

## Referencias para dinamometría manual en función de la estatura en edad pediátrica y adolescente

### Hand grip dynamometry references by height ranges in pediatric and adolescent age

García López, Marta<sup>1</sup>; González Montero de Espinosa, Marisa<sup>1</sup>; Romero-Collazos, Juan Francisco<sup>1,2</sup>; Prado Martínez, Consuelo<sup>3</sup>; López-Ejeda, Noemí<sup>1,4</sup>; Villarino Marín, Antonio<sup>1,5</sup>; Marrodán Serrano, María Dolores<sup>1,4,5</sup>

1 Grupo de Investigación EPINUT. Universidad Complutense de Madrid.

2 DeporClinic Clínica de Medicina Deportiva y Fisioterapia. Coslada, Madrid.

3 Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid

4 Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.

5 Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación

Recibido: 15/septiembre/2017. Aceptado: 20/septiembre/2017.

#### RESUMEN

**Antecedentes y objetivo:** La dinamometría de la mano es una prueba funcional recomendada en la evaluación nutricional. Suele expresarse en función de la edad pero durante el crecimiento, incluso a la misma edad, varía el tamaño corporal. El objetivo del presente trabajo es aportar referencias de la fuerza de la mano en función de la talla.

**Sujetos y método:** La muestra consta de 1.798 escolares entre 6 y 15 años. Se midió la talla, el peso y la fuerza de ambas manos. La dinamometría media (DM) se expresó en función de la estatura y se obtuvieron ecuaciones predictivas. La estadística descriptiva, comparativa y el análisis de regresión se efectuaron con el SPSS 21.0

**Resultados:** Se aportan referencias percentilares para la DM por categorías de talla en rangos de 5 cm. Las fórmulas obtenidas a partir del modelo de regresión (varones:  $DM = 0,207 * peso + 0,621 * talla - 71,461$ ; mujeres  $DM = 0,258 * peso + 0,394 * talla - 43,967$ ) fueron validadas con la mitad de la muestra.

**Conclusiones:** Las ecuaciones predictivas que se aportan en este trabajo permiten estimar la DM a partir del peso y la estatura con independencia de la edad.

#### Correspondencia:

M<sup>a</sup> Dolores Marrodán  
marrodan@ucm.es

#### PALABRAS CLAVE

Fuerza manual, escolares, ecuaciones predictivas.

#### ABSTRACT

**Background and objectives:** Hand grip dynamometry is a functional test recommended in the nutritional assessment. Usually it is expressed in terms of age but during growth even at the same age, body size varies. The aim of this study is to provide references of hand strength depending on the height.

**Subjects and method:** The sample consists of 1,798 students between 6 and 15 years. Height, weight and strength of both hands were measured. The mean dynamometry (MD) was expressed in terms of height and predictive equations were obtained. Descriptive statistics, comparative and regression analysis were performed using SPSS 21.0

**Results:** Percentile references for MD are provided by height categories in ranges of 5 cm. The obtained formulas from the regression model (males :  $MD = 0.207 * weight + 0.621 * height - 71,461$ ; females:  $MD = 0.258 * weight + 0.394 * height - 43.967$ ) were validated in half of the sample.

**Conclusions:** The predictive equations given in this paper allow estimating MD from weight and height independently of age.

#### KEY WORDS

Hand strength, schoolchildren, predictive equations

## INTRODUCCIÓN

La dinamometría de presión manual es un parámetro que mide la fuerza muscular estática máxima. Refleja el componente magro, el contenido mineral de los huesos y sirve como estimador de la condición física y el estado nutricional de un individuo. Se ve afectada en diversas patologías de origen musculoesquelético, neurológico o cardiorrespiratorio y puede ser predictor de morbimortalidad<sup>1</sup>. Por todo ello, es importante conocer cómo evoluciona la fuerza manual durante el crecimiento para obtener valores de referencia que puedan utilizarse tanto para evaluar el rendimiento como el estado de salud del individuo.

