

# Predicción del desarrollo mental a los 20 meses de edad por medio de la evaluación del desarrollo psicomotor a los seis meses de vida en niños sanos

Rosa Ramos,<sup>1</sup> Francisco Cruz,<sup>1</sup> Miguel Pérez,<sup>1</sup> Ma. Teresa Salvatierra,<sup>2</sup> Concepción Robles,<sup>2</sup> Bertold U.V. Koletzko,<sup>3</sup> Tamas Decsi,<sup>4</sup> Cristina Campoy<sup>2</sup>

Artículo original

## SUMMARY

### Introduction

The study of the possible protector factors and the risk factors can favour or harm women during pregnancy, and so, the infant during the pre- and post-natal periods, has today become a necessary and a high priority objective of world health. In agreement with this proposal, carrying out follow-up programs to prevent, detect and treat consequences in infant development is one of the objectives of Early Care (EC). The follow-up is the way to verify whether the development of the child is occurring within the guidelines of normalcy, or if there is a suspicion that he may be suffering from delays. In order to do this in an appropriate way, one of the necessary conditions is to have access to the tables and instruments that include up-to-date parameters of the course of overall development in the normal population.

If the detection and follow-up of risk populations is a key task in the context of early attention, so are the longitudinal studies that use the normal population as the focus of their study. Currently, in various countries in the European Union, important follow-up studies are being carried out of a multi-disciplinary nature (EARNEST Project, NUHEAL Project, and Spanish INMA Network), with the purpose of evaluating the development of the child in general and, specifically, his mental development. These studies take into account, among others, a series of parameters that contemplate the eating habits of the mother, exposure to environmental contaminants, styles of care and the physical, mental and social follow-up of the development of the children up to ages that include adolescence.

One of the factors associated with mental development is psychomotricity. The psychomotor development refers to the acquisition of skills observed in the child in a continuous way throughout childhood, and it is associated, on the one hand, with the maturing of the Central Nervous System (proliferation of the dendrites, synaptogenesis and the myelination of the axons) from the first months of life up to the age of two. This maturation process has a pre-established order and a clear and predictable sequence: the progress is in a cephalocaudal sense and from proximal to distal. On the other hand, the psychomotor

development is also associated with the learning done by the baby and the child in their interactions with themselves and their surroundings, with the affective links they establish based on the affect and stability of the care received and the perception of everything around them (people, images, sounds, movement...). These conditions are determinants in the emotional development, communicative functions, adaptive behaviours and attitude toward learning. It has been proposed that the psychomotor development precedes the mental development and forms the base on which it is established. And although it must be kept in mind that there are degrees of individual variation in normal psychomotor development, depending on the interaction between genetic and environmental factors, it can be said that full term babies who are born healthy follow a pattern of development or skills acquisition.

This pattern is clear, and basic milestones have been defined that are easy to measure and that make it possible to know when a child is progressing satisfactorily. In these children, the rhythm of psychomotor development in the first two years of life is quite rapid. At six to seven months, they can sit and crawl; at eight to nine months, they stand up; and at 10 to 12 months, they walk with help. Through their movements and manipulations, they are exploring, imitating, learning and understanding. It is important to observe and rigorously follow the way the psychomotor development is occurring and being established in children because it may provide us with early indications of possible consequences in some parameters of their mental development. Another factor that is related to the mental development, in addition to the psychomotor development, is the somatic growth or development of the child. Numerous studies show how the weight, length and cephalic perimeter are predictors of disorders in development in the case of a risk, high-risk and/or clinical population with established problems and diverse associated pathologies. Therefore, these measures of growth constitute essential parameters to keep in mind for an early intervention in the deviations and disorders in development. In this study, it has been proposed the need to verify whether this relationship of prediction between somatic growth and psychomotor and mental development also occurs in populations of healthy children. The main objective of this study was to describe the evolution of the neurodevelopment in

<sup>1</sup> Department of Personality, Evaluation and Psychological Treatment. School of Psychology, University of Granada, Spain.

