



ORIGINAL

Valoración de fuerza isométrica en extremidades inferiores y composición corporal en prematuros



D. Mata Zubillaga^{a,*}, C. Rodríguez Fernández^b, L.M. Rodríguez Fernández^b, J.A. de Paz Fernández^c, S. Arboleda Franco^c y F. Alonso Patiño^c

^a Unidad de Pediatría, Centro de Salud Ponferrada IV. Ponferrada, León

^b Servicio de Pediatría y Neonatología, Complejo Asistencial Universitario de León, León

^c Facultad de Ciencias de la Educación Física y del Deporte, Universidad de León, León

Recibido el 9 de octubre de 2014; aceptado el 16 de diciembre de 2014

Disponible en Internet el 29 de enero de 2015

PALABRAS CLAVE

Prematuridad;
Galga
extensiométrica;
Absorciometría de
rayos X de energía
dual;
Fuerza;
Composición corporal

Resumen

Introducción: La fuerza es una cualidad con clara influencia sobre la calidad de vida. Está condicionada por la estructura del aparato locomotor y es directamente dependiente de la estructura muscular. Se ha descrito que ambas cualidades están condicionadas por la prematuridad. Son objetivos del estudio conocer si la prematuridad está relacionada con la fuerza o la composición corporal durante la infancia y valorar la relación entre prematuridad, fuerza y masa muscular. **Material y métodos:** Estudio de casos y controles realizado en niños de entre 7 y 11 años con desarrollo normal y controles a término de la misma edad. Se incluyó a 89 sujetos: 30 prematuros con peso al nacimiento ≤ 1.500 g, 29 prematuros con peso al nacimiento > 1.500 g y 30 controles. Se analizaron antropometría, composición corporal mediante absorciometría de rayos X de energía dual y fuerza isométrica mediante banco inclinado y galga.

Resultados: El peso y el IMC fueron menores en los niños que pesaron ≤ 1.500 g. No se observaron diferencias en composición corporal ni fuerza. Se estableció una razón entre fuerza y masa muscular, resultando esta de un peso desplazado 4 veces superior al peso corporal, no encontrándose diferencias entre grupos ni relación con el peso al nacimiento.

Conclusiones: Entre los 7 y los 11 años de edad, los niños que fueron grandes prematuros tienen un peso y un IMC menores al resto de los niños. No se encontraron diferencias entre prematuros y controles en cuanto a composición corporal y fuerza muscular.

© 2014 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dmatzub@yahoo.es (D. Mata Zubillaga).

KEYWORDS

Prematurity;
Strength gauge;
DEXA - dual-energy
X-ray absorptiometry;
Strength;
Body composition

Evaluation of isometric force in lower limbs and body composition in preterm infants**Abstract**

Introduction: Strength is a physical quality with a clear influence on quality of life. It is determined by the structure of the musculoskeletal system, and depends on the muscular structure. It has been described that prematurity conditions both qualities. The aims of this study are to determine whether prematurity is associated with strength or body composition and evaluate the relationship between prematurity, strength and muscle mass.

Material and methods: Case-control study. Participants were premature 7-to-11 year-old children and full-term birth controls. Strength was measured by a strength gauge and body composition from DEXA (dual-energy x-ray absorptiometry) scans. A total of 89 subjects were included and divided into three groups: 30 prematures with birth-weight ≤ 1500 g, 29 prematures with birth-weight 1500-2000 g, and 30 controls.

Results: Weight and BMI z-score was lower in the premature group. No differences were found in muscular mass or strength between groups. A ratio was established between strength and weight or muscular mass. It was observed that it was possible for them to move four times their weight, without finding any differences between groups or a relationship with birth-weight.

Conclusions: Between 7 and 11 years of age, children who were premature have lower weight and BMI than the rest of the children. However, there were no differences in body composition or strength between preterm children and controls.

