

## INFLUENCIA DEL ESTADO NUTRICIONAL Y LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA FUERZA DE AGARRE EN ADULTOS CHILENOS

Joyce Singer<sup>a\*</sup>

Isidora Pérez<sup>a</sup>

Catalina Zegers<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Estudiante de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina Clínica Alemana de Santiago - Universidad del Desarrollo.

Artículo recibido el 13 de abril, 2020. Aceptado en versión corregida el 17 de julio, 2020.

### RESUMEN

**Introducción:** La fuerza de agarre permite valorar la funcionalidad muscular y predecir el desarrollo de diversas enfermedades degenerativas. Su resultado se relaciona a la composición corporal y otros rasgos fisiológicos como la edad, sexo, estado nutricional y nivel de actividad física. **Objetivo:** Determinar la influencia que ejercen el estado nutricional y nivel de actividad física sobre la fuerza de agarre en sujetos chilenos de 18 a 60 años al 2019. **Metodología:** Se evaluó 113 hombres y 88 mujeres elegidos mediante muestreo por conveniencia en la zona oriente de Santiago. Se determinó el estado nutricional según IMC, nivel de actividad física según IPAQ y fuerza de agarre con Dinamómetro JAMAR®. Luego se correlacionaron los resultados utilizando para el análisis estadístico bivariado el Test de Exacto Fischer, Kruskal-Wallis y Chi Cuadrado, y para el análisis multivariado el Método de Regresión Lineal Simple. **Resultado:** Factores que influyen significativamente en el valor de fuerza de agarre son el sexo, donde hombres obtienen los valores más altos ( $p=0,00$ ), y un nivel de actividad física alto ( $p=0,00$ ). El estado nutricional y la edad también generan diferencias en el desarrollo de la fuerza, pero estas no son estadísticamente significativas. **Discusión:** La fuerza de agarre en hombres es significativamente más alta que en mujeres, resultado similar al obtenido en otros estudios. **Conclusión:** La funcionalidad muscular es influenciada por el estado nutricional y la actividad física. Un estado nutricional normal y la actividad física moderada a vigorosa son factores protectores de la salud, ya que preservan la fuerza y masa muscular, y disminuyen el riesgo de desarrollar afecciones cardiometabólicas a futuro.

**Palabras clave:** Dinamómetro de fuerza muscular, Fuerza de la mano, Fuerza muscular, Estado nutricional, Ejercicio.

### INTRODUCCIÓN

El presente documento presentado a la Facultad de Medicina de la Universidad del Desarrollo aborda el estudio de la fuerza muscular (FM) en población adulta chilena, tema de vital importancia debido a la mayor expectativa de vida y subsecuente aumento de enfermedades asociadas a esto<sup>1</sup>.

La FM generalmente se evalúa utilizando la técnica de dinamometría de mano, cuya función es medir la fuerza de agarre (FA) del individuo y categorizarla según los valores promedio adecuados para la edad y sexo<sup>2</sup>. Esta herramienta sirve como complemento a un diagnóstico de salud integral, ya que valora el estado nutricional (EN), y actúa como predictor de desarrollo de diversas enfermedades, como la pérdida de masa muscular (MM) asociada a la edad y otras afecciones cardio-metabólicas<sup>3</sup>.

Diversos factores pueden potenciar la funcionalidad muscular, como la actividad física (AF) regular y mantener un EN saludable<sup>4</sup>. Desafortunadamente, ambos factores presentan cifras poco esperanzadoras cuando se contrastan con la prevalencia de sobrepeso y sedentarismo en el país<sup>1</sup>.

No existen estudios a gran escala sobre la FA en adultos chilenos, por lo tanto, los parámetros utilizados para su valoración no son los óptimos y generar un buen diagnóstico es complejo<sup>5</sup>. Por esta razón, el objetivo del presente fue determinar la

influencia que ejercen el EN y el nivel de actividad física (NAF) sobre la FA en adultos chilenos.

