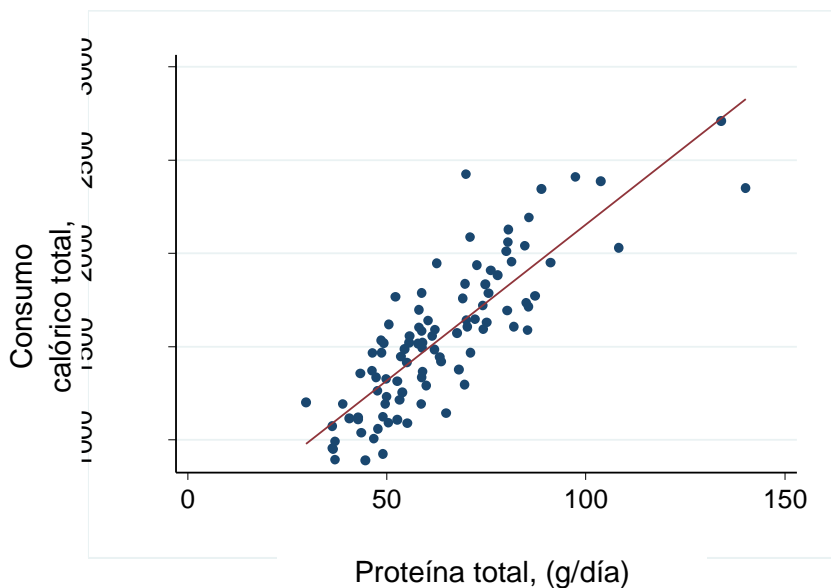
Tabla 5. Consumo de energía y proteína total por sexo.

Variables	Mujeres (54)	Hombres (43)	Total (97)	p
GET (kcal/día)	2103	2575	2310	0.001
Energía (kcal/día)	1427.8 ± 371	1692.6 ± 363	1525.2 ± 389	0.001
Proteína (g/día)	56.7 ± 15	72 ± 21.5	60 ± 17.4	0.001
Proteína (g/kg/día)	0.82 ± 0.2	1.03 ± 0.27	0.90 ± 0.28	0.001

Los datos se representan como media \pm DE. El valor de p fue determinado por la prueba t student para muestras independientes.

En una situación normal, el peso corporal de una persona se mantiene debido al equilibrio entre el consumo de energía y el gasto energético total. Debido al peso estable por auto referencia, hipotetizamos que CCT fue bajo o subestimado por el R24H. Para aclarar lo anterior, se tomó como referencia la estimación del GET para cada sujeto por la ecuación mencionada anteriormente y el consumo calórico referido por el R24H en la muestra total y por género. Encontrando una subestimación casi del doble de CCT: 1427.8 kcal vs GET: 2102.8kcal/día para mujeres y para hombres CCT: 1692.6 vs GET: 2574 kcal/día) $p < 0.0001$. Sólo 11.% de la muestra cumplió con un adecuado reporte de consumo de energía. Esto es relevante, dado que en diferentes estudios se ha reportado una asociación lineal entre el consumo calórico y el consumo de proteína (Ruiz Valenzuela et al., 2013; W. Willett, 2013). La asociación en este estudio entre el CCT (kcal/día) y proteína (g/día) fue positiva y significativa ($r=0.69$), ($p < 0.0001$) (Figura 5).

Figura 5. Asociación lineal del consumo calórico total (kcal/día) y proteína (g/día).



La subestimación del CCT por R24H ha sido reportada anteriormente por un gran número de estudios (Bathalon et al., 2000; Sawaya et al., 1996; Scagliusi et al., 2008; Tooze et al., 2004). Diferentes factores están asociados a esta subestimación. Por ejemplo, la edad avanzada debido a que conlleva problemas de memoria. Por ejemplo “la curva de la memoria”, que muestra que tan rápido una persona olvida la información con el paso del tiempo (Sanjur, 1997) en los adultos mayores puede ser acelerada debido a la pérdida de memoria a corto plazo. En este estudio a pesar de que los adultos mayores no presentaban alteración cognitiva por la escala del Mini-Mental State Examination, aún se presentó esta subestimación.

Se ha observado que la pérdida cognitiva puede dificultar la obtención adecuada de la información nutricional. Por ello, en este estudio piloto y como se mencionó anteriormente los sujetos con problemas cognitivos no fueron incluidos. Por otra parte, la memoria declina a partir de los 50 años (Gauthier et al., 2006) esto significa que aún en una población aparentemente sana, es posible que los adultos mayores no den información certera de su alimentación (De Vries et al., 2009).

Asimismo de manera adicional se evaluó el % de participantes que tenían sobrepeso y obesidad, definida como un IMC ≥ 25 kg/m² y 30 kg/m² respectivamente. Se encontró que 54% tenía sobrepeso y 28% obesidad. Este dato es relevante debido a que el factor más consistente de subestimación reportado es el IMC o la composición corporal, quienes tienen sobrepeso, obesidad son más probables a tener bajos reportes de energía (Briefel et al., 1997; Johansson et al., 1998; Johnson et al., 1994; Lafay et al., 1997).

A pesar de las diferentes limitaciones del R24H, en la sesión plenaria Consensus Workout Dietary Assessment, se concluyó que el método óptimo para estimar la ingestión dietaria y vigilar las necesidades nutricionales es el R24H múltiple, no consecutivo (Wright et al., 1994). Se sabe que los errores en la estimación no pueden ser eliminados, pero sí minimizados (Sanjur, 1997). El presente estudio consideró la aplicación de recordatorios múltiples (3 R24H)

para controlar la variación intra-individual, uno de fin de semana y el resto entre semana (Arija et al., 2015) y para evitar el fenómeno de entrenamiento del entrevistado se dejaron pasar 3 semanas entre la aplicación de un cuestionario y otro. Sin embargo con estos cuidados adicionales se encontró una subestimación importante en esta muestra de adultos mayores incluidos en el estudio.

