

# Reproducibilidad de las pruebas *Arm Curl* y *Chair Stand* para evaluar resistencia muscular en población adulta mayor

Reliability of *Arm Curl* and *Chair Stand* tests for assessing muscular endurance in older people

Reprodutibilidade dos testes de *Arm Curl* e *Chair Stand* para avaliar resistência muscular em idosos

Milena Boneth Collantes Ft, Esp<sup>1</sup>, Claudia Lucía Ariza García, Ft, MSc<sup>1</sup>, Adriana Angarita Fonseca, Ft, MSc<sup>1</sup>, Javier Parra Patiño, MD, Esp<sup>2</sup>, Andrea Monsalve, Ft<sup>3</sup>, Eliana Gómez, Ft<sup>3</sup>

Recibido: febrero 12 de 2012 • Aprobado: julio 6 de 2012

Para citar este artículo: Boneth M, Ariza CL, Angarita A, Parra J, Monsalve A, Gómez E. Reproducibilidad de las pruebas *Arm Curl* y *Chair Stand* para evaluar resistencia muscular en población adulta mayor. Rev. Cienc. Salud 2012; 10 (2): 179-193.

## Resumen

**Objetivo:** evaluar la reproducibilidad prueba-reprueba y el nivel de acuerdo entre mediciones de las pruebas 30 seg (30-s) *Arm Curl* y 30-s *Chair Stand* en una muestra de adultos mayores de Bucaramanga. **Materiales y métodos:** se realizó un estudio de evaluación de tecnologías diagnósticas. Ambas pruebas fueron administradas en dos oportunidades por el mismo evaluador a 111 adultos mayores de 59 años ( $70,4 \pm 7,3$ ), con un intervalo de 4 a 8 días. En el análisis se determinó la reproducibilidad prueba-reprueba mediante el coeficiente de correlación intraclase, CCI= 2,1 con sus respectivos intervalos de confianza de 95% (IC 95%). El nivel de acuerdo se estableció mediante el método de Bland y Altman. **Resultados:** la reproducibilidad prueba-reprueba para el 30-s *Arm Curl* test fue muy buena, con un CCI= 0,88 y para el 30-s *Chair Stand* test fue buena, con un CCI= 0,78. Así, el acuerdo fue muy bueno para las dos pruebas de resistencia muscular. Los IC 95% estuvieron entre -3,8 y 3,2 repeticiones para la prueba 30-s *Chair Stand* y entre -3,1 y 2,8 repeticiones para la prueba 30-s *Arm Curl*. **Conclusión:** las pruebas 30-s *Arm Curl* y 30-s *Chair Stand* tienen buena reproducibilidad y nivel de acuerdo para evaluar resistencia muscular en adultos mayores funcionalmente independientes.

**Palabras clave:** aptitud física funcional, reproducibilidad, fuerza muscular, adulto mayor.

<sup>1</sup> Grupo CliniUDES, Universidad de Santander, UDES. Correspondencia: adriangarita@udes.edu.co

<sup>2</sup> Escuela de Fisioterapia, Universidad Industrial de Santander, UIS.

<sup>3</sup> Universidad de Santander, UDES.

### *Abstract*

*Objective:* to assess the test-retest reliability and level of agreement between measures of the 30 second (30-s) *Arm Curl* and 30-s *Chair Stand* test in a sample of older adults from Bucaramanga. *Materials and methods:* a study of evaluation of diagnostic technology was done. Both tests were administered by the same evaluator to 111 adults older than 59 year-old ( $70,4 \pm 7,3$ ), on two occasions, with an interval of time between measures of 4 to 8 days. In the analysis, test-retest reliability was determined using the Intraclass Correlation Coefficient  $ICC= 2,1$  with their confidence interval 95% (CI 95%) respective. The agreement level was established by the Bland and Altman method. *Results:* the test-retest reproducibility of the 30-s *Arm Curl* test was very good  $ICC= 0,88$  and to the *Chair Stand* test was good  $ICC= 0,78$ . The agreement was very good for both tests of muscle endurance. The CI 95% were between -3,8 and 3,2 stands to 30-s *Chair Stand* test and between -3,1 and 2,8 curls to 30-s *Arm Curl* test. *Conclusion:* the 30-s *Arm Curl* and 30-s *Chair Stand* test have good reliability and agreement to assess muscle endurance in older adults functionally independent.

*Keywords:* *physical fitness function, reliability, muscle endurance, elderly.*

### *Resumo*

*Objetivo:* avaliar a reprodutibilidade teste-reteste e nível de concordância entre as medidas de testes 30 second (30-s) *Arm Curl* e 30-s *Chair Stand* em uma amostra de idosos de Bucaramanga. *Materiais e métodos:* se realizou um estudo de avaliação da tecnologia de diagnóstico. Ambos os testes foram administrados pelo mesmo avaliador a 111 adultos com mais de 59 anos de idade ( $70,4 \pm 7,3$ ), em duas ocasiões, com um intervalo de tempo entre as medidas de 4 a 8 dias. Na análise, se determinou a reprodutibilidade teste-reteste usando o Coeficiente de Correlação Intraclassa  $ICC= 2,1$  com seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95%). O nível de concordância foi estabelecido pelo método de Bland e Altman. *Resultados:* a reprodutibilidade teste-reteste do 30-s *Arm Curl* teste era muito bom  $ICC= 0,88$  e do 30-s *Chair Stand* teste foi boa  $ICC= 0,78$ . O acordo foi muito bom para ambos os testes de resistência muscular. Os IC 95% foram de -3,8 e 3,2 repetições para o 30-s *Chair Stand* teste e de -3,1 e 2,8 repetições para o 30-s *Arm Curl* teste. *Conclusão:* testes 30-s *Arm Curl* e 30-s *Chair Stand* possui boa reprodutibilidade e concordância para avaliar a resistência muscular em idosos funcionalmente independentes.

