

Original

Masa muscular, fuerza muscular y otros componentes de funcionalidad en adultos mayores institucionalizados de la Gran Caracas-Venezuela

J. A. P. Barbosa Murillo, N. G. Rodríguez M., Y. M. Hernández H. de Valera, R. A. Hernández H. y H. A. Herrera M.

Laboratorio de Evaluación Nutricional. Universidad Simón Bolívar. Caracas-Venezuela.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo describir el comportamiento de los diferentes componentes de la funcionalidad y de la masa muscular, en ancianos institucionalizados. Puesto que bajos niveles de masa muscular se han asociado con reducidos niveles de fuerza, actividad, funcionalidad, depresión de la función inmune y aumento del riesgo de morbilidad y mortalidad. Se evaluaron 152 adultos mayores de 60 años, hombres y mujeres, de 14 centros geriátricos de la Gran Caracas. Se midieron variables antropométricas para valorar la masa muscular y el índice de masa corporal. Se evaluó: fuerza isométrica de la mano, tiempo para la marcha de 4,88 m y prueba de levantarse de una silla. Se realizó estadística descriptiva para todas las variables, *t* de Student, Anova y Scheffé. Se observó que los adultos mayores de 80 años así como los sujetos del sexo femenino, manifestaron niveles más elevados de discapacidad, al efectuar tareas motoras (caminar y levantarse de una silla) y un menoscabo en las condiciones físicas (área magra y fuerza muscular) que interfieren el desempeño de la funcionalidad.

(*Nutr Hosp.* 2007;22:578-83)

Palabras clave: *Adultos mayores. Antropometría. Funcionalidad. Fuerza. Autonomía. Masa muscular.*

Introducción

Es indudable que el factor demográfico ha sido una de las causas principales de que el estudio del envejecimiento esté tomando tanto protagonismo en los últimos tiempos. En 1950 había unos 200 millones de personas mayo-

MUSCLE MASS, MUSCLE STRENGTH, AND OTHER FUNCTIONALITY COMPONENTS IN INSTITUTIONALIZED OLDER ADULTS FROM GRAN CARACAS-VENEZUELA

Abstract

The present study has as objective to describe behavior of the different components of functionality and muscular mass, in institutionalized older people. Because levels of muscular mass have been associated with reduced levels of force, activity, functionality, depression of the immune function and increase of the morbidity and mortality risk. Were evaluated 152 elderly people older than 60 years old, men and women, of 14 geriatric centers of the Gran Caracas. Anthropometrical variable was measured to value the muscular mass and the body mass index. It was evaluated: hand isometric force, walking time 4.88 m and getting up of a seat. Descriptive statistic was carried out for all the variables, *t* of Student, Anova and Scheffé. It was observed that 80 years older elderly as well as, women present higher levels of disability, performed motor activities (to walk and to get up of a seat and a impair in physical conditions (lean mass and muscular strength) that interfere with functional status.

(*Nutr Hosp.* 2007;22:578-83)

Key words: *Aged adults. Anthropometrics. Functionality. Strength. Autonomy. Muscle mass.*

res de 60 años en el mundo, ahora son casi 550 millones y para el año 2020 llegarán a los mil millones¹ lo cual representará alrededor del 12% de la población mundial². Actualmente en América Latina los mayores de 60 años presentan una tasa anual de crecimiento del 3%, en comparación con un aumento de 1,9% para la población total principalmente debido al aumento en la esperanza de vida en este grupo de edad, como consecuencia de los avances tecnológicos que han contribuido a un mejor diagnóstico y tratamiento de las enfermedades³.

El estado funcional y la discapacidad son componentes que están relacionados con la progresión del proceso de envejecimiento⁴. Bajos niveles de masa muscular se han asociado con reducidos niveles de

Correspondencia: Dra. Johanna A. P. Barbosa Murillo.
Laboratorio de Evaluación Nutricional.
Universidad Simón Bolívar.
Caracas-Venezuela. Proyecto FONACIT 98003275.
E-mail: japbm@hotmail.com

Recibido: 19-IX-2006.

