



**Universidad de León**  
**Departamento de Ciencias Médicas**

**Relación de la prematuridad con la fuerza  
y la composición corporal  
en niños y niñas de 7 a 11 años de edad**

**Doctorando: D. Daniel Mata Zubillaga**  
**Directores: Dr. D. José Antonio de Paz Fernández**  
**Dr. D. Luis Miguel Rodríguez Fernández**

A mi padre, por su constante apoyo y vital inspiración.  
A mi hermano, mi mejor amigo y compañero en la batalla.  
A mi madre. Siempre me guías en el camino.  
A María, por estar a mi lado.

## **Agradecimientos**

A mis directores de tesis, Luis y Jose Antonio. Por su imponderable y desinteresada ayuda. Por haberme enseñado tanto y mostrarme que aún me queda mucho que aprender. Por su paciencia y comprensión.

A Cristina, compañera en gran parte del camino.

A los compañeros de la facultad, Merce y Carlos, y especialmente a Santiago y Fredy. Porque gracias a vuestro esfuerzo e impecable trabajo todo ha sido posible.

A todas las familias que acudieron con sus hijos e hijas. Por seguir luchando por ellos después de tantos años.

A todos los pequeños “sujetos”. Porque juntos hemos convertido largas tardes de trabajo en un bonito juego. Por hacer que todo haya merecido la pena.

## **REPERCUSIÓN**

### **Becas**

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.

### **Artículos científicos**

Mata Zubillaga D, Rodríguez Fernández C, Rodríguez Fernández LM, de Paz Fernández JA, Arboleda Franco S, Alonso Patiño F. Evaluation of isometric force in lower limbs and body composition in preterm infants. *An Pediatr (Barc)* 2015; doi: 10.1016/j.anpedi.2014.12.011. [Epub ahead of print] (ANEXO 6)

### **Comunicaciones científicas**

1. *Comunicación oral*: Mata Zubillaga D, Rodríguez Fernández C, De Paz Fernández JA, Arboleda Franco S, Patiño Villada FA, Reguera García MM, Rodríguez Fernández LM, Fernández Miaja M. Nivel de actividad física y hábitos de niños nacidos prematuros. XXVII Congreso nacional de la Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria. Las Palmas de Gran Canaria, de 17 a 19 de Octubre de 2013.

# ÍNDICE

Abreviaturas.....	10
1. Introducción.....	12
1.1 La actividad física y la salud.....	12
1.1.1 La actividad física en la infancia.....	13
1.1.2 Salud mental, actividad física e infancia.....	14
1.2 La fuerza y la calidad de vida.....	15
1.2.1 La fuerza en la infancia.....	16
1.3 Composición corporal.....	16
1.3.1 Composición corporal en la infancia.....	18
1.4 Los recién nacidos y la Neonatología.....	18
1.4.1 El recién nacido.....	18
1.4.2 Avances en Neonatología.....	19
1.5 Características de los sujetos que nacieron prematuramente o prematuros.....	21
1.5.1 La actividad física en prematuros .....	21
1.5.2 Composición corporal en prematuros.....	23
1.5.3 Fuerza en prematuros .....	25
1.6 Instrumentos de medida.....	30
1.6.1 Medida de actividad física .....	30
1.6.1.1 El Cuestionario Internacional de Actividad Física.	30
1.6.2 Valoración de la salud mental: el Cuestionario de Capacidades y Dificultades.....	31
1.6.3 Medida de la fuerza.....	32
1.6.3.1 Fuerza muscular.....	32
1.6.3.2 Dinamómetro manual – <i>handgrip</i> .....	33
1.6.3.3 Galga extensiométrica.....	33
1.6.3.4 Tests de repetición máxima.....	33

1.6.4 Valoración de la composición corporal.....	34
1.6.4.1 Índices antropométricos.....	35
1.6.4.2 Absorciometría de rayos X de energía dual (DXA).....	35
2. Objetivos.....	38
2.1 Objetivo principal.....	38
2.2 Objetivos secundarios.....	38
3. Material y métodos.....	40
3.1 Tipo de estudio.....	40
3.2 Lugar de estudio.....	40
3.3 Periodo de estudio.....	40
3.4 Población.....	40
3.4.1 Casos.....	41
3.4.2 Controles.....	41
3.4.3 Criterios de exclusión.....	42
3.5 Instrumentos y métodos de medida.....	42
3.5.1 Densitometría.....	42
3.5.2 Galga extensiométrica.....	43
3.5.3 Dinamómetro.....	45
3.5.4 Test de carga máxima.....	46
3.5.5 Encuesta de actividad física.....	48
3.5.6 Cuantificación del tiempo de descanso nocturno.....	49
3.5.7 Escala de valoración de trastornos de salud mental.....	50
3.5.8 Anamnesis y percepción de la habilidad matriz del sujeto por parte de la familia.....	50
3.5.9 Antropometría.....	51
3.6 Protocolo de estudio.....	51
3.6.1 Revisión del historial clínico.....	52

3.6.2 Sesión.....	52
3.6.2.1 Estación 1.....	52
3.6.2.2 Estación 2.....	53
3.6.2.3 Estación 3.....	54
3.7 Estudio estadístico.....	54
3.8 Aspectos éticos.....	55
4. Resultados.....	57
4.1 Características de la población.....	57
4.1.1 Grupos.....	57
4.1.2 Domicilio habitual.....	58
4.1.3 Antropometría.....	59
4.1.4 Progenitores.....	60
4.2 Actividad física.....	60
4.2.1 Desarrollo.....	60
4.2.1.1 Inicio de marcha.....	60
4.2.1.2 Percepción de la habilidad motriz por parte de la familia.....	61
4.2.2 Encuesta IPAQ.....	61
4.2.2.1 Actividad.....	61
4.2.2.1.1 Total.....	62
4.2.2.1.2 Bicicleta.....	62
4.2.2.1.3 Andar.....	63
4.2.2.2 Reposo.....	63
4.2.2.3 Nivel de actividad.....	63
4.3 Salud mental.....	64
4.3.1 Sueño.....	64
4.3.2 Cuestionario SDQ.....	64
4.4 Composición corporal.....	65
4.4.1 Cuerpo total.....	65
4.4.1.1 Masa ósea.....	65
4.4.1.2 Masa grasa.....	66
4.4.1.3 Masa magra.....	66

4.4.2 Fémur.....	67
4.4.3 Columna lumbar.....	67
4.5 Manifestaciones de la fuerza.....	68
4.5.1 Fuerza isométrica en prensa.....	68
4.5.1.1 Relación entre fuerza isométrica en prensa, peso corporal y masa magra de miembros inferiores.....	68
4.5.2 Test de resistencia máxima en prensa.....	69
4.5.2.1 Relación entre resistencia máxima en prensa, peso corporal y masa magra de miembros inferiores.....	70
4.5.2.2 Correlaciones de la resistencia máxima en prensa.	70
4.5.3 Handgrip.....	71
4.5.3.1 Relación entre presión en <i>handgrip</i> , peso corporal y masa magra de miembros superiores.....	73
4.5.3.2 Correlaciones de la fuerza manual medida mediante handgrip.....	74
4.5.4 Manifestaciones de la fuerza según sexo.....	74
4.5.5 Manifestaciones de la fuerza según ámbito de domicilio habitual.....	75
5. Discusión.....	77
5.1 Población.....	77
5.1.1 Muestra.....	78
5.1.2 Progenitores.....	79
5.2 Actividad física.....	79
5.2.1 Desarrollo psicomotor previo.....	79
5.2.2 Valoración del nivel de actividad física.....	80
5.2.3 Salud mental.....	82
5.3 Composición corporal.....	83
5.3.1 Valoración de la composición corporal. DXA.....	84

5.4 Manifestaciones de la fuerza.....	86
5.4.1 Fuerza en miembros inferiores.....	86
5.4.1.1 Fuerza isométrica.....	87
5.4.1.2 Test de resistencia máxima.....	87
5.4.2 Fuerza manual – <i>Handgrip</i> .....	88
6. Conclusiones.....	91
7. Limitaciones del estudio.....	94
8. Futuras líneas de investigación.....	96
9. Bibliografía.....	98
10. Anexos.....	111
Anexo 1. Cuestionario IPAQ.....	111
Anexo 2. Cuestionario SDQ.....	117
Anexo 3. Anamnesis.....	119
Anexo 4. Hoja informativa.....	121
Anexo 5. Consentimiento informado.....	123

## ABREVIATURAS

1-RM	-	Repetición con carga máxima
CONTROL	-	Grupo de controles, sujetos recién nacidos a término
DXA	-	Absorciometría de rayos X de energía dual
EG	-	Edad gestacional
IMC	-	Índice de masa corporal
IPAQ	-	Cuestionario internacional de actividad física
PREM_1	-	Grupo de casos, sujetos prematuros con PRN $\leq 1500$ g
PREM_2	-	Grupo de casos, sujetos prematuros con PRN 1500 – 2500 g
PRN	-	Peso de recién nacido
SDQ	-	Cuestionario de Capacidades y Dificultades
sig.	-	Significación estadística

# Introducción

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 La actividad física y la salud

La actividad física guarda una estrecha relación con la salud. Aunque dicha relación pueda parecer obvia, ha sido durante las dos últimas décadas cuando se ha profundizado en el estudio de la misma<sup>1</sup>.

Un adecuado nivel de actividad física está estrechamente ligado con las capacidades funcionales del organismo ya que mejora la aptitud física, lo cual repercute positivamente en la salud. Asimismo, ha sido ampliamente demostrado que la falta de ejercicio guarda relación, ya sea de manera directa como causa o indirecta como un factor agravante, con un gran número de enfermedades<sup>2</sup>. En el último medio siglo se han acumulado progresivamente evidencias acerca del efecto protector del ejercicio físico, no sólo en personas con enfermedades cardiovasculares o de otra índole, sino en individuos sanos<sup>3</sup>. Por un lado es debido a los cambios metabólicos promotores de la salud del individuo que favorece, afectando a niveles tan distintos como el perfil lipídico, metabolismo de hidratos de carbono o presión arterial. Por otro lado, optimiza el funcionamiento del aparato locomotor en su conjunto, tanto a nivel óseo como muscular.

El modelo sociocultural ha evolucionado a lo largo de la historia de manera que el nivel de actividad física requerido por el modo de vida de los individuos sea inferior. Dicho cambio se originó al abandonarse la sociedad nómada pasando a una sociedad establecida en torno a una misma región. La disminución en la exigencia a nivel físico ha sido paralela al aumento en el grado de industrialización<sup>4</sup>. Es por tanto importante definir adecuadamente el concepto de “sedentarismo” para describir los hábitos de una población en lo que se refiere a actividad física. Varias definiciones incluyen un mínimo de ejercicio realizado durante el tiempo libre. Así, una definición empleada en diversos informes define como “sedentarios” a aquellos sujetos que durante actividades de su tiempo libre consumen menos del 10% de su gasto calórico total<sup>5</sup>. Dicho consumo calórico se ha atribuido a 30 minutos de paseo tres días por semana, y actualmente a 30 minutos de paseo cada día. Basándose en esta definición se ha establecido una

prevalencia de sedentarismo de hasta el 89% de la población. No obstante, muchos estudios subestiman la actividad física al no tener en cuenta aquella realizada en el trabajo. Se ha llegado a catalogar a la inactividad física como el mayor problema de salud del presente siglo<sup>6</sup>.

Las características de la actividad física están condicionadas por múltiples factores. Es fundamental la influencia de las propias cualidades del individuo, pero también el desarrollo al que se ven sometidas. En cada momento de la vida hay un patrón de actividad física marcado por la edad del individuo, que está fuertemente influenciado por distintos condicionantes, tanto externos a la persona como inherentes a la misma.

### 1.1.1 La actividad física en la infancia

El individuo realiza actividad física a lo largo de toda su vida. Incluso antes de nacer, durante la gestación, ya presenta movimientos. El desarrollo de la actividad física a lo largo de la infancia se puede dividir en tres etapas o periodos, existiendo un cuarto periodo que abarcaría la adolescencia<sup>7</sup>.

La primera etapa es el periodo de lactante. Abarca desde el momento del nacimiento hasta los 2 años de edad. Durante este periodo predomina una actividad marcada por el desarrollo madurativo fisiológico. Se produce el juego funcional. Surgen actitudes nuevas de manera progresiva. Así, durante esta etapa se adquieren el sostén cefálico, el volteo, la sedestación, el gateo o la deambulación, entre otros hitos del desarrollo. Todo ello conlleva un desarrollo paralelo al físico o motor. Por un lado afecta a la psicomotricidad del lactante, mejorando su coordinación visual o inteligencia, y por otro a su capacidad social y afectiva, produciendo progresivamente una mayor interacción con el medio y otras personas.

La segunda etapa es el periodo preescolar. Abarca desde los 2 hasta los 6 años de edad. Se produce el juego simbólico o imitativo. El desarrollo que implica sigue afectando a varios ámbitos de manera progresiva además del desarrollo motor. Así, se produce desarrollo psicomotor, con maduración nerviosa y clara mejoría en la coordinación motora. También hay un claro avance en las cualidades sociales, afectivas

y cognitivas. Todo ello permite el inicio del aprendizaje escolar, además de ser retroalimentado por el mismo.

La tercera etapa es el periodo escolar. Abarca desde los 6 hasta los 14 años de edad, antes de iniciarse la adolescencia. Durante esta etapa se produce una importante mejoría de las cualidades adquiridas previamente. El niño o niña incrementa sustancialmente su coordinación y capacidad de aprendizaje. Todo esto supone una importante maduración física, determinada por el crecimiento y el desarrollo motor. Este último afecta a dos tipos de cualidades. Por un lado las psicomotoras, continuando la mejoría en la coordinación ya iniciada en la etapa previa, y desarrollándose la capacidad de diferenciación, de reacción acústica, de reacción óptica, la orientación espacial, el equilibrio y el ritmo. Por otro lado, las cualidades condicionales, que incluyen fuerza, resistencia, flexibilidad y velocidad. Es por tanto esta etapa fundamental para la actividad física.

La pubertad es un periodo de grandes cambios a nivel corporal, los cuales afectan al desarrollo motor de manera significativa. Así, se produce un crecimiento disarmónico del cuerpo, con mayor crecimiento de las extremidades en proporción con el tronco. Esto supone que paralelamente a una mejoría en la mayoría de las cualidades condicionales, como son fuerza o flexibilidad, se produce un empeoramiento en la coordinación. La mejoría se mantiene durante la adolescencia, así como se instauran hábitos que frecuentemente se mantendrán, en mayor o menor medida, en la vida adulta.

El sedentarismo es un problema también presente en la infancia. Se ha observado una prevalencia de hasta el 40% en niños y niñas españoles<sup>8</sup>.

### 1.1.2 Salud mental, actividad física e infancia

Los trastornos de salud mental pueden influir en el nivel de actividad física de las personas, tanto de manera directa como indirecta, influyendo negativamente sobre su entorno. Afectan hasta al 15% de la población infantil<sup>9</sup>. El diagnóstico de estas enfermedades supone un reto. Es difícil establecer el límite del comportamiento normal en la edad pediátrica así como analizarlo dentro del contexto sociocultural de cada

paciente. Una detección y atención tempranas podrían ser útiles en el tratamiento de estos niños, mejorando su pronóstico y disminuyendo su morbilidad.

Un nivel de actividad física bajo, condicionado por un ritmo de vida sedentario, se asocia con un peor estado de salud mental<sup>10</sup>. Dicho sedentarismo, así como el sobrepeso o la obesidad consecuentes al mismo, influyen de manera decisiva en el estado psicológico y de socialización de las personas, pudiendo condicionar la aparición de síntomas depresivos en edades tempranas, especialmente durante la adolescencia<sup>11</sup>.

El estado de salud mental del individuo marca sus características físicas desde la infancia. Determinadas circunstancias y enfermedades, como el estrés psicosocial crónico, pueden tener una clara influencia en la composición corporal<sup>12</sup>.

## **1.2 La fuerza y la calidad de vida**

La fuerza es una cualidad física con una clara influencia sobre la calidad de vida de los individuos. 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 sobrecarga. Está condicionada por la estructura del aparato locomotor, y depende en parte de la estructura muscular. Los músculos la generan acortando su longitud mediante la contracción de sus fibras. Dicha contracción muscular puede ser isotónica concéntrica, en la que el peso a mover es menor que la potencia generada por la tensión del músculo y se produce un movimiento positivo o activo. La contracción muscular isotónica excéntrica es aquella que se produce cuando el músculo se alarga, y ocurre cuando el peso a vencer es superior a la fuerza que ejerce el músculo, generándose un movimiento restringido o negativo. La contracción isométrica o estática se produce cuando no se efectúa ningún movimiento externo apreciable ni se modifica la longitud del músculo a pesar de la tensión muscular. La contracción auxotónica o mixta se produce cuando en un mismo movimiento se realizan alternativamente contracciones isotónicas e isométricas.

La fuerza se desarrolla progresivamente, aumentando desde la infancia y alcanzando su máxima expresión en la edad adulta, en la segunda o tercera década de la vida. Su deterioro se produce de manera progresiva<sup>13</sup>, así como en relación con diversas

enfermedades o circunstancias. Los trastornos que afectan a la fuerza de manera más directa son los cardíacos<sup>14</sup>, pulmonares<sup>15</sup> y neurológicos<sup>16</sup>. Durante la infancia y adolescencia hay entidades que tienen especial relevancia sobre la misma, como pueden ser enfermedades musculares, problemas traumáticos<sup>17</sup> o parálisis cerebral<sup>18</sup>. Existen estudios que comprobaron que existe relación entre la fuerza en adultos y el peso que presentaron al nacimiento<sup>19,20</sup>.

### 1.2.1 La fuerza en la infancia

La fuerza se desarrolla progresivamente con la edad. Dicho desarrollo comienza a los 6 u 8 años, y se hace más evidente a partir de los 12 años. Durante mucho tiempo se ha mantenido la idea de que en la infancia el desarrollo debe ser fisiológico y marcado por una actividad física condicionada por unos hábitos de vida cotidianos, no mediante un entrenamiento específico. Se defendía que el entrenamiento de la fuerza antes de la adquisición de la madurez sexual puede producir problemas, como son hipertensión, lesiones musculares o esqueléticas, retraso en el crecimiento o alteraciones posturales<sup>21</sup>. No obstante, la Organización Mundial de la Salud desarrolló las "Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud" en el año 2010<sup>22</sup>. El objetivo de esta publicación ha sido proporcionar orientación sobre el tipo, la cantidad, la frecuencia, duración e intensidad de la actividad física necesaria para la prevención de enfermedades no transmisibles. En ella se incluyeron recomendaciones específicas para personas de 5 a 17 años de edad.

## **1.3 Composición corporal**

La composición corporal y el crecimiento son factores fundamentales y determinantes para la salud del individuo<sup>23</sup>. Uno de los elementos más estudiados en relación a aquella es la masa grasa, ya que el sobrepeso y la obesidad son un problema de salud que actualmente supone una pandemia<sup>24</sup>.

La relación de la masa muscular con la actividad física y las distintas cualidades físicas del individuo puede resultar obvia, al ser aquella parte fundamental del aparato

locomotor. No obstante, durante las últimas dos décadas se ha descrito además al músculo esquelético como parte fundamental del sistema inmunitario así como un órgano endocrino<sup>25</sup>. La adaptación al entrenamiento supone importantes cambios metabólicos<sup>26</sup>. Dicho papel se desempeña a través de citocinas derivadas del músculo, conocidas como miokinas<sup>27</sup>. Las principales son la interleucina-6, la interleucina-8 y la interleucina-15.

La más importante de ellas es la interleucina-6, ampliamente estudiada<sup>28</sup>. Dicha sustancia se eleva en relación con el ejercicio. Su función inmunorreguladora, desarrollada a través de la elevación de los niveles plasmáticos de cortisol y adrenalina, supone una elevación en los niveles de neutrófilos y disminución en los de de linfocitos. El efecto antiinflamatorio se debe a la elevación de citocinas antiinflamatorias, como son la interleucina-1 y la interleucina-10, y a la disminución de factor de necrosis tumoral alfa. Los efectos metabólicos afectan a los glúcidos, produciendo aumento de la tasa de infusión de glucosa y su oxidación, así como a los lípidos, incrementando la lipólisis. La falta de interleucina-6 puede llevar a situaciones de resistencia insulínica y aterogénesis lipídica. Por último mencionaremos la función de hipertrofia muscular, produciendo aumento del tamaño muscular, por mecanismos poco conocidos.

Los efectos de la interleucina-8 y la interleucina-15 son menos conocidos<sup>29</sup>. La interleucina-8, cuya secreción parece relacionada con el ejercicio concéntrico, estimula la angiogénesis y produce atracción primaria de los neutrófilos. La interleucina-15 tiene un efecto anabólico sobre las células musculares, disminuyendo la degradación muscular, así como disminuyendo la masa adiposa.

La relación entre composición corporal y discapacidad ha sido demostrada en múltiples grupos de población. Uno de los más estudiados es el de los ancianos, varones o mujeres, en los que se ha encontrado que la actividad física, la discapacidad y la fuerza muscular están influenciados por la cantidad de grasa corporal o infiltración lipídica muscular, el índice de masa corporal o la densidad ósea<sup>30</sup>.

En el modelo sociocultural actual los individuos, además de haber experimentado una disminución en el nivel de actividad física, han modificado su tipo de alimentación causando un aumento importante de la ingesta calórica. Estos dos hechos, junto con la disminución del número de horas de sueño, resultando

insuficientes, son los tres factores que determinan el aumento de prevalencia de trastornos como sobrepeso u obesidad<sup>31</sup>.

### 1.3.1 Composición corporal en la infancia

La composición corporal de las personas en la infancia y adolescencia es variable a lo largo del tiempo. Además de darse una evolución cuantitativa paralela al crecimiento, se producen cambios continuos en las proporciones y cualidades de sus componentes<sup>32</sup>.