*Palavras chave:* *aptidão física funcional, reprodutibilidade, resistência muscular, idoso.*

La resistencia muscular se define como la capacidad de un grupo muscular para desarrollar una fuerza submáxima durante un período prolongado. En otras palabras, se refiere a la tensión muscular relativamente prolongada que un músculo es capaz de mantener sin que disminuya la efectividad de la misma. Puede valorarse

tanto en las contracciones estáticas como en las dinámicas y se desarrolla con cargas ligeras pero con mayor número de repeticiones (1). Por otra parte, también se define como la capacidad de la musculatura para deformar un cuerpo o para modificar la aceleración del mismo (2).

Para el adulto mayor la pérdida del área muscular es de aproximadamente 40% debido al proceso de envejecimiento (3). Esta pérdida ocurre por la disminución en el número y tamaño de las fibras musculares, en especial de las de tipo II más que de tipo I (4-5) y conlleva alteraciones que comprometen la capacidad funcional del adulto mayor, en particular la velocidad, la agilidad y el tiempo de reacción que, en el peor de los casos, produce un deterioro de la función física con la consecuente dependencia funcional (6-8).

En varios estudios se ha encontrado que la resistencia muscular predice la independencia y movilidad en ancianos y puede estar determinada por la cantidad de masa muscular (9-10). La disminución en la fuerza, junto con la resistencia muscular, también se ha asociado con disminución de la fuerza en general, la longitud del paso al caminar y problemas de balance que incrementan el riesgo de caídas (11-12). Por lo tanto, la medición de la resistencia muscular puede ser usada para visualizar la capacidad funcional de las personas ancianas y la sobrevivencia de forma independiente.

Es necesario contar con instrumentos de evaluación de la resistencia muscular para el adulto mayor que cumplan con las propiedades psicométricas de validez y reproducibilidad, de fácil aplicabilidad y bajo costo. La reproducibilidad es el primer paso para establecer la calidad de las mediciones, pues no puede existir una medición válida a menos que tenga algún grado de reproducibilidad; de tal modo, esta característica es necesaria pero no suficiente para establecer la validez de una prueba (13).

En fisioterapia, la importancia de una medición con un instrumento reproducible radica en que se pueden obtener resultados similares si la prueba se repite bajo las mismas condiciones, lo cual indicaría que la prueba es útil puesto que la variabilidad debida al azar es mínima y que si

se realiza una intervención con una evaluación previa y una posterior con este instrumento, los resultados arrojados corresponderían al efecto real de la intervención y no al azar (14).

Para la evaluación de la resistencia muscular se cuenta con diferentes pruebas, entre las cuales se encuentran las pruebas 30-s *Chair Stand* (13) y 30-s *Arm Curl* (15). En la primera se ejecuta la actividad de pararse y sentarse en una silla por 30 seg; en la segunda se realiza flexión de codo en 30 seg. Aunque se ha evaluado la reproducibilidad de estas dos pruebas en población estadounidense (15-17), se desconoce si en Colombia funcionan de manera similar. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar la reproducibilidad prueba-reprueba y el nivel de acuerdo entre mediciones de las pruebas 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl* en población adulta mayor de 60 años de Bucaramanga.

### *Materiales y métodos*

Se realizó un estudio de pruebas diagnósticas en una población de adultos mayores de Bucaramanga, Colombia, adscritos a la Fundación Albeiro Vargas y Ángeles Custodios ( $n=20$ ), Asilo San Rafael ( $n=37$ ), Fundación Hogar Geriátrico Luz de Esperanza ( $n=7$ ) y Grupo de Adultos Mayores del Café Madrid ( $n=47$ ). Se incluyeron adultos mayores de 60 años funcionalmente independientes, con tamizaje de riesgos negativo o autorización médica aun teniendo tamizaje de riesgo positivo y manifestación voluntaria del deseo de participar en el estudio. Se excluyeron aquellos participantes con gripe o resfriado común al momento de aplicar la prueba; alteración orgánica que arriesgara la salud, manifestada antes de la prueba; enfermedad cardiovascular y cardiorrespiratoria; prótesis u ortesis excepto dentales; personas sin afiliación a seguridad social y sin evaluaciones de resistencia muscular para ambas pruebas por duplicado.

La recolección de la información se realizó entre enero y mayo de 2011. Las variables de estudio fueron edad, sexo, escolaridad, estado civil, estrato socioeconómico, institucionalización, antecedentes personales y resistencia muscular medida con las pruebas 30-s *Chair* y 30-s *Stand Arm Curl*.

*Procedimiento:* en primer lugar, se identificaron las instituciones a evaluar, se efectuó un encuentro para socializar la investigación y se motivó a la población adulta mayor a participar. Luego se realizó el proceso de consentimiento informado y se indagó sobre aspectos sociodemográficos y antecedentes personales; asimismo, se diligenció el tamizaje de riesgo Parq y You (18). El participante que respondió en forma afirmativa alguna pregunta fue remitido al médico.

Las evaluaciones se hicieron entre las siete y las once de la mañana en un lugar cubierto de las instalaciones institucionales, previo calentamiento de cinco minutos. Después de 4 a 8 días de la primera evaluación se citó a los participantes para la segunda valoración en las mismas condiciones de la primera vez. Se seleccionó este período con el fin de que los evaluadores no recordaran los resultados de la primera prueba y además por disponibilidad horaria. Los adultos fueron evaluados las dos veces por la misma persona. En la segunda sesión no se dispuso de los resultados de la primera.

*Prueba piloto:* fue realizada en adultos mayores de un grupo de tercera edad residente en el municipio de Girón, ubicado a cuarenta y cinco minutos de Bucaramanga. Se seleccionó este grupo porque tenía características similares a la población de estudio. Participaron siete adultos puesto que en la primera evaluación solo este número cumplió con los criterios de inclusión; las evaluaciones se realizaron dos viernes consecutivos. Después de hacer la prueba piloto se

unificaron los ejercicios y el tiempo de calentamiento antes de ejecutarlas; en la prueba 30-s *Chair Stand* se sugirió cambiar la silla por una más estable para dar mayor seguridad al participante, así como usar la misma silla en ambas oportunidades. Tanto en la prueba piloto como en el estudio, el evaluador fue un estudiante de último año de Fisioterapia entrenado con anterioridad y supervisado por la investigadora principal.