Consumo de Proteína (g/día)

El promedio de consumo de proteína total fue 63.5 ± 19 (g/día), los hombres tuvieron valores más altos de consumo de proteína ($p \leq 0.05$), en promedio 16 gramos más de proteína que las mujeres (Tabla 5). El consumo de proteína constituyó el 16% del CCT para mujeres y 17% para hombres. El consumo promedio de proteína (g/día) fue un poco más alto comparado con el estudio descrito anteriormente realizado en ancianos de la Ciudad de México de 55.95 ± 17.9 (g/día) (Vargas-Garcia & Vargas-Salado, 2013).

El promedio de consumo de proteína (g/kg/día) fue de 0.90, cubriendo la recomendación de proteína 0.8 g/kg/día (FAO/OMS/ONU, 1985). Este consumo es ligeramente más bajo comparado con el valor promedio de proteína de 0.99 g/kg/día, estimado en una muestra de adultos mayores de Hermosillo, Sonora, (Ruiz et al., 2013). Es importante aclarar que en ese estudio se realizaron RH24 por tres días no consecutivos de 2004 al 2006. En la tabla 6 podemos observar los alimentos aportadores de proteínas para ambos estudios y se puede observar que en las dos muestras estudiadas prevalece el consumo de carne de res, huevo, leche, tortilla de maíz y frijoles. Mientras que alimentos como la carne de pollo, tamales de carne y chicharrón los cuales tienen un gran aporte proteico han sido reemplazados por alimentos con menor aporte (Pan

integral, avena, leche descremada), a excepción de la carne machaca. Esta puede ser una explicación de la disminución del consumo de proteína independientemente de las cantidades, la cualidad de la dieta si se ha visto modificada.

Tabla 6. Principales alimentos aportadores de proteína

N=76 adultos ≥60años de Hermosillo, Sonora*†	N=97 adultos ≥60años Hermosillo, Sonora (2015)
Carne de res	Huevos
Carne de pollo	Frijoles
Frijoles	Queso
Leche entera	Tortilla de maíz
Huevos	Carne de res
Queso	Leche entera
Tortilla de maíz	Pan integral
Chicharrón	Leche descremada
Tamales de carne	Carne machaca
Tortilla de trigo	Avena preparada

*Año de aplicación de R24H, (2004-2006)

† Ruiz-Valenzuela et al (2013).

Respecto a la adecuación de la dieta, el rango del porcentaje de adecuación de proteína fue de 52%-257% basado en la recomendación de proteína de 0.8 g/kg/día (FAO/OMS/ONU, 1985). El 38% del total de la muestra se encontró por debajo del consumo recomendado para proteína.

Con respecto al consumo de proteínas, posiblemente exista una subestimación. Como se revisó anteriormente muchos adultos mayores tenían un bajo consumo calórico total comparado con sus requerimientos de energía

estimados. Dada la asociación entre el consumo calórico y proteico, creemos que también este consumo de proteínas dietarias podría estar subestimado, no reflejando el consumo real, lo cual podría afectar la asociación buscada en este estudio.

En la Tabla 7 se muestran el comportamiento de masa muscular, fuerza y velocidad de la marcha en función del consumo proteico. Se puede observar que los valores promedios para cada componente son mayores en los sujetos que consumieron por arriba de 0.8g/kg/día de proteína, comparado con los que consumieron por debajo de 0.8g/kg/día de proteína. Sin embargo, no se encontró significancia, pero si una tendencia para los componentes de fuerza y masa muscular (véase valores de p tabla 7). Esto coincide con diferentes estudios, por ejemplo Houston et al. (2008), observaron que las personas que estaban en el quintil correspondiente a 0.8 g/kg/día presentaban menor masa muscular comparado con las personas ubicadas en el quintil más alto de consumo de proteína, quienes tuvieron hasta 40% menor pérdida de masa muscular de las extremidades en comparación.

Tabla 7. Comportamiento de la masa, fuerza muscular y desempeño físico de acuerdo al consumo de proteína (0.8 g/kg/día).

Variables	Proteína (<0.8g/kg/día)	Proteína (≥0.8g/kg/día)	p=
MME (kg)	14.8 ± 3.7	16.1 ± 3.8	0.09
Fuerza (kg)	23.5 ± 8	27.0 ± 9	0.05
VM (m/s)	0.92 ± 0.2	0.98 ± 0.2	0.20
IMME (kg/m ²)	5.80 ± 0.8	6.07 ± 1.0	0.19

MME; Masa muscular de las extremidades, VM: Velocidad de la marcha los datos se representan como media ± DE. El valor de p fue determinado por la prueba t Student para muestras independientes.

Asociación del Consumo de Proteína Dietaria (g) con los Componentes individuales del Síndrome de Sarcopenia

Primeramente, se analizó la asociación entre el consumo de proteínas como variable continua con la masa muscular en las extremidades. Los resultados se muestran en la tabla 8. El análisis de la regresión simple mostró una asociación entre el consumo proteico la MME (variable continua) ($\beta= 5.47$, $p=0.0001$) y fuerza ($\beta= 13.95$, $p=0.0001$). Sin embargo, después de ajustar el modelo de regresión por las variables edad y sexo, la asociación ya no fue significativa ($p \geq 0.05$).

Tabla 8: Análisis de regresión lineal simple consumo de proteína con masa muscular, fuerza y velocidad de la marcha.

Proteína (g/kg/día)	MME, (kg)			Fuerza, (kg)			Velocidad de la marcha,(m/s)		
	β	IC95%	p=	β	IC95%	p=	β	IC95%	p=
	5.47	(3.0-7.9)	0.00	13.95	(8.3-19.5)	0.000	0.22	(0.1-3.8)	0.32

Modelo 1: sin ajustar. El valor de p fue determinado por la regresión lineal simple.

Segundo, el análisis de los componentes como variables categóricas se exploró por regresión logística simple y los resultados mostraron una asociación no significativa entre el consumo de proteínas con la baja masa y fuerza muscular así como con la prueba de desempeño físico (Tabla 9). Aunque no se encontró la asociación esperada, se procedió con el análisis univariado para explorar si esta asociación cambiaba al incluir las covariables. Los resultados de este análisis no modificaron la asociación mostrada por el análisis de regresión logística simple.

Tabla 9. Análisis de regresión logística simple. Asociación del consumo de proteína de componentes individuales del SS.