Se realizó un estudio analítico, transversal, observacional, ambispectivo donde se reclutaron 201 sujetos de Santiago, y se evaluaron las variables edad, sexo, NAF y EN, las cuales luego fueron correlacionadas con FA, la cual se midió con la técnica de dinamometría de mano. La finalidad fue comprobar si un EN saludable y la AF regular realmente lograban potenciar el desarrollo de la FA en los sujetos.

La evaluación de la FM es de gran utilidad para un diagnóstico clínico integral, ya que valora el EN en relación a la funcionalidad muscular, y actúa como pronóstico de morbilidad y mortalidad a futuro<sup>3,6</sup>. Una forma de medir la FM es a través de la FA por dinamometría de mano; esta técnica valoriza la FM estática máxima, y permite medir la integridad funcional de la extremidad superior<sup>2</sup>. Además, posee varias ventajas como su portabilidad, bajo costo, repetibilidad y especificidad<sup>7</sup>.

Se han realizado meta análisis y revisiones sistemáticas a nivel mundial para estandarizar la FA en adultos sanos, donde los valores de normalidad se encuentran entre -2,5 y 2,5 DE de la mediana establecida para la edad y sexo, y el valor mínimo de corte equivale a 32 kg en hombres y 19 kg en mujeres entre 20 y 50 años de edad con leves variaciones según rango etario<sup>5,8,9</sup>. Cuando la FA es menor a este

\*Correspondencia: jsingerf@udd.cl  
2020, Revista Confluencia, 2(1), 20-25



valor sin un trasfondo patológico, se considera un predictor de desarrollo de enfermedad cardiovascular (ECV), disminución del desempeño físico y reducción de movilidad a futuro, aun si otros indicadores nutricionales como el IMC señalen un peso adecuado para la talla<sup>3</sup>. Esto es aplicable también en caso contrario, donde valores de FA sobre 2,5 DE se relacionan a una buena salud al disminuir el riesgo de padecer enfermedades degenerativas a lo largo del ciclo vital<sup>3,9</sup>.

Referentes como la Asociación Americana de Nutrición Enteral y Parenteral (ASPEN) utilizan la disminución de la FA como un criterio diagnóstico de malnutrición, ya que la FM reacciona de forma temprana a la deprivación nutricional<sup>9,10</sup>, a diferencia del índice de masa corporal (IMC), que no discrimina entre malnutrición y el bajo peso por su incapacidad para determinar la composición corporal<sup>6,9</sup>.

Si los valores de FA se correlacionan con variables como el sexo y la MM, se logra un mayor entendimiento sobre la relación de la composición corporal con la FA<sup>4</sup>. Se observa que los valores de FA son hasta 50% más bajos en mujeres en comparación a hombres en todos los rangos etarios<sup>5</sup>, y el nivel máximo de FA se obtiene entre los 30 y 50 años, decreciendo fisiológicamente a partir de los 50 años debido al sedentarismo, la disminución del número y tamaño de fibras musculares y los cambios hormonales, entre otros factores<sup>11</sup>.

Otro influyente en la FA es el NAF. Quienes realizan AF moderada o vigorosa por 30 minutos al menos 3 veces por semana obtienen valores aumentados de FA<sup>12</sup>. Esto se produce a causa de un incremento en la síntesis de proteínas músculo-esqueléticas y aumento del tamaño de las fibras musculares, lo cual mejora el desempeño muscular<sup>12,13</sup>. Asimismo, estudios indican que un mayor NAF en edades intermedias se correlaciona a la prevención de sarcopenia y a la mantención de la salud y FM en adultos mayores a causa de un deterioro más lento y progresivo de la función muscular<sup>14,15</sup>.

En cuanto a la medición de FA en adultos chilenos, los valores de normalidad se obtienen de estudios extranjeros, ya que no existen estudios a gran escala en el país. Estas comparaciones posiblemente producen una variación en el diagnóstico debido a las diferencias étnicas<sup>5,16</sup>.