*Protocolo de aplicación:* 30-s *Arm Curl:* el participante se sentó en la silla con la espalda recta, el torso perpendicular al piso y los pies apoyados. Con una pesa de 5 lb para mujeres (2,27 kg) y 8 lb para hombres (3,63 kg) sostenida en la mano dominante, la muñeca en posición neutra y el brazo con el codo en extensión, se solicitó al participante flexionar el codo. Se requirió que supinara el antebrazo mientras flexionaba el brazo en un rango completo y volviera a la extensión completa con la muñeca en posición neutra. El examinador hizo una demostración de la prueba y permitió que fuera practicada dos veces para estar seguro de realizarlo en forma correcta. La prueba se inició con el comando "Listo, ya". Se registró el número de flexiones de codo que se completaron en treinta segundos, después de que el participante realizó una flexión y extensión completa.

30-s *Chair Stand:* el participante se ubicó en una silla con espaldar firme y apoyado contra la pared, pies apoyados sobre el piso y brazos cruzados sobre el pecho. Se le solicitó ubicarse en posición de pie y volver a la posición sentada después de la señal. El examinador hizo una demostración de la prueba y permitió que fuera practicada dos veces para estar seguro de realizarlo en forma correcta. La prueba se inició con el comando "Listo, ya". Se tomó el número total de levantadas realizadas correctamente en

un tiempo de treinta segundos, en un solo intento. Si el participante realizó más de la mitad del movimiento de ponerse de pie al final de los treinta segundos, se contó como una levantada completa.

*Análisis estadístico:* se calculó la mediana, el mínimo y el máximo para las variables cuantitativas. La normalidad de las variables se evaluó mediante la prueba de Skewness/Kurtosis. Las variables cualitativas se presentaron en frecuencias absolutas y relativas. Las diferencias por género de las variables cualitativas se evaluaron mediante la prueba Chi<sup>2</sup> y test exacto de Fisher. Las diferencias de edad por sexo se establecieron mediante la prueba rango con sumas de Wilcoxon para muestras independientes. Las diferencias entre la primera y segunda prueba se evaluaron mediante la prueba de Wilcoxon para datos pareados. La reproducibilidad prueba-reprueba fue evaluada mediante el coeficiente de correlación intraclase CCI (2,1) y el nivel de acuerdo entre la primera y segunda evaluación se estableció aplicando la metodología de Bland y Altman. La interpretación del CCI se hizo mediante la clasificación de Altman: pobre= ≤ 0,20; aceptable= 0,21-0,40; moderada= 0,41-0,60; buena= 0,61-0,80; muy buena= 0,81-1,00 reproducibilidad (19). Los diferentes cálculos estadísticos y el procesamiento de variables fueron realizados en el programa Stata/SE v. 11.0. Se consideró un nivel alpha <0,05 para todas las pruebas estadísticas.

Este estudio se consideró sin riesgo, se solicitó consentimiento por escrito a los participantes y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigaciones de la Universidad de Santander con el código 016-10.

### Resultados

La muestra estuvo conformada por 111 adultos de los cuales 39 fueron mujeres, con una edad

promedio de 70,4±7,3 años, la mayoría sin compañero permanente, de estrato socioeconómico 1, con dominancia derecha y predominio de alteraciones visuales. Se detectaron diferencias por sexo, en relación con edad, presencia de compañero permanente, estrato socioeconómico, institucionalización y enfermedades respiratorias (tabla 1).

La mediana de repeticiones realizadas en la prueba 30-s *Chair Stand* fue de 13 en la primera y segunda evaluación, con un mínimo de 6 y un máximo de 20; mientras, la mediana de repeticiones para la prueba 30-s *Arm Curl* fue de 14 en la primera y segunda evaluación. Al comparar la primera y la segunda evaluación se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba 30-s *Arm Curl* para hombres y participantes institucionalizados, p<0,05 (tabla 2).

### Reproducibilidad prueba-reprueba

La prueba de resistencia de miembros inferiores obtuvo una buena reproducibilidad con un CCI= 0,79 (IC95% 0,70-0,85), mientras la reproducibilidad de la prueba de resistencia de miembros superiores fue muy buena con un CCI= 0,88 (IC95% 0,83- 0,91). Se encontró mayor reproducibilidad en hombres y en adultos institucionalizados en ambas pruebas (tabla 3).

### Nivel de acuerdo entre la primera y segunda evaluación

El análisis del acuerdo entre la primera y segunda evaluación de las pruebas 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl* (tabla 3, figura 1), mostró un promedio de las diferencias cercano a cero en el global, por sexo e institucionalización, oscilando entre -0,05 y -0,57 para el 30-s *Chair Stand* y entre 0,01 y -0,49 para el 30-s *Arm Curl*, lo cual indica que no existe error sistemático. En general, los límites de acuerdo superior e inferior fueron estrechos; los más amplios se encontraron en no institucionalizados (-4,55; 3,42 para

Tabla 1. Características de la población de estudio, n=111

Variable	Femenino	Masculino	Global	Valor p
	n= 72 (64,9)	n= 39 (35,1)	n= 111	
Edad mediana (Mínimo-máximo)	67 (60-86)	75 (60-88)	70 (60-88)	0,000*
Escolaridad n (%)				
Ninguna	50 (69,4)	27 (71,1)	77 (70,0)	0,861**
Primaria	22 (30,5)	11 (28,9)	33 (30,0)	
Con compañero (a) permanente n (%)				
No	46 (63,9)	33 (84,6)	79 (71,2)	0,021**
Sí	26 (36,1)	6 (15,4)	32 (28,8)	
Estrato socioeconómico n (%)				
1	58 (80,6)	38 (97,4)	96 (86,5)	0,017***
2	14 (19,4)	1 (2,6)	15 (13,5)	
Miembro superior dominante n (%)				
Derecho	70 (97,2)	38 (97,4)	108 (97,3)	1,000***
Izquierdo	2 (2,8)	1 (2,6)	3 (2,7)	
Institucionalización				
Sí	8 (11,1)	32 (87,2)	42	0,000***
No	64 (88,9)	5 (12,8)	69	
Antecedentes personales				
Cáncer	1 (1,4)	0 (0,0)	1 (0,9)	1,000***
Enfermedades musculoesqueléticas	6 (8,3)	6 (15,4)	12 (10,8)	0,253**
Alteración articular	9 (12,5)	5 (12,8)	14 (12,6)	1,000***
Enfermedades respiratorias	3 (4,2)	9 (23,1)	12 (10,8)	0,004***
Enfermedades endocrinas	8 (11,1)	2 (5,1)	10 (9,0)	0,489***
Alteraciones visuales	38 (52,8)	19 (48,7)	57 (51,4)	0,696**
Fumador actual	1 (1,4)	2 (5,1)	3 (2,7)	0,282***