Proteína (g/kg/día)	Baja MME, (kg)			Baja fuerza, (kg)			Baja velocidad de la marcha, (m/s)		
	RM	IC95%	p=	RM	IC95%	p=	RM	IC95%	p=
	0.75	(0.1-5.0)	0.57	0.65	(0.1-2.8)	0.77	0.22	(0.1-3.8)	0.32

Modelo 1: sin ajustar. El valor de p fue determinado por la regresión logística simple

Asociación del Síndrome de Sarcopenia con Proteína Dietaria (g)

Para la búsqueda de la asociación entre consumo de proteína y síndrome de sarcopenia, la variable dependiente se codificó como 1=presencia de pre y sarcopenia y 0=sin sarcopenia y la variable explicativa se metió al análisis como variable continua (gramos de proteína).

Al igual que los componentes del SS, la regresión logística simple no mostró asociación significativa (Tabla 10). Sin embargo, se procedió a ajustar para descartar la posibilidad de que alguna variable confusora modificará la asociación. Finalmente, el análisis Stepwise no arrojó modelos significativos. Estos resultados fueron predecibles debido a que los análisis por componente del SS tampoco fueron significativos. De igual manera, también se exploró la asociación utilizando el criterio del EWGSOP, pero el resultado fue el mismo.

Tabla 10. Análisis de Regresión Logística Simple: Asociación del consumo de Proteína (g) con SS.

	Presarcopenia			Sarcopenia		
	RM	IC95%	p=	RM	IC95%	p=
Proteína (g/kg/día)	0.75	(0.1-5.0)	0.71	0.38	(0.1-11)	0.58

Modelo 1: sin ajustar; El valor de p fue determinado por la regresión logística simple

Consumo de Proteína por Tiempo de Comida

En la Tabla 11 se puede observar la distribución del consumo de proteína por tiempo de comida estratificada por 3 categorías (normales, presarcopenia y sarcopenia). No se encontraron diferencias entre un grupo y otro, respecto al consumo ($p > 0.05$). Cabe resaltar que las 3 categorías muestran consumos (medianas) por debajo de 25 gramos de proteína por tiempo de comida.

Tabla 11. Distribución del consumo de proteína (g) por tiempo de comida (TC).

Proteínas/TC	Normales (80)	Presarcopenia (12)	Sarcopenia(5)	p
Desayuno (g)	18.1 (10.94)	14.09 (8.8)	18.4 (11.7)	0.23
Comida (g)	22.3 (12.2)	21.5 (12.9)	23.5 (9.9)	0.60
Cena (g)	14.0 (11.1)	19.6 (5.0)	24.3 (9.7)	0.50

Mediana (intervalo intercuartil). El valor de p fue determinado por la prueba Kruskal Wallis para variables no paramétrica

Asociación del Síndrome de Sarcopenia con el Consumo de Proteína Dietaria (g) por Tiempo de Comida

Para la búsqueda de la asociación entre consumo de proteína por tiempo de comida y síndrome de sarcopenia, la variable dependiente se codificó como 1=presencia de pre/sarcopenia y 0=sin sarcopenia y la variable explicativa se agrupo en: grupo A<25g de proteína por tiempo de comida y grupo B>25g al menos en un tiempo de comida. El grupo A fue codificado como= 1, el grupo B fue codificado como= 0.

Como se puede observar en la Tabla 12 no se encontró asociación entre el consumo de proteína por tiempo de comida (grupo A vs grupo B) y el síndrome de sarcopenia. Asimismo, tampoco se encontró asociación con un primer estadio de sarcopenia (presarcopenia).

Tabla 12. Análisis de regresión logística simple: Asociación del consumo de proteína (g) por tiempo de comida con el SS.

Tiempo de comida	Presarcopenia			Sarcopenia		
	RM	IC95%	p=	RM	IC95%	p=
Grupo A	Referencia			Referencia		
Grupo B	1.15	(0.3-3.8)	0.82	0.74	(0.1-0.4)	0.75

Modelo 1: sin ajustar El valor de p fue determinado por la regresión logística simple

Cabe resaltar que este es el primer estudio realizado en México que describe la prevalencia del síndrome de sarcopenia utilizando puntos de corte específicos de la misma población. Sin embargo, debido a que esta prevalencia es baja

(5.1%), suponemos que es uno de los factores que nos impide obtener la asociación real entre la dieta y el SS en esta muestra. Contrario a lo que creíamos, la prevalencia del síndrome de sarcopenia realmente es baja, esto, si se utilizan los puntos de corte de la población de estudio.

En un estudio realizado en Taiwan en una muestra representativa de adultos mayores, Chien et al. (2014), para definir el SS, realizaron sus propios puntos de corte para baja velocidad de la marcha, baja fuerza y baja MME. En esta última, definieron baja MME por debajo del p20 de la distribución de MME de la misma muestra de adultos mayores. Además, utilizaron los puntos de corte antes publicados para baja MME basados en adultos jóvenes taiwaneses. El estudio incluyó 2867 adultos mayores, encontrando una prevalencia de 3.9% al utilizar puntos de corte basados en la población joven y 7.3% según los derivados a partir de la misma muestra de adultos mayores. Este estudio confirma que aun utilizando diferentes grupos etarios para definir los puntos de corte de MME, la prevalencia de SS en realidad es baja si son basados en la población de estudio (Chien et al., 2014).

Por otra parte, la nueva definición de sarcopenia lo clasifica dentro de un síndrome geriátrico que abarca la medición de varios componentes. Los síndromes geriátricos en definición son estados frecuentes, complejos y costosos de alteración de la salud en personas de edad avanzada. Son consecuencia de interacciones no totalmente conocidas entre enfermedad y edad en diversos sistemas, que originan un conjunto de signos y síntomas. Cabe señalar que la etiología del síndrome de sarcopenia es multifactorial por lo que quizá no sea fácil identificar un determinado factor causal (Jentoft et al., 2010).