© 2014 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La asistencia a los neonatos se ha especializado y ha mejorado considerablemente, incorporándose en su práctica las nuevas tecnologías y los avances científicos de manera progresiva¹. Ha sido el grupo de prematuros aquel en el que se ha hecho más evidente el progreso. El número de pacientes prematuros, así como el de grandes prematuros, ha aumentado considerablemente en las últimas décadas².

La composición corporal de las personas en la infancia y adolescencia se modifica con el paso del tiempo^{3,4}. Además de darse una evolución cuantitativa paralela al crecimiento, se producen cambios continuos en las proporciones y cualidades de sus componentes⁵. Además, en las últimas 2 décadas se ha descrito al músculo esquelético como parte fundamental del sistema inmunitario, así como un órgano endocrino⁶.

La fuerza se define como la capacidad física y básica que nos permite crear una tensión muscular en un simple esfuerzo máximo para vencer una oposición o sobrecarga⁷. Está condicionada por la estructura del aparato locomotor y depende en parte de la estructura muscular.

Se ha afirmado que el nivel de actividad física de los prematuros es menor que el de aquellos nacidos a término^{8,9}. Igualmente, se ha descrito que presentan globalmente más problemas en cuanto al tono muscular y la coordinación motora¹⁰⁻¹², y que la fuerza muscular es inferior en muchas ocasiones¹³.

La confirmación de la existencia de dichas deficiencias en niños prematuros y en qué medida les afectan permitiría establecer estrategias precoces para minimizarlas, optimizando los recursos disponibles y mejorando el pronóstico.

El presente estudio se ha diseñado para conocer si la prematuridad está relacionada con la composición corporal y la

fuerza durante la infancia, así como para valorar la relación entre la prematuridad, la fuerza y la masa magra o muscular.

Material y métodos

Estudio observacional, transversal, descriptivo, prospectivo, de casos y controles.

Población

Se incluyó en el estudio a niños nacidos entre el 1 de enero del 2001 y el 31 de diciembre del 2004. La recogida de datos fue realizada a lo largo de 2012. Por tanto, las edades estaban comprendidas entre los 7 y 11 años.

Se incluyó en el estudio a un total de 89 sujetos, 37 varones y 52 mujeres.

Casos

Niños prematuros que permanecieron ingresados en la Unidad de Neonatología y que tenían un desarrollo psicomotor e intelectual aparentemente normal. Se consideró prematuro a aquel cuyo nacimiento ocurrió antes de iniciada la semana 37 de gestación. Los casos se dividieron, a su vez, en 2 grupos en función de su peso al nacimiento: ≤ 1.500 g (PREM 1) y > 1.500 g (PREM 2). La distribución por sexos fue aleatoria. La edad corregida se calculó respecto a 40 semanas gestacionales.

Controles pareados

Se emplearon sujetos sanos nacidos a término. El tamaño del grupo y la edad de los sujetos debían ser similares a las del grupo de casos. Este grupo fue denominado control.

Criterios de exclusión

Se excluyó del estudio a aquellos sujetos diagnosticados de enfermedades que conllevaban limitaciones a nivel psicomotor o intelectual.

Métodos

Revisión de la historia clínica

Se recogieron datos acerca de antropometría al nacimiento e incidencias durante el ingreso.

Antropometría

Se pesó a los sujetos y se midió su talla mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). Se calculó en cada uno de ellos el índice de masa corporal (IMC). Para eliminar el posible sesgo derivado de la variabilidad entre grupos respecto a edad o sexo, se calculó el z-score para peso, talla e IMC mediante la fórmula: $z\text{-score} = (\text{medida} - \text{media}) / \text{desviación estándar}$.

Se obtuvieron la media \pm la desviación estándar de cada medida para cada sexo y edad en las curvas de crecimiento de Carrascosa et al.¹⁴.

Determinación de la composición corporal

La DXA es un método fiable para valorar la composición corporal, estimando la densidad mineral ósea, la masa grasa y la masa muscular.

Fue realizada con un escáner de DXA mediante el analizador Lunar Prodigy Pro-General Electric® y el software Encore 2009®. Para valorar la masa magra, grasa y ósea, se empleó la proyección de cuerpo entero, con el paciente colocado en decúbito supino en posición anatómica. El programa informático del dispositivo permitió la selección de la masa magra de las extremidades inferiores.