Los patrones que describen la variabilidad dinamométrica normal durante la ontogenia se construyen por lo general en función de la edad. Los autores del presente trabajo publicaron valores referenciales para población española en edad pediátrica<sup>2</sup> y en el proyecto IDEFICS (*Identification and Prevention of Dietary and Lifestyle-induced health effects in children and infants*)<sup>3</sup> se establecieron valores normativos para niños y niñas europeos entre los 6 y 10 años. Sin embargo, trabajos precedentes han puesto de relieve que a una misma edad cronológica existen importantes variaciones respecto al estado de desarrollo puberal, lo que a su vez puede condicionar el tamaño corporal. En este sentido, algunos autores han constatado que la fuerza muscular es altamente dependiente de la estatura durante el crecimiento<sup>4</sup>. En línea con estos hallazgos, el objetivo de este trabajo es establecer referencias para valores de dinamometría manual respecto a la talla en población infanto-juvenil española. Así mismo, elaborar ecuaciones predictivas de la fuerza muscular de la mano a partir de la talla y el peso, parámetros fácilmente medibles que reflejan el tamaño corporal.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra examinada está compuesta por un total de 1.798 sujetos (1.031 varones y 767 mujeres) con edades comprendidas entre los 6 y 15 años. Los datos fueron recopilados en el Colegio de Educación Primaria Ciudad de Valencia y en el Instituto de Enseñanza Secundaria Santa Eugenia en Madrid capital.

Previo consentimiento informado de los padres o tutores y respetando la normativa de Helsinki dictada por la Asociación Médica Internacional<sup>5</sup> a cada uno de los participante se le midió la talla (cm) y el peso (Kg) siguiendo los criterios metodológicos de la Asociación Internacional para el Avance de la Cineantropometría<sup>6</sup>. La fuerza dinamométrica de ambas manos se midió con un dinamómetro digital 'Takei Ltd.', ajustable al tamaño de la mano y con precisión de 100 g. El sujeto, de pie y con el brazo extendido paralelamente al tronco, sujetaba el aparato y ejercía la fuerza máxima de presión. Este procedimiento fue repetido dos ve-

ces alternando mano derecha e izquierda; anotándose como medida válida el mejor de los dos intentos efectuados con cada extremidad. A partir de estas variables fue calculado el índice de masa corporal (IMC) (peso [Kg] / talla [m<sup>2</sup>]) y la dinamometría media entre ambas manos. Se calcularon los promedios por edad para todas las medidas, evaluando los cambios ontogénicos mediante una prueba de ANOVA y el dimorfismo sexual mediante una T de Student o una prueba de U-Man Whitney (en función de la normalidad). La variabilidad de la dinamometría media se expresó calculando los promedios, desviaciones estándar y distribución percentilar (P3, P10, P25, P50, P75, P90 y P97) por categorías de talla en rangos de 5 cm. Se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple para la obtención de ecuaciones predictivas de la dinamometría en función de la talla y el peso. La validación de las fórmulas se llevó a cabo comparando (mediante una prueba T para muestras pareadas) los valores reales con los predichos por el modelo a en la mitad de la muestra, seleccionada por azar. El procedimiento estadístico se efectuó con el programa IBM SPSS 21.0.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se describen los promedios de peso, talla, IMC y dinamometría manual media en los varones y mujeres de la muestra. El análisis de ANOVA mostró un aumento con la edad ( $p < 0,001$ ) para todas las dimensiones mencionadas. El dimorfismo sexual resultó significativo ( $p < 0,05$ ) para la talla y el peso de los 13 años en adelante y a partir de los 10 años para la dinamometría.

La tabla 2 muestra los valores de referencia (P3, P10, P25, P50, P75, P90, P97) de la fuerza manual media en ambos sexos en función de la estatura. La dinamometría se incrementa con la talla ( $p < 0,001$ ) y cabe precisar que cuando la fuerza muscular se analiza exclusivamente por categorías de estatura el dimorfismo sexual se advierte de los 160 cm en adelante ( $p < 0,001$ ).