Aceptado: 15-III-2007.

fuerza, actividad, funcionalidad, depresión de la función inmune y aumento del riesgo de morbilidad y mortalidad⁵. La fuerza es excelente para predecir independencia y movilidad en ancianos y puede ser directamente determinada por la cantidad de masa muscular^{6,7}. La disminución en la fuerza muscular también se ha asociado con la fuerza en general, el paso al caminar y problemas de balance que incrementan el riesgo de caídas⁸⁻¹⁰. Por lo tanto, la medición de fuerza muscular puede ser usada para visualizar la capacidad de las personas ancianas para vivir independientes.

La dinamometría isométrica de la mano o fuerza de apretón de la misma, es un método de fácil aplicación y replicación para la estimación de la fuerza general y ejecución de los miembros superiores¹¹⁻¹⁴ y, se correlaciona bien con parámetros tales como masa muscular, porcentaje de grasa corporal y densidad mineral ósea^{13,14}.

El caminar rápido, usual y máximo, ha demostrado ser un buen indicador de movilidad central para el funcionamiento independiente de los adultos mayores. Se ha descrito que menos del 1% de los peatones de 70 años y más tuvieron una velocidad al caminar superior a la requerida para cruzar la calle con seguridad en los Estados Unidos y Suecia¹⁵⁻¹⁷. Además se han descrito fuertes correlaciones entre fuerza muscular y los resultados de la prueba de velocidad al caminar^{15,16}.

También parece ser útil para la evaluación de la funcionalidad una rutina que reproduzca la movilidad diaria, en adultos mayores¹⁸. Además se ha observado que con el aumento de la edad y la disminución de la actividad física, la fuerza muscular puede estar por debajo de lo requerido para realizar tareas motoras tales como pararse, sentarse y caminar a una determinada velocidad¹⁷.

Con el paso de la edad se presentan alteraciones en la composición corporal que producen una variedad de consecuencias fisiológicas sobre la salud y el estado funcional de los ancianos, además de que afectan su calidad de vida, ésta situación representa un alto costo para la seguridad social, convirtiéndose en un problema político y sanitario; como consecuencia de ello las investigaciones que giran alrededor del envejecimiento han tomado relevancia dentro del ámbito científico y social¹⁹. Además con la edad, mujeres y hombres tienden a ganar peso e incrementar la cantidad de grasa visceral mientras disminuyen la masa del músculo esquelético. Elevados valores de índice de masa corporal se han visto positivamente asociados con la discapacidad en sujetos mayores^{20,21}. Se cree que la pérdida de músculo esta independientemente relacionada con el riesgo de discapacidad en sujetos ancianos²⁰. Galanos y cols.²² en un estudio realizado en ancianos institucionalizados encontraron alto riesgo de daño funcional para adultos mayores con bajos o altos índices de masa corporal y, que el grado del extremo del índice de masa corporal (alto o bajo) se corresponde al grado del riesgo del daño funcional. Las mediciones antropométricas son capaces de predecir de manera sencilla la enfermedad, declive en la funcionalidad y mortalidad. En la evaluación de la salud, la antropometría puede cuantificar

indirectamente los principales componentes del peso corporal. Las mediciones antropométricas principalmente proporcionan información sobre estatura, cantidad de músculo esquelético y grasa corporal. Estas inferencias son significativas mientras exista homeostasis en los sistemas del cuerpo, pero pueden cambiar cuando se presenta enfermedad y envejecimiento²³.

En términos generales los estudios realizados hasta ahora indican que mujeres y hombres con el aumento de la edad tienden a ganar peso e incrementar la cantidad de grasa visceral mientras disminuye la masa del músculo esquelético. No obstante que el peso se mantenga constante, la grasa visceral aumenta con la edad. Elevados valores de índice de masa corporal se han visto positivamente asociados con la discapacidad en sujetos mayores^{20,21}. Se cree que la pérdida del músculo esta independientemente relacionada con el riesgo de discapacidad en sujetos ancianos²⁰. Galanos y cols.²² en un estudio realizado en ancianos institucionalizados encontraron alto riesgo de daño funcional para adultos mayores con bajos o altos índices de masa corporal y, que el grado del extremo del índice de masa corporal (alto o bajo) se corresponde al grado del riesgo del daño funcional.

Dada la importancia de la autonomía para conservar la calidad de vida en los adultos mayores y, puesto que aún hay muchos elementos que aclarar para el conocimiento completo de la funcionalidad del adulto mayor, se realizó el presente estudio.