El objetivo del presente es correlacionar la FA de adultos chilenos entre 18 y 60 años, sanos y sin patologías subyacentes, con su EN y NAF, determinando de esta forma la importancia de ambos factores en el desarrollo y mantenimiento de la función muscular. El objetivo general es determinar la influencia que ejercen el EN y el NAF sobre la FA en sujetos chilenos entre 18 y 60 años al 2019.

Los objetivos específicos son determinar la FA según edad y sexo, determinar EN según edad y sexo, identificar NAF según edad y sexo, asociar la

FA con EN y NAF.

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio analítico, transversal, observacional de 201 sujetos chilenos entre 18 y 60 años reclutados en universidades, empresas y clubes deportivos de Santiago, entre agosto y octubre del 2019 por muestreo de conveniencia. Se incluyó todo participante de nacionalidad chilena con padres de nacionalidad chilena, se excluyeron aquellos con padres extranjeros, con afecciones de manos y/o brazos en los últimos 6 meses y embarazadas. Los sujetos se dividieron en 3 rangos etarios con características fisiológicas similares: 18-30, 31-45 y 46-60 años.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Pregrado de la Universidad del Desarrollo. Los sujetos debieron firmar un Consentimiento Informado (CI) confirmando su participación en el estudio, previo a la recopilación de datos mediante una encuesta de datos generales.

Se realizaron mediciones de peso y talla con una balanza y tallímetro SECA®. Con esto se calculó el IMC y se clasificó utilizando patrones de la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>17</sup>.

Para evaluar FA se utilizó un dinamómetro JAMAR® facilitado por la Escuela de Nutrición de la Universidad, aplicando el Protocolo Southampton<sup>18</sup>. El NAF se evaluó con el cuestionario IPAQ, herramienta validada por el Eurobarómetro de la Comisión Europea. Los resultados se clasificaron en AF baja, moderada o alta según los criterios propuestos por el cuestionario<sup>19</sup>.

## Análisis Estadístico

Las variables cualitativas sexo, edad, EN y AF fueron presentadas en frecuencias absolutas y relativas. La variable cuantitativa FA fue presentada con media, mediana, rangos intercuartílicos, mínimo y máximo. El tipo de distribución de datos se determinó mediante el Test de Shapiro-Wilk.

Se utilizó el Test de U-Mann Whitney para la comparación de FA según sexo, y se utilizó el Test de Kruskal-Wallis para FA según rango etario, NAF y EN. Para el análisis de EN y NAF según sexo y rango etario se utilizó el Test Exacto de Fisher o el Test de Chi Cuadrado.

Se usó el Método de Regresión Lineal Simple para correlacionar las variables independientes EN, NAF y Rango Etario, con la variable dependiente fuerza máxima de mano dominante (FMMD). Se utilizó un nivel de significación del 5%. Los datos fueron procesados en STATA versión 14.0.

## RESULTADO

La Tabla 1 muestra la FMMD en kg por rango etario y sexo. La FMMD ejercida por los hombres es significativamente mayor a las mujeres en todas las edades. En hombres la mayor FA está entre los 31 y



45 años de edad. En mujeres no existen diferencias significativas entre rangos etarios.

La Tabla 2 muestra EN según rango etario y sexo. Hay diferencias significativas en ambos sexos, con una tendencia al normopeso en jóvenes, que migra a sobrepeso a los 45 años. Hombres muestran mayores valores de sobrepeso y obesidad y mujeres de 30 a 45 años muestran la menor prevalencia de sobrepeso y obesidad.

Un total de 37 sujetos expresan que no realizan AF y 164 sí realizan (datos no mostrados en tabla). La Tabla 3 muestra NAF según sexo y rango etario. Se clasificó como AF baja el no realizar ningún tipo de AF o actividad insuficiente para alcanzar las categorías siguientes; la AF moderada alcanza un gasto energético (GE) de al menos 600 mt por semana; la AF alta equivale a un GE de al menos 3000 mt por semana, según los criterios propuestos por el cuestionario IPAQ. Hombres bajo 45 años tienen un NAF alto que cambia a moderado a los 46 años, sin embargo, esto no es significativo. En mujeres la tendencia general es a un NAF moderado

La Tabla 4 muestra el coeficiente de regresión simple de FMMD según EN, NAF y rango etario. Para

hombres no hay asociación entre EN y FMMD, aunque el valor más alto se observa en sujetos con sobrepeso seguido por obesos. En mujeres tampoco existen diferencias significativas entre EN y FMMD, sin embargo, mujeres sobrepeso obtuvieron valores ligeramente más altos de FMMD. Obesas obtuvieron los menores valores de FMMD. En ambos sexos el sobrepeso se asocia a mayor FMMD.