<sup>2</sup> Department of Paediatrics. School of Medicine. University of Granada. Spain.

<sup>3</sup> Division of Metabolic Diseases and Nutrition, Dr. von Hauner Children's Hospital, Ludwig Maximilians University. Munich. Germany.

<sup>4</sup> Department of Paediatrics. School of Medicine. University of Pécs, Hungary.

Correspondence: Rosa María Ramos Díaz. A/A: Sr. Director del Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico. Facultad de Psicología. Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja. 18071 Granada (España). Tel.:(34) 653241331 y Fax: (34) 958243749. e-mail:rosadi@mixmail.com

Recibido primera versión: 11 de diciembre de 2006. Segunda versión: 2 de agosto de 2007. Aceptado: 1 de octubre de 2007.

healthy children from the sixth to the 20<sup>th</sup> month of life. We now present the results of a part of the follow-up from the NUHEAL Project.

#### Material and method

The sample studied was composed of 66 (32 boys/34 girls) full-term, healthy infants, with a weight at birth appropriate for their gestational age, born at the San Cecilio Clinical University Hospital in Granada. All of their mothers were participants in the NUHEAL project, and they did not receive docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid supplements. To evaluate the neurodevelopment of the infants, the Bayley Scales of Infant Development (BSID) were used at six months ( $6.22 \pm 0.29$ ) (n:66) and at 20 months ( $19.56 \pm 1.17$ ) (n:56). The evaluation was performed by a psychologist who had been trained for this. The BSID evaluates three aspects of development: motor development, mental development and the behaviour of the child. It provides an index of mental development (MDI) and an index of psychomotor development (PDI). In addition, an evaluation of the somatic or anthropometric development was also performed by an expert paediatrician, taking into account the following variables: weight, height, cephalic and thoracic perimeter at birth, at six months of age and at 20 months. The local Ethical Committee of the University Clinical Hospital "San Cecilio" of Granada approved the study protocol. After a careful explanation of the study details, written informed consent was obtained from all participating women.

#### Results

The preliminary data obtained in this study showed that the psychomotor development of the children was greater than the mental development, at both six and 20 months of age, with the mean from the Psychomotor Development Index (PDI) being ( $107.95 \pm 11.70$  vs  $125.39 \pm 10.51$ ) at six and 20 months, respectively, and the mean from the Mental Development Index (MDI) being ( $97.73 \pm 9.14$  vs  $119.64 \pm 12.41$ ) at six and 20 months of age. The results showed that the MDI at 20 months was greater in those children who had a greater PDI at six months, ( $F(1, 52) = 4.27$ ;  $p < 0.044$ ). No statistically significant relationships were found between the anthropometric data at six months and the EBDI development indices (MDI and PDI) at 20 months of age.

#### Discussion

The main purpose of this study was to describe the state of the neurodevelopment of a sample of healthy children at six and 20 months of age. The results indicate that the sample in this research project falls in the range of normalcy. These data are important because we wanted to investigate the development of healthy children and not that of high-risk children or children in populations with pathologies. It should be highlighted that, although the children had a good mental and psychomotor development at both ages, the psychomotor development was superior to the mental at both six months and 20 months, and that the MDI at 20 months was greater in the children who had a higher PDI at six months. Therefore, it can be said that the PDI at six months predicted the MDI at 20 months. These results are along the lines of proposals made by various authors with regard to psychomotor development preceding mental development, and they agree with clinical observation and research studies that point out how a deficient psychomotor coordination is frequently the most directly observable sign of cognitive impairment in children.

From all of this, it can be seen that psychomotor development is a protector factor and an essential base for establishing the later superior mental functions. When the results obtained in the somatometric study were analysed, it was observed that none of the anthropometric variables at six months predicted the later psychomotor and mental development at 20 months. It should be mentioned that the non-existence of a relationship is probably due to the fact that the

population studied is a healthy one. Thus, this relationship does seem to exist in the case of populations with pathologies or with populations of high-risk children, as the literature states.