Las ecuaciones de predicción se reportan en la tabla 3. Como se puede observar, el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue del 75% en la serie femenina y del 81% en la masculina, valores que confieren suficiente fiabilidad al modelo. En contraste entre los valores reales de la dinamometría media (varones:  $31,79 \pm 17,02$ ; mujeres:  $25,77 \pm 10,36$ ) y los predichos por el modelo (varones:  $31,44 \pm 15,63$ ; mujeres:  $25,91 \pm 9,05$ ) no resultaron significativos, ni para las series analizadas en su conjunto ni por categorías de talla.

## DISCUSIÓN

Como se ha indicado, investigaciones anteriores han constatado que, con independencia de su variabilidad ontogénica, la fuerza muscular de la mano se encuentra estrechamente asociada al tamaño corporal. Marrodán *et al.*<sup>2</sup> observaron que entre los 6 y los 18 años, la dinamometría manual se correla-

**Tabla 1.** Descripción antropométrica de la muestra.

Edad	Talla		Peso		IMC		Dinamometría media	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
6	122,28 $\pm$ 3,82	122,78 $\pm$ 4,59	24,59 $\pm$ 3,88	25,47 $\pm$ 4,95	16,40 $\pm$ 2,09	16,80 $\pm$ 2,50	13,15 $\pm$ 2,73	11,47 $\pm$ 2,48
7	125,82 $\pm$ 6,18	126,85 $\pm$ 6,21	26,79 $\pm$ 5,01	27,94 $\pm$ 5,88	16,82 $\pm$ 2,16	17,21 $\pm$ 2,46	13,46 $\pm$ 2,81	13,08 $\pm$ 2,93
8	131,39 $\pm$ 6,61	132,21 $\pm$ 6,19	29,81 $\pm$ 6,40	31,44 $\pm$ 6,14	17,13 $\pm$ 2,60	17,88 $\pm$ 2,60	14,82 $\pm$ 3,64	13,90 $\pm$ 3,14
9	138,29 $\pm$ 5,88	137,74 $\pm$ 6,73	34,83 $\pm$ 6,83	33,32 $\pm$ 8,38	18,11 $\pm$ 2,79	17,51 $\pm$ 3,86	17,47 $\pm$ 3,63	16,30 $\pm$ 4,27
10	143,36 $\pm$ 7,07	141,72 $\pm$ 7,37	39,95 $\pm$ 8,56	37,66 $\pm$ 7,54	19,27 $\pm$ 2,96	18,64 $\pm$ 2,86	21,70 $\pm$ 4,67	19,51 $\pm$ 4,30
11	148,84 $\pm$ 6,35	149,28 $\pm$ 7,35	44,01 $\pm$ 8,88	42,13 $\pm$ 9,51	19,74 $\pm$ 3,01	18,81 $\pm$ 3,45	26,64 $\pm$ 4,73	24,36 $\pm$ 5,94
12	153,16 $\pm$ 8,32	153,47 $\pm$ 7,10	49,05 $\pm$ 10,58	47,73 $\pm$ 9,50	20,78 $\pm$ 3,52	20,16 $\pm$ 3,28	32,00 $\pm$ 7,76	29,34 $\pm$ 6,20
13	159,61 $\pm$ 8,31	156,59 $\pm$ 6,06	53,89 $\pm$ 9,83	49,78 $\pm$ 8,06	21,08 $\pm$ 3,15	20,27 $\pm$ 2,91	36,44 $\pm$ 8,31	31,44 $\pm$ 5,22
14	167,86 $\pm$ 8,11	161,92 $\pm$ 6,74	60,45 $\pm$ 10,35	55,23 $\pm$ 7,80	21,41 $\pm$ 3,13	21,14 $\pm$ 3,37	46,77 $\pm$ 10,82	34,69 $\pm$ 5,40
15	171,32 $\pm$ 7,20	161,75 $\pm$ 5,81	64,31 $\pm$ 10,48	56,50 $\pm$ 9,45	21,84 $\pm$ 2,78	21,58 $\pm$ 3,40	51,97 $\pm$ 9,57	36,04 $\pm$ 6,81