Los hábitos alimenticios y las características que éstos condicionan en la infancia tienen gran importancia en los que posteriormente se darán en la edad adulta<sup>33</sup>. Así, dichos hábitos, junto con aquellos que respectan a la actividad física, el sueño o las relaciones sociales y rasgos psicológicos, marcarán unas pautas en la edad adulta. La repercusión en la condición física y la composición corporal se manifiesta ya en la infancia o adolescencia. Dicha repercusión se mantiene posteriormente, además de ser agravada por la persistencia de todos aquellos factores<sup>12</sup>.

## **1.4 Los recién nacidos y la Neonatología**

### 1.4.1 El recién nacido

Las características que presenta un individuo y las circunstancias que le rodean en el momento de su nacimiento tienen importancia en su desarrollo posterior. Dependiendo de lo ocurrido en este periodo, pueden tener repercusión a corto, medio o largo plazo. Condiciones como la prematuridad, el crecimiento intrauterino retardado o bajo peso al nacimiento y el sufrimiento fetal o neonatal de distinta etiología tienen repercusiones sobre el desarrollo del individuo. Éstas se dan ya en el periodo neonatal, condicionando un menor peso y longitud del recién nacido, además de diversos grados de inmadurez de todos sus órganos y sistemas. También existen problemas asociados, que a su vez condicionan de manera independiente el desarrollo en dicho periodo. La repercusión a medio y largo plazo depende en gran medida de las incidencias durante el

periodo neonatal, pero también de las ya mencionadas características. Así, los primeros meses de la vida están claramente influenciados por la edad gestacional y el peso al nacimiento. En algunos casos quedan secuelas y deficiencias evidentes de por vida. No obstante, en muchas ocasiones el desarrollo de la persona nacida prematuramente o que presentó bajo peso al nacimiento es aparentemente normal, de forma que únicamente puedan detectarse diferencias muy sutiles respecto a los niños de su misma edad nacidos con peso y edad gestacional normales.

#### 1.4.2 Avances en Neonatología

La Neonatología, así como los Cuidados intensivos neonatales, han sido campos que han crecido considerablemente a lo largo de las tres últimas décadas. Dicho crecimiento afecta a distintas facetas. Por un lado, al conocimiento de los pacientes, es decir, de los neonatos, en tanto en cuanto a su fisiología como a sus enfermedades y fisiopatología de las mismas. Por otro lado, a los medios técnicos y apoyo científico que ayudan a su cuidado y tratamiento. Los grandes avances en este ámbito contrastan con la disminución de la tasa de natalidad<sup>34</sup>. Existen varias razones para que se haya dado este fenómeno<sup>35</sup>. Muchas de ellas están relacionadas con una mayor exigencia social y profesional sobre el bienestar de la población, y por tanto, sobre el de las mujeres gestantes y los neonatos. Otras razones son el mejor control de la natalidad y el incremento del número de recién nacidos prematuros o de bajo peso que requieren cuidados y vigilancia intensiva o el aumento del número de gestaciones múltiples como consecuencia de la puesta en marcha de unidades de fecundación *in vitro*<sup>36</sup>.

La asistencia a los neonatos se ha especializado y ha mejorado considerablemente, independientemente de su edad gestacional. Ha sido el grupo de neonatos prematuros o con bajo peso al nacimiento 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. Durante más de una década, desde 1981 hasta 1995, el número de recién nacidos con una edad gestacional inferior a 28 semanas se multiplicó por diez<sup>37</sup>. Por un lado esto es debido a la mayor presencia de factores que condicionan la prematuridad, como son el aumento en la edad de las madres o su mayor incorporación a la vida laboral que en épocas previas o el mayor número de gestaciones

múltiples, siendo la gemelaridad la principal causa de prematuridad<sup>38</sup>. Por otro lado, la supervivencia de estos neonatos ha aumentado<sup>39,40</sup>, sin que esto condicione una mayor incidencia de secuelas a medio o largo plazo.

Las secuelas que pueden tener una mayor relevancia en la vida de los individuos son aquellas que afectan a las funciones neurológicas. Así, secuelas graves como parálisis cerebral infantil o retraso mental se detectan precozmente. No ocurre así con secuelas neurosensoriales leves o moderadas, que requieren un desarrollo del individuo más prolongado y un seguimiento durante el mismo. Pueden afectar al coeficiente intelectual, al aprendizaje o causar problemas de comportamiento. Otras áreas que pueden resultar dañadas son la visual y la auditiva, produciéndose estrabismo, miopía o distintos grados de hipoacusia, con su repercusión negativa sobre la adquisición del lenguaje.

Los avances técnicos se han realizado en dos campos: la biotecnología y la tecnología en sí misma. En el campo de la biotecnología se han mejorado sustancialmente los métodos de monitorización no invasiva de constantes de los pacientes con que ya se contaba, como son la frecuencia cardíaca o respiratoria, la saturación arterial de oxígeno o la presión arterial. Han aparecido nuevos métodos de monitorización, como son la monitorización continua de la función cerebral, la capnografía o la medida de la perfusión tisular cerebral y esplácnica. Todo ello permite un seguimiento de los mismos durante su ingreso sin necesidad de manipulación. Asimismo se han mejorado también los respiradores, fundamentales en la asistencia de los pacientes, tanto más cuanto menor sea su peso o edad gestacional. Las nuevas modalidades de ventilación mecánica, que permiten una mecánica respiratoria cada vez más similar a la fisiológica, así como las nuevas formas de asistencia menos agresivas, como la ventilación no invasiva, permiten tratar a pacientes con enfermedades más graves o requerimientos mayores de una manera menos lesiva.

En cuanto a los avances puramente tecnológicos, las herramientas diagnósticas son cada vez más numerosas y accesibles. Las pruebas de imagen, como son la resonancia magnética nuclear, la tomografía axial computadorizada o la ecografía, son de gran ayuda. Los marcadores biológicos y los estudios genéticos, muy numerosos ambos, permiten y facilitan el seguimiento y diagnóstico de un número cada vez mayor

de enfermedades. El empleo y disponibilidad de ordenadores facilita y agiliza el trabajo cotidiano de todos los profesionales implicados.

## **1.5 Características de los sujetos que nacieron prematuramente o prematuros**

### 1.5.1 La actividad física en prematuros

Actualmente se está observando un aumento en el interés acerca de aquellos asuntos relacionados con las actividades, pasatiempos y las respuestas al ejercicio y al deporte en los niños nacidos prematuramente. En aquellos niños prematuros con peso al nacer extremadamente bajo, enfermedades como la displasia broncopulmonar o la parálisis cerebral pueden limitar su capacidad de ejercicio, especialmente en tareas que requieran una buena coordinación neuromotora. Dichas deficiencias en el rendimiento aeróbico y anaeróbico, fuerza y coordinación, pueden ocurrir incluso en niños sin manifestaciones clínicas de enfermedades pulmonares o neuromusculares. Sin embargo, habitualmente los niños nacidos prematuramente pueden participar en actividades físicas y deportes competitivos sin limitaciones<sup>41</sup>.

Diversos estudios llevados a cabo con distinta metodología han encontrado un menor nivel de actividad física en sujetos que habían nacido prematuros en la edad adulta<sup>42</sup>. El sedentarismo observado parece afectar especialmente al tiempo libre o de ocio, en el cual los prematuros realizan menos ejercicio físico. No ocurre lo mismo durante el tiempo de trabajo, dedicado a desplazamiento o ejercicio no enmarcado en una práctica deportiva. Se han valorado distintas posibles explicaciones. Por un lado han observado que son personas con menor peso y talla, así como con una distinta distribución de grasa corporal. Sin embargo, dicha característica parece derivarse del sedentarismo y no ser su causante. Por otro lado, se ha sugerido que una sobreprotección de las familias durante la infancia pueda condicionar una menor participación en ejercicios deportivos, así como generar una percepción propia de los sujetos como torpes y con menor habilidad. Todo ello ocasiona un mecanismo de retroalimentación, al favorecer que al no realizar dichos ejercicios la habilidad se limite progresivamente.

En la última década se ha estudiado la actividad física de prematuros durante la adolescencia<sup>43</sup>, así como su relación con distintas cualidades físicas y antropométricas. En dicha etapa de la vida se han objetivado múltiples diferencias con los sujetos nacidos a término. De este modo se ha comprobado que la participación en deportes o juegos de manera habitual es mucho menor. Características como la resistencia aeróbica, fuerza, flexibilidad o coordinación se ven condicionadas por la prematuridad todavía en este momento de la vida. Se ha sugerido que quizá dicho condicionamiento sea debido en mayor medida a la menor dedicación al ejercicio o deporte que a la propia prematuridad. A su vez, como ya hemos comentado previamente, esta tendencia podría estar marcada por las limitaciones impuestas por el entorno familiar, al percibir a los prematuros como sujetos especialmente delicados, y ocasionar una situación de sobreprotección<sup>44,45</sup>. De todo esto se ha concluido la importancia de promocionar con especial insistencia la participación en deportes y actividades físicas en estas personas y sus familias.

Se ha descrito que dichos resultados son debidos a múltiples factores, entre los que puede encontrarse distinta composición corporal, aunque en ocasiones se ha postulado que es la diferente personalidad la principal causa. Ésta parece estar condicionada por la prematuridad, siendo personas que muestran mayor conciencia, en tanto en cuanto a grado de organización y responsabilidad, y agradabilidad, en lo que respecta a amabilidad y amigabilidad, así como menor iniciativa<sup>46</sup>. Dicha personalidad está influenciada por diversas y complejas circunstancias biológicas<sup>47</sup> y por una sobreprotección por parte de las familias<sup>48</sup>, y condiciona una menor actividad física, tanto más cuanto mayor sea la exigencia o riesgo de la misma.

Las personas que nacieron prematuramente no son una excepción en cuanto a los efectos a largo plazo de un bajo nivel de actividad física. Los riesgos de este tipo de vida se manifiestan de muchas maneras, ya sea aumentando el riesgo de broncoespasmo inducido o asma<sup>49-51</sup>, hipertensión, infarto agudo de miocardio, resistencia a la insulina<sup>52</sup>, osteoporosis o síndrome metabólico<sup>53-55</sup>, entre otras. Dichas enfermedades, más prevalentes según algunos estudios en sujetos prematuros, parecen más relacionadas con el sedentarismo que con la propia prematuridad<sup>42</sup>.

En la Tabla 1 se recogen algunas de las principales publicaciones que valoran la actividad física en prematuros.

### 1.5.2 Composición corporal en prematuros

La composición corporal en personas que nacieron prematuramente está influenciada por múltiples circunstancias. Dichas circunstancias pueden enmarcarse dentro de las características del sujeto en el momento del nacimiento o a su desarrollo posterior. En el momento del nacimiento, sea cual fuere la edad gestacional, que ya constituye una variable de por sí, el neonato puede presentar un peso de recién nacido adecuado para la misma o ser un peso bajo, es decir, dos desviaciones estándar por debajo de la media para su edad gestacional.

Son numerosos los estudios que han valorado las características antropométricas de los sujetos prematuros en distintos momentos de la vida. Los resultados observados han sido distintos según el momento en el que el estudio fuera realizado. Así, estudios realizados durante la última década del pasado siglo encontraron que en la adolescencia los prematuros presentaban un menor peso y sugerían, basándose en su desarrollo sexual, similar al del resto de la población, que su peso y talla de adultos serían también inferiores, alejándose incluso más de la normalidad<sup>56</sup>. Esta apreciación ya había sido documentada desde principios del Siglo XX<sup>57</sup>, y posteriormente se mantuvo, a medida que aumentaba la supervivencia de los sujetos nacidos prematuramente<sup>58</sup>. Es decir, aquellos recién nacidos que presentaron un peso bajo para su edad gestacional pueden mantener ese bajo peso o tamaño en la edad adulta, siendo adultos de corta estatura.

Sin embargo, estudios posteriores han ido documentando cada vez de manera más clara que es frecuente que presenten un fenómeno de ganancia o *catch-up*, consistente en un ritmo de crecimiento tanto ponderal como estatural más rápido que el que presentan los sujetos nacidos con un peso y longitud adecuados. Esto hace que alcancen unas características antropométricas dentro de lo normal en la edad adulta<sup>59,60</sup>. Es decir, múltiples estudios han objetivado el fenómeno de *catch-up*, cuya existencia ya se había sugerido a lo largo de todo el pasado siglo<sup>56</sup>, aunque ocasionalmente no se había podido demostrar<sup>61,62</sup>. Han demostrado que la importancia del mismo no sólo radica en el resultado en cuanto a peso y talla. También condiciona unas características distintas en cuanto a composición corporal. Así, el ritmo de crecimiento es un factor determinante en la densidad mineral ósea, habiéndose observado en ocasiones que es

mayor en la edad adulta en aquellos sujetos con un peso bajo en el momento del nacimiento, siendo normales todas sus características antropométricas<sup>63</sup>.

La evolución derivada del fenómeno de *catch-up* también se ve reflejada en otros aspectos, como son una morbilidad que progresivamente es similar a la del resto de la población y un uso de recursos sanitarios cada vez más adecuado<sup>44</sup>.

Es por tanto el fenómeno de *catch-up* o ganancia una característica fundamental para el crecimiento, desarrollo y constitución definitiva para aquellas personas que nacieron prematuramente. Ha sido ampliamente documentado y se ha comprobado en distintas etapas de la vida, sobre todo en la adolescencia<sup>44,59,64</sup>, momento en que todavía se está produciendo, y en adultos jóvenes<sup>60</sup>, momento en que ya se observan sus resultados.

Por otra parte, aquellos que presentaron un peso de recién nacido adecuado para su edad gestacional pueden tener unas características antropométricas normales en la edad adulta, pero también pueden presentar talla baja, tratándose de una talla baja idiopática.

La longitud en el momento del nacimiento no condiciona la talla en la edad adulta ni la composición corporal. No ocurre igual con aquellos sujetos con talla baja idiopática, en los que se puede observar una menor densidad mineral ósea, que se llega a normalizar en respuesta al tratamiento<sup>65</sup>.

Como hemos expuesto, las características de los prematuros en la edad adulta han sido objetivadas en numerosas ocasiones, pero ha sido en la última década cuando se ha empleado la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) como método para valorar su composición corporal. Se ha observado que es similar a la de los sujetos nacidos a término, tanto en lo que respecta a la masa magra o grasa<sup>42</sup> como en lo que respecta a la masa ósea<sup>63,66</sup>. Las diferencias encontradas se han explicado por los distintos hábitos de vida y por el distinto ritmo de crecimiento, y no por la propia prematuridad.

La distribución de la composición corporal está interrelacionada. Así, la masa grasa y especialmente la masa magra condicionan una mayor densidad mineral ósea<sup>67</sup>.

En la Tabla 2 resumimos algunas de las principales publicaciones acerca de la composición corporal en niños y niñas nacidos prematuramente.

### 1.5.3 Fuerza en prematuros

Se ha documentado que la función muscular de las personas que nacieron prematuramente está relacionada con el grado de prematuridad que presentaron, la antropometría al nacimiento y las características auxológicas. Es decir, los niños y niñas que fueron prematuros tienen menos fuerza que aquellos nacidos a término de su misma edad. Dicha diferencia se acentúa si aquellos presentaron alguna incidencia durante su periodo neonatal, como hemorragia interventricular, a pesar de una buena evolución y desarrollo posterior aparentemente normal<sup>68</sup>.

Múltiples estudios han demostrado que las personas prematuras tienen menor fuerza muscular en distintas edades, ya sea en la infancia<sup>68</sup>, en la adolescencia<sup>43</sup> o en la edad adulta joven<sup>69,70</sup>. Los instrumentos o métodos de medida empleados han sido variados. El instrumento más frecuente ha sido el dinamómetro manual o *handgrip*. También se ha valorado la fuerza mediante diversos ejercicios que involucran distintos grupos musculares.

Al igual que el nivel de actividad física, y al estar estrechamente relacionada con él, la fuerza se ve claramente influenciada por el sedentarismo, estando éste marcado a su vez por la percepción familiar y propia de la condición física que ocasiona una sobreprotección, sobre todo durante la infancia.

En la Tabla 3 se exponen algunas de las principales publicaciones acerca de la valoración de la fuerza en prematuros.

**Tabla 1. Estudios acerca de actividad física en prematuros**

<b>Autor</b>	<b>Publicación</b>	<b>EG / PRN</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>n</b>	<b>Valoración</b>	<b>Resultado</b>
Kajantie E <sup>42</sup>	J Pediatr 2010	PRN < 1500 g	22.3 (18.5 – 27.1)	163	Cuestionario estandarizado	Menos ejercicio durante tiempo de ocio, independientemente de las enfermedades derivadas de prematuridad
Saigal S <sup>70</sup>	Pediatrics 2007	PRN ≤ 1000 g	23	149	Cuestionarios de eficacia física propia (Physical self-efficacy scale)	Presentan peores habilidades físicas Tienen más limitaciones funcionales
Rogers M <sup>43</sup>	Pediatrics 2005	PRN ≤ 800 g	17.3 (16.3-19.7)	53	Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Appraisal (CPAFLA) Self-assessment fitness and activity questionnaire	Menor capacidad aeróbica, fuerza, resistencia, flexibilidad y nivel de actividad Es derivado de un condicionamiento de la capacidad motora por la prematuridad y por un estilo de vida inactivo
Hebestreit H <sup>41</sup>	Sports Medicine 2001	PRN < 1500 g (revisión)	Infancia Adolescencia		Valoración de capacidad aeróbica mediante bicicleta o marcha	No limitaciones Broncoespasmo

**Tabla 2. Estudios acerca de composición corporal en prematuros**

<b>Autor</b>	<b>Publicación</b>	<b>EG / PRN</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>n</b>	<b>Valoración</b>	<b>Resultado</b>
Breukhoven PE <sup>66</sup>	Eur J Endocrinol 2011	EG < 36 semanas	18 - 24	151	DXA	No existe correlación entre edad gestacional y densidad mineral ósea
Kajantie E <sup>42</sup>	J Pediatr 2010	PRN < 1500 g	22.3 (18.5-27.1)	163	DXA Antropometría estandarizada	La masa magra y grasa se relacionan con en nivel de actividad física y no directamente con la prematuridad
Leunissen RWJ <sup>63</sup>	Clinical Endocrinology 2008, 2009	EG > 36 semanas BPRN	18 - 24	217	DXA	El crecimiento prenatal no tiene influencia sobre la densidad mineral ósea en la edad adulta. Sí lo tiene el ritmo de crecimiento postnatal. Más relación con antropometría. La LRN no tiene influencia El peso al nacimiento no influye en la cantidad de masa grasa. Está más determinada por el ritmo de ganancia ponderal
Doyle LW <sup>60</sup>	Arch Dis Child 2004	EG < 37 semanas	20	42	Antropometría (z-scores) 2, 5, 8 años	Aunque durante la infancia y la adolescencia presentan menor peso y talla, en la edad adulta alcanzan su talla diana familiar y un peso dentro de lo normal
Saigal S <sup>104</sup>	Pediatrics 2001		12 - 18	154	z scores en las curvas de crecimiento del <i>National Center for Health Statistics</i>	El crecimiento sigue comprometido en la adolescencia Objetivan fenómeno de <i>catch-up</i> , menor morbilidad y menor uso de recursos sanitarios

**Tabla 2. Estudios acerca de composición corporal en prematuros (continuación)**

<b>Autor</b>	<b>Publicación</b>	<b>EG / PRN</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>n</b>	<b>Valoración</b>	<b>Resultado</b>
Ford GW <sup>64</sup>	Arch Pediatr Adolesc Med 2000	PRN < 1500 g	14	206	Talla, peso, IMC (z-score) a los 2,5,8 y 14 años	Menor antropometría Observan fenómeno de <i>catch-up</i>
Peralta-Carcelen M <sup>93</sup>	J Pediatr 2000	PRN ≤ 1000 g	12 – 17.9	53	DXA Talla, peso, PC y exploración Edad ósea	Composición corporal similar Crecimiento menor Similar desarrollo sexual
Ericson A <sup>69</sup>	Arch Dis Child Fetal	PRN < 1500 g	18 - 19	289	Talla, peso, IMC	Menor talla y peso
Hirata T <sup>59</sup>	J Pediatr 1998	PRN ≤ 1000 g	12 - 18	32	Talla, peso, PC a los 2, 3, 5, 8 y 10 años	Fenómeno de <i>catch-up</i> Aparentemente alcanzarán su talla diana
Powls A <sup>56</sup>	Archs Dis Child Fetal Neonatal 1996	PRN < 1501 g	11 – 13.5	137	Talla, peso, IMC Exploración Edad ósea	Persiste menor crecimiento en este periodo, detectando una posible menor talla final Desarrollo sexual similar

**Tabla 3. Estudios acerca de fuerza en prematuros**

<b>Autor</b>	<b>Publicación</b>	<b>EG / PRN</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>n</b>	<b>Valoración</b>	<b>Resultado</b>
Fricke O <sup>68</sup>	Horm Res Paediatr 2010	PRN ≤ 1500 g	7	45	<i>Handgrip</i> Plataforma Leonardo	Tienen menos fuerza manual y en extremidades inferiores que la población de referencia
Saigal S <sup>70</sup>	Pediatrics 2007	PRN ≤ 1000 g	23 (1977-82)	149	<i>Handgrip</i>	Presentan una menor fuerza manual
Rogers M <sup>42</sup>	Pediatrics 2005	PRN ≤ 800 g	17.3 (16.3-19.7)	53	<i>Handgrip</i> Salto vertical Flexiones y abdominales	Presentan menos fuerza los prematuros en adolescencia Tienen mayor fuerza los varones
Ericsen A <sup>69</sup>	Arch Dis Child Fetal Neonatal 1998	PRN < 1500 g	18 – 19	289	<i>Handgrip</i> Extensión de rodilla Flexión de codo Test de visión y audición Test de inteligencia Rendimiento académico	La fuerza muscular está reducida Mayor riesgo de parálisis cerebral, menor inteligencia No riesgo de asma, cefalea o problemas de espalda

## 1.6 Instrumentos de medida

Cada vez es mayor el número de recursos de los que disponemos para valorar las diferentes características de los individuos en tanto en cuanto a la actividad física que realizan, su fuerza y su composición corporal. Los métodos empleados, tanto objetivos como subjetivos, ya sean medios técnicos, encuestas o escalas, o valoraciones realizadas por expertos, son cada vez más sensibles y exactos. Del mismo modo se trata de intervenciones menos agresivas, lo cual hace que podamos aplicarlos a personas pertenecientes a grupos de población más delicados, como son los niños.