**Key words:** Psychomotor development, mental development, neurodevelopment, somatic development, infant.

## RESUMEN

### Introducción

El estudio de los posibles factores tanto protectores como de riesgo que puedan favorecer o dañar a la mujer durante el embarazo y, por tanto, al niño en el período prenatal y postnatal, se ha convertido hoy en una necesidad y en un objetivo prioritario de salud mundial. Uno de los objetivos de la Atención Temprana es la realización de programas de seguimiento para prevenir, detectar y tratar secuelas en el desarrollo infantil. El seguimiento es el modo de comprobar si el desarrollo se está produciendo dentro de unas pautas de normalidad. Si la detección y el seguimiento de poblaciones de riesgo son unas tareas claves en la atención temprana, no lo son menos la realización de estudios longitudinales que toman a la población normal como objeto de estudio.

Actualmente, en diversos países de la Comunidad Europea se están llevando a cabo importantes estudios aleatorizados con seguimiento longitudinal (proyectos NUHEAL, EARNEST, Red de Excelencia INMA) para evaluar el desarrollo global de los niños sanos y el desarrollo mental, en particular. Dentro de los factores asociados al desarrollo mental se encuentran el desarrollo psicomotor y el desarrollo somático. Numerosos estudios muestran que el peso, la talla y el perímetro cefálico son predictores de trastornos del desarrollo cuando se trata de una población de alto riesgo o con alguna patología.

El objetivo principal de este estudio es describir la evolución del neurodesarrollo en niños sanos desde el sexto al vigésimo mes de vida. En este artículo se presentan parte de los resultados del Proyecto Europeo NUHEAL.

### Material y método

Se estudiaron 66 bebés sanos (32 niños / 34 niñas), nacidos a término, con peso al nacimiento apropiado para la edad gestacional, que fueron reclutados en el Hospital Clínico Universitario "San Cecilio" en Granada y cuyas madres eran participantes del proyecto NUHEAL pero que no recibieron suplementación de ácido docosahexaenoico y ácido eicosapentaenoico. Se les realizó evaluación del neurodesarrollo a los seis (n:66) y 20 (n:56) meses de edad utilizando las Escalas Bayley de Desarrollo Infantil (EBDI).

Estas escalas proporcionan un índice de desarrollo mental (IDM) y un índice de desarrollo psicomotor (IDP). Igualmente se realizó evaluación del desarrollo somático, mediante el estudio antropométrico de las siguientes variables: Peso, talla, perímetro cefálico y torácico al nacimiento, a los seis y 20 meses de edad. El protocolo del presente estudio fue aprobado por el Comité Ético local del Hospital Clínico Universitario «San Cecilio» de Granada.

### Resultados

Los datos mostraron que la población estudiada tenía mayor desarrollo psicomotor que mental tanto a los seis como a los 20 meses de edad, siendo la media del Índice de Desarrollo Psicomotor (IDP) ( $107.95 \pm 11.70$  vs  $125.39 \pm 10.51$ ) a los seis y 20 meses respectivamente, y la media del Índice de Desarrollo Mental (IDM) ( $97.73 \pm 9.14$  vs  $119.64 \pm 12.41$ ) para los seis y 20 meses de edad. Los resultados también muestran que el IDM a los 20 meses es mayor en aquellos niños que tenían un IDP mayor a los seis meses ( $F(1, 52) = 4.27$ ;  $p < 0.044$ ). No se encontraron relaciones estadísticamente significati-

vas entre las variables somatométricas a los seis meses y el IDM e IDP a los 20 meses de edad.

### Discusión

Los resultados de este estudio indican que los niños incluidos en este trabajo de investigación se encuentran dentro de la normalidad. Los niños mostraron un buen desarrollo mental y psicomotor en ambas edades, aunque el desarrollo psicomotor era superior al mental tanto a los 6 como a los 20 meses.

El IDP a los seis meses resultó ser un buen predictor del IDM a los 20 meses. Estos resultados corroboran los datos publicados por diversos autores que afirman que el desarrollo psicomotor precede

al desarrollo mental, siendo el desarrollo psicomotor un factor protector y una base esencial para el establecimiento de las funciones mentales superiores.