Hombres con NAF moderado y alto obtuvieron 5,7 kg y 8,5 kg extra de FMMD respectivamente, en comparación al NAF bajo. Mujeres no presentaron diferencias significativas entre NAF y FMMD, aunque NAF moderado y alto obtuvieron -1,9 kg y 1,3 kg de diferencia de FMMD respectivamente, en comparación al NAF bajo.

En hombres el mayor valor de fuerza es entre los 30 y 45 años, y el menor valor sobre 46 años. En mujeres la FMMD se concentra entre los 18 a 30 años, y la menor FA entre los 31 y 45 años.

Las mujeres poseen en promedio 20 kg menos de FMMD en todos los rangos etarios, siendo este el factor más influyente en la misma ( $R^2=61,3\%$ ) (datos no mostrados en tabla).

**Tabla 1. Fuerza máxima mano dominante en kilogramos por rango etario y sexo**

Rango etario (años)	n	Min	p25	p50	p75	Max	Media	DE	Valor p
Hombres									0,04
18-30	61	30,2	41,5	47,0	52,8	71,4	48,1	9,2	
31-45	32	30,2	44,6	51,0	57,4	89,9	51,0	11,1	
46-60	20	25,8	39	44,8	49,7	52,9	43,6	6,9	
Mujeres									0,36
18-30	62	13,5	25	28,3	32,2	41,7	28,5	5,2	
31-45	14	16,5	24,6	26,1	30,4	32,8	26,5	4,6	
46-60	12	18,7	23,4	27,7	30,6	31,8	26,8	4,5	

n: Número de sujetos; Min: Valor mínimo obtenido; Max: Valor máximo obtenido; DE: Desviación Estándar. \*Se utilizó media (DE) y mediana (RIQ) para presentar los datos en tabla, al ser estos de distribución no paramétrica.

**Tabla 2. Estado nutricional según rango etario y sexo**

Estado nutricional	Rango etario (años)								Valor p
	Total		18-30		31-45		46-60		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Hombres									0,01*
Normopeso	48	42,5	35	57,4	9	28,1	4	20,0	
Sobrepeso	48	42,5	21	34,4	17	53,1	10	50,0	
Obeso	17	15,0	5	8,2	6	18,7	6	30,0	
Mujeres									0,00**
Normopeso	66	75,0	47	75,8	14	100,0	5	41,7	
Sobrepeso	19	21,6	14	22,6	0	0,0	5	41,7	
Obeso	3	3,4	1	1,6	0	0,0	2	16,7	

n: Número de sujetos; %: Porcentaje del total según estado nutricional. Test Exacto de Fisher para diferencia de estado nutricional según sexo ( $p=0,00$ ); \*Test de Chi Cuadrado; \*\*Test Exacto de Fisher.



**Tabla 3. Nivel de actividad física según rango etario y sexo**

Nivel de actividad física	Rango etario (años)								Valor p
	Total		18-30		31-45		46-60		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Hombres									0,35*
Bajo	24	21,2	10	16,4	9	28,1	5	25,0	
Moderado	37	32,7	20	32,8	8	25,0	9	45,0	
Alto	52	46,0	31	50,8	15	46,9	6	30,0	
Mujeres									0,02**
Bajo	25	28,4	12	19,4	4	28,6	9	75,0	
Moderado	35	39,8	25	40,3	8	57,1	2	16,7	
Alto	28	31,8	25	40,3	2	14,3	1	8,3	

n: Número de sujetos; %: Porcentaje del total según edad; \*Test de Kruskal-Wallis; \*\*Test Exacto de Fisher.