### 1.6.1 Medida de actividad física

El nivel de actividad física es un elemento en la vida del individuo que se encuentra influido por muchas variables y es influyente en muchos ámbitos. Es por esto que se trata de un elemento complejo, cuya evaluación y valoración es difícil. Para ello han existido diversos métodos a lo largo de la historia, que han consistido desde medidas antropométricas, tests que valoraban la fuerza, rendimiento cardiovascular o habilidades deportivas, hasta baterías de tests de condición física<sup>71</sup>. Actualmente las más empleadas son aquellas baterías de tests de aptitud física relacionadas con la salud<sup>1</sup>.

#### *1.6.1.1 El Cuestionario Internacional de Actividad Física*

Por el momento no se ha diseñado un test o cuestionario que haya sido ampliamente valorado o validado para estimar la actividad física en la infancia. El más empleado es el Cuestionario Internacional de Actividad Física (*International Physical Activity Questionnaire* o IPAQ). Se trata de un instrumento que valora el nivel de actividad física<sup>72</sup>. Existen dos versiones, una corta, que consta de 7 preguntas, y una larga, que consta de 27 preguntas. La versión larga del cuestionario proporciona información sobre los patrones de actividad física que se desarrolla en cuatro campos distintos: actividades laborales, transporte, tareas domésticas y tiempo libre. La información es expresada de manera completa y detallada para cada campo, siendo la más relevante aquella acerca de transporte y tiempo libre. La versión corta consta de

preguntas acerca de actividad física moderada y vigorosa, caminar y sobre el comportamiento sedentario. Este formato ha de ser empleado para estudios de tendencia en el tiempo<sup>73</sup>.

Los resultados pueden ser interpretados de manera cualitativa y cuantitativa. La valoración cualitativa clasifica el nivel de actividad física como bajo, moderado o alto, según el cumplimiento de unos criterios previamente establecidos. Más valiosa es la valoración cuantitativa, que expresa el nivel de actividad en MET-minuto/semana. El MET-minuto es una unidad que expresa gasto metabólico en relación al consumo metabólico en reposo durante un minuto. Por tanto, los MET-minuto/semana cuantifican el gasto metabólico que realiza un sujeto en una semana derivado de su actividad física.

El nivel de actividad física guarda una estrecha relación con las distintas características del sujeto, como pueden ser fuerza, resistencia o flexibilidad.

#### 1.6.2 Valoración de la salud mental: el Cuestionario de Capacidades y Dificultades

El Cuestionario de Capacidades y Dificultades (*Strength and Difficulties Questionnaire*, SDQ) ha sido confirmado como un excelente recurso para realizar el cribado de trastornos de salud mental en la población infantil<sup>74</sup>. Aunque no permite elaborar un diagnóstico clínico, es también un instrumento eficiente para estimar el estado de salud mental infantil en grandes muestras.

Es completado por parte de los padres o tutor legal, requiriendo menos de 15 minutos. La interpretación de los resultados es sencilla, permitiendo clasificar el resultado como positivo, es decir, que es posible que exista algún trastorno en el sujeto, o dudosos, es decir, que aunque es menos posible, hay que individualizar la interpretación. Además de esto, según el resultado en los distintos apartados de que consta, se puede orientar la sospecha del tipo de trastorno o problema que presente.

### 1.6.3 Medida de la fuerza

El proceso de medida de la fuerza consta de varias partes, independientemente del contexto en que se realice. En un primer paso, ha de extraerse parte de la fuerza de aquel medio en que la queremos medir. Esto es llevado a cabo por un elemento llamado sensor. En un segundo paso ha de adaptarse esta energía a una expresión que sea directamente medible e interpretable. Es llevado a cabo por un elemento llamado transductor. En el proceso, el sensor recibe la parte de la fuerza a analizar y la convierte en una señal de respuesta, que es recibida por el transductor, que a su vez la convierte en otra señal proporcional pero de distinta forma física. El tercer y último paso lo realiza instrumento de medida, que alimenta al transductor, amplifica la señal obtenida de éste y permite su visualización, control y almacenamiento por parte del observador.

#### *1.6.3.1 Fuerza muscular*

La medida de la fuerza muscular de manera objetiva puede ser un proceso complejo. Existen distintos instrumentos que permiten realizarla de manera eficaz y fiable. Es preciso adaptarse al sujeto en el que vamos a realizar la medida, teniendo en cuenta diversas variables, como son su edad, condición física o la presencia o no de enfermedades que limiten su actividad y nivel de colaboración. Por otro lado, también hay que diseñar una estrategia distinta en función de el grupo muscular que pretendamos analizar.

El dinamómetro isocinético es considerado el patrón oro para la medida de la fuerza muscular<sup>75</sup>. Proporciona una información amplia, analizando elementos como el pico de fuerza, potencia, ángulo de fuerza máxima o la resistencia, además de apoyo visual, generando curvas de resistencia<sup>76</sup>. No obstante, se trata de un aparato costoso y no siempre accesible. Por ello, se han puesto a prueba otras herramientas, siempre utilizando como referencia el dinamómetro isocinético. Así, el dinamómetro manual, sin llegar a sustituir a aquel, puede ser empleado de manera fiable para la medida de la fuerza muscular<sup>77</sup>.

### *1.6.3.2 Dinamómetro manual - handgrip*

El dinamómetro es un instrumento que permite valorar la fuerza<sup>2</sup>. Inventado en el siglo XVII, ha sido continuamente perfeccionado, pudiendo ser aplicado de distintas maneras.

El dinamómetro de presión manual o *handgrip* permite medir la fuerza muscular estática máxima o fuerza de presión isométrica de la mano. La medición es muy sencilla, tanto en lo referente al aparato como en lo que respecta a la técnica. Aporta una información importante para evaluar diversas características del individuo, como son su rendimiento físico o su estado nutricional<sup>78</sup>.

### *1.6.3.3 Galga extensiométrica*

Se trata de un dispositivo electrónico con un sensor que aprovecha el efecto piezorresistivo para medir deformaciones (figura 2). Ante una variación en la estructura del material de la galga se produce una variación de su resistencia eléctrica, que se traduce en una señal eléctrica. Así, adaptándola a distintos dispositivos mediante los cuales se ejerce fuerza sobre ella, se consigue medir la fuerza isométrica.

### *1.6.3.4 Tests de repetición máxima*

Se entiende como fuerza aplicada a aquella que puede desarrollar un determinado grupo muscular sobre las resistencias externas, ya se trate de un objeto externo al sujeto o de su propio peso corporal. Cuando la fuerza aplicada sólo puede superar una vez la resistencia expuesta se trata de fuerza dinámica máxima. Se denomina repetición máxima (1-RM), y se define por tanto como la máxima resistencia que se puede vencer en una repetición completa<sup>79</sup>.

La forma más sencilla de valorar la fuerza dinámica máxima de uno o varios grupos musculares son los tests de repetición o tests de carga máxima. Dichos métodos se consideran en la actualidad como los ideales para referenciar la máxima fuerza muscular, sustituyendo a la clásica medida de la fuerza isométrica máxima, que es el

pico de fuerza que se mide cuando no hay movimiento porque la resistencia externa es insuperable y el sujeto aplica su máxima fuerza voluntaria<sup>80</sup>. Casi todos los protocolos de aplicación de los tests de repetición se basan en un aumento sucesivo del peso de la resistencia externa a vencer en porcentajes de la repetición máxima estimada para el sujeto, incrementando progresivamente la carga hasta que se produzca un fallo en la ejecución del ejercicio.

En la valoración de la carga máxima influyen varios factores. Así, hay que tener en cuenta las características del sujeto, en tanto en cuanto a su edad, sexo y nivel de entrenamiento, el tipo de resistencia empleada, el lugar de partida de la resistencia y el ángulo articular, el haber recibido unas instrucciones adecuadas y realizado un calentamiento suficiente, la velocidad y técnica de ejecución y los intervalos de descanso. Es importante que el sujeto se familiarice con la técnica o los aparatos empleados, así como que sea animado para que no ceda en el intento antes de haber desarrollado la carga máxima.

Es importante determinar la fuerza máxima con el fin de diseñar una rutina adecuada y ejercicios para cada persona. Las pruebas de una repetición de máxima son una buena manera de valorar la fuerza máxima dinámica de uno o más grupos musculares. Este método se considera que es el mejor para calcular la fuerza máxima, en sustitución de la medida clásica de la fuerza isométrica máxima. Aunque se consideró que podría causar daños, se ha demostrado que es segura en niños y adolescentes<sup>81,82</sup>.

#### 1.6.4 Valoración de la composición corporal

La composición corporal de un sujeto puede determinarse mediante diversos métodos<sup>23,83</sup>. Existen mediciones simples o índices, como son la del pliegue cutáneo, el índice de masa corporal, la circunferencia de la cintura. Otro tipo son las técnicas predictivas, basadas en un cálculo teórico a partir de un dato primario y ecuaciones de regresión, como es el análisis de bioimpedancia eléctrica. El tercer tipo de métodos empleados actualmente son las técnicas y modelos de dos componentes, que incluyen en el análisis la masa total, analizando los componentes basándose en datos teóricos, como

que la composición de la masa libre de grasa es constante. Dentro de éstos últimos hay varios tipos, como la absorciometría de rayos X de energía dual, la densitometría, la hidrometría mediante dilución de isótopos o la resonancia magnética nuclear.

#### *1.6.4.1 Índices Antropométricos*

La medida de las características antropométricas es frecuentemente empleada para caracterizar poblaciones, muestras o sujetos, así como para clasificarlos o realizar seguimiento. No obstante, están condicionadas o influenciadas por múltiples variables. El establecer índices facilita el eliminar esta variabilidad. Algunos relacionan las variables entre sí, como el índice de masa corporal (IMC), que incluye el peso y la talla. Otros eliminan la influencia de otras características, como es el z-score que, aplicado a talla, peso o IMC, valora la medida con respecto al género y la edad.

#### *1.6.4.2 Absorciometría de rayos X de energía dual DXA*

La absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) es un método fiable para valorar la composición corporal, estimando la densidad mineral ósea, la masa grasa y la masa muscular. Desde su comercialización en 1987<sup>84</sup> su disponibilidad y empleo se ha generalizado, principalmente en población adulta y como medida de la densidad ósea. Se basa en la diferente absorción de los rayos X por parte de los tejidos debido a su diferente densidad radiográfica.

Se emplea en personas de todas las edades, incluyendo recién nacidos. En este último grupo se ha relacionado por una parte el peso al nacimiento con la densidad mineral ósea y área ósea y, por otra, la longitud al nacimiento con la densidad mineral ósea<sup>85</sup>.

Su empleo en población pediátrica ha aumentado durante la última década. Las indicaciones de la prueba son cada vez más numerosas. Varios ejemplos son pacientes tratados con esteroides durante periodos prolongados, hipogonadismo, inmovilización prolongada, enfermedades inflamatorias crónicas, osteogénesis imperfecta, fracturas

recurrentes o signos de osteopenia en radiografías<sup>86</sup>. Asimismo, su aplicación clínica abarca numerosos campos, como son los problemas gastrointestinales, hepáticos, renales, endocrinológicos, respiratorios, hematológicos, oncológicos, neurológicos, musculoesqueléticos o conectivopatías<sup>87</sup>.

# Objetivos

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo principal**

- Conocer si la prematuridad o el bajo peso al nacimiento son factores que estén relacionados con la fuerza durante la infancia.
- Conocer si la prematuridad o el bajo peso al nacimiento son factores que se relacionen con la composición corporal en la infancia.
- Conocer si la prematuridad o el bajo peso al nacimiento son factores que se relacionen con la actividad física durante la infancia.

### **2.2 Objetivos secundarios**

- Valorar la relación entre fuerza, composición corporal y actividad física durante la infancia.
- Valorar la influencia de la prematuridad o el bajo peso al nacimiento con la fuerza, la composición corporal y la actividad física durante la infancia.

# Material y métodos

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1 Tipo de estudio**

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

#### **3.2 Lugar de estudio**

Complejo Asistencial Universitario de León. Servicio de Pediatría y Neonatología.

Universidad de León. Facultad de Ciencias de la Educación Física y del Deporte. Departamento de Ciencias Médicas.

#### **3.3 Periodo de estudio**

La revisión del historial de los pacientes se realizó desde Septiembre de 2011 hasta Diciembre de 2011.

La realización de la sesión y recogida de datos se llevó a cabo desde Febrero de 2012 hasta Junio de 2012 y desde Septiembre de 2012 hasta Diciembre de 2012.

#### **3.4 Población**

Los sujetos incluidos debían haber nacido entre el 1 de Enero del año 2001 y el 31 de Diciembre del año 2004. Por tanto sus edades debían ir desde los 7 años hasta los 11 años.

### 3.4.1 Casos

En el estudio fueron incluidos aquellos niños y niñas nacidos prematuramente e ingresados en la Sección de Neonatología del Servicio Pediatría del Complejo Asistencial Universitario de León.

Los sujetos debían presentar un desarrollo psicomotor e intelectual aparentemente normal a lo largo de toda su vida.

Se consideró recién nacido prematuro a aquel cuyo nacimiento ocurrió antes de iniciada la semana 37 de gestación<sup>88</sup>. Siendo el límite de la viabilidad para recién nacidos prematuros una edad gestacional de 23 semanas, los niños y niñas incluidos en el estudio presentaron edades gestacionales en el momento del nacimiento de entre 23 semanas y 36 semanas, ambas incluidas.

En un primer momento se intentó contactar con las familias de todos aquellos sujetos que hubieran presentado un peso de recién nacido igual o inferior a 1500 gramos y a sus hermanos o hermanas gemelos en caso de tenerlos. Tras ser localizados, todas ellas accedieron a que fueran incluidos en el estudio.

Una vez definida esta primera parte de la muestra, se configuró un grupo de características similares en cuanto a edad y distribución de edades de sujetos que hubieran presentado un peso de recién nacido entre 1500 gramos y 2500 gramos y a sus hermanos o hermanas gemelos en caso de tenerlos.

La edad corregida de los pacientes prematuros se calculó restando a su edad cronológica el tiempo transcurrido desde la edad gestacional en el momento del nacimiento hasta el momento en que la gestación hubiera cumplido 40 semanas.

### 3.4.2 Controles

Se empleó como controles a niños y niñas sanos nacidos a término, asumiendo una diferencia de edad entre la edad cronológica de éstos y la edad corregida del niño o niña prematuro igual o inferior a 6 meses. Los participantes fueron reclutados entre

hijos e hijas de gente relacionada con los investigadores, como compañeros de trabajo o amigos, que cumplieran la premisa establecida.

### 3.4.3 Criterios de exclusión

Se excluyó del estudio a aquellos niños o niñas diagnosticados de enfermedades que conlleven afectación neurológica que implique retraso psicomotor o intelectual moderado o severo. Asimismo, se excluyó a aquellos con otro tipo de enfermedades crónicas, ya fueran congénitas o adquiridas, que pudieran afectar a las características analizadas en el estudio.

## **3.5 Instrumentos y métodos de medida**

### 3.5.1 Densitometría

Para realizar la densitometría se emplearon un escáner de absorciometría de rayos X de energía dual mediante el analizador *Lunar Prodigy Pro-General Electric®* (figura 1) y el software *Encore 2009®*.



**Figura 1. Analizador *Prodigy Pro-General Electric®***

Se realizaron tres proyecciones en cada paciente:

- Cuerpo entero, con el paciente colocado en decúbito supino en posición anatómica. Se inmovilizaron las extremidades inferiores colocando una cincha que las rodeara a nivel de los tobillos.
- Cadera izquierda, con el paciente colocado en decúbito supino con la cadera en rotación externa y ligera abducción. Para favorecer dicha posición se colocó un dispositivo de plástico al que se ataban los pies del sujeto mediante dos cinchas.
- Columna vertebral - región lumbar, con el paciente colocado en decúbito supino y flexión de rodillas y caderas. Para favorecer dicha posición se colocó un cojín con forma de cubo debajo de las piernas del sujeto.

Las variables obtenidas con dicha medición serían cantidad de masa magra, de masa magra y de masa ósea, expresadas en gramos. También se calcularía la densidad mineral ósea y la cantidad mineral ósea, ambas expresadas en  $\text{mg}/\text{cm}^2$ .

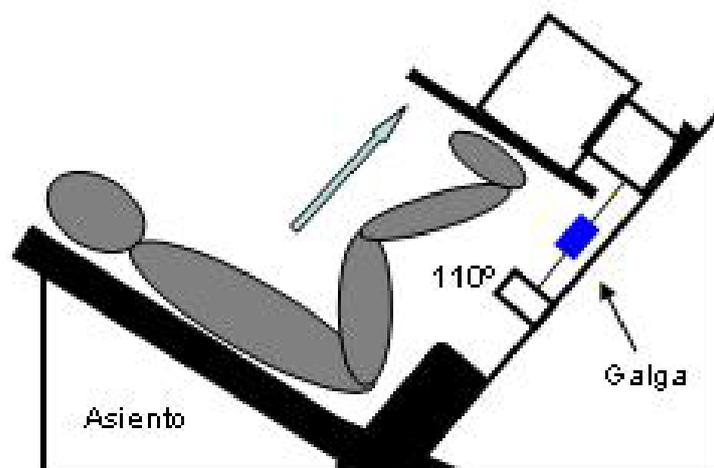
### 3.5.2 Galga extensiométrica

Para medir la fuerza estática máxima en tren inferior de los sujetos se empleó una prensa inclinada de  $45^\circ$  modelo *Gerva-Sport España*® (figura 5) 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*® (figura 2), descargando la información mediante el software *Software Graph*®.



**Figura 2. Procesador y galga extensiométrica**

El sujeto se colocaría 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  $110^\circ$  entre la pierna y el muslo (figura 3). Una vez colocado, se realizaría una cuenta regresiva de tres segundos tras la cual ejercería toda la presión posible sobre la plataforma desde el primer momento, intentando mantenerla durante cinco segundos.



**Figura 3. Prensa inclinada de  $45^\circ$ . Se observa la galga extensiométrica conectada a la plataforma**

Se consideró bien realizada la prueba cuando se desarrolló la máxima presión durante los primeros 5 segundos.

La medición resultante expresa la fuerza isométrica desarrollada por las extremidades inferiores como kilogramos generados.

### 3.5.3 Dinamómetro

Se empleó un dinamómetro de presión manual o *handgrip* tipo hidráulico para valorar la fuerza isométrica máxima de ambas manos (figura 4).



**Figura 4. Dinamómetro de presión manual**

La medición se realizó en sedestación, sosteniendo el dinamómetro con una sola mano, con el codo extendido y la extremidad superior colocada hacia delante.

Se realizaron dos mediciones en cada mano, alternativamente. Se seleccionó aquella mejor para cada mano, que expresaba la fuerza isométrica ejercida mediante presión manual, expresada en kilogramos.

#### 3.5.4 Test de carga máxima

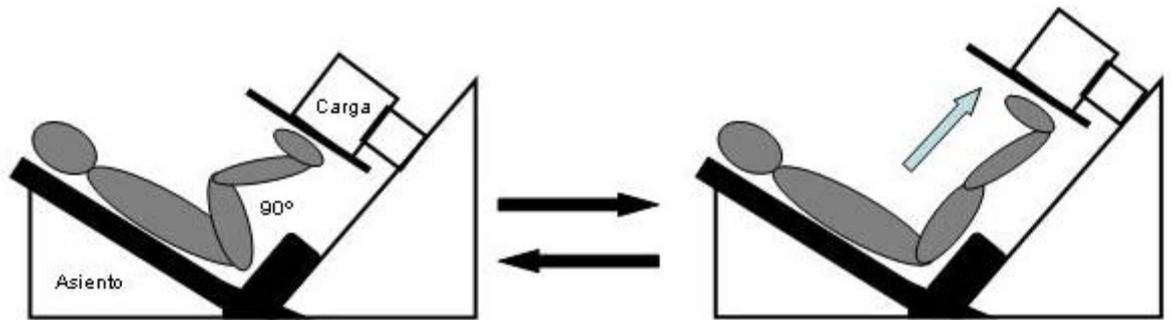
Se realizó el test de carga máxima empleando un ejercicio de repeticiones de movimiento de flexoextensión de extremidades inferiores en una prensa inclinada de 45° modelo *Gerva-Sport España*® (figura 5).



**Figura 5. Prensa inclinada**

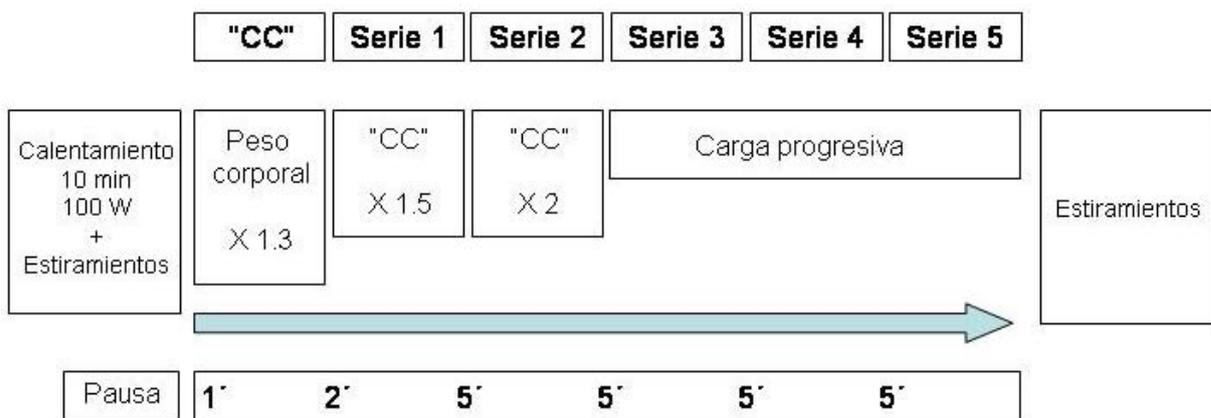
El sujeto se colocó sentado en el asiento de la prensa, con los pies en la plataforma separados a una distancia similar a la anchura de la cadera. Se parte de una posición en que las rodillas estaban flexionadas formando un ángulo de 90° entre el muslo y la pierna. Partiendo de dicha posición, se empujaba la plataforma hasta extender la rodilla completamente y se flexionaba nuevamente hasta alcanzar la posición inicial (figura 6). En las tres primeras series el sujeto realizaba el movimiento

tantas veces como fuera posible, de manera continua y sin descanso al terminar la flexión o la extensión. A partir de la cuarta serie se realizaba el movimiento dos veces independientemente de si el sujeto era capaz de continuar. Se interrumpía el ejercicio en aquella serie en que el sujeto sólo era capaz de realizar una repetición.