Galga extensiométrica

La galga extensiométrica, siendo adaptada a distintos dispositivos mediante los cuales se ejerce fuerza sobre ella, permite medir la fuerza isométrica.

Para medir la fuerza estática máxima en el tren inferior de los sujetos se empleó una prensa inclinada de 45° modelo Gerva-Sport®, España, (fig. 1), en la que se colocó una galga extensiométrica o célula de carga modelo Globus Ergometer® conectada a un microprocesador modelo Ergo Tester v 1.5 Italia® (fig. 2), descargando la información mediante el software Software Graph®, de Tal-Tech.

El sujeto debía situarse sentado en la prensa, colocando los pies en la plataforma paralelos entre sí y separados a una distancia similar a la de los hombros. La flexión de las rodillas debía generar un ángulo de 110° entre la pierna y el muslo (fig. 3). Una vez situado el niño en esa posición, se realizaría una cuenta regresiva de 3 segundos tras la cual ejercería toda la presión posible sobre la plataforma desde el primer momento, intentando mantenerla durante 5 s. Tras una breve explicación por parte del investigador acerca del aparato y la técnica, la medición con la galga aplicada a la prensa inclinada pudo realizarse adecuadamente en la práctica totalidad de los sujetos.



Figura 1 Prensa inclinada para valoración de la fuerza.

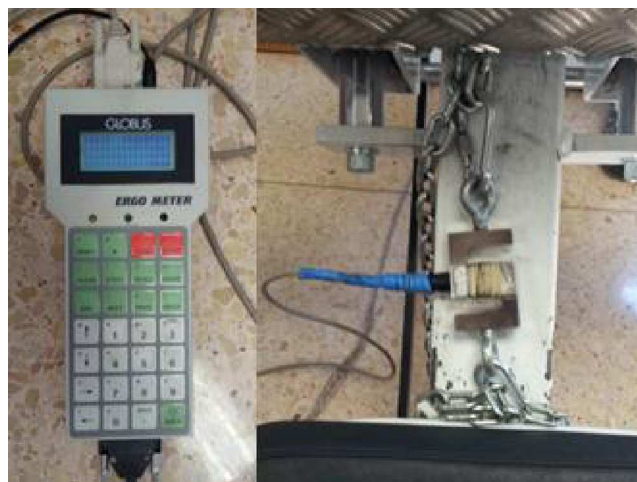


Figura 2 Procesador y galga extensiométrica.

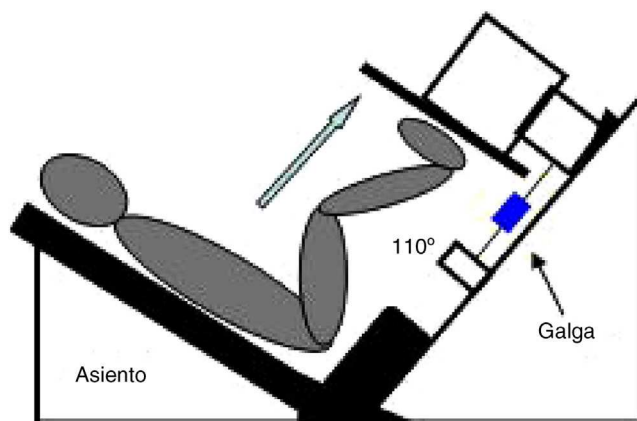


Figura 3 Prensa inclinada de 45°. Se observa la galga extensiométrica conectada a la plataforma.