\*Prueba rango con sumas de Wilcoxon. \*\*Prueba Chi2. \*\*\*Test exacto de Fisher

miembros inferiores y -3,38; 3,29 para miembros superiores) y los más estrechos en hombres (-2,16; 2,06 para miembros inferiores y -2,33; 1,36 para miembros superiores). Las gráficas del análisis de Bland y Altman (figura 1) muestran

que la mayoría de observaciones se hallan dentro de los límites de acuerdo; en otras palabras, pocas observaciones caen por fuera de las líneas rojas que representan el límite superior e inferior de los límites de acuerdo de 95%. Los tres aspectos

señalados indican buen nivel de acuerdo entre la primera y segunda evaluación del 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl*. Cabe resaltar que los

datos de la prueba 30-s *Chair Stand* no se distribuyeron de manera normal en las categorías mujeres, no institucionalizados y global.

Tabla 2. Distribución de las repeticiones realizadas en la primera y segunda evaluación de las pruebas 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl*

Variable	n	30-s <i>Chair stand</i> test			30-s <i>Arm Curl</i> test		
		Primera evaluación	Segunda evaluación	Valor p*	Primera evaluación	Segunda evaluación	Valor p*
		Mediana (Min-máx)	Mediana (Min-máx)		Mediana (Min-máx)	Mediana (Min-máx)	
Sexo							
Mujeres	72	14 (7-20)	14 (8-20)	0,382	14 (8-21)	14 (9-21)	0,711
Hombres	39	13 (6-17)	13 (6-17)	0,575	14 (5-20)	14 (6-20)	0,006
Institucionalización							
Sí	42	14 (6-17)	13 (6-16)	0,417	14 (8-20)	14 (9-20)	0,035
No	69	13 (7-20)	14 (8-20)	0,062	14 (5-21)	14 (6-21)	0,956
Global	111	13 (6-20)	13 (6-20)	0,316	14 (5-21)	14 (6-21)	0,265

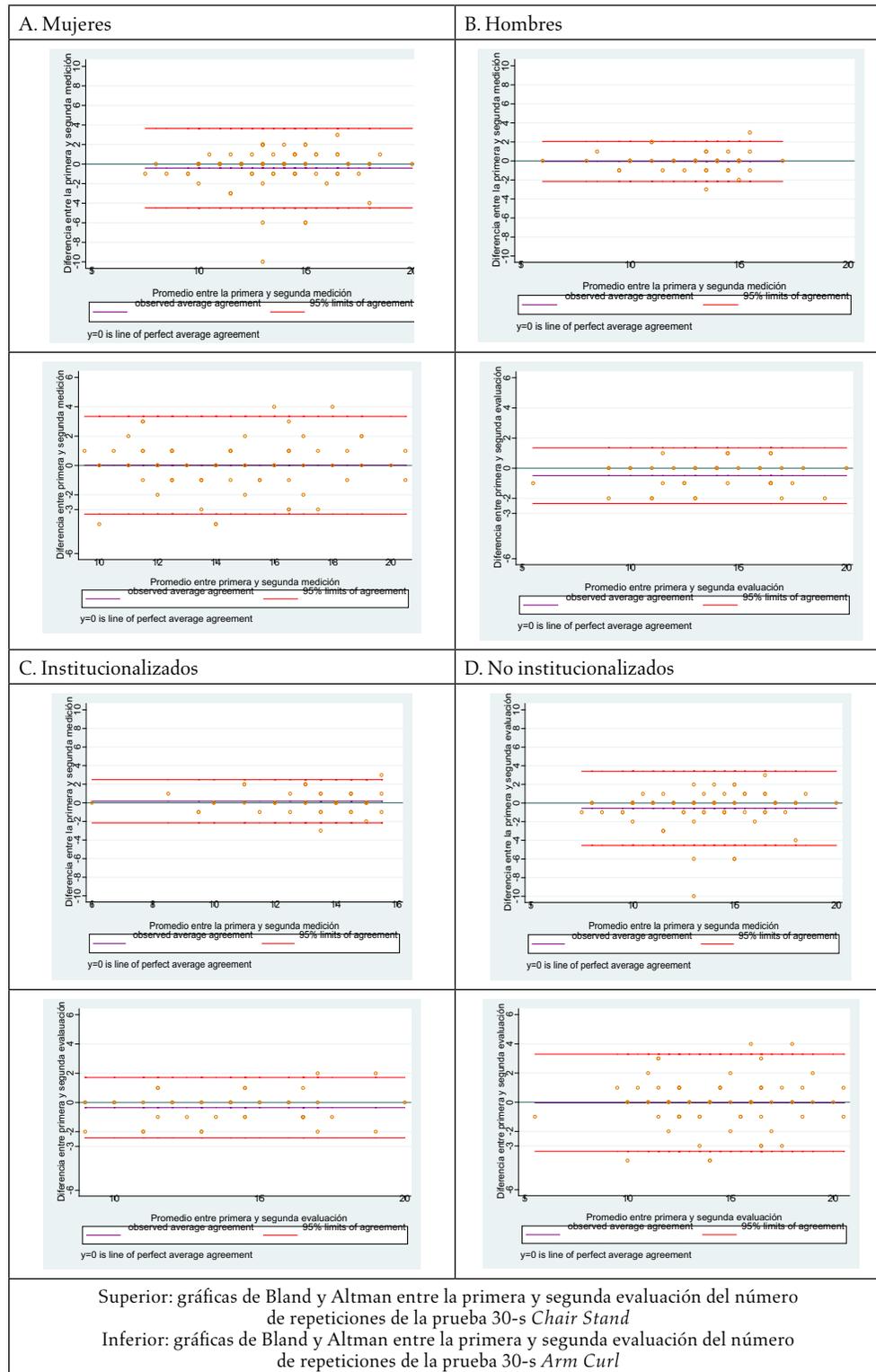
\*Prueba de Wilcoxon

Tabla 3. Reproducibilidad prueba-reprueba y nivel de acuerdo entre la primera y segunda evaluación de las pruebas 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl*