**Figura 6. Ejercicio de flexoextensión en la prensa**

El protocolo que se siguió para su realización es el representado en la figura 7.



"CC" - Carga de calentamiento

**Figura 7. Protocolo de test de carga máxima**



Se clasificó el nivel de actividad física en alto, moderado o bajo, según los parámetros descritos en la tabla 5.

**Tabla 5. Niveles de actividad física según cuestionario IPAQ. Los criterios son independientes entre sí**

Nivel de actividad física	Criterios
<b>Alto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Actividad vigorosa al menos 3 días a la semana alcanzando al menos 1500 MET-minutos/semana.</li> <li>➤ Cualquier combinación de caminata, actividades moderadas o de alta intensidad durante 7 días logrando al menos 3000 MET-minutos/semana.</li> </ul>
<b>Moderado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reporte de 3 o más días de actividad vigorosa por al menos 20 minutos diarios.</li> <li>➤ Reporte de 5 o más días de actividad moderada y/o caminata al menos 30 minutos diarios.</li> <li>➤ Cuando se describe 5 o más días de cualquier combinación de caminata y actividades moderadas o vigorosas logrando al menos 600 MET-minutos/semana.</li> </ul>
<b>Bajo</b>	Se define cuando el nivel de actividad física del sujeto no esté incluido en las categorías moderado o alto.

Fue realizada por parte del padre, madre y/o tutor legal del sujeto.

### 3.5.6 Cuantificación del tiempo de descanso nocturno

Para determinar el tiempo de descanso nocturno se interrogó a los padres de los niños y niñas acerca de la hora de inicio del sueño por la noche y la hora a la que se despertaban por la mañana.

### 3.5.7 Escala de valoración de trastornos de salud mental

Se empleó el Cuestionario de Capacidades y Dificultades (SDQ) (Anexo 2). Se trata de un test de fácil manejo, compuesto por 25 ítems, agrupados en 5 grupos de 5 ítems cada uno, según hagan referencia a “síntomas emocionales”, “problemas de conducta”, “hiperactividad”, “problemas con compañeros” y “conducta positiva de socialización o prosocial”. Cada ítem es puntuado por el responsable del niño o niña con 0, 1 o 2 puntos según la respuesta “absolutamente cierto”, “un tanto cierto” o “no es cierto”. La puntuación adjudicada por los padres a cada ítem equivale a una puntuación de 0, 1 o 2 puntos en la mayoría de éstos, y se invierte en aquellos ítems cuya presencia indican características positivas. La puntuación en cada grupo va de 0 a 10 puntos. La suma de los puntos de aquellos apartados de características negativas (“síntomas emocionales”, “problemas de conducta”, “hiperactividad”, “problemas con los compañeros”) da una cifra, que puede ir de 0 a 40 puntos. Cuanto mayor sea la puntuación mayor es la probabilidad de padecer un trastorno de salud mental. Si la puntuación se encuentra por encima del punto de corte significa que el niño probablemente presente un trastorno de salud mental. Dicho punto de corte es variable según quién cubra el cuestionario. En aquellos sujetos en que la puntuación total supere el punto de corte se puede revisar en qué apartado han tenido mayor puntuación, haciendo así una primera orientación hacia el tipo de problema que pueda tener. Por otra parte se registra también la puntuación en cuanto a “conducta prosocial”, siendo una conducta más favorable cuanto mayor sea la puntuación, que puede ir de 0 a 10 puntos.

En nuestro estudio se consideró resultado alterado una puntuación total por encima de 16 puntos y dudoso una puntuación total entre 13 y 16 puntos<sup>74</sup>. Se recogió también la puntuación correspondiente a los distintos apartados.

Fue realizado por parte del padre, madre y/o tutor legal del sujeto.

### 3.5.8 Anamnesis y percepción de la habilidad matriz del sujeto por parte de la familia

Se realizó a los acompañantes una breve anamnesis acerca de antecedentes personales del sujeto, así como la percepción por su parte de si el niño o niña es

especialmente torpe, simplificando la respuesta al expresarla como una variable dicotómica (“sí” o “no”).

### 3.5.9 Antropometría

Se pesó a los sujetos y se valoró su talla mediante DXA. Se calculó en cada uno de ellos el índice de masa corporal (IMC) mediante la fórmula:

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / \text{Talla (m)}^2$$

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:

$$\text{z-score} = (\text{medida} - \text{media}) / \text{desviación\_estándar}$$

Obtuvimos la media y la desviación estándar de cada medida para cada sexo y edad en las curvas de crecimiento de Carrascosa et al<sup>90</sup>.

### **3.6 Protocolo de estudio**

La obtención de información se realizó en dos momentos.

En un primer momento se llevo a cabo por el investigador la revisión del historial clínico, localizado en el Archivo del Complejo Asistencial Universitario de León.

Para la recogida de datos se citó al sujeto y su madre, padre y/o tutor legal a una sesión que tuvo lugar en la Facultad de Ciencias de la Educación Física y del Deporte de la Universidad de León.

### 3.6.1 Revisión del historial clínico

Se elaboró una ficha (Anexo 3) en la que se recogieron datos del paciente acerca de sus antecedentes perinatales:

- Edad gestacional.
- Somatometría en el momento del nacimiento (peso de recién nacido, longitud y perímetro cefálico).

### 3.6.2 Sesión

Se diseñó una sesión en la que se recogieron el resto de los datos analizados (figura 8). El lugar elegido fue la Facultad de Ciencias de la Educación física y del Deporte, por encontrarse allí el aparataje necesario para realizar las mediciones. Acudió el paciente acompañado de su madre, padre y/o tutor legal y la duración aproximada fue de 90 minutos. Se llevaron a cabo varias valoraciones. Se dividió la sesión en tres apartados o estaciones. En la primera estación se realizó una evaluación inicial de las características físicas e intelectuales y de la actividad de los pacientes, en la segunda se completó la información acerca de su historial clínico mientras se realizaba la DXA y en la tercera se hicieron las valoraciones de fuerza y resistencia. De esta manera podía realizarse la sesión a dos sujetos simultáneamente.

#### *3.6.2.1 Estación 1*

Evaluación inicial de las características físicas e intelectuales y de la actividad física de los pacientes.

- Antropometría, exploración neurológica y de los sentidos. Se pesó y talló a los pacientes y posteriormente se llevó a cabo una exploración completa por parte del médico investigador.
- Realización del Cuestionario de Capacidades y Dificultades (SDQ) por parte de la madre, padre y/o tutor legal y valoración del mismo por parte del investigador.
- Realización de la encuesta de actividad física IPAQ por parte de la madre, padre y/o tutor legal.

Completar esta estación suponía aproximadamente 20 minutos. Si el tiempo era insuficiente para terminar de realizar el cuestionario o la encuesta podía continuarse en la Estación 3.

#### 3.6.2.2 Estación 2

Recogida de datos de la historia clínica mediante una ficha (Anexo 3) que se rellenó interrogando a la madre, padre o tutor legal. Los datos recogidos abarcaron distintos ámbitos:

- Antecedentes personales:
  - Vacunación.
  - Tratamientos habituales.
  - Ingresos.
  - Intervenciones quirúrgicas.
- Antecedentes familiares:
  - Maternos, paternos o en el resto de la familia de interés.

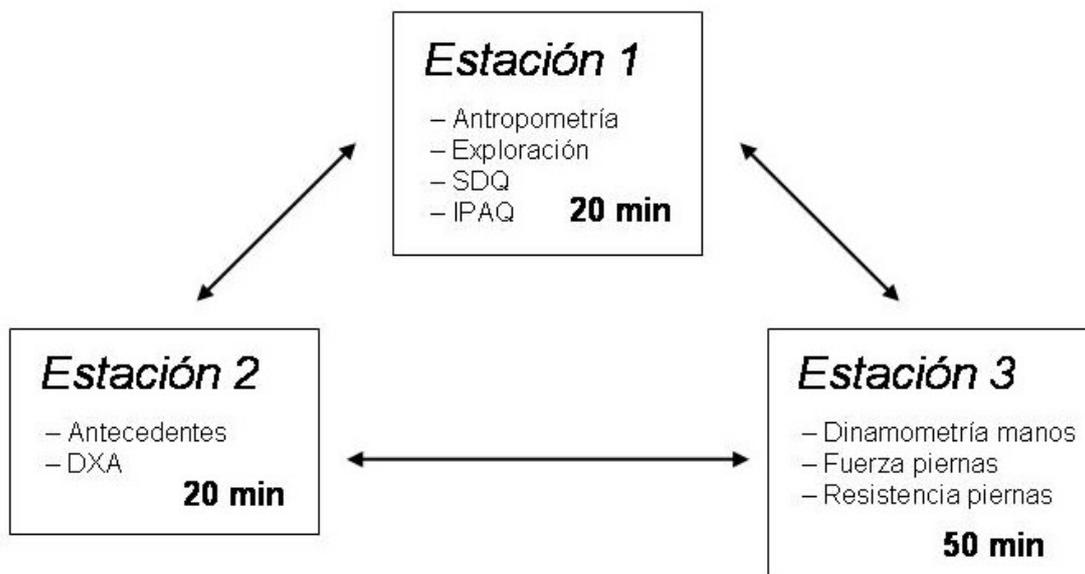
Durante el interrogatorio se realizó al niño o niña la DXA.

Completar esta estación suponía aproximadamente 20 minutos.

### 3.6.2.3 Estación 3

Valoración de las distintas manifestaciones de la fuerza. Se realizó *handgrip*, cálculo de 1-RM y medición con galga extensiométrica.

Completar esta estación suponía aproximadamente 50 minutos.



**Figura 8. Distribución de las actividades en las estaciones de la sesión**

### 3.7 Estudio estadístico

Los datos cuantitativos fueron expresados como media y desviación estándar ( $\text{media} \pm \text{DS}$ ). En ocasiones se definió el rango de valores. Los datos cuantitativos fueron plasmados como frecuencia absoluta o como porcentaje.

Se utilizó para la comparación de variables cualitativas el test de la “chi-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 determinó la normalidad mediante el cálculo del rango intercuartílico (IQR) y la desviación estándar

(DS), para la muestra, y luego calculando el cociente IQR/DS, cuyo valor debía ser aproximadamente 1,3.

Se realizó análisis comparativo empleando Anova de varios factores. Para establecer correlación se empleó el Coeficiente de Correlación de Pearson.

Se estableció como límite para la significación estadística un p-valor inferior a 0,05.

Para llevar a cabo el análisis estadístico se crearon bases de datos empleando el programa informático Microsoft Excel 2010, incluido en el paquete informático Microsoft Office 2010, y el paquete informático SPSS V18.0. (Statistical Package for the Social Sciences).

### **3.8 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 vivos<sup>91</sup>.

A todos los padres, madres o tutores legales de los niños y niñas se les informó acerca del proyecto en el que iban a participar éstos mediante una hoja informativa redactada para tal fin (Anexo 4). Asimismo se ofreció la posibilidad de que sus preguntas fueran contestadas por parte del investigador. Se solicitó la firma de un consentimiento informado diseñado específicamente para el presente proyecto como requisito indispensable para la inclusión del sujeto en el estudio (Anexo 5).

Una vez finalizado el estudio, se envió un informe individual a cada padre, madre o tutor legal acerca de los resultados obtenidos en los distintos tests y pruebas, seleccionando aquella información relevante y plasmándola de manera comprensible.

# Resultados

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Características de la población**

Se incluyó un total de 89 sujetos, 37 varones y 52 mujeres.

El número de casos fue 59.

De ellos 30 fueron sujetos con un peso al nacimiento menor o igual a 1500 g. Dicho grupo fue el denominado PREM\_1.

Otros 29 fueron sujetos con un peso al nacimiento entre 1500 y 2500 g. Dicho grupo fue el denominado PREM\_2.

El número de controles fue 30. Dicho grupo fue el denominado CONTROL.

#### 4.1.1 Grupos

Se establecieron por tanto tres grupos. Las características de los mismos se ven reflejadas en la tabla 6.

**Tabla 6. Grupos de estudio y características de los mismos**

		<b>PREM_1</b>	<b>PREM_2</b>	<b>CONTROL</b>	<b>sig (p-valor)</b>	<b>post-hoc (p-valor)</b>
<b>N</b>		30	29	30		
<b>Sexo</b>	<b>Varón</b>	9	17	11	0,06	
	<b>Mujer</b>	21	12	19		
<b>Edad (meses)</b>		113,53±15,45	111,10±12,42	107,23±15,65	0,14	
<b>Edad corregida</b>		111,40±15,50	110,38±12,13	107,23±15,65	0,56	
<b>PRN (g)</b>		1261,40±255,15	1822,14±199,57	3231,23±398,81	0,000	
<b>PRN (rango)</b>		720 - 1500	1570 - 2374	2495 - 3860		
<b>Ámbito</b>	<b>Rural</b>	20	15	24	0,07	
	<b>Urbano</b>	10	14	6		
<b>Peso (kg)</b>		30,0±8,2	34,5±9,4	32,5±8,8	0,15	
<b>Talla (cm)</b>		132,7±9,7	133,9±9,1	134,3±10,7	0,81	
<b>IMC (kg/ m<sup>2</sup>)</b>		16,7±2,6	18,9±3,3	17,7±2,7	0,02	PREM_1 / PREM_2: 0,006
<b>z-score peso</b>		-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
<b>z-score talla</b>		-1,1±4,4	0,1±1,5	0,6±1,7	0,083	
<b>z-score IMC</b>		-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

Los grupos fueron similares y comparables en cuanto a tamaño y edad media de los sujetos.

#### 4.1.2 Domicilio habitual

Se clasificó a los sujetos según si su domicilio habitual se encontraba en ámbito rural o urbano. La distribución fue la reflejada en la tabla 6. Aunque parece haber un predominio de domicilio habitual en ámbito rural, dicha diferencia no es estadísticamente significativa.

### 4.1.3 Antropometría

Las características antropométricas en cuanto a talla, peso e IMC se exponen en la tabla 6.

No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a peso y talla. Sin embargo, al analizar el índice de masa corporal (IMC) se observó que era distinto entre grupos, causando dicho resultado la diferencia entre los grupos de sujetos prematuros.

Al realizar el análisis del z-score se observó un valor menor en cuanto a peso e IMC en el grupo PREM\_1 con respecto a los otros dos grupos, siendo dicha diferencia estadísticamente significativa en ambos casos.

El z-score de la talla fue similar en los tres grupos.

Los índices antropométricos según el sexo se exponen en la tabla 7.

**Tabla 7. Antropometría según sexo**

	<b>Varón</b>	<b>Mujer</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	18,4±3,2	17,4±2,8	0,09
<b>z-score peso</b>	0,14±1,5	-0,14±1,15	0,28
<b>z-score talla</b>	-0,23±4,36	-0,13±1,42	0,24
<b>z-score IMC</b>	-0,09±1,54	-0,16±0,90	0,17

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguno de ellos.

#### 4.1.4 Progenitores

Las características de las madres y los padres en cuanto a edad e índice de masa corporal (IMC) están expuestas en la tabla 8.

**Tabla 8. Características de los progenitores**

		<b>PREM_1</b>	<b>PREM_2</b>	<b>CONTROL</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b>Madre</b>	<b>Edad (años)</b>	41,8±3,6	41,1±3,6	41,9±3,6	0,64
	<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	24,3±3,7	24,4±3,2	23,6±4,0	0,7
<b>Padre</b>	<b>Edad (años)</b>	44,4±4,6	43,6±5,0	45,0±4,6	0,55
	<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	27,5±2,6	27,4±3,1	26,0±2,4	0,07

Fueron similares en todos los grupos, tanto en la madre como en el padre. Aunque el IMC presentaba una tendencia a ser ligeramente inferior en el caso de los padres del grupo CONTROL, dicha diferencia no fue estadísticamente significativa.

## **4.2 Actividad física**

### 4.2.1 Desarrollo

#### *4.2.1.1 Inicio de marcha*

Al interrogar a los padres se refirió a la edad cronológica. La edad media de inicio de la marcha en cada grupo se expone en la tabla 9.

Se observó que en el grupo control la edad de inicio de la marcha fue más temprana. La diferencia entre el grupo CONTROL y el conjunto de ambos grupos de prematuros fue estadísticamente significativa. Asimismo, lo fue con el grupo PREM\_1. No se encontraron diferencias con el grupo PREM\_2.

**Tabla 9. Desarrollo motor**

		PREM_1	PREM_2	CONTROL	sig (p-valor)	post-hoc (p-valor)
<b>Inicio marcha (meses)</b>		14,5±2,8	13,2±2,6	12,6±2,2	0,017	PREM_1 / CONTROL : 0,005
<b>Inicio (edad corregida)</b>		13,4±2,7	12,2±2,4	12,6±2,2	0,16	
<b>Torpe</b>	<b>Sí</b>	6	4	2	0,18	
	<b>No</b>	24	25	28		

Al realizar el análisis de los resultados empleando la edad corregida de los sujetos en los grupos de prematuros no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

#### *4.2.1.2 Percepción de la habilidad motriz por parte de la familia*

Al preguntar al tutor legal encuestado si consideraba que el niño o niña es torpe se obtuvieron las respuestas plasmadas en la tabla 9.

Fueron considerados como más torpes de lo habitual en más ocasiones los grupos de prematuros, especialmente aquellos con un peso al nacimiento menor o igual a 1500 g. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

### 4.2.2 Encuesta IPAQ

#### *4.2.2.1 Actividad*

Los resultados referidos a la encuesta IPAQ se exponen en la tabla 10. Se ha dividido en actividad física total, aquella referida a montar en bicicleta y aquella referida a andar.

**Tabla 10. Actividad física valorada mediante encuesta IPAQ**

<b>MET-minuto /semana</b>	<b>PREM_1</b>	<b>PREM_2</b>	<b>CONTROL</b>	<b>sig (p-valor)</b>	<b>post-hoc</b>
<b>Total</b>	1979,7±1402,9	1881,2±1679,1	2145,1±2056,9	0,66	
<b>Bicicleta</b>	132,4±280,2	290,7±451,4	613,3±1196,3	0,04	PREM_1 / CONTROL: 0,09 PREM_2 / CONTROL : 0,07
<b>Andar</b>	1074,8±1022,4	1028,7±1200,8	1232,6±1294,2	0,51	

#### 4.2.2.1.1 Total

Aunque se observó una tendencia a presentar un mayor nivel de actividad física en el grupo CONTROL, dicha diferencia no fue estadísticamente significativa entre grupos.

No se encontró una correlación lineal con el peso al nacimiento (coeficiente de correlación de Pearson 0,14) ni con la edad (coeficiente de correlación de Pearson - 0,16), no resultando estadísticamente significativa en ningún caso.

No se encontró correlación de ningún tipo con el IMC de la madre. Aunque se encontró una tendencia a la correlación lineal negativa muy baja con el IMC del padre (coeficiente de correlación de Pearson -0,19), ésta no fue significativa.

#### 4.2.2.1.2 Bicicleta

Se observó un mayor nivel de actividad física relacionada con la bicicleta en el grupo CONTROL.

La diferencia entre el grupo CONTROL y el conjunto de ambos grupos de prematuros fue estadísticamente significativa. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas con los grupos por separado.

#### 4.2.2.1.3 Andar

También se observó una tendencia a realizar mayor nivel de actividad física relacionada con andar en el grupo CONTROL. No obstante en este caso no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con los grupos de prematuros.

#### 4.2.2.2 Reposo

El tiempo de reposo diurno semanal, entendido como tiempo dedicado a estar sentado o a viajar en vehículos a motor, se ve reflejado en la tabla 11.

**Tabla 11. Tiempo de reposo semanal**

(minutos/semana)	PREM_1	PREM_2	CONTROL	sig (p-valor)
<b>Sentado</b>	1989,3±757,1	1989,6±813,6	1867,2±729,3	0,96
<b>Motor</b>	221,3±326,4	190,7±213,3	156,1±90,7	0,25

Aunque se aprecia que es ligeramente superior en los grupos de prematuros, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

Asimismo, no se encontró correlación de ningún tipo entre el peso al nacimiento y el tiempo sentado o en vehículos a motor.

#### 4.2.2.3 Nivel de actividad

El nivel de actividad fue clasificado como bajo, moderado o alto en los distintos grupos como se observa en la tabla 12.

**Tabla 12. Nivel de actividad**

	<b>Bajo</b>	<b>Moderado</b>	<b>Alto</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b>PREM_1</b>	2	8	19	0,87
<b>PREM_2</b>	2	5	22	
<b>CONTROL</b>	1	6	19	

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

### **4.3 Salud mental**

#### 4.3.1 Sueño

En el grupo PREM\_1 la duración media del sueño diario fue de  $10,2 \pm 0,6$  horas, en el grupo PREM\_2 fue de  $10,3 \pm 0,7$  horas y en el grupo CONTROL fue de  $10,1 \pm 0,5$  horas.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos ( $p=0,8$ ).

#### 4.3.2 Cuestionario SDQ

En la tabla 13 se exponen los resultados globales en el cuestionario SDQ. En cuanto a la puntuación global desglosamos el número de sujetos cuyo resultado fue positivo (puntuación mayor o igual a 16 puntos) o dudoso (puntuación entre 13 y 16 puntos), así como la puntuación media en cada grupo.