Respecto a los datos obtenidos de que ninguna variable somatométrica a los seis meses resultó predictora del desarrollo psicomotor y mental posterior a los 20 meses, probablemente sea debido a que los niños incluidos en este estudio eran niños sanos; si bien esta relación sí parece cumplirse cuando se trata de niños con antecedentes patológicos o en poblaciones de niños de alto riesgo.

**Palabras clave:** Desarrollo psicomotor, desarrollo mental, neurodesarrollo, desarrollo somático, infante.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de los posibles factores tanto protectores como de riesgo que puedan favorecer o dañar a la mujer durante el embarazo y, por tanto, al niño en el período prenatal y postnatal, se ha convertido hoy en una necesidad y en un objetivo prioritario de salud mundial. Uno de los objetivos de la atención temprana\* es la realización de programas de seguimiento para prevenir, detectar y tratar secuelas en el desarrollo infantil.<sup>12-14</sup> El seguimiento es el modo de comprobar si el desarrollo se está produciendo dentro de unas pautas de normalidad o hay sospecha de que pueda estar sufriendo retrasos.<sup>12,14</sup> Para que se realice de una forma adecuada, una de las condiciones es disponer de tablas y de instrumentos que incorporen parámetros actualizados del curso del desarrollo global en la población normal. Si la detección y el seguimiento de poblaciones de riesgo es una tarea clave en el contexto de la atención temprana, no lo son menos los estudios longitudinales que toman a la población normal como objeto de estudio.<sup>12,14</sup>

En la actualidad, la Unión Europea, está financiando importantes estudios de seguimiento, de carácter multidisciplinario {Proyecto EARNEST,\*\* Proyecto NUHEAL\*\*\* y Red INMA\*\*\*\*}, con el propósito de evaluar el desarrollo infantil con respecto a toda una serie de parámetros que contemplan desde la alimentación de la madre, la exposición a contaminantes ambientales, etc., incluyendo el seguimiento físico, psicológico y social del desarrollo. Uno de los objetivos de los proyectos mencionados es revisar tanto las tablas y curvas de maduración así como el creci-

miento de referencia, por ser los instrumentos que se están utilizando para la evaluación del neurodesarrollo a medida que se van descubriendo nuevas variables que afectan al desarrollo del niño en general y al desarrollo mental en particular.

Dentro de los factores asociados al desarrollo mental se encuentra la psicomotricidad. El desarrollo psicomotor hace referencia a la adquisición de habilidades que se observan en el niño de forma continua durante toda la infancia y está asociado, por una parte, a la maduración del Sistema Nervioso Central (SNC) donde la proliferación de las dendritas, sinaptogénesis y la mielinización de los axones son los responsables fisiológicos de los progresos observados en el niño<sup>4-8,10,15,20-21,23</sup> que van a transformar al neonato en un sujeto con autonomía locomotriz-manipulativa;<sup>6</sup> por otra parte, el desarrollo psicomotor está asociado también al aprendizaje que el bebé y el niño hacen en sus interacciones consigo mismo y con su entorno, a los vínculos afectivos que establece a partir del afecto y la estabilidad en los cuidados que recibe, al igual que la percepción de cuanto le rodea (personas, imágenes, sonidos, movimiento...). Estas condiciones son determinantes en el desarrollo emocional, funciones comunicativas, conductas adaptativas y en la actitud ante el aprendizaje.<sup>7,10,18</sup>

La maduración del SNC tiene un orden preestablecido y por esto el desarrollo tiene una secuencia clara y predecible: el progreso es en sentido céfalo-caudal y de proximal a distal<sup>8,15,20,21,23</sup> y se ha postulado que el desarrollo psicomotor precede al desarrollo mental o cognoscitivo.<sup>2,3,19</sup>