Es importante recalcar que el presente estudio, es un estudio piloto que explora si existe la asociación de la dieta con una condición determinada, los estudios pilotos tienen el objetivo de probar la factibilidad del proceso de estudio o métodos propuestos. Por ello, en base a los resultados de este estudio, se recomienda para futuros estudios el cálculo de un número de muestra basada

en la prevalencia de SS. Recientemente se han publicado algunos artículos que reportan la prevalencia del SS en México. Sin embargo, una limitación es que están basados en puntos de corte de población caucásica o diferentes métodos diagnósticos (Lourenço et al., 2015; Velázquez-Alva et al., 2015).

Lo que quizá sea de mayor peso es incluir una muestra octogenaria, Chien et al. (2014), reportaron un aumento de hasta 13.6% de prevalencia del SS después de los 75 años, otros estudios han confirmado este fenómeno (Meng et al., 2014; Patil et al., 2013). Otro factor es algún grado de pérdida funcional, como es el caso de algunos adultos mayores institucionalizados (asilos, casa de asistencia, casa hogar). Aunque se consideró que la muestra en general fue funcional, se encontró una prevalencia alta de pérdida de fuerza (36.7%) la cual como se mencionó anteriormente es un fuerte predictor de pérdida de funcionalidad e incremento de morbilidad y mortalidad (Cooper et al., 2010; Newman et al., 2006). Por ello, importante hacer sugerencias dietarias oportunas para evitar manifestaciones clínicas que reduzcan la calidad de vida del adulto mayor, como la pérdida de la función física.

En términos generales se ha propuesto que para el mantenimiento de la función física, los adultos mayores necesitan consumir entre 1.0-1.2 g/kg/día de proteína (Bauer et al., 2013). Una revisión publicada recientemente evaluó 62 estudios para determinar una alternativa terapéutica mediante la dieta y prevenir el SS. Se concluyó que el consumo de 113 g de carne (220 kcal; 30 g de proteína) 5 veces por semana puede maximizar la síntesis proteica muscular. Asimismo, este consumo de carne puede ser derivado de carne blanca, misma que se sugiere consumir 2 veces por semana y la carne procesada menos de 1 vez por semana (Rondanelli et al., 2015).

Otra sugerencia de gran relevancia es el consumo de proteína por tiempo de comida, en el presente estudio se encontraron consumos por debajo de la recomendación (25-30 g) en los 3 tiempos de comida. Sin embargo esto puede ser sesgado por la subestimación del CCT. Asimismo en un estudio publicado anteriormente basados en las características de la misma población se

encontró que principalmente en desayuno y cena eran los que no cumplían este consumo (Ruiz Valenzuela et al., 2013). Por ello, es relevante hacer hincapié en el fomento de esta estrategia nutricional.

CONCLUSIÓN

En el presente estudio piloto se encontró una alta prevalencia de sujetos con pérdida de masa y fuerza muscular de acuerdo a los puntos de corte utilizados. Sin embargo, no se encontró asociación significativa entre el consumo de proteína total y ni por tiempo de comida con el síndrome de la sarcopenia. Posiblemente, esto se deba a la baja prevalencia encontrada del síndrome (5.1%) en adultos mayores aparentemente saludables. Así mismo, a la subestimación del consumo calórico total y proteico por el R24H. La baja prevalencia del SS, posiblemente se deba a las características de la muestra, la cual tenía baja presencia de dependencia física. Esto no significa que no se deba de vigilar la presencia del SS en esta muestra, ya que se encontró una alta prevalencia de baja masa y fuerza muscular. Se sugiere realizar estudios con un mayor número de muestra, en donde entren adultos mayores con un amplio rango etario y diferente estado funcional de los participantes. Por otra parte, revalorar si el método dietario, es el más apropiado para evaluar la ingestión de proteínas dietarias de acuerdo al estado funcional y cognitivo.

BIBLIOGRAFÍA

Abellan van Kan, G. (2009). Epidemiology and consequences of sarcopenia. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13(8), 708–12.

Abellan van Kan, G., Cesari, M., Gillette-Guyonnet, S., Dupuy, C., Nourhashemi, F., Schott, A.-M., Rolland, Y. (2013). Sarcopenia and cognitive impairment in elderly women: results from the EPIDOS cohort. *Age and Ageing*, 42(2), 196–202.

Akune, T., Muraki, S., Oka, H., Tanaka, S., Kawaguchi, H., Nakamura, K., & Yoshimura, N. (2014). Exercise habits during middle age are associated with lower prevalence of sarcopenia: the ROAD study. *Osteoporosis International: A Journal Established as Result of Cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 25(3), 1081–8.

Alemán, H., Esparza, J., Ramirez, F. A., Astiazaran, H., & Payette, H. (2011). Longitudinal evidence on the association between interleukin-6 and C-reactive protein with the loss of total appendicular skeletal muscle in free-living older men and women. *Age and Ageing*, 40(4), 469–75.

Alemán-Mateo, H., Carreón, V. R., Macías, L., Astiazaran-García, H., Gallegos-Aguilar, A. C., & Enríquez, J. R. R. (2014). Nutrient-rich dairy proteins improve appendicular skeletal muscle mass and physical performance, and attenuate the loss of muscle strength in older men and women subjects: a single-blind randomized clinical trial. *Clinical Interventions in Aging*, 9(MAY), 1517–25.

Aleman-Mateo, H., Lopez Teros, M. T., Ramirez C, F. A., & Astiazaran-Garcia, H. (2014). Association Between Insulin Resistance and Low Relative Appendicular Skeletal Muscle Mass: Evidence From a Cohort Study in

Community-Dwelling Older Men and Women Participants. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 69(7), 871–877.

Alemán-Mateo, H., & Ruiz Valenzuela, R. E. (2014). Skeletal muscle mass indices in healthy young Mexican adults aged 20-40 years: Implications for diagnoses of sarcopenia in the elderly population. *The Scientific World Journal*, 2014, 1–5.

Alemán-Mateo, H., Salazar, G., Hernández-Triana, M., & Valencia, M. E. (2006). Total energy expenditure, resting metabolic rate and physical activity level in free-living rural elderly men and women from Cuba, Chile and México. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60(11), 1258–1265.

Arija, V., Abellana, R., Ribot, B., & Ramón, J. M. (2015). Biases and adjustments in nutritional assessments from dietary questionnaires, 31, 113–118.