En cuanto al resultado del cuestionario no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos. La puntuación media global parecía ser inferior en el grupo de controles, sin ser esta diferencia estadísticamente significativa.

**Tabla 13. Resultados en el cuestionario SDQ**

		<b>PREM_1</b>	<b>PREM_2</b>	<b>CONTROL</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b>Global</b>	<b>13-16</b>	3	4	4	0,84
	<b>≥16</b>	3	2	3	
<b>Puntuación media</b>		9,7±5,3	9,2±5,7	7,7±5,3	0,35
<b>Puntuación hiperactividad</b>		3,7±2,4	3,9±2,2	2,9±2,2	0,19

La puntuación media en el apartado de síntomas de hipereactividad también parecía ser más alta en los grupos de prematuros, pero dicha diferencia tampoco fue estadísticamente significativa.

Al analizar la relación entre la puntuación en el apartado de hiperactividad y el nivel de actividad valorado mediante la encuesta IPAQ no se encontró correlación alguna.

#### **4.4 Composición corporal**

##### 4.4.1 Cuerpo total

##### *4.4.1.1 Masa ósea*

La masa ósea total media por grupos se expone en la tabla 14.

**Tabla 14. Composición corporal**

	<b>PREM_1</b>	<b>PREM_2</b>	<b>CONTROL</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b>Masa ósea (g)</b>	1119,1±276,6	1154,1±265,8	1115,1±359,8	0,87
<b>Masa grasa (g)</b>	7287,5±4571,1	8581,9±5600,6	7632,4±5217,5	0,62
<b>Masa magra (g)</b>	22079,5±4337,2	23387,3±4676,7	22482,5±5020,5	0,56
<b>%grasa</b>	22±10	24±10	23±10	0,78
<b>%magra</b>	74±9	73±10	74±10	0,80

Fue similar en todos los grupos, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

Asimismo, no se encontró correlación de ningún tipo entre el peso al nacimiento y la masa ósea.

#### *4.4.1.2 Masa grasa*

La masa grasa total media por grupos, así como el porcentaje de masa corporal total que supone, se exponen en la tabla 14.

Fueron similares en todos los grupos, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

No se encontró correlación entre el peso al nacimiento y la masa grasa o el porcentaje de masa grasa.

#### *4.4.1.2 Masa magra*

La masa magra total y el porcentaje de masa corporal total al que corresponde en cada grupo se exponen en la tabla 14.

No se encontró correlación alguna entre el peso al nacimiento y la masa magra ni con el porcentaje de masa magra.

Se comprobó una correlación lineal positiva muy alta entre masa magra y masa grasa, tanto en la muestra (coeficiente de correlación de Pearson 0,999,  $p=0,000$ ), como en los varones (coeficiente de correlación de Pearson 0,999,  $p=0,000$ ) y las mujeres (coeficiente de correlación de Pearson 1,  $p=0,000$ ).

#### 4.4.2 Fémur

Las características en cuanto a densidad mineral ósea y contenido mineral óseo a nivel del fémur se exponen en la tabla 15.

**Tabla 15. Composición ósea a nivel de fémur y columna lumbar**

		<b>PREM_1</b>	<b>PREM_2</b>	<b>CONTROL</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b>Fémur</b>	<b>DMO (mg/cm<sup>2</sup>)</b>	0,8±0,1	0,8±0,1	0,8±0,1	0,31
	<b>CMO (g)</b>	15,2±4,5	14,8±4,6	14,2±5,3	0,74
<b>Columna lumbar</b>	<b>DMO (mg/cm<sup>2</sup>)</b>	0,7±0,1	0,7±0,1	0,7±0,1	0,96
	<b>CMO (g)</b>	23,3±6,2	22,7±5,5	23,0±6,6	0,93

Ambos valores son similares en los tres grupos, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

Tampoco se encontró correlación entre el peso al nacimiento y la densidad mineral ósea del fémur o el contenido mineral óseo del fémur.

#### 4.4.3 Columna lumbar

Las características en cuanto a densidad mineral ósea y contenido mineral óseo a nivel del fémur se exponen en la tabla 15.

Los valores observados son similares en los tres grupos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

No se encontró correlación entre el peso al nacimiento y el contenido mineral óseo de la columna lumbar o la densidad mineral ósea de la columna lumbar.

## 4.5 Manifestaciones de la fuerza

### 4.5.1 Fuerza isométrica en prensa

Los valores de fuerza isométrica de extremidades inferiores valorada en prensa se exponen en la tabla 16.

**Tabla 16. Manifestaciones de la fuerza valoradas en prensa**

	<b>PREM_1</b>	<b>PREM_2</b>	<b>CONTROL</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b>Fuerza isométrica (kg)</b>	115,2±34,4	115,5±35,1	109,90±38,5	0,82
<b>Resistencia máxima (kg)</b>	109,3±28,3	126,1±26,2	120,28±33,7	0,10

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos.

#### 4.5.1.1 *Relación entre fuerza isométrica en prensa, masa corporal total y masa magra de miembros inferiores*

La proporción media entre fuerza isométrica en prensa y masa corporal total así como con la masa magra de miembros inferiores se expone en la tabla 17.

**Tabla 17. Relación de las manifestaciones de fuerza medidas en prensa con la masa total y la masa magra en extremidades inferiores**

	<b>PREM_1</b>	<b>PREM_2</b>	<b>CONTROL</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b>Iso_max / peso (kg/kg)+</b>	4,0±1,5	3,7±1,3	3,5±1,1	0,43
<b>Iso_max / magro_mmii (kg/kg)++</b>	16,2±4,8	15,6±4,6	15,0±4,8	0,68
<b>1RM / peso (kg/kg)#</b>	3,7±0,7	4,0±1,2	3,9±1,0	0,34
<b>1RM / magro_mmii (kg/kg)##</b>	14,9±2,4	16,9±4,1	16,6±4,9	0,13

+Proporción entre fuerza isométrica y peso del sujeto

++Proporción entre fuerza isométrica y masa magra de extremidades inferiores

#Proporción entre 1-RM y peso del sujeto

##Proporción entre 1-RM y masa magra de extremidades inferiores

La fuerza isométrica desarrollada con respecto a la masa corporal total o la masa magra de extremidades inferiores fue similar en todos los grupos. A grandes rasgos la fuerza que ejercieron fue cuatro veces superior a su masa 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 miembros.

Tampoco se encontró correlación entre la actividad física y la proporción media entre fuerza isométrica en prensa y masa magra de miembros inferiores.

#### 4.5.2 Test de resistencia máxima en prensa

Los resultados obtenidos en el test de resistencia máxima de extremidades inferiores valorada en prensa se exponen en la tabla 16.

El resultado fue similar en los tres grupos, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas.

#### *4.5.2.1 Relación entre resistencia máxima en prensa, peso corporal y masa magra de miembros inferiores*

La proporción media entre resistencia máxima en prensa y la masa corporal total así como con la masa magra de miembros inferiores en los distintos grupos se ve reflejada en la tabla 17.

La proporción de la resistencia máxima en prensa fue similar en los tres grupos, tanto con la masa corporal total como con la masa magra de miembros inferiores. No hubo diferencias estadísticamente significativas.

No se encontró correlación entre el peso al nacimiento y la proporción media entre resistencia máxima en prensa y masa magra de miembros inferiores.

Tampoco se encontró correlación de ningún tipo entre la actividad física y la proporción media entre resistencia máxima en prensa y masa magra de miembros inferiores.

#### *4.5.2.2 Correlaciones de la resistencia máxima en prensa*

El resultado en el test de resistencia máxima en prensa guarda correlación lineal estadísticamente significativa con múltiples variables. Los distintos valores del coeficiente de correlación de Pearson, así como su significación estadística, se ven reflejados en la tabla 18.

**Tabla 18. Correlación de 1-RM**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente*</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b>z-score IMC</b>	0,337	0,002
<b>z-score peso</b>	0,331	0,003
<b>%masa magra</b>	0,292	0,007
<b>%masa grasa</b>	0,280	0,01
<b>Fuerza isométrica</b>	0,583	0,000
<b>Handgrip</b>	0,530	0,000

\*Coeficiente de correlación de Pearson

#### 4.5.3 Handgrip

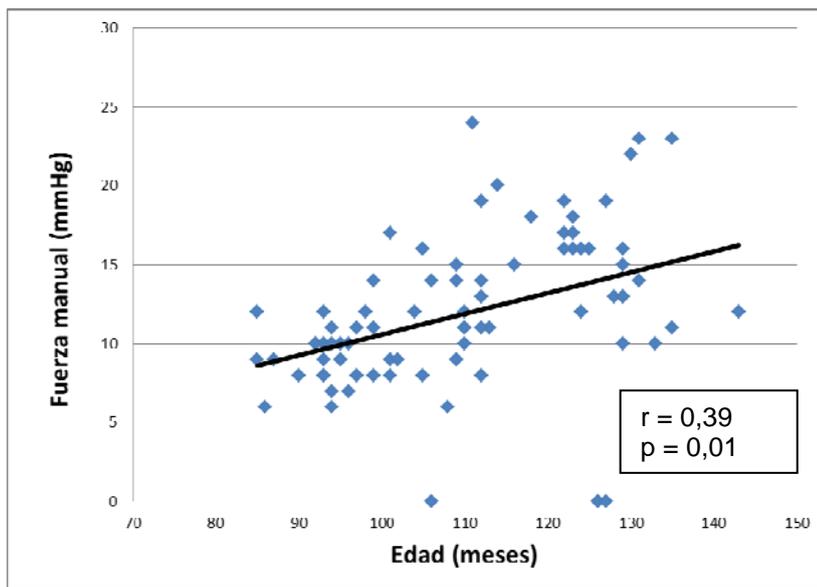
La presión manual media ejercida está recogida en la tabla 19. Se trata de la mejor medición realizada de entre los dos intentos realizados con cada mano.

**Tabla 19. Fuerza manual valorada mediante handgrip y relación con peso y masa magra de extremidades superiores**

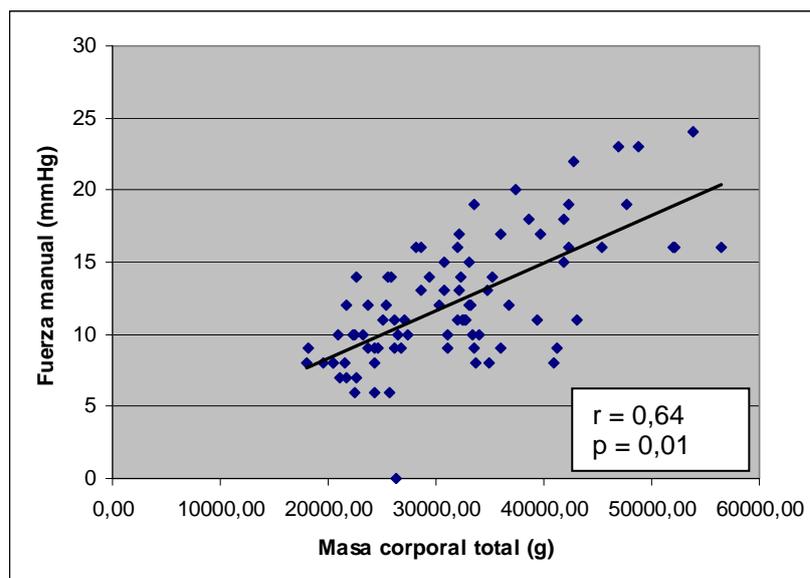
	<b>PREM_1</b>	<b>PREM_2</b>	<b>CONTROL</b>	<b>sig (p-valor)</b>	<b>post-hoc</b>
<b>Handgrip (kg)</b>	10,4±4,7	14,2±4,1	10,7±4,9	0,003	CONTROL / PREM_2: 0,01 PREM_1 / PREM_2 : 0,01
<b>Handgrip/peso (kg/kg)</b>	0,3±0,1	0,5±0,1	0,3±0,1	0,001	CONTROL / PREM_2: 0,004 PREM_1 / PREM_2 : 0,003
<b>Handgrip/magro_mmss (kg/kg)</b>	5,6±1,0	6,7±1,1	5,9±1,3	0,003	CONTROL / PREM_2: 0,03 PREM_1 / PREM_2 : 0,004

La presión ejercida fue superior en el grupo PREM\_2, siendo dicha diferencia estadísticamente significativa, tanto con el resto de la muestra como con cada grupo por separado. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo PREM\_1 y el grupo CONTROL.

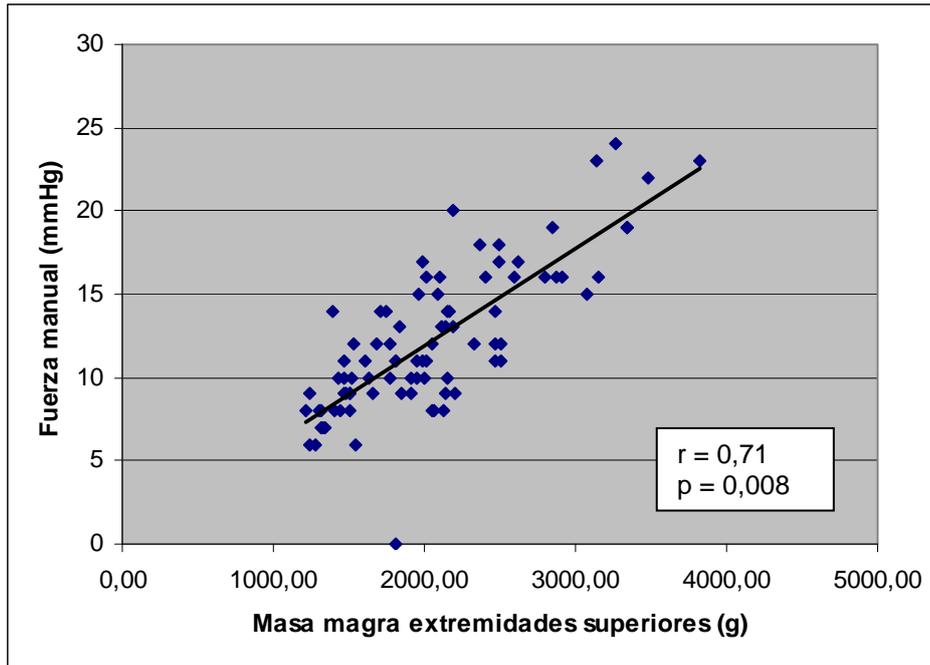
Se encontró una correlación positiva entre la presión manual ejercida en el *handgrip* y la edad (coeficiente de correlación de Pearson 0,39;  $p=0,01$ ) (figura 9), así como con la masa corporal (coeficiente de correlación de Pearson 0,64;  $p=0,01$ ) (figura 10), con la masa magra total (coeficiente de correlación de Pearson 0,69;  $p=0,01$ ) y con la masa magra de extremidades superiores (coeficiente de correlación de Pearson 0,71;  $p=0,008$ ) (figura 11).



**Figura 9. Relación entre fuerza manual y edad**



**Figura 10. Relación entre fuerza manual y masa corporal total**



**Figura 11. Relación entre fuerza manual y masa magra de extremidades superiores**

#### 4.5.3.1 Relación entre presión en *handgrip*, peso corporal y masa magra de miembros superiores

La proporción media entre presión en *handgrip* y peso corporal (kg/kg) así como la proporción media entre presión en *handgrip* y masa magra de extremidades superiores (kg/kg) se refleja en la tabla 19.

Fue superior en el grupo PREM\_2, siendo dicha diferencia estadísticamente significativa, tanto con el resto de la muestra como con cada grupo por separado.

No se encontró correlación de ningún tipo entre el peso al nacimiento y la proporción media entre presión en *handgrip* y masa magra de miembros superiores.

#### 4.5.3.2 Correlaciones de la fuerza manual medida mediante handgrip

La correlación observada entre el resultado en el handgrip con las características antropométricas valoradas mediante z-score, tanto en la muestra como por grupos de sexo, se expone en la tabla 20.

**Tabla 20. Correlación de *handgrip***

Variable		Coefficiente+	sig (p-valor)
<b>Muestra</b>	<b>z-score IMC</b>	0,340	0,002
	<b>z-score peso</b>	0,357	0,001
<b>Varones</b>	<b>z-score IMC</b>	0,396	0,02
	<b>z-score peso</b>	0,398	0,02
<b>Mujeres</b>	<b>z-score IMC</b>	0,270	0,06
	<b>z-score peso</b>	0,287	0,04

+Coeficiente de correlación de Pearson

Se comprobó una correlación positiva, tanto en la muestra como por grupos de sexo.

#### 4.5.4 Manifestaciones de la fuerza según sexo

Las diferencias en las manifestaciones de la fuerza según el sexo de los sujetos se exponen en la tabla 21.

**Tabla 21. Manifestaciones de la fuerza según sexo**

	<b>Mujer</b>	<b>Varón</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b><i>Handgrip</i> (kg)</b>	11,0±4,4	12,9±5,4	0,06
<b>Iso_max_prensa (kg)</b>	109,6±36,0	118,8±35,0	0,25
<b>1-RM_prensa (kg)</b>	115,2±29,9	123,4±29,9	0,21

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En la fuerza manual medida con dinamómetro o handgrip se observó una diferencia media de 2 kg a favor de los varones, siendo este resultado no significativo.

#### 4.5.5 Manifestaciones de la fuerza según ámbito de domicilio habitual

La fuerza manual medida mediante *handgrip* y fuerza de miembros inferiores, tanto isométrica como la repetición máxima, según el ámbito del domicilio habitual, se ven reflejadas en la tabla 22.

**Tabla 22. Manifestaciones de la fuerza según ámbito de domicilio habitual**

	<b>Urbano</b>	<b>Rural</b>	<b>sig (p-valor)</b>
<b><i>Handgrip</i> (kg)</b>	11,3±5,21	12,6±4,0	0,25
<b>Iso_max_prensa</b>	111,6±31,0	117,1±43,1	0,51
<b>1-RM_prensa</b>	119,0±28,8	118,1±32,6	0,91

No se encontraron diferencias en ninguno de los casos.

# Discusión

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1 Población**

La salud es definida por la Organización Mundial de la Salud como “un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”<sup>92</sup>. De esta definición se deduce la importancia de mantener y promover hábitos de vida saludables en el contexto de una adecuada atención a las personas. Dichos hábitos se ven influenciados y condicionados por múltiples circunstancias.

Los condicionantes de la salud en tanto en cuanto a hábitos de vida abarcan distintos ámbitos. En primer lugar aquellos referentes a la alimentación. En segundo lugar aquellos encaminados a evitar consumo de sustancias tóxicas o adicciones. En tercer lugar, aquellos que favorecen una adecuada actividad física. Todo ello se encuentra relacionado entre sí.

Por ello la actividad física es determinante para mantener un adecuado estado de salud. Igual ocurre con todas las circunstancias que influyen en ella. Así, independientemente de la propia voluntad del individuo para realizarla adecuadamente, hay cualidades que la pueden favorecer o dificultar. Las cualidades físicas tales como la coordinación o la fuerza marcan en gran medida la capacidad para realizar distintas actividades y el tipo más conveniente. La composición corporal también es importante ya que influye, por un lado de manera directa en la actividad física y, por otro, marca en gran medida las cualidades físicas del individuo.

El nacimiento de un niño o niña prematuro causa un gran impacto, tanto en el propio individuo como en su entorno. Durante los primeros meses o años de la vida el desarrollo se ve marcado de manera evidente. En ocasiones, de la prematuridad se derivan enfermedades o secuelas que limitan distintos aspectos de la vida. La mayoría de las veces los prematuros tienen un desarrollo aparentemente normal, lo cual les permite llevar una vida similar a los sujetos de su misma edad nacidos a término.

### 5.1.1 Muestra

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.

Aunque las características antropométricas de los distintos grupos fueron similares, al analizar el z-score del peso y el IMC, valor con el cual eliminamos el posible sesgo derivado de la distribución por edades o sexo dentro de cada grupo, se comprobó que era significativamente menor en el grupo de prematuros de menos de 1500 g. Dicho resultado coincide con lo reflejado en la literatura (tabla 2)<sup>44,56,59,60,64,69,93</sup>. Se describe un menor tamaño de los individuos durante la infancia, valorado mediante medidas habituales, como peso, talla o perímetro cefálico, en estudios más antiguos y aplicando el z-score en los más recientes. Asimismo se describe el fenómeno de *catch-up*, por el cual gracias a un mayor crecimiento póndero-estatural las medidas de los prematuros son similares a las de la población general en la edad adulta.

La distribución por sexos fue aleatoria. Dicha información no fue tomada en cuenta al considerarse que en el rango de edad abarcado las características de los niños y las niñas son similares, habiéndose demostrado que el dimorfismo sexual en cuanto a fuerza y composición corporal es significativo sobre todo a partir de los 12 años<sup>2</sup>. El peso, talla e IMC en los varones de la muestra fue significativamente mayor que en mujeres. No ocurre así con el z-score de dichas características, que es similar entre varones y mujeres, tanto en la muestra como dentro de los distintos grupos.

En cuanto a la distribución de los sujetos según el ámbito en que se encontrara su domicilio habitual, ya fuera rural o urbano, no se encontraron diferencias. Asimismo, el ámbito no supuso diferencias para las características analizadas.

### 5.1.2 Progenitores

Se ha descrito que los padres y madres de los niños y niñas prematuros habitualmente tienen más edad que los de los sujetos nacidos a término<sup>12</sup>. Dicha afirmación se podría explicar, por un lado, por la edad materna en el momento de la gestación, ya que la añosidad de la madre se asocia a la prematuridad. Por otra parte, los padres y madres de más edad emplean con más frecuencia técnicas de reproducción asistida. Éstas dan lugar a un mayor número de gestaciones múltiples, y la gemelaridad es la principal causa de prematuridad<sup>88</sup>. En el presente estudio las edades de los padres y las madres fueron similares. Asimismo, no se encontraron diferencias respecto a su constitución, valorada mediante el índice de masa corporal. Dicho parámetro no se ha relacionado con la prematuridad. Su registro fue motivado por considerarse que pudiera ser un factor relacionado con la actividad física de alguno de los padres y, por tanto, con la de los sujetos.