Variable	n	30-s <i>Chair Stand</i>		Normalidad de las diferencias	30-s <i>Arm Curl</i>		Normalidad de las diferencias
		CCI (IC= 95%)	B&A	Valor p*	CCI (IC= 95%)	B&A	Valor p*
Sexo							
Mujeres	72	0,73 (0,60- 0,82)	-0,42 (-4,48; 3,65)	0,000	0,83 (0,74- 0,89)	0,01 (-3,32; 3,34)	0,369
Hombres	39	0,91 (0,83- 0,95)	-0,05 (-2,16; 2,06)	0,101	0,95 (0,88- 0,98)	-0,49 (-2,33; 1,36)	0,285
Institucionalización							
Sí	42	0,86 (0,75-0,92)	0,17 (-2,16; 2,49)	0,660	0,93 (0,87- 0,96)	-0,36 (-2,43; 1,71)	0,924
No	69	0,76 (0,64- 0,85)	-0,57 (-4,55; 3,42)	0,000	0,85 (0,77- 0,91)	-0,04 (-3,38; 3,29)	0,397
Global	111	0,79 (0,70- 0,85)	-0,29 (-3,80; 3,22)	0,000	0,88 (0,83- 0,91)	-0,16 (-3,09; 2,76)	0,195

CCI = Coeficiente de Correlación Intraclass. B&A= Análisis de Bland y Altman (límites de acuerdo de 95%). \* Prueba Skewness/Kurtosis

Figura 1. Nivel de acuerdo entre la primera y segunda evaluación de las pruebas 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl*



## Discusión

**Importancia de la resistencia muscular:** Como componente de la capacidad física funcional del adulto mayor, la importancia de evaluar la resistencia muscular radica en que refleja la reserva fisiológica de una persona para desarrollar actividades sin llegar a la fatiga (15). Adicionalmente, el aumento de la resistencia muscular le ayudará al adulto mayor a mejorar su capacidad física funcional que permitirá a las personas mantener su independencia, aumentar los niveles de actividad física espontánea y participar libremente en las actividades de la vida diaria (6, 9).

**Selección de las pruebas:** Las pruebas 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl* fueron escogidas porque son fáciles de administrar, no requieren un amplio espacio para su ejecución, se realizan en corto tiempo, los comandos verbales usados

son entendibles para el adulto mayor y ya se ha evaluado su reproducibilidad (15). La prueba 30-s *Chair Stand* es una modificación de la prueba propuesta por Csuka y McCarty (20), en la cual se registra el tiempo en que se realizan diez levantadas desde la silla; se modificó para evaluar a todas las personas, puesto que no todos los adultos mayores alcanzan este número, similar a lo encontrado en este estudio en el que doce personas en la primera prueba y seis en la segunda realizaron menos de diez repeticiones.

Por otro lado, la prueba 30-s *Arm Curl* es una modificación de la prueba descrita en el protocolo American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD), la cual usaba una pesa de 4 lb para mujeres y no requería la supinación del brazo al iniciar la prueba; este último cambio involucró más músculos del miembro superior y mejoró la eficacia del tendón del bíceps en relación con su acción muscular (15).

Tabla 4. Aspectos generales de los estudios que han evaluado la reproducibilidad de las pruebas 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl*

Aspecto	Boneth y otros autores (Estudio actual)	Rikli y Jones (15)	Miotto (17)	Jones (16)
<i>n</i>	111	76	79	76
Edades Promedio $\pm$ Desviación estándar	70,4 $\pm$ 7,3	Hombres: 72,6 $\pm$ ND Mujeres 69,1 $\pm$ ND Global: 71,8 $\pm$ 6,9	Activos (hombres 67,8 $\pm$ ND y mujeres 68,3 $\pm$ ND) Sedentarios (hombres 69,5 $\pm$ ND y mujeres 69,3 $\pm$ ND)	Hombres: 72,6 Mujeres: 69,1
Tipo de población	Vinculados a instituciones funcionalmente independientes	Participantes de un programa de ejercicio	Adultos que vivían independientemente en la comunidad	Participantes de un programa de ejercicio
Promedio de repeticiones 30-s <i>Chair Stand</i>	1 Eval: 13,1 $\pm$ 2,8 2 Eval: 13,4 $\pm$ 2,7	Activos: 13,3 $\pm$ 3,6 Baja actividad: 10,8 $\pm$ 3,6	1 Eval: 14,2 $\pm$ 3,7 2 Eval 14,8 $\pm$ 4,0 3 Eval 15,3 $\pm$ 3,9	Hombres: 13,7 $\pm$ 3,2 Mujeres: 12,7 $\pm$ 3,6
Promedio de repeticiones 30-s <i>Arm Curl</i>	1 Eval: 14,2 $\pm$ 3,1 2 Eval: 14,3 $\pm$ 3,0	Activos: 18,7 $\pm$ 4,0 Baja actividad: 15,5 $\pm$ 3,7	1 Eva: 19,8 $\pm$ 4,5 2 Eval 20,7 $\pm$ 5,0 3 Eval 21,2 $\pm$ 4,9	ND
CCI 30-s <i>Chair Stand</i>	0,79 (IC95% 0,70- 0,85)	0,89 (IC95% 0,79- 0,93)	0,90	0,89 (IC95% 0,79- 0,93)
CCI 30-s <i>Arm Curl</i>	0,88 (0,83- 0,91)	0,81 (0,72-0,88)	0,88	NA

ND: no disponible. NA: no aplica. CCI: Coeficiente de Correlación Intraclass.