Tabla 1 Edad, sexo y características antropométricas de los grupos de estudio

	PREM.1	PREM.2	Control	Sig. (p-valor)	Post hoc (p-valor)
<i>N</i>	30	29	30		
<i>Sexo</i>					
Varón	9	17	11	0,06	
Mujer	21	12	19		
<i>Edad (meses)</i>	113,53 ± 15,45	111,10 ± 12,42	107,23 ± 15,65	0,14	
<i>Edad corregida</i>	111,40 ± 15,50	110,38 ± 12,13	107,23 ± 15,65	0,56	
<i>PRN (g)</i>	1261,40 ± 255,15	1822,14 ± 199,57	3231,23 ± 398,81	0,000	
<i>PRN (rango)</i>	720 - 1.500	1.570 - 2.374	2.495 - 3.860		
<i>Peso (kg)</i>	30,0 ± 8,2	34,5 ± 9,4	32,5 ± 8,8	0,15	
<i>Talla (cm)</i>	132,7 ± 9,7	133,9 ± 9,1	134,3 ± 10,7	0,81	
<i>IMC (kg/m²)</i>	16,7 ± 2,6	18,9 ± 3,3	17,7 ± 2,7	0,02	PREM.1/PREM.2: 0,006
<i>z-score peso</i>	-0,6 ± 1,2	0,3 ± 1,3	0,3 ± 1,1	0,008	PREM.1/PREM.2: 0,007 PREM.1/control: 0,009
<i>z-score talla</i>	-1,1 ± 4,4	0,1 ± 1,5	0,6 ± 1,7	0,083	
<i>z-score IMC</i>	-0,6 ± 1,4	0,3 ± 1,1	0,0 ± 0,8	0,007	PREM.1/PREM.2: 0,002 PREM.1/control: 0,036

Control: grupo de controles; IMC: índice de masa corporal; PREM.1: grupo de prematuros de PRN ≤ 1.500 g; PREM.2: grupo de prematuros de PRN 1.500-2.500 g; Sig.: significación estadística.

CONTROL: grupo de controles.

Estudio estadístico

Se emplearon el programa Microsoft Excel 2010 y el paquete informático SPSS V18.0. Se utilizó para la comparación de variables cualitativas el test de la chi al cuadrado, mientras que para las variables cuantitativas se utilizaron test paramétricos (prueba de la t de Student) cuando la muestra siguió una distribución normal o test no paramétricos cuando la distribución de la muestra no fue normal. Se realizó análisis de significación empleando ANOVA de varios factores y se buscaron correlación lineal y no lineal.

Aspectos éticos

Se garantizó la protección de la intimidad de las personas, de acuerdo con la Declaración de Helsinki de 2008 sobre consentimiento informado e investigaciones con seres vivos¹⁵. Se solicitó la firma de un consentimiento informado diseñado específicamente como requisito indispensable para la inclusión del sujeto en el estudio.

Resultados

Características de la población

Las características de los sujetos en cuanto a edad, edad corregida, peso al nacimiento y distribución por sexo están reflejadas en la [tabla 1](#).

Observamos que fueron grupos comparables en cuanto a edad y edad corregida. Asimismo, el número de sujetos fue similar.

Las características antropométricas se exponen también en la [tabla 1](#). Se objetivó que tanto el peso como la talla eran similares, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre grupos. Sin embargo, se comprobó un

menor IMC en el grupo PREM.1. Dicha diferencia fue más acentuada al analizar el z-score de peso y el z-score de IMC, menores en el grupo PREM.1 de manera estadísticamente significativa.

Composición corporal

La cantidad de masa ósea, masa magra y masa grasa en cada grupo, valoradas mediante DXA, se reflejan en la [tabla 2](#). Fueron similares, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas.

Asimismo, se expone el porcentaje de masa corporal total que supone la masa magra y la masa grasa en cada grupo. Igualmente, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Fuerza isométrica en extremidades inferiores

Los valores de fuerza isométrica de extremidades inferiores valorada en prensa y expresados en kilogramos se exponen en la [tabla 3](#).

La fuerza isométrica desarrollada en la prensa inclinada fue similar en todos los grupos, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas.