**Tabla 4. Coeficiente de regresión lineal simple para fuerza máxima de la mano dominante según sexo**

Fuerza máxima mano dominante (kg)	Coeficiente	Valor p	Intervalo de Confianza (95%)	
<b>Hombres</b>				
<b>Estado Nutricional</b>				
Normopeso	Ref			
Sobrepeso	2,7	0,17	-1,19	6,63
Obeso	2,3	0,41	-3,16	7,67
<b>Nivel de Actividad Física</b>				
Bajo	Ref			
Moderado	5,7	0,02	0,95	10,52
Alto	8,4	0,00	3,89	12,90
<b>Rango Etario (años)</b>				
18-30	Ref			
31-45	3,0	0,15	-1,07	7,10
46-60	-4,4	0,07	-9,26	0,39
<b>Mujeres</b>				
<b>Estado Nutricional</b>				
Normopeso	Ref			
Sobrepeso	1,7	0,19	-0,88	4,34
Obeso	-2,7	0,36	-8,64	3,19
<b>Nivel de Actividad Física</b>				
Bajo	Ref			
Moderado	-1,9	0,14	-4,49	0,64
Alto	1,3	0,34	-1,38	4,01
<b>Rango Etario (años)</b>				
18-30	Ref			
31- 45	-2,1	0,16	-5,07	0,87
46-60	-1,7	0,28	-4,88	1,45

Ref: Categoría de referencia

**DISCUSIÓN**

La FA en hombres es significativamente más alta que en mujeres, resultado similar al obtenido en otros estudios<sup>20,21</sup>. Esto se explica por la mayor síntesis de hormonas anabólicas masculinas, cuya función es promover el crecimiento de fibras musculares<sup>22</sup>.

Además, en la anatomía femenina hay menor rapidez de contractilidad de fibras tipo I y IIA, lo cual limita su capacidad de desarrollar fuerza explosiva para alcanzar altos valores de FA<sup>22,23</sup>.

Variaciones de FA entre rangos etarios no fueron significativos, aunque estudios demuestran que a



medida que se envejece, la FA decrece de forma intrascendente hasta la adultez mayor, donde se hace más evidente<sup>12,24</sup>, atribuible al desarrollo fisiológico de sarcopenia, donde la pérdida de masa muscular lleva a la pérdida de FA alrededor de los 60 años<sup>13,24</sup>.

Sujetos con sobrepeso generaron los mayores valores de FA. Cabe mencionar que el IMC no muestra la composición corporal, lo que podría significar que gran parte de los sujetos poseía mayor MM y no masa grasa (MG)<sup>6,17,25-27</sup>. Aun así, se observaron valores de FA disminuidos en mujeres obesas, por lo que se podría conjeturar que la obesidad influye en la calidad de la musculatura, debido a que produce infiltración de grasa en el músculo y altera la distribución de fibras tipo I y II limitando la función muscular<sup>28,29</sup>. Sería relevante incluir a futuro otras medidas antropométricas para contrastarlas con el IMC y lograr un diagnóstico más preciso.

Las diferencias de NAF entre hombres y mujeres son avaladas por otros estudios<sup>30,31</sup>, que establecen que los hombres principalmente realizan AF vigorosa como el levantamiento de pesas, y las mujeres realizan principalmente ejercicios aeróbicos o de tonificación con fines estéticos y de bienestar<sup>13,31,32</sup>. En cuanto a diferencias de NAF entre rangos etarios, menores de 30 años participan en prácticas deportivas más intensas debido a una mejor condición física y un mayor tiempo libre<sup>32,33</sup>.

Cabe mencionar que los beneficios de la AF son dosis-dependiente; una mayor intensidad, frecuencia y duración producirían mayor FA<sup>33</sup>. El tipo de AF también influye, la actividad anaeróbica fortalece la MM y aumenta la fuerza y potencia, no así la actividad aeróbica, si bien contribuye a mantener el peso corporal y mejorar la capacidad cardiorrespiratoria<sup>13</sup>.