*Número de repeticiones de las pruebas 30-s Chair Stand y 30-s Arm Curl:* En la revisión de la literatura se encontraron tres estudios (15-17) que evaluaron la reproducibilidad de la prueba 30-s *Chair Stand* y dos de la prueba 30-s *Arm Curl* (15, 17) (tabla 4). En general, la edad de la población fue similar, aunque en este estudio se contó con una muestra de mayor tamaño. En relación con los resultados, el promedio de repeticiones de la prueba 30-s *Chair Stand* en el presente estudio fue de  $13 \pm 3$  levantadas, resultados similares a los encontrados por Rikli y Jones (15) ( $13 \pm 3$  levantadas), pero menores a los encontrados por Miotto y otros autores (17) en el que se realizaban entre 14 y 15 repeticiones.

Por otro lado, en la prueba 30-s *Arm Curl* el promedio de repeticiones fue de  $14 \pm 3$  tanto en hombres como mujeres, resultados por debajo de los encontrados por Rikli y Jones (15) con un promedio que osciló entre 17 y 20, similares a los encontrados en una población de mujeres de Brasil ( $14 \pm 4$  repeticiones) (21), pero por debajo de las realizadas por los varones de ese país ( $18 \pm 5$  repeticiones) (21).

Lo anterior sugiere que en la población de este estudio, la resistencia muscular es menor que la obtenida en población estadounidense (15-17), aspecto que fue corroborado por Krause y otros autores (21) quienes encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia muscular de una población de adultos mayores brasileños comparada con una estadounidense (21). Si bien existe correlación entre el incremento de edad con la baja masa muscular y la pérdida de fuerza muscular debido a la progresión de la sarcopenia (22-23) y a la disminución de la función neuromuscular como parte del envejecimiento (24), aspectos como las comorbilidades, el estado socioeconómico y nutricional, la resistencia a enfermedades infecciosas y el acceso al sistema de salud podrían explicar por qué latinos y estadounidenses responden diferente ante el proceso de envejecimiento (21).

*Reproducibilidad de las pruebas 30-s Chair Stand y 30-s Arm Curl:* Desde el punto de vista psicométrico, los principales hallazgos de este estudio muestran una muy buena reproducibilidad y un buen grado de acuerdo para las dos pruebas, como se reporta en estudios previos. En el presente estudio, en la prueba 30-s *Chair Stand* se encontró un CCI= 0,79 (IC= 95%; 0,70- 0,85); estos resultados estuvieron por debajo de los encontrados por Rikli y Jones (15), Jones y otros autores (16) y Miotto y otros autores (17), mientras en la prueba 30-s *Arm Curl* el CCI para el presente estudio fue de 0,88 (IC= 95%; 0,83- 0,91), similar al encontrado por Miotto y otros autores (17) y mayor al encontrado por Rikli y Jones (15) (tabla 4). Las diferencias encontradas en los estudios pueden deberse a diferentes fuentes de variabilidad, además del error aleatorio, aspectos relacionados con la prueba, el evaluador, el grupo evaluado y la persona evaluada (variabilidad intrasujeto), que influyen en la disimilitud de los resultados al realizar dos veces una evaluación bajo las mismas condiciones (14). Por lo anterior, se realizó un paralelo entre los artículos encontrados, teniendo en cuenta aspectos de la prueba, de la metodología del estudio de evaluación de pruebas diagnósticas y de los evaluadores (tabla 5).

En cuanto a la ejecución de las pruebas, se encontraron diferencias en el tiempo del calentamiento, siendo menor para este estudio (tabla 5), aunque los ejercicios físicos realizados se estandarizaron y aplicaron de la misma manera en las dos oportunidades. Adicionalmente, en el presente estudio no se usó silla con antideslizante ni se tuvo en cuenta alinear los pies con los hombros o dejar un pie ligeramente más adelante que el otro; no obstante, se usó una silla estable en ambas oportunidades. Estos aspectos contribuyen a la seguridad del paciente al momento de ejecutar la prueba.

Tabla 5. Aspectos relacionados con la prueba, la metodología y los evaluadores de los estudios que han evaluado la reproducibilidad de las pruebas 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl*

Aspecto	Boneth y otros autores (estudio actual)	Rikli Jones (15)	Miotto (17)	Jones (16)
<b>Aspectos de la prueba 30 seg <i>Chair Stand</i></b>				
Calentamiento	5 min	8 min	8 min	8 min
Sillas sin brazo	Sí	Sí	Sí	Sí
Silla con antideslizante	No	ND	ND	Sí
Silla apoyada contra la pared	Sí	Sí	Sí	Sí
Altura de la silla	17 pulgadas	17 pulgadas	17 pulgadas	17 pulgadas
Pies planos sobre el piso	Sí	Sí	Sí	ND
Participante con espalda recta	Sí	Sí	Sí	Sí
Pies alineados con hombros	No	ND	ND	Sí
Un pie ligeramente más adelante que el otro	No	ND	ND	Sí
Brazos cruzados sobre el pecho	Sí	Sí	Sí	Sí
Comando verbal para iniciar la prueba	Sí	Sí	Sí	Sí
Demostración del evaluador antes de la prueba	Sí	Sí	Sí	Sí
Ensayo antes de la prueba por el participante	Dos repeticiones	1-3 repeticiones	1-3 repeticiones	Una repetición
<b>Aspectos de la prueba 30 seg <i>Arm Curl</i></b>				
Uso de reloj con segundero	Sí	Sí	ND	NA
Espalda recta	Sí	Sí	Sí	NA
Pies planos sobre el piso	Sí	Sí	Sí	NA
Lado dominante del cuerpo pegado a la silla	Sí	Sí	Sí	NA
Peso en la mano dominante	Sí	Sí	Sí	NA
Comando verbal para iniciar la prueba	Sí	Sí	Sí	NA
Inicio de la prueba brazo al lado de la silla perpendicular al piso	Sí	Sí	Sí	NA
Al finalizar la prueba, el brazo se extiende y la mano gira hacia abajo	Sí	Sí	Sí	NA
Asistencia del examinador (se arrodilla o está sentado al lado y apoya el codo del participante) estabiliza el brazo	Sí	Sí	Sí	NA
Demostración del examinador	Sí	Sí	Sí	NA
Número de ensayos realizados	2	1-2	ND	NA
Desconocimiento de los evaluadores del puntaje primera prueba	Sí	Sí	ND	NA