Aunque existen grados de variación individual en el desarrollo psicomotor normal, podemos decir que los niños sanos nacidos a término siguen un patrón de desarrollo o de adquisición de habilidades. Este patrón es claro y se han definido hitos básicos, fáciles de medir, que permiten saber cuándo un niño va progresando adecuadamente. En estos niños el ritmo del desarrollo psicomotor en los dos primeros años es muy rápido. A los seis-siete meses pueden sentarse y gatear, a los ocho-nueve se ponen de pie y a los 10-12 meses caminan con apoyo. A través de sus movimientos y manipulaciones van explorando, imitando, aprendiendo y comprendiendo.<sup>18</sup>

\* Grupo de Atención Temprana. *Libro Blanco de la Atención Temprana*. Documentos 55/2000 (Circulación Institucional). Real Patronato de Prevención y de Atención a Personas con Minusvalía. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid, 2001.

\*\* Proyecto EARNEST: «Early Nutrition programming of adult health», [www.metabolicprogramming.org](http://www.metabolicprogramming.org), funded by the EU 6th Framework Programme, Proposal/Contract no.: 007036.

\*\*\* Proyecto NUHEAL: «Nutraceuticals for a Healthier Life», funded by the EU 5th Framework Programme, «Quality of life and Management of Living Resources» (QLK1-CT-1999-00888).

\*\*\*\* Red INMA: «Infancia y Medio Ambiente» [www.infanciaymedioambiente.org](http://www.infanciaymedioambiente.org) (Expediente nº:PI042646). Instituto de Salud Carlos III. Madrid. Institut Municipal d'Investigació Mèdica (IMIM), Barcelona, 2003.

Bayley<sup>2</sup> afirma que las capacidades psicomotoras juegan un papel importante en el desarrollo de la orientación del niño en su entorno e influyen en la calidad de sus interacciones. La psicomotricidad adquirida aumenta la capacidad potencial para nuevas y variadas experiencias, así como la búsqueda o evitación de otras. El propio desarrollo de la destreza manipulativa facilita el desarrollo y uso de los distintos procesos mentales básicos.

En el planteamiento del presente estudio se considera la necesidad de vigilar y realizar un seguimiento riguroso sobre el modo en cómo se va estableciendo y realizando el desarrollo psicomotor en los niños, porque puede, precozmente, indicarnos posibles consecuencias sobre algunos parámetros del desarrollo mental.

Otro de los factores que se relacionan con el desarrollo mental, además del desarrollo psicomotor, es el desarrollo somático del niño. En la bibliografía encontramos estudios en los que se ha demostrado que existe relación entre las variables antropométricas y el desarrollo psicomotor y mental en poblaciones con patologías o en poblaciones de niños de alto riesgo.<sup>1,11,16,17</sup> Ruiz y cols.<sup>16</sup> ponen de manifiesto que el peso, la talla y el perímetro cefálico son predictores de trastornos en el desarrollo cuando se trata de una población clínica, con lo que constituyen parámetros esenciales para una intervención precoz en las desviaciones y trastornos.

El objetivo general del estudio ha sido describir la evolución del neurodesarrollo de niños sanos desde el 6º al 20º mes de vida, y los objetivos específicos han sido: estudiar la relación entre el desarrollo psicomotor y el desarrollo cognitivo o mental y analizar la relación entre el crecimiento somático del niño y su desarrollo psicomotor y mental.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Sujetos

La muestra estudiada está formada por 66 bebés (32 niños/34 niñas) sanos nacidos a término, reclutados en el Hospital Clínico Universitario "San Cecilio" en Granada, España, con un peso al nacimiento apropiado para la edad gestacional, con test de Apgar al 1', 5' y 10' entre siete y 10 y pH de arteria umbilical =7.20.

Las madres de estos recién nacidos eran participantes del proyecto europeo NUHEAL,<sup>9</sup> pero se han elegido para este trabajo a aquellas que no recibieron suplementación de ácido docosahexaenoico (DHA) ni de ácido eicosapentanoico (EPA).

El protocolo del presente estudio fue aprobado por el Comité Ético local del Hospital Clínico Universitario "San Cecilio" de Granada. Después de una cuidadosa explicación de los detalles del estudio, se obtuvo el consentimiento informado por escrito, de todas las mujeres participantes en el estudio.