La proporción media entre fuerza isométrica en prensa y masa corporal total, así como con la masa magra de miembros inferiores, expresados en ambos casos en kilogramos de fuerza desarrollada por cada kilogramo de peso corporal o de masa magra de miembros inferiores (kg/kg), se exponen en la [tabla 3](#). La fuerza isométrica desarrollada con respecto a la masa corporal total o la masa magra de las extremidades inferiores fue similar en todos los grupos. A grandes rasgos, la fuerza que ejercieron fue 4 veces superior a su masa

Tabla 2 Composición corporal respecto a masa magra, masa grasa y masa ósea de los grupos estudiados

	PREM.1	PREM.2	Control	Sig. (p-valor)
Masa ósea (g)	1.119,1 ± 276,6	1.154,1 ± 265,8	1.115,1 ± 359,8	0,87
Masa grasa (g)	7.287,5 ± 4.571,1	8581,9 ± 5600,6	7.632,4 ± 5217,5	0,62
Masa magra (g)	22.079,5 ± 4.337,2	23.387,3 ± 4.676,7	22.482,5 ± 5.020,5	0,56
% grasa	22 ± 10	24 ± 10	23 ± 10	0,78
% magra	74 ± 9	73 ± 10	74 ± 10	0,80

Control: grupo de controles; PREM.1: grupo de prematuros de PRN ≤ 1:500g; PREM.2: grupo de prematuros de PRN 1.500-2.500g; Sig.: significación estadística.

corporal. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

No se encontró correlación de ningún tipo entre el peso al nacimiento y la proporción media entre fuerza isométrica en prensa y masa magra de los miembros.

Discusión

El individuo realiza actividad física a lo largo de toda su vida. Incluso antes de nacer, durante la gestación, ya presenta movimientos. Entre los 6 y los 14 años de edad, antes de iniciarse la adolescencia, se produce una importante mejoría de las cualidades adquiridas previamente.

Múltiples características influyen sobre la actividad física y, por tanto, sobre la calidad de vida. Hay cualidades físicas condicionantes, que incluyen la fuerza, así como resistencia, flexibilidad o velocidad. Asimismo, y de manera interrelacionada, la composición corporal es un factor determinante.

La muestra seleccionada mediante los criterios de inclusión planteados para el estudio resultó ser adecuada. Los grupos de casos y el grupo de controles fueron similares tanto en número de sujetos como en edad y distribución de edades de los mismos. La distribución por sexos fue aleatoria, resultando diferente en los distintos grupos. Este dato no fue tenido en consideración, ya que el dimorfismo sexual en cuanto a fuerza y composición corporal es significativo sobre todo a partir de los 12 años¹⁶.

Composición corporal

Múltiples factores influyen en la composición corporal de un individuo adulto. El fenómeno de catch-up^{17,18} que sucede en prematuros puede favorecer que se produzca una elevada proporción de masa grasa. No obstante, la masa grasa está más relacionada con el peso en la edad adulta que en

el momento del nacimiento. Ocurre lo mismo para la masa magra corporal, que es proporcionalmente menor en aquellos sujetos con mayor peso en la edad adulta a pesar de ser mayor en términos absolutos.

Al analizar las características antropométricas, en el presente estudio se ha comprobado un menor peso e IMC en aquellos que fueron grandes prematuros. Dicho resultado coincide con lo descrito en la literatura^{17,19,20}.

Ha sido previamente documentado que el peso al nacimiento no es condicionante para la composición corporal en la edad adulta^{9,21,22}. En el presente estudio se ha intentado comprobar si tampoco lo es en edad escolar. Asimismo, conocer la composición corporal es importante a la hora de valorar la fuerza. Para valorar la composición corporal se utilizó DXA. Su empleo en población pediátrica ha aumentado durante la última década. La irradiación que produce para el sujeto supone menos de una décima parte de lo que lo hace una radiografía de tórax, siendo muy inferior a la que producen otras pruebas que se emplean con frecuencia²³⁻³⁰.