Objetivos

- Caracterizar a los sujetos por edad y sexo de acuerdo a su IMC y su masa muscular por técnicas antropométricas.
- Caracterizar a los sujetos por edad y sexo de acuerdo a su fuerza muscular.
- Evaluar por edad y sexo la ejecución de la marcha de los sujetos en términos de tiempo.
- Evaluar por edad y sexo la ejecución de la prueba de levantarse de la silla, en términos de tiempo.

Materiales y métodos

Se trata de un estudio transversal, donde los valores analizados corresponden a 152 ancianos institucionalizados (62 hombres y 90 mujeres) en 14 centros geriátricos públicos y privados de la Gran Caracas, con edades comprendidas entre 60 años y 97 años, los participantes en el protocolo de la investigación fueron estudiados entre junio del 2001 y marzo del 2002. El protocolo de investigación fue aprobado por el comité de ética del FONACIT.

Todos los sujetos evaluados cumplieron con los criterios de inclusión: no presentaron enfermedades agudas o crónicas (descompensadas) que impidieran la ejecución de cualquiera de las pruebas o mediciones, tampoco tenían problemas de audición que impidieran la explicación de la evaluación y dieron su consentimiento por escrito para participar en el estudio.

Tabla I

Estadística descriptiva de las áreas magras y sus sumatorias, fuerza de apretón de la mano derecha y tiempos para la distancia de 4,88 metros y prueba de levantarse de la silla, en los ancianos institucionalizados por grupos de edad

Variables	60 a 79 años de edad			80 años y más		
	Mediana n = 73	Media n = 73	DE n = 73	Mediana n = 79	Media n = 79	DE n = 79
IMC	22.950	23.651	4.777	21.365	22.349	4.280
AMB (mm ²)	42.067	43.994***	11.504	37.932	37.305	8.788
AMM (mm ²)	123.910	121.278***	24.713	100.698	103.469	23.499
AMP (mm ²)	63.944	66.791***	16.232	55.503	55.845	12.250
SAMMP	186.715	188.069***	37.482	162.014	159.314	33.076
SAMBMP	232.231	232.063***	45.225	195.198	196.619	39.893
FAMD (kg)	19,00	19,96 ***	9,59	12,00	12,86	6,64
Tiempo para distancia de 4,88 (m)	5,00	7,14 ***	5,91	9,00	11,53	8,19
Tiempo para LS	1,00	1,62 **	1,16	2,00	2,76	3,12

AMB = Área magra de brazo; AMMM = Área magra de muslo medio; AMP = Área magra de pantorrilla; SAMMP = Sumatoria de áreas magras de muslo y pantorrilla; SAMBMP = sumatoria de áreas magras de brazo, muslo y pantorrilla; LS = Levantarse de la silla; FAMD = Fuerza de apretón de la mano derecha; DE = Desviación estándar; ** = Muy significativo ($p \leq 0,01$), *** = Altamente significativo ($p \leq 0,001$).

Se evaluaron: edad y sexo; fuerza muscular (en kilogramos) a través de dinamometría isométrica de la mano (apretón de la mano) con un dinamómetro de mano Marca Lafayette Modelo 78010, fue realizada por un medidor el cual recibió entrenamiento previo en el Centro Internacional de Ciencias del Deporte (CICED) siguiendo los protocolos descritos por Alexander²⁴ y Matthews²⁵; prueba de la marcha, en términos de tiempo que tarda el sujeto en caminar 4,88 m (16 pies) en línea recta, siguiendo el protocolo descrito por Woo y cols.²⁰ se utilizó un cronómetro Casio modelo stopwatch HS-3; tiempo que tarda un sujeto en prueba de levantarse de una silla, se utilizó un cronómetro Casio modelo stopwatch HS-3.

Se midieron 8 variables antropométricas: peso (con una balanza doble romana Marca Detecto), talla (con un antropómetro portátil marca Holtain Limited), las circunferencias (media del brazo, muslo y máxima de pantorrilla) fueron medidas con cinta metálica Marca Holtain Limited, para los pliegues (tríceps, muslo medio, pantorrilla), se utilizaron calibradores de panículo adiposo Marca Holtain Limited. Con estas variables se construyeron los siguientes indicadores: IMC, áreas magras (brazo, muslo, pantorrilla) y sumatorias de áreas magras (sumatoria: muslo + pantorrilla; sumatoria: brazo + muslo + pantorrilla). Todas las variables se tomaron del lado derecho siguiendo las técnicas propuestas por el Lohman, Roche y Martorell²⁶. Las medidas fueron efectuadas por dos medidores expertos, debidamente entrenados y estandarizados.