Babor, T. F., Kranzler, H. R. & Lauerma, R. J. (1989). Early detection of harmful alcohol consumption: comparison of clinical, laboratory and self-report screening procedures. *Addictive Behaviours*, 14, 139–157.

Bathalon, G. P., Tucker, K. L., Hays, N. P., Vincken, A. G., Greenberg, A. S., McCrory, M. A., & Roberts, S. B. (2000). Psychological measures of eating behavior and the accuracy of 3 common dietary assessment methods in healthy postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(3), 739–45.

Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., Boirie, Y. (2013). Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the PROT-AGE study group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542–559.

Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology*, 147(8), 755–63.

Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age and Ageing*, 26(1), 15–9.

Bollwein, J., Diekmann, R., Kaiser, M. J., Bauer, J. M., Uter, W., Sieber, C. C., & Volkert, D. (2013). Distribution but not amount of protein intake is associated with frailty: a cross-sectional investigation in the region of Nürnberg. *Nutrition Journal*, 12(1), 109.

Breen, L., & Phillips, S. M. (2011). Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the “anabolic resistance” of ageing. *Nutrition & Metabolism*, 8(1), 68.

Briefel, R. R., Sempos, C. T., McDowell, M. A., Chien, S., & Alaimo, K. (1997). Dietary methods research in the third National Health and Nutrition Examination Survey: underreporting of energy intake. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 65(4 Suppl), 1203S–1209S.

Cappola, A. R., Bandeen-Roche, K., Wand, G. S., Volpato, S., & Fried, L. P. (2001). Association of IGF-I levels with muscle strength and mobility in older women. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 86(9), 4139–46.

Charlson, M. E., Pompei, P., Ales, K. L., & MacKenzie, C. R. (1987). A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *Journal of Chronic Diseases*, 40(5), 373–83.

Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2006). *Fisiología del ejercicio / Physiology of Exercise*. Ed. Médica Panamericana.

Clarkson, H. M., Hurabielle, J., Doy, K., & Marlowe, J. D. (2003). *Proceso evaluativo musculoesquelético: amplitud del movimiento articular y test manual de fuerza muscular*. Editorial Paidotribo.

Cooper, R., Hardy, R., Aihie Sayer, A., Ben-Shlomo, Y., Birnie, K., Cooper, C., Kuh, D. (2011). Age and Gender Differences in Physical Capability Levels from Mid-Life Onwards: The Harmonisation and Meta-Analysis of Data from Eight UK Cohort Studies. *PLoS ONE*, 6(11), e27899.

Cooper, R., Kuh, D., & Hardy, R. (2010). Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 341(sep09_1), c4467

Cuthbertson, D., Smith, K., Babraj, J., Leese, G., Waddell, T., Atherton, P., Rennie, M. J. (2005). Anabolic signaling deficits underlie amino acid resistance of wasting, aging muscle. *FASEB Journal : Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 19(3), 422–4.

Dardevet, D., Rémond, D., Peyron, M.-A., Papet, I., Savary-Auzeloux, I., & Mosoni, L. (2012). Muscle Wasting and Resistance of Muscle Anabolism: The “Anabolic Threshold Concept” for Adapted Nutritional Strategies during Sarcopenia. *The Scientific World Journal*, 2012, 1–6.

de Vries, J. H. M., de Groot, L. C. P. G. M., & van Staveren, W. A. (2009). Dietary assessment in elderly people: experiences gained from studies in the Netherlands. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63 Suppl 1(S1), S69–74.

Deer, R. R., & Volpi, E. (2015). Protein intake and muscle function in older adults. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 18(3), 248–53.

DeFronzo, R., Tobin, J., & Andres, R. (1979). Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 237(3), G214–223. Retrieved from

- Di Bari, M., van de Poll-Franse, L. V., Onder, G., Kritchevsky, S. B., Newman, A., Harris, T. B., Pahor, M. (2004). Antihypertensive medications and differences in muscle mass in older persons: the Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(6), 961–6.
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., McBurnie, M. A. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(3), M146–56.
- Frontera, W. R., & Ochala, J. (2015). Skeletal Muscle: A Brief Review of Structure and Function. *Calcified Tissue International*, 96(3), 183–195. +
- Fry, C. S., Drummond, M. J., Glynn, E. L., Dickinson, J. M., Gundersmann, D. M., Timmerman, K. L., Rasmussen, B. B. (2013). Skeletal muscle autophagy and protein breakdown following resistance exercise are similar in younger and older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 68(5), 599–607.
- Fry, C. S., & Rasmussen, B. B. (2011). Skeletal muscle protein balance and metabolism in the elderly. *Current Aging Science*, 4(3), 260–8.
- Fujita, S., Rasmussen, B. B., Cadenas, J. G., Grady, J. J., & Volpi, E. (2006). Effect of insulin on human skeletal muscle protein synthesis is modulated by insulin-induced changes in muscle blood flow and amino acid availability. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 291(4), E745–54.
- Fukagawa, N. K. (2013). Protein and amino acid supplementation in older humans. *Amino Acids*, 44(6), 1493–1509.
- Gallagher, D., Visser, M., De Meersman, R. E., Sepúlveda, D., Baumgartner, R. N., Pierson, R. N., ... Heymsfield, S. B. (1997). Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 83(1), 229–39.

Gauthier, S., Reisberg, B., Zaudig, M., Petersen, R. C., Ritchie, K., Broich, K., ... Winblad, B. (2006). Mild cognitive impairment. *Lancet* (London, England), 367(9518), 1262–70.

Geirsdottir, O. G., Arnarson, A., Ramel, A., Jonsson, P. V, & Thorsdottir, I. (2013). Dietary protein intake is associated with lean body mass in community-dwelling older adults. *Nutrition Research* (New York, N.Y.), 33(8), 608–12. <http://doi.org/10.1016/j.nutres.2013.05.014>

Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V, Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(10), 1059–64.

Gregorio, L., Brindisi, J., Kleppinger, A., Sullivan, R., Mangano, K. M., Bihuniak, J. D., Insogna, K. L. (2014). Adequate dietary protein is associated with better physical performance among post-menopausal women 60-90 years. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 18(2), 155–60.

Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Pieper, C. F., Leveille, S. G., Markides, K. S., Ostir, G. V, ... Wallace, R. B. (2000). Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(4), M221–31.

Heymsfield, S. B., Smith, R., Aulet, M., Bensen, B., Lichtman, S., Wang, J., & Pierson, R. N. (1990). Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 52(2), 214–8.

Hollman, J. H., McDade, E. M., & Petersen, R. C. (2011). Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait & Posture*, 34(1), 111–8.

Houston, D. K., Nicklas, B. J., Ding, J., Harris, T. B., Tylavsky, F. a, & Newman, A. B. (2008). Dietary protein intake is associated with lean mass change in older , community-dwelling adults : the Health , Aging , and Body. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87(1), 150–155

I, R. (1989). Summary comments: epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. *Am J Clin Nutr*, 50, 1231–3.

Icaza MC, A. C. (1999). Minimental State Examination (MMSE) del estudio de demencia en Chile: análisis estadístico. OPAS.

Imai, E., Tsubota-Utsugi, M., Kikuya, M., Satoh, M., Inoue, R., Hosaka, M.,... Ohkubo, T. (2014). Animal protein intake is associated with higher-level functional capacity in elderly adults: the Ohasama study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(3), 426–34.

Janssen, I. (2004). Skeletal Muscle Cutpoints Associated with Elevated Physical Disability Risk in Older Men and Women. *American Journal of Epidemiology*, 159(4), 413–421.

Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002). Low Relative Skeletal Muscle Mass (Sarcopenia) in Older Persons Is Associated with Functional Impairment and Physical Disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 889–896.

Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol*, 89(1), 81–88.

Jentoft, A. J. C., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., ... Vandewoude, M. (2010). Sarcopenia: consenso europeo sobre su definición y diagnóstico Informe del Grupo europeo de trabajo sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada. *Age and Ageing*, 44(0), 412–423.

Johansson, L., Solvoll, K., Bjorneboe, G. E., & Drevon, C. A. (1998). Under- and overreporting of energy intake related to weight status and lifestyle in a nationwide sample. *Am J Clin Nutr*, 68(2), 266–274.

Johnson, R., Goran, M., & Poehlman, E. (1994). Correlates of over- and underreporting of energy intake in healthy older men and women. *Am J Clin Nutr*, 59(6), 1286–1290.

Kim, J., Wang, Z., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., & Gallagher, D. (2002). Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(2), 378–383.

Kistorp, C. N., & Svendsen, O. L. (1997). Body composition analysis by dual energy X-ray absorptiometry in female diabetics differ between manufacturers. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(1997), 449–454.

Kyle, U. G., Genton, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*, 17(7-8), 534–541.

Lafay, L., Basdevant, A., Charles, M. A., Vray, M., Balkau, B., Borys, J. M., ... Romon, M. (1997). Determinants and nature of dietary underreporting in a free-living population: the Fleurbaix Laventie Ville Santé (FLVS) Study. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 21(7), 567–73. Retrieved from

Landi, F., Cruz-Jentoft, A. J., Liperoti, R., Russo, A., Giovannini, S., Tosato, M., ... Onder, G. (2013). Sarcopenia and mortality risk in frail older persons aged 80 years and older: results from the SIRENTE study. *Age and Ageing*, 42(2), 203–9.

Lang, T., Streeper, T., Cawthon, P., Baldwin, K., Taaffe, D. R., & Harris, T. B. (2010). Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and

assessment. *Osteoporosis International: A Journal Established as Result of Cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 21(4), 543–59.

Lawton, M. P., & Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*, 9(3), 179–86.

Layman, D. K., Anthony, T. G., Rasmussen, B. B., Adams, S. H., Lynch, C. J., Brinkworth, G. D., & Davis, T. A. (2015). Defining meal requirements for protein to optimize metabolic roles of, 101, 1330–1338.

Lee, C. G., Boyko, E. J., Strotmeyer, E. S., Lewis, C. E., Cawthon, P. M., Hoffman, A. R., ... Orwoll, E. S. (2011). Association between insulin resistance and lean mass loss and fat mass gain in older men without diabetes mellitus. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(7), 1217–24.

Lexell, J. (1995). Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 50 Spec No, 11–6.

Liu, L.-K., Lee, W.-J., Chen, L.-Y., Hwang, A.-C., Lin, M.-H., Peng, L.-N., & Chen, L.-K. (2014). Sarcopenia, and its association with cardiometabolic and functional characteristics in Taiwan: results from I-Lan Longitudinal Aging Study. *Geriatrics & Gerontology International*, 14 Suppl 1, 36–45.

Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. (2000). *Molecular Cell Biology*. W. H. Freeman.

Lourenço, R. A., Pérez-Zepeda, M., Gutiérrez-Robledo, L., García-García, F. J., & Rodríguez Mañas, L. (2015). Performance of the European Working Group on Sarcopenia in Older People algorithm in screening older adults for muscle mass assessment. *Age and Ageing*, 44(2), 334–8.

Mahoney, F. I., & Barthel, D. W. (1965). Functional Evaluation: the Barthel Index. *Maryland State Medical Journal*, 14, 61–65.

Malafarina, V., Uriz-Otano, F., Iniesta, R., & Gil-Guerrero, L. (2013). Effectiveness of Nutritional Supplementation on Muscle Mass in Treatment of Sarcopenia in Old Age: A Systematic Review. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(1), 10–17.

Mamerow, M. M., Mettler, J. a, English, K. L., Casperson, S. L., Arentson-lantz, E., Sheffield-moore, M., Paddon-jones, D. (2014). Dietary Protein Distribution Positively Influences 24-h Muscle Protein Synthesis in Healthy Adults 1 – 3. *The Journal of Nutrition*, 876–880.

Meng, P., Hu, Y.-X., Fan, L., Zhang, Y., Zhang, M.-X., Sun, J., ... Chen, L.-K. (2014). Sarcopenia and sarcopenic obesity among men aged 80 years and older in Beijing: Prevalence and its association with functional performance. *Geriatrics & Gerontology International*, 14, 29–35.

Morais, J. a, Chevalier, S., & Gougeon, R. (2006). Protein turnover and requirements in the healthy and frail elderly. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 10(4), 272–83.

Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E., Goodpaster, B., Nevitt, M., Harris, T. B. (2003). Sarcopenia: alternative definitions and associations with lower extremity function. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(11), 1602–9.

Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., ... Harris, T. B. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(1), 72–7.

Ortega, V. M. I., Quizán, P. T. y F. G. G. M. (1999). Cálculo de ingestión dietaria y coeficientes de adecuación a partir de: registro de 24 horas y

frecuencia de consumo de alimentos. Hermosillo: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.

Paddon-Jones, D., & Rasmussen, B. B. (2009). Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 12(1), 86–90.

Paddon-Jones, D., Sheffield-Moore, M., Katsanos, C. S., Zhang, X.-J., & Wolfe, R. R. (2006). Differential stimulation of muscle protein synthesis in elderly humans following isocaloric ingestion of amino acids or whey protein. *Experimental Gerontology*, 41(2), 215–9.

Pagotto, V., & Silveira, E. A. (2014). Methods , Diagnostic Criteria , Cutoff Points , and Prevalence of Sarcopenia among Older People, 2014. Retrieved from

Patel, H. P., Syddall, H. E., Jameson, K., Robinson, S., Denison, H., Roberts, H. C., ... Sayer, A. A. (2013). Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older people in the UK using the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) definition: Findings from the Hertfordshire Cohort Study (HCS). *Age and Ageing*, 42(3), 378–384.

Patil, R., Uusi-Rasi, K., Pasanen, M., Kannus, P., Karinkanta, S., & Sievänen, H. (2013). Sarcopenia and osteopenia among 70-80-year-old home-dwelling Finnish women: Prevalence and association with functional performance. *Osteoporosis International*, 24(3), 787–796.

Payette, H., Roubenoff, R., Jacques, P. F., Dinarello, C. A., Wilson, P. W. F., Abad, L. W., & Harris, T. (2003). Insulin-like growth factor-1 and interleukin 6 predict sarcopenia in very old community-living men and women: the Framingham Heart Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(9), 1237–43. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12919235>

Pereira, F. B., Leite, A. F., & Paula, A. P. De. (2015). Relationship between pre-sarcopenia, sarcopenia and bone mineral density in elderly men. *Archives of*

Endocrinology and Metabolism, 59(1), 59–65. <http://doi.org/10.1590/2359-3997000000011>

Raguso, C. A., Kyle, U., Kossovsky, M. P., Roynette, C., Paoloni-Giacobino, A., Hans, D., ... Pichard, C. (2006). A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: role of physical exercise. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 25(4), 573–80. <http://doi.org/10.1016/j.clnu.2005.10.013>

Rasmussen, B. B., Fujita, S., Wolfe, R. R., Mittendorfer, B., Roy, M., Rowe, V. L., & Volpi, E. (2006). Insulin resistance of muscle protein metabolism in aging, 22, 1–22.

Rom, O., Kaisari, S., Aizenbud, D., & Reznick, A. Z. (2012). Sarcopenia and smoking: a possible cellular model of cigarette smoke effects on muscle protein breakdown. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1259, 47–53.

Rondanelli, M., Faliva, M., Monteferrario, F., Peroni, G., Repaci, E., Allieri, F., & Perna, S. (2015). Novel Insights on Nutrient Management of Sarcopenia in Elderly. *BioMed Research International*, 2015, 1–14.

Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *J. Nutr.*, 127(5), 990S

Ruiz Valenzuela, R. E., Ponce, J. a., Morales-Figueroa, G. G., Aguilar Muro, K., Ramírez Carreón, V., & Alemán-Mateo, H. (2013). Insufficient amounts and inadequate distribution of dietary protein intake in apparently healthy older adults in a developing country: Implications for dietary strategies to prevent sarcopenia. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 1143–1148.

Sanjur D, R. M. A. food consumption. S. issues in data collection and analysis. D. of N. S. U. of C. U. (1997). *Assessing food consumption. Selected issues in data collection and analysis.* University of Cornell: USA.

Sawaya, A., Tucker, K., Tsay, R., Willett, W., Saltzman, E., Dallal, G., & Roberts, S. (1996). Evaluation of four methods for determining energy intake in

young and older women: comparison with doubly labeled water measurements of total energy expenditure. *Am J Clin Nutr*, 63(4), 491–499.

Scagliusi, F. B., Ferriolli, E., Pfrimer, K., Laureano, C., Cunha, C. S., Gualano, B., ... Lancha, A. H. (2008). Underreporting of energy intake in Brazilian women varies according to dietary assessment: a cross-sectional study using doubly labeled water. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(12), 2031–40.

Scanlon, T. C., Fragala, M. S., Stout, J. R., Emerson, N. S., Beyer, K. S., Oliveira, L. P., & Hoffman, J. R. (2014). Muscle architecture and strength: adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle & Nerve*, 49(4), 584–92.

Schoenborn, C. a, & Adams, P. E. (2010). Health behaviors of adults: United States, 2005-2007. *Vital and Health Statistics. Series 10, Data from the National Health Survey*, (245), 1–132.

Scott, D., Blizzard, L., Fell, J., Giles, G., & Jones, G. (2010). Associations between dietary nutrient intake and muscle mass and strength in community-dwelling older adults: The Tasmanian older adult cohort study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(11), 2129–2134. <http://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03147.x>

Shepherd, J. a., Fan, B., Lu, Y., Wu, X. P., Wacker, W. K., Ergun, D. L., & Levine, M. a. (2012). A multinational study to develop universal standardization of whole-body bone density and composition using GE Healthcare Lunar and Hologic DXA systems. *Journal of Bone and Mineral Research*, 27(10), 2208–2216. <http://doi.org/10.1002/jbmr.1654>

Soriano, J.-M. P., Ioannidou, E., Wang, J., Thornton, J. C., Horlick, M. N., Gallagher, D., Pierson, R. N. (2004). Pencil-beam vs fan-beam dual-energy X-ray absorptiometry comparisons across four systems: body composition and bone mineral. *Journal of Clinical Densitometry: The Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*, 7(3), 281–9.