**Tabla 2.** Media, desviación estándar y valores percentilares para la dinamometría media según la talla en varones.

Talla (cm)	Media	DE	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
120-124,9	13,08	2,28	8,84	10,13	11,50	12,95	14,20	16,36	17,82
125-129,9	13,71	2,86	8,56	10,08	11,73	13,80	15,65	17,44	19,15
130-134,9	16,13	3,70	9,79	12,21	13,70	15,35	18,23	20,16	25,90
135-139,9	18,97	4,19	9,10	14,75	16,05	18,55	21,15	24,40	29,04
140-144,9	20,72	4,97	12,47	13,84	17,15	20,05	24,58	27,76	31,21
145-149,9	26,49	5,55	15,51	18,50	23,26	26,33	30,95	33,15	37,59
150-154,9	29,72	6,70	17,70	22,41	25,05	29,50	33,85	39,39	44,28
155-159,9	34,73	6,68	23,32	27,03	29,09	33,63	40,06	43,37	49,13
160-164,9	41,54	9,27	22,37	30,13	36,11	40,95	47,01	53,05	62,61
165-169,9	47,77	10,37	28,97	32,74	40,59	48,56	54,28	60,79	68,32
170-174,9	50,74	9,29	32,31	37,61	44,60	50,83	58,49	61,82	65,56
175-179,9	54,74	8,31	36,30	44,97	48,60	55,50	60,90	63,95	67,53

**Tabla 3.** Media, desviación estándar y valores percentilares para la dinamometría media según la talla en mujeres.

Talla (cm)	Media	DE	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
115-119,9	10,43	1,88	7,65	8,33	8,90	9,95	11,95	13,58	14,05
120-124,9	12,14	2,67	8,45	9,01	10,15	11,80	13,50	16,80	18,22
125-129,9	13,13	2,97	8,01	9,15	10,90	13,00	15,65	17,47	18,78
130-134,9	14,88	4,32	9,23	10,65	12,05	14,50	16,88	18,55	28,40
135-139,9	17,24	4,56	10,84	11,86	14,43	16,35	19,33	21,96	31,10
140-144,9	20,37	5,42	10,00	14,06	16,60	19,60	24,65	28,02	33,21
145-149,9	24,19	4,62	15,99	18,80	20,09	24,33	27,54	29,98	32,30
150-154,9	28,72	6,28	18,03	21,25	23,09	29,68	33,63	36,39	38,93
155-159,9	32,90	6,09	22,77	25,55	28,58	32,45	36,15	41,71	48,10
160-164,9	35,21	6,19	25,24	28,15	31,50	34,25	37,70	42,65	50,00
165-169,9	35,57	5,75	26,32	29,88	32,18	34,68	38,90	42,99	49,57

**Tabla 4.** Ecuaciones de regresión para predecir la dinamometría media en ambos sexos.

Sexo	Ecuación	R	R <sup>2</sup>	ES	p
Varones (N=1.031)	DM= 0,207*peso + 0,621*talla – 71,461	0,90	0,81	7,13	<0,001
Mujeres (N=767)	DM=0,258*peso + 0,394*talla – 43,967	0,87	0,75	5,17	<0,001