Se realizaron Análisis de la varianza con un factor (Anova) y prueba *t* de Student para observar si existía asociación entre las variables del estudio y también se aplicó Scheffé para comparar las medias y observar si había diferencia significativa entre los grupos etarios, basado en estos tres resultados se dividió la muestra por

grupos de edad y sexo. Se realizó estadística descriptiva (mediana, media y desviación estándar) para la caracterización de cada una de las variables por grupos de edad y sexo. A fin de observar el comportamiento de las variables entre sí, todas fueron clasificadas en rangos de categorías que permitieran compararlas, así en el caso de las variables de muscularidad (área magra de brazo, área magra de muslo medio, área magra de pantorrilla, sumatoria de áreas magras de muslo medio y pantorrilla, sumatoria de áreas magras de brazo, muslo medio y pantorrilla) se utilizan los valores de los percentiles propuestos por Herrera²⁷. Para la fuerza de la mano, la marcha de 4,88 metros y la prueba de levantarse de la silla de utilizó la media más y menos una desviación estándar. Para conocer si existía asociación entre las variables, se aplicaron dos tipos de correlaciones el coeficiente de correlación de Pearson para las variables en su forma nominal y el coeficiente de correlación de Spearman para las variables categóricas. Se utilizó el paquete estadístico: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 10.0.

Discusión

Las pruebas *t* de Student, Análisis de la varianza con un factor (Anova) y Scheffé revelaron diferencias significativas entre las variables del estudio al dividir la población en dos grupos etarios (60 a 79 años y 80 y más) igualmente, Scheffé reveló que son subconjuntos homogéneos, para la mayoría de las variables, los sujetos de 60 y 70 años, así como aquellos de 80 y 90 años y más. Al fragmentar la población por sexo, se observan diferencias significativas ($p 0,01$ y $p 0,001$) en las variables del estudio. Debido a los resultados obtenidos se dividió finalmente la muestra del estudio por

Tabla II

Estadística descriptiva de las áreas magras y sus sumatorias, fuerza de apretón de la mano derecha y tiempos para la distancia de 4,88 metros y prueba de levantarse de la silla, en los ancianos institucionalizados para los sexos masculino y femenino

Áreas magras y sumatorias de áreas magras	Hombres			Mujeres		
	Mediana n = 62	Media n = 62	DE n = 62	Mediana n = 62	Media n = 62	DE n = 62
IMC	21.789	22.404	3.699	22.563	23.367	5.048
AMB (mm ²)	43.920	44.342***	8.690	37.308	37.883	11.174
AMM (mm ²)	121.455	122.159***	21.349	101.011	105.039	26.076
AMP (mm ²)	68.296	70.941***	14.502	53.853	54.324	11.734
SAMMP (mm ²)	190.301	193.100***	33.721	157.862	159.362	34.626
SAMBMP (mm ²)	237.255	237.443***	39.707	193.296	197.245	42.869
FAMD (kg)	23,00	23,10***	8,67	11,00	11,57	5,20
Tiempo para distancia de 4,88 (m)	6,00	7,99 ***	6,72	7,60	10,40	7,86
Tiempo para LS	1,00	2,03 **	3,06	1,94	2,34	1,93

AMB = Área magra de brazo; AMMM = Área magra de muslo medio; AMP = Área magra de pantorrilla; SAMMP = Sumatoria de áreas magras de muslo y pantorrilla; SAMBMP = sumatoria de áreas magras de brazo, muslo y pantorrilla; LS = Levantarse de la silla; FAMD = Fuerza de apretón de la mano derecha; DE = Desviación estándar; ** = Significativo ($p \leq 0,05$); *** = Altamente significativo ($p \leq 0,001$).

sexo: hombres y mujeres, y por grupos de edad: 60-79 años y 80 años y más.