Los resultados demuestran que la AF y el EN son variables clave para obtener una FA adecuada para el sexo y la edad. Este valor a su vez permite evaluar la salud actual del sujeto y su predisposición futura al desarrollo de ECV y sarcopenia.

Limitados centros en el país aplican esta herramienta como parte del diagnóstico clínico, por lo que se sugiere darle más protagonismo para mejorar las evaluaciones en salud pública, y así combatir de mejor forma la sarcopenia y enfermedades degenerativas asociadas a la edad y malos hábitos de la población chilena.

#### Fortalezas y debilidades del estudio

Entre las limitaciones del estudio se encuentran el sesgo en la selección de la muestra debido a la alta participación de deportistas amateur y el número reducido de participantes. Entre las fortalezas se encuentran la medición de la FA por dinamometría de mano, cuyos valores se correlacionan a la funcionalidad muscular con el menor coeficiente de variación en comparación a otros métodos<sup>2,7</sup>, y el uso

del Dinamómetro JAMAR®, patrón de oro para la medición a nivel mundial<sup>7</sup>.

#### CONCLUSIÓN

La FA de los sujetos es influenciada por el sexo, edad, EN y NAF. El factor más influyente es el sexo, seguido de un NAF alto. En relación al EN, sujetos sobrepeso en ambos sexos obtuvieron mayores valores de FA, pero la clasificación según IMC podría ser invalidada por las variaciones existentes en la composición corporal. Con respecto a la edad, a partir de los 45 años la FA disminuye en ambos sexos por la pérdida de MM y potencia muscular.

El presente estudio contribuye a la investigación de FA y su relación con otras condiciones como el EN y el NAF en sujetos chilenos. Se sugiere realizar más estudios sobre FA en la población chilena empleando distintas herramientas que permitan medir la composición corporal de forma más exacta. Esto permitirá determinar de forma más precisa la influencia del EN sobre la FMMD, contribuyendo a un mejor diagnóstico integral.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes en la Población de 18 años y más [Internet]. Santiago: Gobierno de Chile; 2018 [citado el 20 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://www.mindep.cl/encuestahabitos/>.
2. Hogrel JY. Grip strength measured by high precision dynamometry in healthy subjects from 5 to 80 years. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:139.
3. Bohannon RW. Muscle strength: clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2015;18(5):465-70.
4. Chandrasekaran B, Ghosh A, Prasad C, Krishnan K, Chandrasha B. Age and anthropometric traits predict handgrip strength in healthy normals. *J Hand Microsurg*. 2010;2(2):58-61.
5. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Kuh D, Cooper C, Sayer AA. Global variation in grip strength: a systematic review and meta-analysis of normative data. *Age Ageing*. 2016;45(2):209-16.
6. García JM, García C, Bellido V, Bellido D. A new nutritional approach. Assessment of the patient's nutritional status: function and body composition. *Nutr Hosp*. 2018;35(0212-1611):1-14.
7. Chamorro C, Armijo-Olivo S, De la Fuente C, Fuentes J, Chiroso L. Absolute Reliability and Concurrent Validity of Hand Held Dynamometry and Isokinetic Dynamometry in the Hip, Knee and Ankle Joint: Systematic Review and Meta-analysis. *Open Med (Wars)*. 2017;12:359-75.
8. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. *PLoS One*. 2014;9(12):e113637.
9. Sánchez Torralvo FJ, Porras N, Abuín Fernández J, García Torres F, Tapia MJ, Lima F, et al. Normative reference values for hand grip dynamometry in Spain. Association with lean mass. *Nutr Hosp*. 2018;35(1):98-103.