La DXA se realizó adecuadamente a todos los sujetos de la muestra. No se encontraron diferencias entre el grupo de controles y los grupos de prematuros en cuanto a masa grasa, masa ósea o masa magra. Este resultado coincide con lo ya descrito en la literatura, donde se había valorado en estudios previos en la adolescencia¹⁹ y, sobre todo, en adultos jóvenes^{9,18,21,22}. Es decir, en los sujetos de la muestra, de entre 7 y 11 años, la composición corporal es similar independientemente del peso al nacimiento y de las diferencias encontradas en cuanto a peso e IMC.

Fuerza y calidad muscular

La fuerza es una cualidad física con una clara influencia sobre la calidad de vida de los individuos. Existen varios tipos de fuerza. La fuerza máxima es aquella en la que se vence una oposición máxima. La fuerza explosiva o potencia

Tabla 3 Manifestaciones de la fuerza valoradas en prensa

	PREM.1	PREM.2	Control	Sig. (p-valor)
Fuerza isométrica (kg)	115,2 ± 34,4	115,5 ± 35,1	109,90 ± 38,5	0,82
Iso_máx./peso (kg/kg) ^a	4,0 ± 1,5	3,7 ± 1,3	3,5 ± 1,1	0,43
Iso_máx./magro.mmii (kg/kg) ^{b+}	16,2 ± 4,8	15,6 ± 4,6	15,0 ± 4,8	0,68

Control: grupos de controles; iso_max: fuerza isométrica extremidades inferiores; magro.mmii: masa magra extremidades inferiores; PREM.1: grupo de prematuros de PRN ≤ 1.500g; PREM.2: grupo de prematuros de PRN 1.500-2.500g; Sig.: significación estadística.

^a Proporción entre fuerza isométrica y peso del sujeto.

^b Proporción entre fuerza isométrica y masa magra de extremidades inferiores.

es aquella en la que se vence una oposición pequeña con la máxima velocidad. La fuerza-resistencia es aquella en que se repite varias veces el trabajo de fuerza muscular durante mucho tiempo.

En el presente estudio, se analizó la fuerza isométrica máxima en las extremidades inferiores. En términos absolutos, la fuerza desarrollada fue similar en todos los grupos.

Se ha descrito que la función muscular en prematuros está relacionada con el grado de prematuridad, la antropometría al nacimiento y las características auxológicas. Asimismo, en ocasiones se ha observado que tienen menos fuerza que aquellos nacidos a término de su misma edad^{13,31,32}. Dicha diferencia se acentúa si aquellos presentaron alguna incidencia durante su periodo neonatal. A diferencia del presente, la mayoría de los estudios habían sido realizados en población adulta o adolescentes⁸, empleando habitualmente distinta metodología para valorar la fuerza. La diferencia en el momento del nacimiento, que es de entre una y 3 décadas aproximadamente, tanto por la edad de los sujetos como por el año de realización de dichos estudios, pudo condicionar una distinta asistencia durante el periodo neonatal derivada del gran avance en el campo de la Neonatología, tanto a nivel técnico como a nivel científico. Aquellos realizados en población infantil³¹ abarcaron un menor rango edades en los sujetos incluidos y emplearon otros métodos para la valoración de fuerza en las extremidades inferiores.

Se comprobó la relación de la fuerza desarrollada con las características de los sujetos. Al relacionarla con la masa del sujeto, dividiendo la fuerza ejercida por su peso, observamos que aproximadamente ejercía una fuerza equivalente a 4 veces el mismo. Dicho resultado fue similar en todos los grupos, manteniéndose dicha proporción. También se relacionó la fuerza isométrica con la masa magra de extremidades inferiores, al considerarse esta variable adecuada para valorar la función muscular. Se observó que la proporción se mantiene igual en todos los grupos, lo que refleja una similar fuerza muscular en sujetos prematuros y en sujetos nacidos a término.