El grupo de estudio estuvo conformado por 152 adultos mayores de 60 años de edad institucionalizados, que cumplieron con los criterios de inclusión, de los cuales un 41% fueron hombres ($n = 62$) y el restante 59 % mujeres ($n = 90$). Los ancianos entre los 60 a 79 años representan 48% ($n = 73$) mientras que los de 80 años y más, un 52% ($n = 79$) de la muestra total.

Por grupo etario

Con respecto al comportamiento de las variables con la edad se observa que los ancianos de 60 a 79 años mostraron; valores superiores de IMC, a pasar de que la diferencia no fue significativa; niveles más elevados de áreas magras y de las sumatorias de áreas ($p \leq 0,001$); valores superiores de fuerza (media de 7,1 kg), más que los mayores de 80 años ($p \leq 0,001$); caminaron 4,39 segundos más rápido la distancia de 4,88 metros ($p \leq 0,001$); se levantaron 1,14 segundos más rápido de una silla ($p \leq 0,01$) (ver tabla I).

Por lo tanto se observa que a mayor edad, los sujetos exhiben mayor grado de discapacidad para realizar tareas motoras y un detrimento en las condiciones físicas que permiten el desempeño de la funcionalidad. Este resultado coincide con lo reportado por Landers y cols.²⁸ quienes observaron que los ancianos de mayor edad, fueron menos fuertes y tuvieron mayor dificultad para pararse cuando se encontraban sentados, además mostraron menor fuerza en las piernas y una masa magra de extremidades inferiores y superiores más baja, que los sujetos de menor edad.

Este resultado encontrado con el IMC es el mismo que se presentó en varios estudios^{20,29-32}. Se ha establecido que existe una relación entre el IMC y tasas de mortalidad, pero esta relación tiende a disminuir en los sujetos ancianos de mayor edad³³⁻³⁵. Además se ha observado una asociación inversamente proporcional entre la masa magra y la mortalidad, es decir, que a mayor masa magra menor mortalidad y viceversa, pero también existe una relación directamente proporcional entre adiposidad corporal y mortalidad, o sea, que a mayores niveles de grasa corporal, mayores prevalencias de mortalidad; y como el IMC es incapaz de separar estos efectos su uso en ancianos produce análisis muy limitados³⁷.

Otros estudios también refieren que en los ancianos de mayor edad se presentaron valores más bajos de áreas magras^{17,21,30,37}. Entre las respuestas que este fenómeno puede tener hay que incluir las consideraciones relativas a la disminución de la masa muscular, debida a la menor síntesis proteica, producto a su vez de los cambios hormonales que se presentan con la edad, disminución del agua extracelular y del agua corporal total; además son factores contribuyentes el sedentarismo de los sujetos de mayor edad, ya que el desuso de los grupos musculares, en sí mismo, puede ser el causante de la atrofia muscular^{31,37}. Está también una ingesta dietética deficiente, que es un factor determinante en la pérdida de proteínas musculares⁹. Finalmente la sarcopenia juega un rol por sí misma en la disminución de las áreas magras con la edad⁴⁸.

La disminución de la fuerza muscular con la edad ya ha sido reportada por otros autores, esta disminución en la fuerza isométrica de apretón de la mano^{37,39-43} puede ser el resultado de varios factores tales como, la pérdida de la masa muscular o atrofia de la misma, alteraciones

neurológicas, cambio en las propiedades contráctiles del tejido muscular, reducidos niveles de actividad física⁸ o cambios en el patrón de actividad física^{44,42} debido a la disminución de los movimientos rápidos y fuertes en la vida diaria, lo cual es el estímulo para el mantenimiento de la fuerza muscular; de allí que lo ideal sería mantener físicamente activos a los ancianos para prevenir la pérdida de la fuerza muscular.

El fenómeno de que con la edad los ancianos caminen más lento ha sido descrito también en otros estudios⁴⁵⁻⁴⁹. Además se ha reportado que los problemas con la movilidad aumentan con la edad, también que es un componente crítico de pérdida de autonomía y un elemento básico para predecir el riesgo de institucionalización⁵⁰⁻⁵². Esta lentitud al caminar con la edad, puede deberse a disminución en la fuerza muscular⁵¹.

En cuanto a la prueba de levantarse de la silla, tiene sentido que sean los ancianos jóvenes los más rápidos en la ejecución de la prueba con respecto a los mayores de 80 años, puesto que estos tienen como previamente se ha señalado más conservada la masa magra y la fuerza muscular necesarias para realizar este movimiento.