10. White JV, Guenter P, Jensen G, Malone A, Schofield M, Group AoNaDMW, et al. Consensus statement of the Academy of Nutrition and Dietetics/American Society for Parenteral and Enteral Nutrition: characteristics recommended for the identification and documentation of adult malnutrition (undernutrition). *J Acad Nutr Diet*. 2012;112(5):730-8.
11. Lera L, Albala C, Leyton B, Marquez C, Angel B, Saguez R, et al. Reference values of hand-grip dynamometry and the relationship between low strength and mortality in older Chileans. *Clin Interv Aging*. 2018;13:317-24.
12. Kim Y, White T, Wijndaele K, Sharp SJ, Wareham NJ, Brage S. Adiposity and grip strength as long-term predictors of objectively measured physical activity in 93 015 adults: the UK Biobank study. *Int J Obes (Lond)*. 2017;41(9):1361-8.
13. Füzéki E, Banzer W. Physical Activity Recommendations for Health and Beyond in Currently Inactive Populations. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(51042).
14. Tikkanen P, Nykänen I, Lönnroos E, Sipilä S, Sulkava R, Hartikainen S. Physical activity at age of 20-64 years and mobility and muscle strength in old age: a community-based study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;67(8):905-10.
15. Volaklis KA, Halle M, Meisinger C. Muscular strength as a strong predictor of mortality: A narrative review. *Eur J Intern Med*. 2015;26(5):303-10.
16. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age Ageing*. 2014;43(6):748-59.
17. Nuttall FQ. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today*. 2015;50(3):117-28.
18. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing*. 2011;40(4):423-9.
19. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1381-95.
20. Budziareck MB, Pureza Duarte RR, Barbosa-Silva MC. Reference values and determinants for handgrip strength in healthy subjects. *Clin Nutr*. 2008;27(3):357-62.
21. Werle S, Goldhahn J, Drerup S, Simmen BR, Sprott H, Herren DB. Age- and gender-specific normative data of grip and pinch strength in a healthy adult Swiss population. *J Hand Surg Eur Vol*. 2009;34(1):76-84.
22. Haizlip KM, Harrison BC, Leinwand LA. Sex-based differences in skeletal muscle kinetics and fiber-type composition. *Physiology (Bethesda)*. 2015;30(1):30-9.
23. Miller AE, MacDougall JD, Tarnopolsky MA, Sale DG. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1993;66(3):254-62.
24. Peters MJ, van Nes SI, Vanhoutte EK, Bakkens M, van Doorn PA, Merkies IS, et al. Revised normative values for grip strength with the Jamar dynamometer. *J Peripher Nerv Syst*. 2011;16(1):47-50.
25. Nadeem B, Bacha R, Gilani SA. Correlation of Subcutaneous Fat Measured on Ultrasound with Body Mass Index. *J Med Ultrasound*. 2018;26(4):205-9.
26. Liu P, Ma F, Lou H, Liu Y. The utility of fat mass index vs. body mass index and percentage of body fat in the screening of metabolic syndrome. *BMC Public Health*. 2013;13:629.
27. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell ML, Korinek J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(6):959-66.
28. Anupi D, Marami D. Correlation between body mass index and handgrip strength and handgrip endurance among young healthy adults. *JEBMH*. July 06, 2015;2(27):3995-4001.
29. Lad UP, Satyanarayana P, Shisode-Lad S, Siri CC, Kumari NR. A Study on the Correlation Between the Body Mass Index (BMI), the Body Fat Percentage, the Handgrip Strength and the Handgrip Endurance in Underweight, Normal Weight and Overweight Adolescents. *J Clin Diagn Res*. 2013;7(1):51-4.
30. Van Uffelen JGZ, Khan A, Burton NW. Gender differences in physical activity motivators and context preferences: a population-based study in people in their sixties. *BMC Public Health*. 2017;17(1):624.
31. Chacón-Cuberos R, Chacón-Borrego F, Zurita-Ortega F, Cachón-Zagalaz J. Sport profiles by gender and age in adults from Seville. A regression model. *Cultura, Ciencia y Deporte*. 2016;11(33):207-15.
32. Pritchard ME, Beaver JL. Do exercise motives predict obligatory exercise? *Eat Behav*. 2012;13(2):139-41.
33. Hurley KS, Flippin KJ, Blom LC, Bolin JE, Hoover DL, Judge LW. Practices, Perceived Benefits, and Barriers to Resistance Training Among Women Enrolled in College. *Int J Exerc Sci*. 2018;11(5):226-38.