## **5.2 Actividad física**

### 5.2.1 Desarrollo psicomotor previo

Las cualidades físicas y la actividad física, así como la composición corporal de los sujetos durante el periodo escolar, en el cual se engloban las edades de los sujetos de la muestra, pueden estar condicionadas por el desarrollo que han presentado en etapas anteriores de la infancia. De ahí la importancia de interrogar a las personas del entorno acerca de dicho desarrollo.

El inicio de la marcha suele darse en la primera mitad del segundo año de vida<sup>94</sup>. Se eligió este dato para valorar de manera muy superficial el desarrollo durante la lactancia al ser considerado un hito importante en el desarrollo psicomotor que habitualmente es recordado de manera exacta por parte de las familias. Al hacer un primer análisis con respecto a la edad cronológica encontramos un retraso en su adquisición en los sujetos prematuros. Dicha diferencia no existe al hacerlo con la edad corregida, dato mucho más importante al valorar el desarrollo en prematuros. Es decir, el inicio de la marcha es conseguido en el mismo momento de la vida independientemente de la edad gestacional de la persona.

Por otra parte, al realizar esta parte de la valoración a través la apreciación de los familiares, se tuvo en cuenta que en muchas ocasiones la percepción del estado o características de una persona están claramente influenciadas por la subjetividad del observador. Se ha demostrado que durante su infancia los padres y madres de los niños nacidos prematuros perciben a sus hijos como más frágiles o delicados que otros de su misma edad<sup>95</sup>. Dicha valoración se mantiene en los propios sujetos al llegar a la adolescencia, ocasionando muchas veces problemas por baja autoestima y otros derivados de la misma<sup>96</sup>.

Para intentar objetivar este hecho se interrogó a los tutores de los sujetos acerca de si consideraban que éstos habían sido niños o niñas torpes. Aunque en el global de la muestra los padres no suelen considerar a los sujetos como tales, se observó una tendencia a que dicha opinión se diera con más frecuencia en los grupos de prematuros, especialmente en los de menor peso al nacimiento.

### 5.2.2 Valoración del nivel de actividad física

Se ha descrito que el nivel de actividad física de los prematuros es menor que el de aquellos nacidos a término<sup>42,43</sup>. Las causas de dicha diferencia son múltiples. Por un lado se han documentado diferencias en cuanto a antropometría, mostrando un menor peso y talla en la infancia, adolescencia y edad adulta<sup>44,59,64,93</sup>, guardando correlación directa éstos con las características perinatales del sujeto<sup>57</sup>. Presentan globalmente más problemas en cuanto al tono muscular y la coordinación motora<sup>97-99</sup>, diagnosticándose con más frecuencia que en la población general trastorno del desarrollo de la coordinación<sup>100</sup>, y la fuerza muscular es inferior en muchas ocasiones<sup>69</sup>. La capacidad pulmonar puede verse afectada negativamente, lo que conlleva en ocasiones una menor resistencia aeróbica<sup>101,102</sup> y tolerancia al ejercicio disminuida<sup>103,104</sup>. Todo ello condiciona que los sujetos, ya sean niños, adolescentes o adultos, que nacieron prematuros realicen una menor actividad deportiva<sup>45,105</sup>, estando ésta especialmente limitada en aquellos ejercicios vigorosos<sup>70</sup>.

Mediante la versión larga del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) se valoró el nivel de actividad física. Se trata de una encuesta en que las

preguntas son completadas por el propio sujeto o por el responsable del mismo. Todas ellas son referidas a los 7 días previos a la entrevista, no incluyendo el mismo día, y son referidas a tres tipos de actividad física, incluyendo caminar, actividades de intensidad moderada y actividades de intensidad vigorosa. También se interroga respecto a los desplazamientos en vehículos a motor, tiempo que se permanece sentado y empleo de bicicleta como medio de transporte u ocio. En todas las preguntas se incluye un ejemplo para facilitar la comprensión del enunciado así como la respuesta. Para optimizar el proceso de cumplimentación, se responde a cada pregunta indicando cuántos días practicó la actividad preguntada durante la semana y cuantos minutos la practicó cada día. La forma de interpretar y expresar los resultados se recoge en las Directrices para el procesamiento de datos y análisis del IPAQ<sup>89</sup>.

Mediante este test se clasifica el nivel de actividad física de manera cualitativa en bajo, moderado o alto según los criterios establecidos por el IPAQ para realizar dicha clasificación.

La otra forma en que el cuestionario expresa el nivel la actividad física es un indicador que lo hace de manera continua. La unidad empleada es el MET-minuto/semana. Se calculó el nivel de actividad física expresándolo en MET-minuto/semana. El resultado se expresó como MET-minuto/semana totales, MET-minuto/semana según los distintos campos, ya sea en trabajo, actividades del hogar, transporte o tiempo libre, o bien según el tipo de actividad, es decir, MET-minuto/semana empleados en caminar, en actividades de intensidad moderada, en actividades de intensidad vigorosa o en montar en bicicleta.

Se catalogó el nivel de actividad como alto en gran parte de los sujetos, independientemente de a qué grupo pertenecieran. Aunque este resultado en el cuestionario no mostró diferencias, éste resultó un método útil para comparar el nivel de actividad entre los grupos por suministrar además una medida objetiva y cuantitativa del mismo. Tanto de manera global como por apartados se observó que, al igual que en otros estudios, aunque sin resultado significativos excepto en el apartado de ejercicio con bicicleta, el nivel de actividad física siempre mostró una tendencia a ser menor en los grupos de prematuros, que quizá podría llegar a demostrarse en el caso de disponer de un mayor tamaño muestral.

De los resultados obtenidos en la encuesta IPAQ se extrajo también el tiempo de reposo diurno semanal, en lo que respecta a tiempo estando sentado o empleando vehículos a motor. Aún sin encontrar significación estadística, los resultados siempre mostraron una tendencia a dedicar más tiempo al reposo diurno en los grupos de niños y niñas prematuros.

Valorando en conjunto el menor nivel de actividad expresado en MET-minuto/semana y el mayor tiempo de reposo, expresado en minutos/semana, se puede intuir una tendencia en los sujetos prematuros a realizar menos actividad física que los sujetos nacidos a término. Esta valoración es acorde a las encontradas en la literatura (tabla 1)<sup>42,43,70</sup>, en las que se comprueba un tiempo dedicado al ejercicio inferior, así como el condicionamiento de unas peores capacidades físicas.

### 5.2.3 Salud mental

La actividad cotidiana puede verse influenciada por los distintos hábitos de vida. El sueño, es decir, el descanso nocturno, es un hábito fundamental. Se trata de un factor importante en cualquier edad, adquiriendo especial importancia durante la infancia. Un inadecuado descanso nocturno puede condicionar el rendimiento diurno. Por ello se determinó la duración del sueño nocturno para intentar descartar posibles diferencias entre los grupos. Las horas de sueño nocturno fueron adecuadas para la edad de todos los sujetos, siendo similares en todos los grupos. Por tanto podemos considerar que no se trata de un factor condicionante al compararlos y no explicaría posibles diferencias.

De igual modo los trastornos de salud mental pueden alterar la dinámica de un sujeto. Se ha descrito que son más frecuentes en prematuros, especialmente el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH)<sup>106</sup>. Al realizar el cribado de trastornos de salud mental mediante el cuestionario SDQ el número de sujetos en que se sospecharon fue similar en todos los grupos, tanto con resultado positivo como con resultado dudoso. No obstante, la puntuación fue frecuentemente más alta en los prematuros, especialmente en el apartado de síntomas de hiperactividad. Aun sin ser significativas las diferencias, esta tendencia coincide con lo descrito previamente en la

literatura<sup>107</sup>. No se comprobó que dicho resultado guarde relación con el nivel de actividad física objetivado en los sujetos.

### 5.3 Composición corporal

Las características relacionadas con el crecimiento de las personas nacidas prematuramente han suscitado gran interés. Dicho interés ha aumentado de manera paralela a los avances en la Neonatología y la supervivencia de un número cada vez mayor de prematuros, así como de la disminución de la edad gestacional con la que éstos son viables. Así, el ya descrito fenómeno de *catch-up* supone una mayor velocidad de crecimiento durante la infancia y la adolescencia en aquellos individuos prematuros, condicionando unas características antropométricas en la edad adulta similares a las de aquellos nacidos a término.

Es por ello que la composición corporal en personas nacidas prematuramente se ha intentado valorar en numerosas ocasiones, dada la posibilidad de que se vea alterada por el distinto crecimiento. Por otra parte, múltiples factores influyen en la composición corporal de un individuo adulto en lo que respecta a densidad mineral ósea, masa corporal magra y masa grasa.

La densidad mineral ósea parece ser independiente del peso al nacimiento o edad gestacional, incluso en pacientes nacidos prematuramente o que presentaron problemas durante el periodo neonatal<sup>66</sup>, guardando relación directa con la importancia de la ganancia de peso que tiene lugar a lo largo de la vida, así como con el género<sup>63</sup>.

Asimismo, la ganancia de peso es también decisiva en lo referente a masa corporal magra y masa grasa, siendo menos importante el peso de recién nacido. El fenómeno de *catch-up* que sucede en aquellos niños o niñas prematuros o con bajo peso en el momento del nacimiento 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, y una similar ganancia de peso tiene un efecto similar en la cantidad de masa grasa, sea cual fuere el peso del que se partiera. Ocurre lo mismo para la masa magra corporal, que es proporcionalmente menor en aquellos con mayor peso en el momento de la edad adulta a pesar de ser mayor en términos

absolutos. La distribución de la masa grasa también se relaciona con el patrón de ganancia de peso, siendo de predominio en tronco cuanto mayor sea ésta<sup>108</sup>.

Aunque en la literatura se haya documentado que el peso al nacimiento no es condicionante para la composición corporal en la edad adulta, comprobar si existen diferencias en el rango de edades de la muestra tiene valor para el estudio. Por un lado ha sido menos documentado previamente. Por otro, conocer la composición corporal es importante a la hora de valorar la fuerza y la actividad física. Es conocido que el sobrepeso está relacionado con la actividad física, tanto al ser un condicionante de la misma como al ser influenciado por ella. Asimismo, la cantidad de masa muscular guarda relación con la fuerza. Por otro lado, la calidad muscular no es igual en todos los individuos. Es decir, con la misma cantidad muscular, no todos los individuos generan la misma fuerza. Por tanto, conocer la composición en cuanto a masa muscular es importante para establecer su relación con la fuerza en cada grupo y explicar o descartar posibles diferencias que se den en prematuros.

### 5.3.1 Valoración de la composición corporal. DXA

La DXA supone una forma de valorar la composición corporal de manera eficaz y segura. Su empleo en niños y niñas está cada vez más extendido. No obstante, existen varias limitaciones. Son tres las más importantes<sup>109</sup>. La primera es la dificultad para la interpretación, dado que la medida se hace con respecto a un área bidimensional y no tridimensional. La segunda es el crecimiento de los huesos, que condiciona el seguimiento en caso de ser necesario. La tercera es que por el momento no se ha determinado su valor pronóstico. Por otra parte se trata de una prueba muy poco lesiva. La irradiación que produce para el sujeto supone menos de una décima parte de lo que lo hace una radiografía de tórax, siendo asimismo muy inferior a la que se produce en otras circunstancias o a la que causan otras pruebas que se emplean con mucha frecuencia (tabla 23)<sup>110-121</sup>.

**Tabla 23. Valores de exposición a radiación**

<b>Fuente</b>	<b>Dosis de radiación (mSv)</b>
Tomografía axial computerizada corporal	15,0
Tomografía axial computerizada cabeza	4,0
Radiografía lateral de columna lumbar	0,7
Mamografía	0,45
Radiografía dental (ortopantomografía)	0,1
Vuelo transoceánico (7 horas)	0,06
Radiografía de tórax	0,05
DXA	0,002

La DXA se pudo realizar a todos los sujetos de la muestra de manera adecuada y sin incidencias. Es de especial importancia haberla realizado en el grupo control al existir pocos valores de referencia para la edad pediátrica.

Las proyecciones realizadas nos permitieron valorar la masa ósea, grasa y magra de manera global, y relacionarlas con la masa corporal total. Al igual que lo observado en otros estudios se comprobó que no había diferencias entre los prematuros y los sujetos nacidos a término (tabla 2)<sup>42,63,66,108</sup>. Por tanto, en la muestra estudiada, la composición corporal valorada mediante DXA a nivel global es similar en los grupos de prematuros y el grupo control.

En cuanto a la masa ósea, pudimos valorar la composición ósea a nivel de columna lumbar y fémur, determinando la cantidad y también la densidad mineral ósea a dichos niveles. Al igual que la masa ósea total, se comprobó que era similar en todos los grupos.

La cantidad de masa magra también fue similar, tanto de manera global como en los distintos segmentos corporales. Dicha información es fundamental a la hora de valorar las manifestaciones de la fuerza y poder relacionarlas con la musculatura de la región implicada. Así, se valoró la masa magra en miembros superiores para

relacionarla con la fuerza manual, y la masa magra en miembros inferiores para relacionarla con la fuerza desarrollada en aquellos ejercicios en que estaba implicada.

#### **5.4 Manifestaciones de la fuerza**

La fuerza es una cualidad física que influye en gran parte de las actividades o ejercicios físicos, así como condiciona otras cualidades físicas. A la hora de valorar la fuerza hay que tener en cuenta que existen varios tipos de fuerza. La fuerza máxima es aquella en la que se vence una oposición máxima. La fuerza explosiva o potencia 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.

Asimismo, cada grupo muscular está implicado en varios tipos de movimientos distintos, por lo que se hace necesario plantear un método concreto y adecuado para objetivar la fuerza de dicho grupo. La relación entre la fuerza desarrollada por un grupo muscular con la masa magra que representa el mismo indica la calidad muscular.

Para comprobar si existían diferencias respecto a la fuerza entre los grupos se decidió valorar, por tanto, distintas manifestaciones de la misma.

Los métodos elegidos fueron aplicados de manera sencilla, tanto para el investigador como para el sujeto. Resultaron ser ejercicios de fácil explicación y asimilación a pesar del grupo de edades incluido en muestra. Finalmente esto nos permitió valorar la fuerza isométrica en manos y miembros inferiores y la fuerza-resistencia en miembros inferiores, abarcando así distintos segmentos corporales y distintos tipos de fuerza.

##### 5.4.1 Fuerza en miembros inferiores

En distintos estudios se ha valorado la fuerza desarrollada por los miembros inferiores en sujetos prematuros. Se emplearon distintos ejercicios, como extensión de

rodilla<sup>69</sup>, altura de salto vertical<sup>43</sup> o salto vertical en plataforma Leonardo<sup>68</sup>. En todos ellos se objetivó una fuerza menor que en la población general.

#### *5.4.1.1 Fuerza isométrica*

La fuerza isométrica de miembros inferiores fue valorada mediante prensa inclinada colocando una galga extensiométrica, de manera que ésta registrara la fuerza ejercida extendiendo ambas rodillas simultáneamente contra la plataforma. Tras explicar al sujeto cómo realizar el ejercicio se procedía a la medición. La validez del intento se valoraba mediante la gráfica que creaba el software, en la cual se relacionaba fuerza y tiempo. En prácticamente la totalidad de la muestra se consiguió una medición adecuada y fiable. En términos absolutos la fuerza desarrollada fue similar en todos los grupos.

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 cuatro veces el mismo. Dicho resultado fue similar en todos los grupos.

También se relacionó la fuerza isométrica con la masa magra de extremidades inferiores, al considerarse esta variable adecuada para valorar la calidad muscular. Se observó que la proporción se mantiene igual en todos los grupos, lo que refleja una similar calidad muscular en sujetos prematuros y en sujetos nacidos a término.

No encontraron diferencias en cuanto a sexo, ni en el conjunto de la muestra ni dentro de los distintos grupos. Tampoco se encontraron con respecto al ámbito de residencia habitual de los sujetos.

#### *5.4.1.2 Test de resistencia máxima*

Mediante el test de resistencia máxima aplicado en la prensa inclinada se valoró la repetición máxima (1-RM) de extremidades inferiores. Se realizó tras la valoración de la fuerza isométrica, retirando la galga de la prensa inclinada y aplicando el protocolo establecido. De igual manera, prácticamente la totalidad de los sujetos lo llevaron a

cabo adecuadamente tras una explicación. No se encontró ninguna diferencia entre la carga desplazada en la repetición máxima por sujetos prematuros y por sujetos nacidos a término.

También se relacionaron los resultados obtenidos con el peso del sujeto, encontrando nuevamente que la fuerza-resistencia desarrollada con las extremidades inferiores equivalía a aproximadamente cuatro veces el mismo.

La proporción que guardaba con la masa magra de extremidades inferiores también fue similar en todos los grupos, dato que también refleja una similar calidad muscular a dicho nivel.

En el caso de la repetición máxima tampoco se encontraron diferencias en cuanto a sexo o ámbito de residencia habitual de los sujetos, ni en el conjunto de la muestra ni dentro de los distintos grupos.

Se buscó el grado de correlación entre el resultado en el test de repetición máxima y las otras manifestaciones de la fuerza. Como era de esperar, se encontró correlación lineal tanto con la que implicaba los mismos grupos musculares, es decir, la fuerza isométrica valorada en prensa inclinada, como con la fuerza manual desarrollada al realizar el *handgrip*. También se encontró que guardaba correlación lineal con las distintas características antropométricas. Por un lado con el IMC y el peso. Por otro lado, y de manera similar, con el porcentaje de masa magra y masa grasa, que a su vez guardan una alta correlación entre sí.

#### 5.4.2 Fuerza manual - *Handgrip*

La fuerza manual ha sido valorada en múltiples ocasiones mediante *handgrip*, tanto en muestras de sujetos en edad pediátrica sanos<sup>2</sup>, como de manera concreta en prematuros<sup>43,68-70</sup>. En diversos estudios en los que se realizó la valoración a distintas edades se observó que la fuerza era menor en aquellos sujetos prematuros.

Todos los sujetos realizaron la valoración adecuadamente, colaborando en la realización de las cuatro mediciones, dos con cada mano.

Al medir la fuerza manual mediante *handgrip* se encontró que la fuerza manual era superior en el grupo de prematuros con peso al nacimiento mayor a 1500 g que en los grupos de controles y prematuros con peso al nacimiento menor o igual a 1500 g, siendo similar entre estos dos últimos. La diferencia en la media resultó de aproximadamente 3-4 kg de fuerza de prensión manual. Dicha diferencia se mantuvo al analizar la fuerza en relación al peso y a la masa magra de extremidades superiores. Este resultado contrasta con lo descrito en la literatura. Se analizaron diversas variables que pudieran haberlo propiciado, tales como distribución por sexos, por edades, por características antropométricas o por ámbito de residencia habitual, no encontrando diferencias que explicaran dicho resultado.

Al igual que las otras manifestaciones de la fuerza, se objetivó que la fuerza desarrollada por las manos está relacionada con el peso, siendo esta relación más estrecha con la masa magra, y especialmente con la masa magra en extremidades superiores. Asimismo se encontró que la correlación se mantiene para los distintos sexos, no influyendo éstos en la misma, al igual que no lo hace el ámbito de residencia habitual.

Para ilustrar la relación entre fuerza y edad se analizaron los resultados obtenidos en el *handgrip*. Como era de esperar, se comprobó que la fuerza manual aumenta con la edad del paciente, a la vez que se produce el aumento de masa corporal.

# Conclusiones

## 6. CONCLUSIONES

Se objetivaron unas menores características antropométricas en los sujetos prematuros, especialmente en aquellos con un menor peso al nacimiento. La diferencia se encontró tanto en el peso como en el índice de masa corporal. Dicho resultado, observado en la franja de edad de los sujetos, coincide con la información encontrada en la literatura.

En la valoración de la composición corporal mediante DXA se obtuvieron resultados similares en los grupos de sujetos prematuros y el grupo de sujetos nacidos a término. Los resultados abarcaron la masa magra, la masa grasa y la masa ósea. Ésta última fue valorada de manera total así como midiendo densidad y cantidad mineral ósea en distintos segmentos corporales. No se observó por tanto que el peso al nacimiento o la prematuridad tuvieran ningún tipo de influencia sobre ningún aspecto de la composición corporal.

En cuanto a la actividad física cotidiana valorada mediante el cuestionario IPAQ no se encontraron diferencias significativas. No obstante, se puede intuir una tendencia a realizar menos actividad física y a dedicar más tiempo al reposo en los grupos de sujetos prematuros. No se objetivaron diferencias en otros aspectos que pudieran influir en el nivel de actividad física, tales como ámbito del domicilio donde reside el sujeto, tiempo de descanso nocturno o mayor incidencia de trastornos psicológicos. Asimismo, la percepción de la habilidad motriz por parte de los padres de sujetos prematuros es peor en más ocasiones. Aunque en vista de los resultados no se pueda afirmar, lo encontrado en la literatura, donde se expone un menor grado de actividad física derivado de una sobreprotección en los prematuros, es acorde a lo observado.

Con los instrumentos de medida para las distintas manifestaciones de la fuerza empleados en el presente estudio, dinamómetro manual o *handgrip* para valorar la fuerza en extremidades superiores y galga extensiométrica y test de resistencia máxima (1-RM) en prensa inclinada para valorar la fuerza extremidades inferiores, en la muestra seleccionada no se encontraron diferencias entre sujetos nacidos prematuros y sujetos nacidos a término. Al relacionar la proporción de los resultados obtenidos con la masa magra tampoco se encontraron diferencias, lo cual indica una similar función muscular.

Por tanto, podemos deducir que en la muestra seleccionada y con los instrumentos de medida utilizados la cantidad muscular y la función muscular son similares en sujetos prematuros y sujetos nacidos a término en el rango de edades seleccionado.

Otros estudios previos habían demostrado que la prematuridad tiene influencia en la composición corporal y, sobre todo, en las cualidades físicas y el nivel de actividad física. La mayoría de esos estudios habían sido realizados en población adulta. La diferencia en el momento del nacimiento, 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.