Por sexo

Analizando el comportamiento de las variables de acuerdo al sexo, todas presentaron valores mayores en los hombres; así, las áreas magras de brazo, muslo medio, pantorrilla y sus sumatorias fueron significativamente mayores ($p \leq 0,001$); la fuerza de apretón de la mano fue más del doble que en las mujeres ($p \leq 0,001$); además los hombres fueron 2,41 segundos más rápidos en la ejecución de la marcha de 4,88 metros ($p \leq 0,05$) (ver tabla II).

De manera que el sexo femenino exhibe mayor grado de discapacidad para ejecutar tareas motoras y un detrimento en las condiciones físicas que facilitan el desempeño de la funcionalidad. Resultado similar ha sido descrito, en otros estudios^{28,54} donde las mujeres que reportaron más dificultades motoras, fueron menos activas y tuvieron menor fuerza muscular.

Diversos estudios así como el nuestro evidencian dimorfismo sexual en la fuerza muscular, en donde las mujeres exhiben mucho menos fuerza que los hombres^{39,41,53-56}, y, esto básicamente tiene como explicación, que los hombres tienen mayor masa muscular que las mujeres. En la población del estudio de Rantanen y cols.⁵⁵ la media de la fuerza para las mujeres fue de 20,4 kg y la desviación estándar de 5,6 kg, es decir, que las mujeres del presente estudio exhiben menos fuerza que aquellas en el estudio de Rantanen, diferencias que podrían estar asociadas al origen y raza de dicha población.

En cuanto a la velocidad para caminar 4,88 metros, un estudio realizado por Alexander⁵⁷ señala que menos del 1% de los peatones ancianos de su estudio, tuvieron una velocidad al caminar mayor o igual a 1,22 metros por segundo, la cual es requerida para cruzar las calles

en las intersecciones señaladas, con seguridad, en Estados Unidos⁵⁸. Al llevar las medias de tiempo de la marcha, de la población del presente estudio, a términos de velocidad, resulta que la velocidad media para la marcha de 4,88 metros fue de 0,52 metros por segundo, la cual es evidentemente menor a la necesaria para cruzar una calle con seguridad, de manera que solo un 10,53% de la población en nuestro estudio estaría apta para caminar por las calles con seguridad, un porcentaje mayor que el encontrado por el estudio de Alexander. Este 10,53% pertenecen principalmente a ancianos del sexo masculino menores de 80 años de edad. Sin embargo al comparar la media de la velocidad al caminar con la del estudio de Rantanen y cols.¹⁷ que es de 0,93 metros por segundo (la media de edad de ese estudio era de 78,0 años, la cual es semejante a la del presente estudio) la población estudiada es más lenta que la de Rantanen y cols. Como resultado de esta prueba se hace evidente la necesidad de incrementar la actividad física de los sujetos en los geriátricos, de manera de aumentar la velocidad al caminar de los adultos mayores institucionalizados, por encima del paso actual, y garantizar un mayor grado de autonomía en dicha población, que les permita salir eventualmente por sus propios medios de la institución y realizarlo con seguridad.

Agradecimiento

Trabajo financiado por Proyecto FONACIT 98003275.

Referencias

1. Bengoa JM, Sifontes Y, Machado V. Nutrición y envejecimiento a una síntesis del problema. *An Ven Nutr* 1997; 10(1): 31-44.
2. Litvak J. El envejecimiento de la población: Un desafío que va más allá del año 2000. *Bol of Sanit Panam* 1990; 109(1).
3. Marco E, Quintana E. Nutrición del anciano. *An Ven Nutr* 1988; 1:173-8.
4. Chumlea WC, Guo S, Glaser R, Vellas B. Sarcopenia, function and health. *Age and Nutr* 1997; 8(1):4-11.
5. Roubenoff R, Kehayias JJ, Dawson-Hugest B, Heymsfield SB. Use of dual energy X ray absorptiometry in body composition studies not yet a "gold standard". *Am J Clin Nutr* 1993; 58:589-91.
6. Pearson MB, Bassey EJ, Bendall MJ. Muscle strength and anthropometric indices in elderly men and women. *Age and ageing* 1985; 14:19-54.
7. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78 year old men and women. *J Appl Physiol* 1991; 80:312-9.
8. Tinetti ME, Ginter SF. Identifying mobility dysfunctions in elderly patients. *JAMA* 1988; 259(8):1990-4.
9. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND y cols. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very old people. *N Engl J Med* 1994; 330:1769-75.
10. Maki BE, Holliday PJ, Topper AK: A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol* 1994; 49:M72-M84.
11. Bassey EJ, Harries UJ. Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clin Sci* 1993; 84:331-7.
12. Hackel ME, Wolfe GA, Bang SM, Canfield JS. Changes in hand function in the aging adult as determined by the Jebsen Test of hand function. *Physical Therapy* 1992; 72:373-7.