cionaba significativamente con la estatura (varones:  $r=0,881$ ; mujeres  $r=0,886$ ) y el peso ( $r=0,81$  en ambos sexos). Así mismo, Souza *et al.*<sup>7</sup> reportaron, entre los 6 y 13 años, una correlación significativa entre fuerza de la mano y la estatura ( $r=,790$  para ambos sexos analizados conjuntamente). Resultados similares obtuvieron Imrham y Mandahawi<sup>8</sup> sobre una muestra de 182 sujetos residentes en Estados Unidos y edades comprendidas entre los 5 y los 89 años de edad desarrollando modelos, fundamentados en la regresión múltiple, para predecir la fuerza manual a partir de la edad, el peso y la talla. Del mismo modo, Vaz *et al.*<sup>9</sup> obtuvieron las ecuaciones de predicción a partir del análisis de 1024 sujetos de la India y con edades comprendidas entre los 5 y 67 años. Con idéntica metodología, pero en un margen más estrecho de edad (105 escolares de 11 a 14 años), Niempoog *et al.*<sup>10</sup> establecieron las correspondientes fórmulas estimativas de la dinamometría manual también en función de la edad, el peso y la estatura. En contraste con las descritas en la bibliografía precedente, las ecuaciones que se aportan en el presente trabajo incluyen únicamente la talla y peso y han sido elaboradas y validadas a partir de una muestra sensiblemente superior. Por otra parte, cabe señalar que

la fuerza muscular de la mano presenta cierta variabilidad poblacional que se refleja en los patrones de referencia publicados que relacionan la edad con los valores dinamométricos normales<sup>11</sup>. Las ecuaciones aquí obtenidas permiten predecir la fuerza manual con independencia de la edad, por lo que en principio, podrían ser de aplicabilidad universal.

## FINANCIACIÓN

Proyecto GCL2005-03752/BOS .Ministerio de Ciencia y Tecnología, España.

Mundialización de los comportamientos alimentarios: sus efectos, sus soluciones (Proyecto MOCA) Dirección Europea de Investigación y Cooperación Internacional del CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cohen DD, Voss C, Taylor M J, Stasinopoulos D M, Delextrat A, Sandercock GRH. Handgrip strength in English schoolchildren. *Acta Paediatrica*, 2010; 99 (7): 1065-72.
2. Marrodán MD, Romero JF, Moreno S, Mesa MS., Cabañas MD, Pacheco JL et al.. Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y

- 18 años: valores de referencia, asociación con el tamaño y composición corporal. *An Pediatr (Barc)*, 2009; 70(4), 340-8.
3. De Miguel-Etayo P, Gracia-Marco L, Ortega F B, Intemann T, Foraita R, Lissner, L et al. Physical fitness reference standards in European children: the IDEFICS study. *Int J Obesity*, 2014; 38, S57-S66.
  4. Oseloka IA, Bello BM, Oliver HW, Association of Handgrip Strength With Body Mass Index Among Nigerian Students. *IOSR Int J Pharm Biol Sci*, 2014; 9 (1):1-7.
  5. World Medical Association (WMA). Ethical Principles for medical research involving human subjects. Helsinki: Helsinki Declaration; 2008.
  6. Cabañas MD, Esparza F. Compendio de Cineantropometría. Madrid: CTO Editorial. 2009.
  7. De Souza MA, Benedicto M M B, Pizzato TM, Mattiello-Sverzut, AC. Normative data for handgripstrength in healthy children nmeasured with a bulb dynamometer: a cross-sectional study. *Physiotherapy*, 2014; 100 (4): 313-8.
  8. Imhan SN, Mandahawt N. Handgrip prediction models for children, adults and the elderly. *J Hum Ergol*, 2010; 39(2): 111-20.
  9. Vaz M, Hunsberger S, Diffey B. Prediction equations for handgripstrength in healthy Indian male and female subjects encompassing a wide age range. *Ann Hum Biol*, 2002; 29(2): 131-41.
  10. Niempoog S, Siripakarn Y, Suntharapa T. An estimation of gripstrength during puberty. *J Med Assoc Thai*, 2007; 90(4): 699-705.
  11. Gonzalez Correa CH, Sepúlveda Gallego LE, Santafé Sánchez LR. Different reference values for hand dynamometry: a conflicting issue. *Nutr. clín. diet. Hosp*; 2017; 37(3):104-110.