Por tanto, con los instrumentos empleados en el presente estudio, hemos comprobado que, a diferencia de lo observado en estudios previos, la fuerza medida en prematuros y en sujetos nacidos a término fue similar en la muestra seleccionada. Como ya mencionamos, los sujetos han nacido en un periodo más reciente, lo cual puede haber condicionado una distinta asistencia en el hospital. Además, la mayoría de los mencionados estudios están realizados en adultos jóvenes^{8,13,32}. Aunque suponemos que los sujetos de nuestra muestra mantendrán las características en el futuro, habría que plantear un seguimiento para confirmarlo. Por último, es la primera vez que se ha empleado la galga extensiométrica aplicada a prensa inclinada para valorar fuerza isométrica de las extremidades inferiores en sujetos prematuros. Previamente, se habían usado métodos basados en ejercicios simples y, sobre todo, se había valorado fuerza en extremidades superiores.

Conclusiones

Según los resultados observados en el presente estudio, no se pueden establecer diferencias entre niños nacidos

prematuramente y niños nacidos a término en cuanto a fuerza muscular o composición corporal, empleando como instrumentos de medida el DXA para la composición corporal y la galga extensiométrica aplicada a una prensa inclinada para fuerza isométrica máxima en extremidades inferiores.

Asimismo, al relacionar la fuerza con la masa magra para así valorar la función muscular, no se encontraron tampoco diferencias entre sujetos prematuros y sujetos nacidos a término.

Se comprobó un menor peso e IMC en el grupo de grandes prematuros. Dicho resultado es acorde con lo encontrado en la literatura, al no haberse completado el fenómeno de catch-up en la franja de edades estudiada.

Financiación

El presente estudio forma parte de un proyecto para el cual se ha concedido una de las XIV ayudas a la investigación clínica y epidemiológica de la Fundación Ernesto Sánchez Villares del año 2011.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Doménech E. Avances en Neonatología. *An Esp Pediatr.* 1999;51:97-106.
2. Instituto Nacional de Estadística. [consultado 20 Sep 2014]. Disponible en: www.INEbase/Demografía y Población/Movimiento natural de la población.
3. Kuh D, Basse J, Hardy R, Aihie Sayer A, Wadsworth M, Cooper C. Birth weight, childhood size, and muscle strength in adult life: Evidence from a birth cohort study. *Am J Epidemiol.* 2002;156:627-33.
4. Inskip HM, Godfrey KM, Martin HJ, Simmonds SJ, Cooper C, Sayer AA. Size at birth and its relation to muscle strength in young adult women. *J Inter Med.* 2007;262:368-74.
5. Roemmich JN, Clark PA, Weitman A, Rogol AD. Alterations in growth and body composition during puberty. Comparing multicompartiment body composition models. *J Appl Physiol.* 1997;83:927-35.
6. Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation. *Physiol Rev.* 2000;80:1055-81.
7. Kroemer K. Human muscle strength: Definition, generation and measurement. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 1986*;10:977-81.
8. Rogers M, Fay TB, Whitfield MF, Tomlinson J, Grunau RE. Aerobic capacity, strength, flexibility, and activity level in unimpaired extremely low birth weight (< 800 g) survivors at 17 years of age compared with term-born control subjects. *Pediatrics.* 2005;116:58-66.
9. Kajantie E, Strang-Karlsson S, Hovi P, Räikkönen K, Pesonen AK, Heinonen K, et al. Adults born at very low birth weight exercise less than their peers born at term. *J Pediatr.* 2010;157:610-6.
10. Luoma L, Herrgard E, Martikainen A. Neuropsychological analysis of the visuomotor problems in children born preterm at ≤ 32 weeks of gestation: a 5-year prospective follow-up. *Dev Med Child Neurol.* 1998;40:21-30.
11. Hall A, McLeod A, Counsell C, Thomson L, Mutch L. School attainment, cognitive ability and motor function in a total