# Limitaciones

## **7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Consideramos que las principales limitaciones presentes en el estudio, cuya corrección o control podrían mejorar la validez del mismo, son las siguientes:

- Tamaño muestral: Ha sido condicionado por la población diana así como por la complejidad del trabajo de campo.
- Valoración subjetiva de la actividad física: El empleo de un método objetivo en lugar de un test daría mayor validez al resultado.
- Control de variables: Aunque se analizaron múltiples variables con posible repercusión en los resultados, el control de otras tales como práctica de ejercicio extraescolar o hábitos alimenticios también habría tenido interés.

# Líneas de investigación

## 8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Una vez concluido el proyecto, consideramos que futuras líneas de investigación con interés que podrían ampliar y mejorar la información sobre el campo de estudio serían:

- Valoración de las mismas variables en una franja de edad más joven. Esto permitiría valorar en qué momento se equiparan las características de los sujetos prematuros a las de la población general, en caso de confirmarse dicha tendencia.
- Valoración de otras cualidades físicas, tales como resistencia, flexibilidad o coordinación.
- Valoración de psicomotricidad o motilidad fina.
- Medición de la actividad física mediante acelerómetro, ya que éste constituye un método objetivo y adecuadamente validado.

# Bibliografía

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Jiménez Gutiérrez A. La valoración de la actividad física y su relación con la salud. *J Hum Sport Exerc* 2007; 2: 53-71.
2. Madorrán Serrano MD, Romero Collazos JF, Moreno Romero S, Mesa Santurino MS, Cabañas Artesilla MD, Pacheco del Cerro JL, González-Montero de Espinosa M. 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.
3. Haskell W, Lee IM, Pate RR, Powell K, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health, update recommendations for adults from the American College of Sport Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1423-34.
4. Romero T. Hacia una definición de Sedentarismo. *Rev Chil Cardiol* 2009; 28: 409-13.
5. Bernstein MS, Morabia A, Sloutskis D. Definition and prevalence of sedentarism in an urban population. *Am J Public Health* 1999; 89: 862-7.
6. Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med* 2009; 43: 1-2.
7. Lapeña S, Reguero S, Rodríguez LM. El niño y el deporte I. Desarrollo evolutivo y madurativo del niño. *Bol Pediatr* 1994; 35: 201-6.
8. Roman B, Serra Majem L, Ribas Barba L, Pérez Rodrigo C, Aranceta J. How many children and adolescents in Spain comply with the recommendations on physical activity? *J Sports Med Phys Fitness* 2008; 48: 380-7.
9. Caraveo-Anduaga JJ. Validez del cuestionario breve de tamizaje y diagnóstico (CBTD) para niños y adolescentes en escenarios clínicos. *Salud Mental* 2007; 30: 42-9.

10. Rodríguez Hernández A, De la Cruz-Sánchez E, Feu S, Martínez Santos R. Sedentarismo, obesidad y salud mental en la población española de 4 a 15 años de edad. *Rev Esp Salud Pública* 2011; 85: 373-82.
11. Adams RE, Bukowski WM. Peer victimization as a predictor of depression and body mass index in obese and non-obese adolescents. *J Child Psychol Psychiatry* 2008; 49: 858-66.
12. Michels N, Vanaelst B, Vyncke K, Sioen I, Huybrechts I, De Vriendt T, De Henauw S. Childrens Body composition and Stress. The ChiBS study: aims, design, methods, population and participation characteristics. *Archives of Public Health* 2012; 70: 17.
13. Schlüssel MM, Anjos LA, Teixeira M, De Vasconcellos L, Kac G. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: A population-based study. *Clin Nutr* 2008; 27: 601-7.
14. Pierson LM, Miller LE, Pierson ME, Herbert WG, Cook JW. Validity of hand-held dynamometry for strength assessment in cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil.* 2005; 25: 266-9.
15. O'Shea SD, Taylor NF, Partas JD. Measuring muscle strength for people with chronic obstructive pulmonary disease: Retest reliability of hand-held dynamometry. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007; 88: 32-6.
16. Merlini L, Mazzone ES, Solari A, Morandi L. Reliability of handheld dynamometry in spinal muscular atrophy. *Muscle Nerve* 2002; 26: 64-70.
17. Alloju SM, Herndon DN, McEntire SJ, Suman OE. Assessment of muscle function in severely burned children. *Burns.* 2008; 34: 452-9.
18. Crompton J, Galea MP, Phillips B. Hand-held dynamometry for muscle strength measurement in children with cerebral palsy. *Develop Med Child Neurol* 2007; 49: 106-11.
19. Kuh D, Bassey 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.

20. 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.
21. Webb DR. Strength training in children and adolescents. *Pediatr Clin North Am* 1990; 37: 1187-210.
22. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health 2010.
23. Wells JCK, Fewtrell MS. Measuring body composition. *Arch Dis Child* 2006; 91: 612-7.
24. Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, et al. Health consequences of obesity. *Arch Dis Child* 2003; 88: 748-52.
25. Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation. *Physiol Rev* 2000; 80: 1055-81.
26. Febbraio MA, Pedersen BK. Muscle-derived interleukin-6: mechanisms for activation and possible biological roles. *FASEB J* 2002; 16: 1335-47.
27. Pedersen BK, Akerstrom TC, Nielsen AR, Fischer CP. Role of myokines in exercise and metabolism. *J Appl Physiol* 2007; 103: 1090-3.
28. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived Interleukin-6. *Physiol Rev* 2008; 88: 1379-406.
29. Nielsen S, Pedersen BK. Skeletal muscle as an immunogenic organ. *Curr Opin Pharmacol* 2008; 8: 1-6.
30. Zoico E, Di Francesco V, Guralnik JM, Mazzali B, Bortolani A, Guariento S, Sergi G, Bosello O, Zamboni M. Physical disability and muscular strength in relation to obesity and different body composition indexes in a sample of healthy elderly women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28: 234-41.
31. Moreno LA, Pigeot I, Ahrens W. Childhood obesity: etiology - Synthesis part 2. In *Epidemiology of Obesity in Children and Adolescents - Prevalence and*

- Etiology. Editado por Moreno LA, Pigeot I, Ahrens W. Londres. Springer. 2011: 483-492.
32. 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.
  33. Ong KK. Early determinants of obesity. *Endocr Dev* 2010; 19: 53-61.
  34. Doménech E. Avances en neonatología. *An Esp Pediatr* 1999; 51: 97-106.
  35. Doménech E. Asistencia perinatal de los embarazos múltiples: ¿Situación de emergencia o catástrofe?. *An Esp Pediatr* 1998; 48: 150-1.
  36. Schieve LA, Rasmussen SA, Buck GM, Schendel DE, Reynolds MA, Wright VC. Are children born after assisted reproductive technology at increased risk for adverse health outcomes? *Obstet Gynecol.* 2004; 103: 1142-3.
  37. Blondel B, du Mazaubrun C, Breart G. Enquête nationale perinatale. 1995. Rapport de fin d'étude. Inserm.
  38. Allen MC, Donohue PK, Dusman AE. The limit of viability – neonatal outcome of infants born at 22 to 25 weeks' gestation. *N Engl J Med* 1993, 329: 1597-601.
  39. Collaborative European Group: Surfactant replacement therapy for severe neonatal respiratory distress syndrome: An international randomized clinical trial. *Pediatrics.* 1988; 82: 683-91.
  40. National Institutes of Health. Effect of corticosteroids for fetal maturation on perinatal outcomes. NIH Consensus Statement. Bethesda, MD. National Institutes of Health. 1994; 12: 1-24.
  41. Hebestreit H, Bar-Or O. Exercise and the child born prematurely. *Sports Med* 2001; 31: 591-9.
  42. Kajantie E, Strang-Karlsson S, Hovi P, Räikkönen K, Pesonen AK, et al. Adults born at very low birth weight exercise less than their peers born at term. *J Pediatr* 2010; 157: 610-6.

43. Rogers M, Fay TB, Whitfield MF, Tomlinson J, Grunau RE. Aerobic Capacity, strength, flexibility, and activity level in unimpaired extremely low birth weigh (<800 g) survivors at 17 years of age compared with term-born control subjects. *Pediatrics* 2005; 116: 58-66.
44. 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.
45. Saigal S, Pinelli J, Hoult L, Kim MM, Boyle M. Psychopathology and social competencies of adolescents who were extremely low birth weight. *Pediatrics* 2003; 111: 969-75.
46. Pesonen AK, Raikkönen K, Heinonen K, Andersson S, Hovi P, et al. Personality of young adults born prematurely: The Helsinki study of very low birth weight adults. *J Child Psychol Psychiatry* 2008; 49: 609-17.
47. Kajantie E. Fetal origins of stress-related adult disease. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2006; 1083: 11-27.
48. Johnson W, Krueger RF. Genetic and environmental structure of adjectives describing the domains of the Big Five Model of personality: A nationwide US twin study. *Journal of Research in Personality* 2004; 38: 448-72.
49. Palta M, Sadek-Badawi M, Sheehy M, Albanese A, Weinstein M, McGuinness G, et al. Respiratory symptoms at age 8 years in a cohort of very low birth weight children. *Am J Epidemiol* 2001; 154: 521-9.
50. Kriemler S, Keller H, Saigal S, Bar-Or O. Aerobic and lung performance in premature children with and without chronic lung disease of prematurity. *Clin J Sport Med* 2005; 15: 349-55.
51. Nixon PA, Washburn LK, Mudd LM, Webb HH, O'Shea TM. Aerobic fitness and physical activity levels of children born prematurely following randomization to postnatal dexamethasone. *J Pediatr* 2011; 158: 113-8.

52. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr* 2005; 146: 732-7.
53. Bonamy AK, Bendito A, Martin H, Andolf E, Sedin G, Norman M. Preterm birth contributes to increased vascular resistance and higher blood pressure in adolescent girls. *Pediatr Res* 2005; 58: 845-9.
54. Dalziel SR, Parag V, Rodgers A, Harding JE. Cardiovascular risk factors at age 30 following preterm birth. *Int J Epidemiol* 2007; 36: 907-15.
55. Doyle LW. Cardiopulmonary outcomes of extreme prematurity. *Semin Perinatol* 2008; 32: 28-34.
56. Powls A, Botting N, Cooke RW, Pilling D, Marlow N. Growth impairment in very low birth weight children at 12 years: correlation with perinatal and outcome variables. *Archs Dis Child* 1996; 75: F152-7.
57. Yloppo A. Das Wachstum der Frühgeborenen von der gebrut bis zum Schlalter. *Zeitschrift für kinderheilkunde* 1919; 24: 111-78.
58. Dunn HG, Robertson AM, Crichton JV. Clinical outcome: Neurologic sequelae and their evolution. In *Sequelae of low birthweight: The Vancouver Study*. Clinics in Developmental Medicine series. HG Dunn, ed. London: Mac Keith 1986: 68-96.
59. Hirata T, Bosque E. When they grow up: the growth of extremely low birth weight ( $\leq 1000$  gm) infants at adolescence. *J Pediatr* 1998; 132: 1033-5.
60. 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.
61. Casey PH, Kraemer HC, Bernbaum J, Tyson JE, Sells C, Yogman MW, Bauer CR. Growth patterns of low birthweight preterm infants: A longitudinal analysis of a large, varied sample. *P Pediatr* 1990; 117: 298-307.
62. Kitchen WH, Doyle LW, Ford GW, Callanan C. Very low birth weight an growth to age 8 years. I: Weigh and height. *Am J Dis Child* 1992; 146: 40-5.

63. 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. *Clinical Endocrinology* 2008; 69: 386-92.
64. Ford GW, Doyle LW, Davis NM, Callanan C. Very low birth weight and growth into adolescence. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2000; 154: 778-84.
65. Lanes R, Gunczler P, Weisinger JR. Decreased trabecular bone mineral density in children with idiopathic short stature: normalization of bone density and increased bone turnover after 1 year of growth hormone treatment. *Journal of Pediatrics* 1999; 135: 177-81.
66. 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.
67. Wang MC, Bachrach LK, Van Loan M, Hudes M, Flegal KM, Crawford PB. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone* 2005; 37: 474-81.
68. Fricke O, Roedder D, Kribs A, Tuttlewski B, von Kleist-Retzow JC, Herkenrath P, Roth B, Schoenau E. Relationship of muscle function to auxology in preterm born children at the age of seven years. *Horm Res Paediatr* 2010; 73: 390-7.
69. Ericson A, Kallen B. Very low birth weight boys at the age of 19. *Arch Dis Child* 1998; 78: F171-4.
70. 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.
71. Prat JA. Baería Eurofit II. Estandarización y baremación de la batería Eurofit en base a una muestra en la población catalana. *Revista de Investigación sobre Ciencias de la Educación Física y el Deporte* 1987; año III: 125-58.

72. International Physical Activity Questionnaire. Disponible en <http://www.ipaq.ki.se/downloads.htm> [Consultado el -----].
73. Hallal PC, Gómez LF, Parra DC, Lobelo F, Mosquera J, Florindo AA, Reis RS, Pratt M, Sarmiento OL. Lecciones aprendidas después de 10 Años del uso de IPAQ en Brasil y Colombia. *Journal of Physical Activity and Health* 2010; 7: 259-64.
74. Mata Zubillaga D, Suárez Rodríguez A, Torres Hinojal C, Carro Serrano A, Ortega García E. Uso del Cuestionario de Capacidades y Dificultades (SDQ) como instrumento de cribado de trastornos psiquiátricos en consulta de pediatría de Atención Primaria. *Bol Pediatr* 2009; 46: 259-62.
75. Fulcher ML, Hannaa CM, Elley CR. Reliability of handheld dynamometry in assessment of hip strength in adult male football players. *J Sci Med Sport* 2010; 13: 80-4.
76. Li RC, Jasiewicz JM, Middleton J, et al. The development, validity, and reliability of a manual muscle testing device with integrated limb position sensors. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87:411-7.
77. Stark T, Walker N, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R* 2011; 3: 472-9.
78. Pieterse S, Manandhar M, Ismael S. The association between nutritional status and handgrip strength in older Rwandan refugees. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56: 933-9.
79. García Sánchez I, Requena Sánchez B. La repetición máxima en el ejercicio de sentadilla: procedimientos de medida y factores determinantes. *Apunts Educación Física y Deportes* 2011; 104: 96-105.
80. Peterson MD, Alvar BA, Rhea MR. The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2006; 20: 867-73.

81. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJR, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, Rowland TW. Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 60-79.
82. Faigenbaum AD, McFarland JE, Herman R, Nacleiro F, Ratamess NA, Kang J, Myer GD. Reliability of one repetition-maximum power clean test in adolescent athletes. *J Strength Cond Res* 2012; 26: 432-7.
83. Davies PS. Body composition assessment. *Arch Dis Child* 1993; 69: 337-8.
84. Binkovitz LA, Henwood MJ. Pediatric DXA: technique and interpretation. *Pediatr Radiol* 2007; 37: 21-31.
85. Salle BL, Braillon P, Glorieux FH, et al. Lumbar bone mineral content measured by dual energy X-ray absorptiometry in newborns and infants. *Acta Paediatr* 1992; 81: 953-8.
86. National Osteoporosis Society (2004) A practical guide to bone densitometry in children. National Osteoporosis Society, Camerton, Bath, UK.
87. Binkovitz LA, Sparke P, Henwood MJ. Pediatric DXA: clinical applications. *Pediatr Radiol* 2007; 37: 625-35.
88. Kimberly G.L, Choherty J.P. Identificación del recién nacido de alto riesgo y valoración de la edad gestacional. Prematuridad, hipermadurez, peso elevado y bajo peso para su edad gestacional. En *Manual de Cuidados Neonatales*. Edt Choherty J P, Eichenwald E.C., Stark A.R. 4 Ed (Barc) 2005, 3: 50-66.
89. Vrijlandt EJ, Gerritsen J, Boezen HM, Grevink RG, Duiverman EJ. Lung function and exercise capacity in young adults born prematurely. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 890-6.
90. Carrascosa A, Fernández JM, Fernández C, Ferrández A, López-Siguero JP, Sánchez E, Sobradillo B, Ruiz C, Yeste D y 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.

91. 59ª Asamblea General. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial [en línea]. Disponible en:  
  
[http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/17c\\_es.pdf](http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/17c_es.pdf).
92. Constitución de la Organización Mundial de la Salud, aprobada en la Conferencia Internacional de Salud de 1.946, y que entró en vigor el 7 de abril de 1.948.
93. 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.
94. Illingworth RS. Basic developmental screening 0-2 years. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1977.
95. Vohr BR, Msall ME. Neuropsychological and functional outcomes of very low birth weight infants. *Semin Perinatol* 1997;21: 202-20.
96. Saigal S, Lambert M, Russ C, Hoult L. Self-esteem of adolescents who were born prematurely. *Pediatrics* 2002; 109 :429-33.
97. 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.
98. 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.
99. 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.
100. Holsti L, Grunau RVE, Whitfield MF. Developmental coordination disorder in extremely low birth weight children at nine years. *J Dev Behav Pediatr* 2002; 23: 9-15.

101. Doyle LW, Cheung MM, Ford GW, Olinsky A, Davis NM, Callanan C. Birth weight <1501 g and respiratory health at age 14. *Arch Dis Child* 2001; 84: 40-4.
102. Korhonen P, Laitinen J, Hyodymaa E, Tammela O. Respiratory outcome in school-aged, very-lowbirth- weight children in the surfactant era. *Acta Paediatr* 2004; 93: 316-21.
103. Kilbride HW, Gelatt MC, Sabath RJ. Pulmonary function and exercise capacity for ELBW survivors in preadolescence: effect of neonatal chronic lung disease. *J Pediatr* 2003; 143: 488-93.
104. Saigal S, Stoskopf BL, Streiner 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.
105. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Short and Long forms. Revised November 2005. Disponible en <http://www.ipaq.ki.se>
106. Heinonen K, Räikkönen K, Pesonen AK, Andersson S, Kajantie E, Eriksson J, Wolke D, Lano A. Behavioural symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder in preterm and term children born small and appropriate for gestational age: A longitudinal study. *BMC Pediatrics* 2010; 10: 91.
107. Elgen Sk, Reversen KT, Grundt GH, Hurum J, Sundby AB, Elgen IB, Markestad T. Mental health at 5 years among children born extremely preterm: a national population-based study. *Eur Child Adoles Psychiatry* 2012; 21: 583-9.
108. Leunissen RWJ, Stijnen T, Boot AM, Hokken-Koelega ACS. Influence of birth size on body composition in early adulthood: the programming factors for growth and metabolism (PROGRAM)-study. *Clinical Endocrinology* 2009; 70: 245-51.
109. The Writing Group for the ISCD Position Development Conference. Diagnosis of osteoporosis in men, premenopausal women, and children. *J Clin Densitom* 2004; 7: 17-26.

110. Kyle UG, Genton L, Hans K, Karsegard VL, Michel JP, Slosman DO, Pichard C. Total body mass, fat mass, fat-free mass, and skeletal muscle in older people: cross-sectional differences in 60-year-old persons. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 1633-40.
111. Albanese CV, Diessel E, Genant HKJ. Clinical applications of body compositor measurements using DXA. *J Clin Densitom* 2003; 6: 75-85.
112. Roux C. Non-invasive method for measuring bone mineral density. *Med Sci (Paris)* 2003; 19: 231-8.
113. Njeh CF, Fuerst T, Hans D, Blake GM, Genant HK. Radiation exposure in bone mineral density assessment. *Appl Radiat Isot* 1999; 50: 215-36.
114. 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.
115. Bezakova E, Collins PJ, Beddoe AH. Absorbed dose measurements in dual energy X-ray absorptiometry (DXA). *Br J Radiol* 1997; 70: 172-9.
116. 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.
117. Huda W, Morin RL. Patient doses in bone mineral absorptiometry. *Br J Radiol* 1996; 69: 422-5.
118. Lewis MK, Blake GM, Fogelman I. Patient dose in dual x-ray absorptiometry. *Osteoporosis Int* 1994; 4: 11-5.
119. Kalender WA. Effective dose values in bone mineral measurements by photon absorptiometry and computed tomography. *Osteoporosis Int* 1992; 2: 82-7.
120. ICRP Publication. Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste. A report of The International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 1998; 28: 1-25.

121. Cameron J. Radiation dosimetry. *Environmental Health Perspectives* 1991; 91: 45-8.

**Anexos**

# 10. ANEXOS

## Anexo 1. Cuestionario IPAQ

### CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (Octubre de 2002)

Quarterly for Exercise and Sport, 71 (2): s114-20. Otras publicaciones científicas y presentaciones acerca del uso del IPAQ se encuentran resumidas en la página Web.

### VERSIÓN LARGA FORMATO AUTO ADMINISTRADO - ÚLTIMOS 7 DÍAS

#### PARA USO CON JÓVENES Y ADULTOS DE MEDIANA EDAD (15-69 años)

Los Cuestionarios Internacionales de Actividad Física (IPAQ, por sus siglas en inglés) contienen un grupo de 4 cuestionarios. La versión larga (5 objetivos de actividad evaluados independientemente) y una versión corta (4 preguntas generales) están disponibles para usar por los métodos por teléfono o auto administrado. El propósito de los cuestionarios es proveer instrumentos comunes que pueden ser usados para obtener datos internacionalmente comparables relacionados con actividad física relacionada con salud.

#### Antecedentes del IPAQ

El desarrollo de una medida internacional para actividad física comenzó en Ginebra en 1988 y fue seguida de un extensivo examen de confiabilidad y validez hecho en 12 países (14 sitios) en el año 2000. Los resultados finales sugieren que estas medidas tienen aceptables propiedades de medición para usarse en diferentes lugares y en diferentes idiomas, y que son apropiadas para estudios nacionales poblacionales de prevalencia de participación en actividad física.

#### Uso del IPAQ

Se recomienda el uso de los instrumentos IPAQ con propósitos de monitoreo e investigación. Se recomienda que no se hagan cambios en el orden o redacción de las preguntas ya que esto afectará las propiedades psicométricas de los instrumentos.