13. Lord SR, Castell S. Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control and reaction time. *Arch Phys Med Rehab* 1994; 75:648-52.
14. Shepard RJ, Montelpare W, Pyley M, McCracken D, Goode RC: Handgrip dynamometry, cybex measurements and lean mass as markers of ageing of muscle function. *Br J Sport Med* 1991; 25:204-8.
15. Bassey EJ, Bendall MJ, Pearson M: Muscle strength in triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and woman over 65 year of age. *Clin Sci* 1988; 74:85-9.
16. Lord SR, Lloyd DG, Li SK: Sensory-motor function, gait patterns and falls in community-dwelling woman. *Age Ageing* 1996; 25:292-9.
17. Rantanen T, Guralnik JM, Izmirlian G y cols. Association of muscle strength with maximum walking speed in disabled older women. *Am J Phys Med Rehabil* 1998; 77(4):299-305.
18. Tinetti, Ginter SF. Identifying mobility disfunctions in elderly patients. *JAMA* 1988; 259(8):1990-4.
19. Vijg J, Wei J. Understanding the biology of aging: The key to prevention and therapy. *J Am Geriatric Soc* 1995; 43:426-34.
20. Zamboni M, Turcato E, Santana H y cols. The relationship between body composition and physical performance in older women. *J Am Geriatric Soc* 1999; 47:1403-8.
21. Baumgartner RN, Kohler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, Gary PJ, Lindeman RD. Epidemiology of sarcopenia among elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1998; 147:755-63.
22. Galanos AN, Pieper CF, Cornoni-Huntley JC, Bales CW, Fillenbaum GG. Nutrition and Function: is there a relationship between body mass index and the functional capabilities of community —dwelling elderly? *J Am Geriatric Soc* 1994; 42:368-73.
23. Chumlea WC, Guo S, Glaser R, Vellas B. Sarcopenia, function and health. *Age and Nutr* 1997; 8(1):4-11.
24. Alexander P. Fuerza de Presión. En: Características morfológicas. Composición corporal. Pruebas de Estandarización en Venezuela. Instituto Nacional de Deporte. Pág. 34. Caracas. 1995.
25. Mathews. History of strength testing, Strength test. En: Philadelphia Measurement in Physical Education. *WB Saunders Company*. Pág. 54. New York. 1958.
26. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Human Kinetics Books. Pp. 3-70. Champaign Illinois. 1988.
27. Herrea HA. Evaluación del estado nutricional de un colectivo de ancianos venezolanos institucionalizados. Estudio bioantropológico. Tesis de Doctorado. *Facultad de Ciencias Universidad del País Vasco*. Bilbao. 2003.
28. Landers KA, Hunter GR, Wetzstein CJ, Bammaam MM, Weinsier RL. The inter relationship among muscle mass, strength, and ability to perform physical task of daily living, in younger and older women. *The Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2001; 56:B443-B448.
29. Khaw KT. Healthy aging. *BMJ* 1997; 315:1090-6.
30. Rosenberg IH. Nutrition and senescence. *Nutrition Reviews* 1997; 55 (1):S69-S77.
31. Ravaglia G, Forti P, Maioli F y cols. Determinants of Functional Status in Healthy Italian Nonagenarians and Centenarians: A Comprehensive Functional Assesment by the Instruments of Geriatric Practice. *Am Geriatric Soc* 1997; 45:1202-1997.
32. Prothro JW, Rosenbloom A. Body measurements of black and white elderly persons with emphasis on body composition. *Gerontology* 1995; 41:22-38.
33. Andres R, Elahi D, Tobin JD, Muller DC, Brant L: Impact of age on weight goals. *Ann Intern Med* 1985; 103:1030-3.
34. Stevens J, Cai J, Williamson DF, Thum MJ, Wood JL. The effect of age on the association between body mass index and mortality. *N Engl J Med* 1998; 338:1-7.
35. Waaler H. Hazard of obesity the Norwegian experience. *Acta Med Scand* 1998; 723(Supl.):17-21.