- Scottish very-lowbirthweight population at eight years: A controlled study. *Dev Med Child Neurol.* 1995;37:1037-50.
12. Goyen TA, Lui K, Woods R. Visual-motor, visual-perceptual, and fine motor outcomes in very-low-birthweight children at 5 years. *Dev Med Child Neurol.* 1998;40:76-81.
 13. Ericson A, Kallen B. Very low birthweight boys at the age of 19. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 1998;78:F171-4.
 14. Carrascosa A, Fernández JM, Fernández C, Ferrández A, López-Siguero JP, Sánchez E, et al., Grupo Colaborador Español. Estudio transversal español de crecimiento 2008. Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *An Pediatr (Barc).* 2008;68:552-69.
 15. 59ª Asamblea General. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial [en línea]. [consultado 20 Sep 2014]. Disponible en: http://www.wma.net/es/30publications/10policias/b3/17c_es.pdf
 16. Madorrán Serrano MD, Romero Collazos JF, Moreno Romero S, Mesa Santurino MS, Cabañas Artesilla MD, Pacheco del Cerro JL, et al. Dinamometría en niños y jóvenes entre 6 y 18 años: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal. *An Pediatr (Barc).* 2009;70:340-8.
 17. Hirata T, Bosque E. When they grow up: the growth of extremely low birth weight ((1000 gm) infants at adolescence. *J Pediatr.* 1998;132:1033-5.
 18. Doyle LW, Faber B, Callanan C, Ford GW, Davis NM. Extremely low birth weight and body size in early adulthood. *Arch Dis Child.* 2004;89:347-50.
 19. Saigal S, Stoskopf BL, Steiner DL, Burrows E. Physical growth and current health status of infants who were of extremely low birth weight and controls at adolescence. *Pediatrics.* 2001;108:407-15.
 20. Peralta-Carcelen M, Jacdson DS, Goran MI, Royal SA, Mayo MS, Nelson KG. Growth of adolescents who were born at extremely low birth weight without major disability. *J Pediatr.* 2000;136:633-40.
 21. Leunissen RWJ, Stijnen T, Boot AM, Hokken-Koelega ACS. Influence of birth size and body composition on bone mineral density in early adulthood: The PROGRAM study. *Clin Endocrinol.* 2008;69:386-92.
 22. Breukhoven PE, de Kort SW, Willemsen RH, Hokken-Koelega AC. Preterm birth does not affect bone mineral density in young adults. *Eur J Endocrinol.* 2011;164:133-8.
 23. Albanese CV, Diessel E, Genant HKJ. Clinical applications of body compositor measurements using DXA. *J Clin Densitom.* 2003;6:75-85.
 24. Njeh CF, Fuerst T, Hans D, Blake GM, Genant HK. Radiation exposure in bone mineral density assessment. *Appl Radiat Isot.* 1999;50:215-36.
 25. Steel SA, Baker AJ, Saunderson JR. An assessment of the radiation dose to patients and staff from a Lunar Expert-XL fan beam densitometer. *Physiol Meas.* 1998;19:17-26.
 26. Bezakova E, Collins PJ, Beddoe AH. Absorbed dose measurements in dual energy X-ray absorptiometry (DXA). *Br J Radiol.* 1997;70:172-9.
 27. Njeh CF, Samat SB, Nightingale A, McNeil EA, Boivin CM. Radiation dose and in vitro precision in paediatric bone mineral density measurement using dual x-ray absorptiometry. *Br J Radiol.* 1997;79:719-27.
 28. Huda W, Morin RL. Patient doses in bone mineral absorptiometry. *Br J Radiol.* 1996;69:422-5.
 29. Lewis MK, Blake GM, Fogelman I. Patient dose in dual x-ray absorptiometry. *Osteoporosis Int.* 1994;4:11-5.
 30. Cameron J. Radiation dosimetry. *Environ Health Perspect.* 1991;91:45-8.
 31. Fricke O, Roedder D, Kribs A, Tuttlewski B, von Kleist-Retzow JC, Herkenrath P, et al. Relationship of muscle function to auxology in preterm born children at the age of seven years. *Horm Res Paediatr.* 2010;73:390-7.
 32. Saigal S, Stoskopf B, Boyle M, Paneth N, Pinelli J, Streiner D, et al. Comparison of current health, functional limitations, and health care use of young adults who were born with extremely low birth weight and normal birth weight. *Pediatrics.* 2007;119:562-73.