Steffl, M., Bohannon, R. W., Petr, M., Kohlikova, E., & Holmerova, I. (2015). Relation between cigarette smoking and sarcopenia: meta-analysis. *Physiological Research / Academia Scientiarum Bohemoslovaca*, 64(3), 419–26. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25536323>

Tanimoto, Y., Watanabe, M., Sun, W., Tanimoto, K., Shishikura, K., Sugiura, Y., Kono, K. (2013). Association of sarcopenia with functional decline in community-dwelling elderly subjects in Japan. *Geriatrics & Gerontology International*, 13(4), 958–63.

Teros, M. T. L., C, F. A. R., & Alemán-Mateo, H. (2014). Hyperinsulinemia is associated with the loss of appendicular skeletal muscle mass at 4.6 year follow-up in older men and women. *Clinical Nutrition*

Thompson L, Lowe D, Ferrington D, Thomas D. Electron paramagnetic resonance: a high-resolution tool for muscle physiology. *Exerc Sport Sci Rev*. 2001;29:3-6

Tieland, M., Borgonjen-Van den Berg, K. J., van Loon, L. J. C., & de Groot, L. C. P. G. M. (2012). Dietary protein intake in community-dwelling, frail, and institutionalized elderly people: scope for improvement. *European Journal of Nutrition*, 51(2), 173–9.

Tieland, M., Dirks, M. L., van der Zwaluw, N., Verdijk, L. B., van de Rest, O., de Groot, L. C. P. G. M., & van Loon, L. J. C. (2012). Protein supplementation increases muscle mass gain during prolonged resistance-type exercise training in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(8), 713–9.

Tieland, M., van de Rest, O., Dirks, M. L., van der Zwaluw, N., Mensink, M., van Loon, L. J. C., & de Groot, L. C. P. G. M. (2012). Protein supplementation improves physical performance in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(8), 720–6.

Tooze, J. a., Subar, A. F., Thompson, F. E., Troiano, R., Schatzkin, A., & Kipnis, V. (2004). Psychosocial predictors of energy underreporting in a large doubly labeled water study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 795–804.

Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle & Nerve*, 25(1), 17–25.

Vargas, R., & Lang, C. H. (2008). Alcohol accelerates loss of muscle and impairs recovery of muscle mass resulting from disuse atrophy. *Alcoholism, Clinical and Experimental Research*, 32(1), 128–37.

Vargas-Garcia, E. J., & Vargas-Salado, E. (2013). [Food intake, nutritional status and physical activity between elderly with and without chronic constipation. A comparative study]. *Cirugia Y Cirujanos*, 81(3), 214–220.

Velazquez-Alva, M. C., Irigoyen Camacho, M. E., Lazarevich, I., Delgadillo Velazquez, J., Acosta Dominguez, P., & Zepeda Zepeda, M. A. (2015). Comparison of the prevalence of sarcopenia using skeletal muscle mass index and calf circumference applying the European consensus definition in elderly Mexican women. *Geriatrics & Gerontology International*, (November), n/a–n/a.

Visser, M., Deeg, D. J. H., & Lips, P. (2003). Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 88(12), 5766–72. <http://doi.org/10.1210/jc.2003-030604>

Visser, M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Nevitt, M., Rubin, S. M., ... Harris, T. B. (2005). Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(3), 324–33.

Visser, M., Pahor, M., Taaffe, D. R., Goodpaster, B. H., Simonsick, E. M., Newman, A. B., Harris, T. B. (2002). Relationship of Interleukin-6 and Tumor Necrosis Factor With Muscle Mass and Muscle Strength in Elderly Men and Women: The Health ABC Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(5), M326–M332.

Volpato, S., Bianchi, L., Cherubini, A., Landi, F., Maggio, M., Savino, E., Ferrucci, L. (2014). Prevalence and Clinical Correlates of Sarcopenia in Community-Dwelling Older People: Application of the EWGSOP Definition and Diagnostic Algorithm, 69(4), 438–446.

Willett, W. (2013). *Nutritional Epidemiology*. OUP USA

Willett, W. C., Howe, G. R., & Kushi, L. H. (1997). Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 65(4 Suppl), 1220S–1228S; discussion 1229S–1231S.

Wright, J. D., Ervin, B., & Briefel, R. R. (1994). Consensus Workshop on Dietary Assessment: Nutrition Monitoring and Tracking the Year 2000 Objectives. In *Consensus Workshop on Dietary Assessment: Nutrition Monitoring and Tracking the Year 2000 Objectives*, Richmond, Va. (USA), 1993. U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics.

Wu, C. H., Chen, K. T., Hou, M. T., Chang, Y. F., Chang, C. S., Liu, P. Y., ... Chen, C. Y. (2014). Prevalence and associated factors of sarcopenia and severe sarcopenia in older Taiwanese living in rural community: The Tianliao Old People study 04. *Geriatrics and Gerontology International*, 14(SUPPL.1), 69–75.

Wu, I.-C., Lin, C.-C., Hsiung, C. a, Wang, C.-Y., Wu, C.-H., Chan, D.-C. D., Hsu, C.-C. (2014). Epidemiology of sarcopenia among community-dwelling older adults in Taiwan: a pooled analysis for a broader adoption of sarcopenia assessments. *Geriatrics & Gerontology International*, 14 Suppl 1, 52–60.

Yamada, M., Nishiguchi, S., Fukutani, N., Tanigawa, T., Yukutake, T., Kayama, H., Arai, H. (2013). Prevalence of Sarcopenia in Community-Dwelling Japanese Older Adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(12), 911–915.

Yoshida, D., Suzuki, T., Shimada, H., Park, H., Makizako, H., Doi, T, Lee, S. (2014). Using two different algorithms to determine the prevalence of sarcopenia. *Geriatrics & Gerontology International*, 14, 46–51.

Yuki, A., Ando, F., Otsuka, R., & Shimokata, H. (2015). Low free testosterone is associated with loss of appendicular muscle mass in Japanese community-dwelling women. *Geriatrics & Gerontology International*, 15(3), 326–333.

Yuki, A., Otsuka, R., Kozakai, R., Kitamura, I., Okura, T., Ando, F., & Shimokata, H. (2013). Relationship between low free testosterone levels and loss of muscle mass. *Scientific Reports*,