36. Allison DB, Zamolli R, Faith MS y cols. Weight loss increases and fat loss decreases all-cause mortality rate: results from two independent cohort studies. *In J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23:603-11.
37. Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, Nelson KP: Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *J Am Geriatric Soc* 1993; 41:205-10.
38. Roubenoff R. Sarcopenia and its implications for the elderly. *Eur J Clin Nutr* 54 2000; (S3):S40-S47.
39. Reed RL, Pearlmutter L, Yochun K, Meredith KE, Mooradian AD. The relationship between muscle mass and strength in the elderly. *J Am Geriatric Soc* 1991; 39:555-61.
40. Era P, Lyra AL, Viitasalo JT, Heikkinen E. Determinants of isometric muscle strength in men of different ages. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992; 64(1):84-91.
41. Rantanen T, Era P, Heikkinen E. Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *J Am Geriatric Soc* 1997; 45:1439-45.
42. Aniansson A, Sperling L, Rundgren A, Lehnberg E. Muscle function in 75 years old men and women. A longitudinal study. *Scan J Rehabil Med* 1983; 9(S):92-102.
43. Young A. Exercise physiology in geriatric practice. *Acta Med Scand* 1986; 711(Supl.):227-32.
44. Schwartz RS, Shuman Wp, Bradburry VL: Effects of endurance training on fat distribution in young and older men. *Clin Res* 1990; 38:82A.
45. Woo I, Ho SC, Sham A, Yuen YK, Chan SG: Influence of age, disease and disability on Anthropometrics indices in elderly Chinese aged 70 years and above. *Gerontology* 1995; 41:173-180.
46. Dobbs RJ, Lubel DD, Charlet A y cols. Age associated changes in gait represent, in part a tendency towards Parkinsonism. *Age Ageing* 1992; 21:221-5.
47. Hébert R, Phil M. Functional decline in old age. *Can Med Assoc J* 1997; 157(8):1037-45.
48. Jylhä M, Guralnik JM, Balfour J, Fried LP. Walking difficulty, walking speed and age as predictors of self-rated health. *The Journals of gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2001; 56:M609-M617.
49. Guralnik JM, LaCroix AZ, Abbott DR: Maintaining mobility in late life. Demographic characteristics and chronic conditions. *Am J Epidemiol* 1993; 137:859-69.
50. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferruci L. A short physical performance battery assessing lower extremity functions: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol Med Sci* 1994; 49:M85-M94.
51. Ensrud KE, Nevitt MC, Yunis C. Correlates of impaired function in older women. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42:481-9.
52. Gill TM, Williams CS, Tinetti ME. Assessing risk for the onset of functional dependence among older adults: the role of physical performance. *J Am Geriatr Soc* 1985; 43:603-9.
53. Di Bari M, Ferrucci L, Chiarlone M y cols. Determinants of isometric muscular strength in the elderly, and its role in walking performance. *Faseb Journal. Poster Abstract* 1999; 13(Iss 3): S30.
54. Rantanen T, Guralnik JM, Sakari-Rantala R y cols. Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the women's health and aging study. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80:130-5.
55. Laukkanen P, Era P, Heikkinen RI, Suutama T, T Kauppinen E. Factors related to carrying out very day activities among elderly people aged 80. *Ageing* 1994; 6(6):433-43.
56. Reed RL, Den Hartog R, Yochum K, Pearlmoner, Ruttinger CA, Mooradian DA. A comparison of hand held isometric strength measurement with isolament muscle strength measurement in the elderly. *J Am Geriatr Soc* 1993; 41:53-5.
57. Alexander NB. Gait disorders in older adults. *J Am Geriatric Soc* 1996; 44:434-51.
58. Langlois JA, Keyl PM, Guralnik JM, Foly DJ, Marottoli RA, Wallace RB. Characteristics of older pedestrians who have difficulty crossing the street: a population- based study. *Am J Public Health* 1997; 87:393-7.