Aspecto	Boneth y otros autores (estudio actual)	Rikli Jones (15)	Miotto (17)	Jones (16)
Aspectos metodológicos				
Tiempo entre pruebas (en días)	4-8	2-5	2-5	2-5
Número de pruebas	2	2	3	2
Desconocimiento de los evaluadores del puntaje primera prueba	Sí	Sí	ND	Sí
Aspectos de los evaluadores				
No. Evaluadores	Uno	Varios	Varios	Cuatro
Experticia evaluadores	Estudiante de último año de Fisioterapia	ND	Estudiantes y recién graduados	Recién graduados y estudiantes de facultad
Entrenamiento de evaluadores	Se realizó entrenamiento y prueba piloto	Practicaron entre evaluadores con demostración a los directores del proyecto	Entrenados de la misma forma	Entrenamiento previo por los investigadores del estudio

NA: No aplica. ND: No disponible.

En la prueba 30-s *Arm Curl* no se encontraron diferencias en la forma de realizar la prueba al comparar con los otros estudios. Cabe destacar que en el presente estudio el número de ensayos previos a la prueba fue de dos, mientras que en los otros osciló entre una y tres repeticiones (tabla 5). Algunos autores consideran que el aprendizaje de la prueba puede influir en los resultados, mejorando el desempeño en la segunda evaluación (25). Al ensayar con anterioridad se reduce este efecto, como se evidencia en los resultados del presente estudio, puesto que la mediana de repeticiones fue similar en la primera y la segunda evaluación.

En cuanto a los aspectos metodológicos, el tiempo entre pruebas usado en el presente estudio (4 a 8 días) fue mayor comparado con los otros, para que el evaluador no recordara los resultados previos y no se contó con los resultados de la primera evaluación en el momento de la segunda, aspectos que disminuyen los sesgos en estudios de reproducibilidad (26) (tabla 5).

En los aspectos relacionados con el evaluador, se destaca que en el presente estudio participó solo uno, lo cual quizá disminuye la variabilidad atribuida a diferencias entre evaluadores pero que no refleja la realidad, puesto que en el área asistencial o en estudios epidemiológicos a gran escala se requieren varios evaluadores. Aspectos como la experticia y entrenamiento de los evaluadores fueron similares en todos los estudios, aunque ninguno reportó la realización de una prueba piloto. Ambos aspectos son relevantes, puesto que la prueba depende del conteo de las repeticiones realizadas. Puede que el participante realice el mismo número de repeticiones en las dos oportunidades, pero si el evaluador cuenta o registra mal el valor, afecta los resultados de reproducibilidad.

Otro aspecto importante es la variabilidad intrasujeto, la cual refleja los cambios reales e inherentes a la variabilidad natural de la persona evaluada cada vez que se ejecuta la prueba (14).

En este sentido, en la prueba 30-s *Chair Stand* los participantes requieren fuerza muscular y técnica para asumir la posición de pie desde sedente; este movimiento es realizado de forma diferente por quienes lo hacen y en algunas ocasiones puede causar dolor en la articulación femoropatelar o fatiga muscular que predispone al adulto mayor a modificar la ejecución de la prueba, por ende los resultados de la primera y la segunda evaluación no serían similares.

Otro ejemplo claro de variabilidad intrasujeto se puede observar al encontrar un CCI menor en mujeres y adultos no institucionalizados comparado con los hombres y adultos institucionalizados. La menor reproducibilidad encontrada en las mujeres puede explicarse porque tienen mayor tendencia a síntomas depresivos (27-28) que pueden afectar la ejecución de la prueba y aumentar la variabilidad. Por otro lado, es muy probable que los adultos no institucionalizados estén menos familiarizados con la práctica de actividad física y ejercicios de fortalecimiento de la musculatura de miembros superiores e inferiores y, por ende, la variabilidad de la primera y la segunda medición se vea aumentada.

En resumen, la muy buena reproducibilidad encontrada en el presente estudio puede explicarse por la reducción de la variabilidad del evaluador (estudiante), quien fue entrenado para la realización de las pruebas en los dos momentos, demostrándola y practicándola dos veces; se redujo la variabilidad producto de la prueba al ejecutarse como lo reportaban estudios previos y los aspectos metodológicos de la prueba contribuyeron a disminuir sesgos. Por otra parte, la variabilidad intrasujeto se redujo con la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión (14, 29).

*Nivel de acuerdo entre la primera y segunda evaluación de las pruebas. 30-s Chair Stand y 30-s Arm Curl:* Es importante resaltar que ninguno de los estudios previos evaluó el nivel de acuerdo de las pruebas 30-s *Chair Stand* y 30-s

*Arm Curl*. La información que brinda este tipo de análisis se presenta en las mismas unidades de medida de la variable evaluada y se grafica el promedio de las dos mediciones y la diferencia entre mediciones. El promedio de las diferencias indica error sistemático y los límites de acuerdo, que cuantifican la magnitud y dirección de la dispersión alrededor de la línea cero, muestran el error aleatorio (30).

En el presente estudio, el análisis de Bland y Altman mostró un promedio de las diferencias cercano a cero, lo que sugiere ausencia de error sistemático; mientras que los límites de acuerdo de 95% en la prueba 30-s *Chair Stand* global fueron -3,80 y 3,22; es decir, se observa un error aleatorio que oscila entre -4 y 3 repeticiones. Lo anterior implicaría que, por ejemplo, un adulto que haya realizado doce levantadas de la silla en la evaluación inicial necesita realizar quince levantadas en la segunda prueba para considerar que en realidad existió un aumento en la resistencia de miembros inferiores. Esta misma interpretación aplica para la prueba 30-s *Arm Curl*. Dado que se minimizó la variabilidad producto del evaluador, de la prueba y de la metodología empleada, el error aleatorio podría atribuirse a variaciones fisiológicas o psicológicas de las personas evaluadas.