#### Traducción del Inglés y Adaptación Cultural

Traducción del Inglés es sugerida para facilitar el uso mundial del IPAQ. Información acerca de la disponibilidad del IPAQ en diferentes idiomas puede ser obtenida en la página de internet [www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se). Si se realiza una nueva traducción recomendamos encarecidamente usar los métodos de traducción nuevamente al Inglés disponibles en la página web de IPAQ. En lo posible por favor considere poner a disposición de otros su versión traducida en la página web de IPAQ. Otros detalles acerca de traducciones y adaptación cultural pueden ser obtenidos en la página web.

#### Otros Desarrollos de IPAQ

Colaboración Internacional relacionada con IPAQ es continua y un **Estudio Internacional de Prevalencia de Actividad Física** se encuentra en progreso. Para mayor información consulte la página web de IPAQ.

#### Información Adicional

Información más detallada del proceso IPAQ y los métodos de investigación usados en el desarrollo de los instrumentos IPAQ se encuentra disponible en la página [www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se) y en Booth, M.L. (2000). *Assessment of Physical Activity: An International Perspective*. Research

## CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** y **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal.

### PARTE 1: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON EL TRABAJO

La primera sección es relacionada con su trabajo. Esto incluye trabajos con salario, agrícola, trabajo voluntario, clases, y cualquier otra clase de trabajo no pago que usted hizo fuera de su casa. No incluya trabajo no pago que usted hizo en su casa, tal como limpiar la casa, trabajo en el jardín, mantenimiento general, y el cuidado de su familia. Estas actividades serán preguntadas en la parte 3.

1. ¿Tiene usted actualmente un trabajo o hace algún trabajo no pago fuera de su casa?

Sí

No 

Pase a la PARTE 2: TRANSPORTE

Las siguientes preguntas se refieren a todas las actividades físicas que usted hizo en los **últimos 7 días** como parte de su trabajo pago o no pago. Esto no incluye ir y venir del trabajo.

2. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas vigorosas como levantar objetos pesados, excavar, construcción pesada, o subir escaleras como parte de su trabajo? Píense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

           días por semana

Ninguna actividad física vigorosa relacionada con el trabajo  
Pase a la pregunta 4 

No sabe/No está seguro(a)

3. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas vigorosas en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

           horas por día  
           minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

4. Nuevamente, piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo Usted actividades físicas moderadas como cargar cosas ligeras como parte de su trabajo? Por favor no incluya caminar.

           días por semana

No actividad física moderada relacionada con el trabajo  
Pase a la pregunta 6 

5. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas moderadas en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

           horas por día  
           minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

6. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por lo menos 10 minutos continuos como parte de su trabajo? Por favor no incluya ninguna caminata que usted hizo para desplazarse de o a su trabajo.

           días por semana

Ninguna caminata relacionada con trabajo  
Pase a la PARTE 2: TRANSPORTE 

7. ¿Cuánto tiempo en total pasó generalmente caminado en uno de esos días como parte de su trabajo?

           horas por día  
           minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 2: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON TRANSPORTE**

Estas preguntas se refieren a la forma como usted se desplazó de un lugar a otro, incluyendo lugares como el trabajo, las tiendas, el cine, entre otros.

8. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días viajó usted en un vehículo de motor como un tren, bus, automóvil, o tranvía?

\_\_\_ días por semana

No viajó en vehículo de motor



Pase a la pregunta 10

9. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días viajando en un tren, bus, automóvil, tranvía u otra clase de vehículo de motor?

\_\_\_ horas por día  
\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Ahora piense únicamente acerca de montar en bicicleta o caminatas que usted hizo para desplazarse a o del trabajo, haciendo mandados, o para ir de un lugar a otro.

10. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días montó usted en bicicleta por al menos 10 minutos continuos para ir de un lugar a otro?

\_\_\_ días por semana

No montó en bicicleta de un sitio a otro



Pase a la pregunta 12

11. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días montando en bicicleta de un lugar a otro?

\_\_\_ horas por día  
\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

12. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos para ir de un sitio a otro?

\_\_\_ días por semana

No caminatas de un sitio a otro



Pase a la PARTE 3: TRABAJO DE LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y CUIDADO DE LA FAMILIA

13. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando de un sitio a otro?

\_\_\_ horas por día  
\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 3: TRABAJO DE LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y CUIDADO DE LA FAMILIA**

18. Una vez más, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tal como cargar objetos livianos, lavar ventanas, estregar pisos y barrer dentro de su casa?

\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física moderada dentro de la casa

→  
Pase a la PARTE 4:  
**ACTIVIDADES FÍSICAS DE RECREACIÓN, DEPORTE Y TIEMPO LIBRE**

Esta sección se refiere a algunas actividades físicas que usted hizo en los últimos 7 días en y alrededor de su casa tal como arreglo de la casa, jardinería, trabajo en el césped, trabajo general de mantenimiento, y el cuidado de su familia.

14. Piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas vigorosas tal como levantar objetos pesados, cortar madera, patear nieve, o excavar en el jardín o patio?

\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física vigorosa en el jardín o patio

→  
Pase a la pregunta 16

15. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas vigorosas en el jardín o patio?

\_\_\_ horas por día  
\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

16. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tal como cargar objetos livianos, barrer, lavar ventanas, y rastillar en el jardín o patio?

\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física moderada en el jardín o patio

→  
Pase a la pregunta 18

17. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas en el jardín o patio?

\_\_\_ horas por día  
\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

19. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas dentro de su casa?

\_\_\_ horas por día  
\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 4: ACTIVIDADES FÍSICAS DE RECREACIÓN, DEPORTE Y TIEMPO LIBRE**

24. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tal como pedalear en bicicleta a paso regular, nadar a paso regular, jugar dobles de tenis, en su tiempo libre?

\_\_\_\_ días por semana  
 Ninguna actividad física moderada en tiempo libre →  
**Pase a la PARTE 5: TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)**

25. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas en su tiempo libre?  
\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_ minutos por día  
 No sabe/No está seguro(a)

20. Esta sección se refiere a todas aquellas actividades físicas que usted hizo en los últimos 7 días únicamente por recreación, deporte, ejercicio o placer. Por favor no incluya ninguna de las actividades que ya haya mencionado.

20. Sin contar cualquier caminata que ya haya usted mencionado, durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días caminó usted por lo menos 10 minutos continuos en su tiempo libre?

\_\_\_\_ días por semana  
 Ninguna caminata en tiempo libre →  
**Pase a la pregunta 22**

21. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando en su tiempo libre?  
\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_ minutos por día  
 No sabe/No está seguro(a)

22. Piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas vigorosas tal como aeróbicos, correr, pedalear rápido en bicicleta, o nadar rápido en su tiempo libre?

\_\_\_\_ días por semana  
 Ninguna actividad física vigorosa en tiempo libre →  
**Pase a la pregunta 24**

23. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas vigorosas en su tiempo libre?  
\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_ minutos por día  
 No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 5: TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)**

Las últimas preguntas se refieren al tiempo que usted permanece sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto incluye tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión. No incluya el tiempo que permanece sentado(a) en un vehículo de motor que ya haya mencionado anteriormente.

26. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció sentado(a) en un día en la semana?

\_\_\_ horas por día  
\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

27. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció sentado(a) en un día del fin de semana?

\_\_\_ horas por día  
\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

**Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.**

## Anexo 2.1. Cuestionario de Capacidades y Dificultades (SDQ)

<ol style="list-style-type: none"><li>1. Tiene en cuenta los sentimientos de otras personas</li><li>2. Es inquieto/a, hiperactivo/a, no puede permanecer quieto/a por mucho tiempo</li><li>3. Se queja con frecuencia de dolores de cabeza, de estómago, o de náuseas</li><li>4. Comparte frecuentemente con otros niños/as chucherías, juguetes, lápices</li><li>5. Frecuentemente tiene rabietas o mal genio</li><li>6. Es más bien solitario/a y tiende a jugar solo/a</li><li>7. Por lo general es obediente, suele hacer lo que le piden los adultos</li><li>8. Tiene muchas preocupaciones, a menudo parece inquieto o preocupado/a</li><li>9. Ofrece ayuda cuando alguien resulta herido, disgustado o enfermo</li><li>10. Está continuamente moviéndose y es revoltoso/a</li><li>11. Tiene por lo menos un/a buen/a amigo/a</li><li>12. Pelea con frecuencia con otros niños/as o se meten con ellos/ellas</li><li>13. Se siente a menudo infeliz, desanimado o lloroso/a</li><li>14. Por lo general cae bien a los otros niños/as</li><li>15. Se distrae con facilidad, su concentración tiende a disiparse</li><li>16. Es nervioso/a o dependiente ante nuevas situaciones, fácilmente pierde la confianza en si mismo/a</li><li>17. Trata bien a los niños/as más pequeños/as</li><li>18. A menudo miente y engaña</li><li>19. Los otros niños se meten con él/ella o se burlan de él/ella</li><li>20. A menudo se ofrece para ayudar (a padres, maestros, otros niños)</li><li>21. Piensa las cosas antes de hacerlas</li><li>22. Roba cosas en casa, en la escuela o en otros sitios</li><li>23. Se lleva mejor con adultos que con otros niños/as</li><li>24. Tiene muchos miedos, se asusta fácilmente</li><li>25. Termina lo que empieza, tiene buena concentración</li></ol>	
---	--

0 – No es cierto

1 – Un tanto cierto

2 – Absolutamente cierto

## Anexo 2.2. Sistema de puntuación del cuestionario de capacidades y dificultades (SDQ)

- Los 25 temas del cuestionario comprenden 5 escalas con 5 temas cada una.
- El primer paso para su puntuación suele ser puntuar cada una de las escalas.
- “Un tanto cierto” se puntúa siempre como 1, pero las puntuaciones de “No es cierto” y “Absolutamente cierto” varían según el tema tratado.
- Para cada una de las 5 escalas, la puntuación puede variar desde 0 hasta 10 si los 10 temas fueron completados.

Absolutamente	No es cierto	Un tanto cierto	cierto
<b>Síntomas Emocionales (SE)</b>			
3. Se queja con frecuencia de...	0	1	2
8. Tiene muchas preocupaciones	0	1	2
13. Se siente a menudo infeliz	0	1	2
16. Es nervioso o dependiente	0	1	2
24. Tiene muchos miedos	0	1	2
<b>Problemas de Conducta (PC)</b>			
5. Frecuentemente tiene rabietas	0	1	2
12. Pelea con frecuencia	0	1	2
7. Por lo general es obediente	2	1	0
18. A menudo miente o engaña	0	1	2
22. Roba cosas en casa	0	1	2
<b>Hiperactividad (HA)</b>			
2. Es inquieto, hiperactivo	0	1	2
10. Está continuamente moviéndose	0	1	2
15. Se distrae con facilidad	0	1	2
21. Piensa las cosas antes de hacerlas	2	1	0
25. Termina lo que empieza	2	1	0
<b>Problemas con compañeros (PcC)</b>			
6. Es más bien solitario	0	1	2
11. Tiene por lo menos un amigo	2	1	0
14. Por lo general cae bien	2	1	0
19. Se meten con él	0	1	2
23. Se lleva mejor con adultos	0	1	2
<b>Conducta prosocial (CP)</b>			
1. Tiene en cuenta los sentimientos	0	1	2
4. Comparte frecuentemente	0	1	2
9. Ofrece ayuda cuando la necesitan	0	1	2
17. Trata bien a niños pequeños	0	1	2
20. A menudo se ofrece para ayudar	0	1	2

### Anexo 3. Anamnesis

Fecha:                      Fecha nacimiento:                      Edad:                      Edad corregida:  
Nombre:                      Apellidos:                      Teléfono:  
Peso:                      g (P )                      Talla:                      cm (P )                      IMC:                      Kg/m<sup>2</sup>(P )  
Residencia:                      Colegio:                      Curso:

#### Antecedentes familiares

Hermanos: /

Madre: Edad:                      Peso:                      Talla:                      IMC:                      Enfermedades:

Padre: Edad:                      Peso:                      Talla:                      IMC:                      Enfermedades:

Resto: Enf. degenerativas                       TDAH                                            Epilepsia                       Otras                     

#### Antecedentes perinatales

EG:                      sem                      Parto:                      Amniorrexis:                      h                      Reanimación: sí / no ( )

Gestación:                      Edad                      Reproducción asistida                       AA                                            Infección                     

Tóxicos  :                      Movimientos fetales  (                      sem)

Test de Apgar /                      PRN:                      g (P )                      TRN:                      cm (P )                      PC:                      cm (P )  
)

#### Ingreso en neonatología

Duración:                      días.                      Días en UCIN:                      Días en incubadora:                      Días en cuna:

Ventilación mecánica: sí / no (                      días)

Infecciones : sí / no (tipo                      germen                      antibiótico                      -                      días)

Electrolitos:                      HipoNa                       HiperNa                       HipoGluc                       HiperGluc                       HipoCa                         
Otras

Hiperbilirrubinemia: sí / no (cifra                      ddv                      )                      Fototerapia: sí / no

Pruebas imagen cerebral:                      ECO                      (N -                      )                      TAC                      (N -                      )

RMN (N - )

Exploración neurológica al alta:  Normal  
 Alterada :

**Antecedentes personales**

Vacunación:

Tratamiento habitual:

Ingresos (edad):

Intervenciones quirúrgicas (edad):

**Desarrollo** (edad cronológica y corregida)

Sostén cefálico:

Sedestación:

Gateo: sí / no

Marcha liberada:

Lenguaje estructurado:

Lateralidad:	Mano (coger papel)	Derecha / Izquierda
	Ojo (mirar a través de canutillo)	Derecha / Izquierda
	Pie (patada o subir a silla)	Derecha / Izquierda

## Anexo 4.1. Hoja informativa anexa al consentimiento informado

### Hoja informativa

El estudio titulado tiene como objetivo:

Conocer si el bajo peso al nacimiento o la prematuridad son factores que estén relacionados con la fuerza y la actividad física y con la adquisición del equilibrio postural.

Valorar la relación entre fuerza y actividad física en niños y adolescentes con bajo peso al nacimiento o prematuridad.

Valorar la relación de la prematuridad y la actividad física con la masa muscular y la densidad ósea.

Valorar si el grado de prematuridad influye en el desarrollo del equilibrio y la coordinación motora.

Una vez concluido pretendemos emplear los resultados obtenidos para mejorar la asistencia a los niños nacidos prematuros y profundizar en el conocimiento de los mismos, así como para abrir nuevas líneas de actuación e investigación.

Para ello hemos diseñado un estudio consistente en:

Recopilación de datos clínicos que figuran en el historial del paciente.

Realización de test conductuales por parte de los padres.

Anamnesis y exploración de los niños.

Realización de varias pruebas:

Densitometría por absorción dual de rayos X (DEXA)\*.

Estabilometría.

Dinamometría.

Test para valoración de coordinación motora.

\*La radiación a la que somete al paciente supone la décima parte de una placa de tórax.

## Anexo 4.2. Hoja informativa anexa a consentimiento informado

### Valores de exposición a radiación

Fuente	Dosis de radiación (mSv)
Radiografía lateral de columna lumbar	0.7
Mamografía	0.45
Radiografía dental (ortopantomografía)	0.1
Vuelo transoceánico (7 horas)	0.06
Radiografía de tórax	0.05
DEXA	0.002

#### Bibliografía:

1. Albanese CV, Diessel E y Genant HKJ. Clinical applications of body composition measurements using DXA. *J Clin Densitom* 2003; 6: 75-85.
2. Roux C. Non-invasive method for measuring bone mineral density. *Med Sci (Paris)* 2003; 19: 231-8.
3. Njeh CF, Fuerst T, Hans D, Blake GM y Genant HK. Radiation exposure in bone mineral density assessment. *Appl Radiat Isot* 1999; 50: 215-36.
4. Steel SA, Baker AJ y 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.
5. Bezakova E, Collins PJ y Beddoe AH. Absorbed dose measurements in dual energy X-ray absorptiometry (DXA). *Br J Radiol* 1997; 70: 172-9.
6. Njeh CF, Samat SB, Nightingale A, McNeil EA y 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.
7. Huda W y Morin RL. Patient doses in bone mineral absorptiometry. *Br J Radiol* 1996; 69: 422-5.
8. Lewis MK, Blake GM y Fogelman I. Patient dose in dual x-ray absorptiometry. *Osteoporosis Int* 1994; 4: 11-5.
9. Kalender WA. Effective dose values in bone mineral measurements by photon absorptiometry and computed tomography. *Osteoporosis Int* 1992; 2: 82-7.
10. ICRP Publication 60. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiation Protection, *Annals of the ICRP* 21: no. 1-3, 1991.
11. Cameron J. Radiation dosimetry. *Environmental Health Perspectives* 1991; 91: 45-8.
12. Hall EJ. Radiation and life. Pergamon 1984, New York.

## Anexo 5. Consentimiento informado

### Declaración de consentimiento informado

Yo, D./Dña \_\_\_\_\_, con DNI nº \_\_\_\_\_,  
padre / madre/ tutor legal del niño/a \_\_\_\_\_,  
manifiesto que:

He leído la hoja informativa que me ha sido entregada.

He efectuado preguntas y recibido respuestas satisfactorias sobre el estudio.

He recibido hablado con el investigador y obtenido suficiente información.

Entiendo que la participación es voluntaria.

Entiendo que puedo abandonar el estudio cuando lo desee, sin que tenga que dar explicaciones y sin que ello afecte a la atención médica.

He sido informado de forma clara, precisa y suficiente de que los datos personales que contiene serán tratados y custodiados con respeto a mi intimidad y a la vigente normativa de protección de datos. Sobre estos datos me asisten los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento.

Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento y lo acepto expresamente. Y por ello firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para manifestar mi deseo de participar en este estudio sobre “Fuerza y equilibrio en niños nacidos prematuros”, hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

Madre / padre / tutor legal

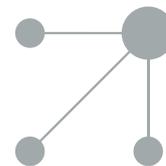
Investigador

Fdo.:

Fdo.:

León, a

**Anexo 6. Artículo Publicado en Anales de Pediatría**



## ORIGINAL

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

D. Mata Zubillaga<sup>a,\*</sup>, C. Rodríguez Fernández<sup>b</sup>, L.M. Rodríguez Fernández<sup>b</sup>, J.A. de Paz Fernández<sup>c</sup>, S. Arboleda Franco<sup>c</sup> y F. Alonso Patiño<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Pediatría, Centro de Salud Ponferrada IV. Ponferrada, León

<sup>b</sup> Servicio de Pediatría y Neonatología, Complejo Asistencial Universitario de León, León

<sup>c</sup> 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

### 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  $\leq 1.500$  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  $\leq 1.500$  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](mailto: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 pretermatures with birth-weight  $\leq 1500$  g, 29 pretermatures 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 progresiva<sup>1</sup>. 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 décadas<sup>2</sup>.

La composición corporal de las personas en la infancia y adolescencia se modifica con el paso del tiempo<sup>3,4</sup>. Además de darse una evolución cuantitativa paralela al crecimiento, se producen cambios continuos en las proporciones y cualidades de sus componentes<sup>5</sup>. Además, en las últimas 2 décadas se ha descrito al músculo esquelético como parte fundamental del sistema inmunitario, así como un órgano endocrino<sup>6</sup>.

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 sobrecarga<sup>7</sup>. 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<sup>8,9</sup>. Igualmente, se ha descrito que presentan globalmente más problemas en cuanto al tono muscular y la coordinación motora<sup>10-12</sup>, y que la fuerza muscular es inferior en muchas ocasiones<sup>13</sup>.

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:  $\leq 1.500$  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.<sup>14</sup>.

#### 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.

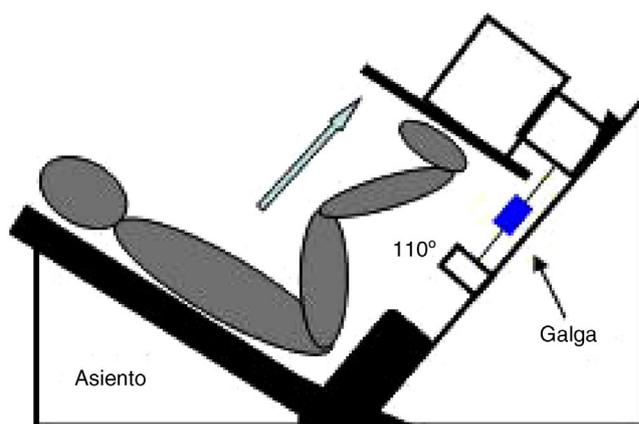


Figura 3 Prensa inclinada de 45°. Se observa la galga extensiométrica conectada a la plataforma.

**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/m<sup>2</sup>)</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 vivos<sup>15</sup>. 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  $\leq$  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 años<sup>16</sup>.

## Composición corporal

Múltiples factores influyen en la composición corporal de un individuo adulto. El fenómeno de catch-up<sup>17,18</sup> 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<sup>17,19,20</sup>.

Ha sido previamente documentado que el peso al nacimiento no es condicionante para la composición corporal en la edad adulta<sup>9,21,22</sup>. 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 frecuencia<sup>23-30</sup>.

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 adolescencia<sup>19</sup> y, sobre todo, en adultos jóvenes<sup>9,18,21,22</sup>. 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) <sup>a</sup>	4,0 ± 1,5	3,7 ± 1,3	3,5 ± 1,1	0,43
Iso_máx./magro.mmii (kg/kg) <sup>b+</sup>	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  $\leq$  1.500g; PREM.2: grupo de prematuros de PRN 1.500-2.500g; Sig.: significación estadística.

<sup>a</sup> Proporción entre fuerza isométrica y peso del sujeto.

<sup>b</sup> 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<sup>13,31,32</sup>. 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 adolescentes<sup>8</sup>, 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 infantil<sup>31</sup> 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<sup>8,13,32</sup>. 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](http://www.INEbase/Demografía y Población/Movimiento natural de la población).
3. Kuh D, Bassej 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  $\leq 32$  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. 59<sup>a</sup> Asamblea General. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial [en línea]. [consultado 20 Sep 2014]. Disponible en: [http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/17c\\_es.pdf](http://www.wma.net/es/30publications/10policies/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 composition 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.