Para la evaluación del neurodesarrollo de los bebés se utilizaron las Escalas Bayley de Desarrollo Infantil (EBDI) a los seis meses (6.22±0.29) (n:66) y a los 20 meses (19.56±1.17) (n:56) de edad. A los 20 meses se perdieron 10 casos por diversas causas: dos, porque los padres cambiaron de domicilio, dos porque no querían seguir participando en el estudio y seis no acudieron a la cita para la realización de las EBDI. Dicha evaluación fue realizada por una psicóloga entrenada para ello. Para la evaluación del desarrollo somático se tomaron en consideración las siguientes variables: peso, talla, perímetro cefálico y torácico al nacimiento al igual que a los seis y 20 meses de edad. Las medidas antropométricas en el nacimiento y la edad gestacional se encuentran en el cuadro 1.

### Instrumentos de evaluación

Para evaluar el neurodesarrollo de los bebés a los seis y 20 meses de edad se utilizaron las Escalas Bayley de Desarrollo Infantil (EBDI) (*Bayley Scales of Infant Development, BSID*) (Bayley, 1969). Compuestas por tres escalas:

1. Escala de psicomotricidad: Consta de 81 ítems, mide el grado de control del cuerpo, la coordinación de los músculos grandes y la habilidad manipulativa de manos y dedos. Evalúa comportamientos que implican destreza y coordinación psicomotora. De esta escala se obtiene el Índice de desarrollo psicomotriz (IDP).
2. Escala mental: Compuesta por 163 ítems, mide agudeza sensorio-perceptiva, discriminación y capacidad de respuesta a estímulos; adquisición temprana de la «constancia del objeto» y de la memoria, aprendizaje y capacidad de resolución de problemas; las vocalizaciones al

**Cuadro 1.** Datos somatométricos de los recién nacidos en los primeros días de vida, que fueron evaluados mediante las EBDI a los 6 y 20 meses de vida postnatal.

	n	Media ± DE	Mínimo	Máximo
Edad gestacional (semanas)	66	39.06 ± 1.40	36	41.00
Peso (P)(g)	66	3245.04 ± 483.17	2580	3870.00
Longitud (L)(cm)	66	50.41 ± 2.12	46	54.00
Perímetro cefálico (PC)(cm)	66	34.57 ± 1.24	32	36.50
Perímetro torácico (PT)(cm)	66	33.25 ± 1.77	32	34.50

DE: Desviación estándar

**Cuadro 2.** Descriptivos de media y desviación típica de los índices psicomotor y mental de las EBDI a los 6 y 20 meses. Y de la distribución de sujetos desviados de la norma.

	n	Momento	Media ± DE	-2DE	-1DE	+1DE	+2DE	+3DE	+4DE
		Evaluación							
IDM	66	6 meses	97.73 ± 9.14	5	43	14	4	0	0
	56	20 meses	119.64 ± 12.41	0	3	16	28	6	3
IDP	66	6 meses	107.95 ± 11.70	4	13	30	18	1	0
	56	20 meses	125.39 ± 10.51	0	1	8	29	16	2

DE: Desviación Estándar; IDM: Índice de Desarrollo Mental; IDP: Índice de Desarrollo Psicomotor;  
 -2DE= 2 desviaciones estándar por debajo de la media;  
 -1DE= 1 desviación estándar por debajo de la media;  
 +1DE= 1 desviación estándar por encima de la media;  
 +2DE= 2 desviaciones estándar por encima de la media;  
 +3DE= 3 desviaciones estándar por encima de la media;  
 +4DE= 4 desviaciones estándar por encima de la media.

comienzo de la comunicación verbal; y la capacidad temprana para generalizar y clasificar. De esta escala se obtiene el Índice de desarrollo mental (IDM).