Como limitación, en la presente investigación los participantes fueron voluntarios, lo cual introduce sesgo de selección y los resultados no pueden ser extrapolados a la población general de adultos mayores.

### *Conclusión*

Los investigadores, fisioterapeutas y clínicos en general cuentan con dos pruebas reproducibles y fáciles de aplicar, 30-s *Chair Stand* y 30-s *Arm Curl*, para evaluar resistencia muscular en adultos mayores funcionalmente independientes. Se recomienda usar las dos pruebas puesto que tanto miembros superiores como inferiores

contribuyen en la capacidad física funcional del adulto mayor de manera diferente.

### *Descargos de responsabilidad*

Los autores están de acuerdo con el contenido del artículo y son responsables del mismo. Declaran no tener conflicto de intereses alguno. Esta investigación

fue financiada por la convocatoria de financiación de investigaciones de la Universidad de Santander 2010-2011, código: 016-10.

### *Agradecimientos*

Los autores agradecen a los adultos mayores que participaron en el estudio por su colaboración y apoyo para la culminación de esta investigación.

### *Bibliografía*

1. Heyward V. Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. 5th ed. Madrid: Médica Panamericana; 2008.
2. López J, Fernández A. Fisiología del ejercicio. 3rd ed. Madrid: Médica Panamericana; 2006.
3. Berger MJ, Doherty TJ. Sarcopenia: prevalence, mechanisms, and functional consequences. *Interdiscip. Top. Gerontol.* 2010; 37: 94-114.
4. Castillo EM, Goodman-Gruen D, Kritz-Silverstein D, Morton DJ, Wingard DL, Barrett-Connor E. Sarcopenia in elderly men and women: the Rancho Bernardo study. *Am. J. Prev. Med.* 2003; 25 (11): 226-31.
5. Doherty TJ. Invited review: aging and sarcopenia. *J. Appl. Physiol.* 2003; 95 (4): 1717-27.
6. Landers KA, Hunter GR, Wetzstein CJ, Bamman MM, Weinsier RL. The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 2001; 56 (10): B443-8.
7. Buchman AS, Leurgans S, Gottlieb GL, Chen CH, Almeida GL, Corcos DM. Effect of age and gender in the control of elbow flexion movements. *J. Mot. Behav.* 2000; 32 (4): 391-9.
8. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 2006; 61 (10): 1059-64.
9. Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N. Engl. J. Med.* 1995; 332 (9): 556-61.
10. Cesari M, Kritchevsky SB, Newman AB, Simonsick EM, Harris TB, Penninx BW et al. Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events: results from the health, aging, and body composition study. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2009; 57 (2): 251-9.
11. Toraman A, Yildirim NU. The falling risk and physical fitness in older people. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 2010; 51 (2): 222-6.
12. 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 (2): 72-84.
13. Spearman C. The proof and measurement of association between two things. *Am. J. Psychol.* 1987; 100 (3-4): 441-71.
14. Domholdt E. Measurement theory. En: Domholdt E. *Rehabilitation research: principles and applications.* 3rd ed. St. Louis: Elsevier Saunders; 2005. p. 245-54.
15. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J. Aging. Phys. Act.* 1999; 7 (2): 129-61.

16. Jones CJ, Rikli R, Beam WC. A 30-s Chair Stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res. Q. Exerc. Sport.* 1999; 70 (2): 113-9.
17. Miotto JM, Chodzko-Zajko WJ, Reich JL, Supler MM. Reliability and validity of the Fullerton Functional Fitness test: an independent replication study. *J. Aging. Phys. Act.* 1999; 7 (4): 339-53.
18. Adams R. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire. *Can. Fam. Physician* 1999; 45: 1004-5.
19. Altman DG. Estadística práctica para la investigación médica. Londres: Chapman and Hall; 1991.
20. Csuka M, McCarty DJ. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am. J. Med.* 1985; 78 (1): 77-81.
21. Krause MP, Januário RS, Hallage T, Haile L, Miculis CP, Gama MP et al. A comparison of functional fitness of older Brazilian and American women. *J. Aging. Phys. Act.* 2009; 17 (4): 387-97.
22. Nikolić M, Šoić T, Arbanas J, Cvijanović O, Bajek S. Muscle loss in elderly. *Coll. Antropol.* 2010; 34 (Suppl. 2): 105-8.
23. Reimann R, Vaz MA. Arquitetura muscular e envelhecimento: adaptação funcional e aspectos clínicos; revisão da literatura. *Fisioter. Pesq.* 2009; 16 (4): 368-73.
24. Metter EJ, Lynch N, Conwit R, Lindle R, Tobin J, Hurley B. Muscle quality and age: cross-sectional and longitudinal comparisons. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 1999; 54 (5): B207-18.
25. Streiner DL, Norman GR. Biases in responding. En: Streiner DL, Norman GR. *Health measurement scales. A practical guide to their development and use.* 3rd ed. Oxford: Oxford University Press; 2003. p. 80-98.
26. Orozco LC. Confiabilidad o de la consistencia, reproducibilidad, acuerdo y algo más. En: Orozco LC. *Medición en salud. Diagnóstico y evaluación de resultados. Un manual crítico más allá de lo básico.* Bucaramanga: División de Publicaciones UIS; 2010. p. 73-103.
27. Zunzunegui MV, Béland F, Llácer A, León V. Gender differences in depressive symptoms among Spanish elderly. *Soc. Psychiatr. Epidemiol.* 1998; 33 (5): 195-205.
28. Martínez-Mendoza JA, Martínez-Ordaz VA, Esquivel-Molina CG, Velasco-Rodríguez VM. Prevalencia de depresión y factores de riesgo en el adulto mayor hospitalizado. *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.* 2007; 45 (1): 21-8.
29. Szklo M, Nieto FJ. Quality assurance and control. En: Szklo M, Nieto FJ. *Epidemiology beyond the basics.* Gaithersburg, Maryland: AN Aspen Publication; 2000. p. 343-401.
30. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1 (8476): 307-10.