3. Escala de Registro del Comportamiento del Niño: compuesta por 30 calificaciones descriptivas de los comportamientos característicos de los niños hasta los 30 meses de edad. Estas calificaciones se centran en numerosas áreas del comportamiento, incluidas las áreas interpersonal y afectiva del niño y variables motivacionales. De esta escala se obtienen 24 índices conductuales del niño: reacción ante las personas, examinador y madre, cooperación, miedo, tensión, tono emocional, reacción ante los objetos, juego creativo, vinculación ante objetos, intencionalidad, atención, perseverancia, actividad, reactividad, mirar, escuchar, vocalizar, golpear, manipular, mover el cuerpo, chupar el pulgar, el chupete y los juguetes.

Las medidas antropométricas de talla o longitud (L), peso (P), perímetro cefálico (PC) y perímetro torácico (PT) fueron obtenidas por una pediatra experta que utilizó los instrumentos apropiados y especificados dentro del protocolo del proyecto NUHEAL.<sup>9</sup>

### Análisis estadísticos

Para las variables numéricas se han obtenido las principales medidas descriptivas: media y desviación típica. De

**Cuadro 3.** Descriptivos de variables somatométricas a los 6 y 20 meses

	n	Momento evaluación	Media±DE
P	66	6 meses	7831.03±825.43
P	56	20 meses	11477.59±1201.76
L	66	6 meses	67.14±2.74
L	56	20 meses	80.68±3.55
PC	66	6 meses	43.89±1.21
PC	56	20 meses	48.47±1.39
PT	66	6 meses	44.12±2.03
PT	56	20 meses	50.02±2.03

P: Peso; L: Longitud; PC: Perímetro Cefálico; PT: Perímetro Torácico; DE: Desviación Estándar.

igual forma se ha aplicado el test de normalidad de Shapiro-Wilk, a dichos valores subdivididos según el grupo de estudio y en caso de resultar significativo, se han aplicado las correspondientes transformaciones que corrijan la normalidad de los datos.

Para comprobar el primer objetivo, el cual consistía en describir el neurodesarrollo del niño sano a los seis y 20 meses de edad, se realizaron análisis descriptivos y de frecuencias. Para el segundo objetivo: Estudiar la relación entre el desarrollo psicomotor y el desarrollo cognoscitivo o mental, se realizaron análisis de regresión múltiples utilizando las variables IDM e IDP a los seis meses de edad como variables predictoras y las IDM e IDP a los 20 meses como variables dependientes.

Para estudiar la capacidad predictiva de las medidas somatométricas sobre el IDP e IDM se realizaron análisis de regresión múltiple, utilizando las medidas somatométricas como variables independientes y las puntuaciones IDP e IDM como variables dependientes.

## RESULTADOS

### Descripción de la muestra del estudio y comparación con la muestra de baremación

En primer lugar se estudió el estado del neurodesarrollo de la población de seis y 20 meses de edad. Para ello se obtuvieron los estadísticos descriptivos y las frecuencias de las puntuaciones obtenidas con las EBDI a los seis y 20 meses de edad. Los resultados mostraron que la muestra seleccionada presentaba una media de 97.73 (DE=9.14) en el Índice de Desarrollo Mental (IDM) y una media de 107.95 (DE=11.70) en el Índice de Desarrollo Psicomotor (IDP) a los seis meses. A los 20 meses los resultados mostraron una media de 119.64 (DE=12.41) en el IDM y una media de 125.39 (DE=10.51) en el IDP (cuadro 2).

Los resultados de las variables somatométricas obtenidos a los seis y 20 meses de edad revelaron que la muestra seleccionada presentaba una media de 43.89 (DE=1.21) y de

48.47 (DE=1.39) en el perímetro cefálico de los niños con seis y 20 meses de edad respectivamente. Con respecto al perímetro torácico, los bebés presentaban una media de 44.12 (DE=2.03) a los seis meses y una media de 50.02 (DE=2.03) a los 20 meses. Con respecto a la talla la media fue de 67.14 (DE=2.74) y de 80.68 (DE=3.55) a los seis y 20 meses respectivamente; con respecto al peso, la muestra presentaba una media de 831.03 (DE=825.43) a los seis meses y una media de 11477.59 (DE=1201.76) a los 20 meses (cuadro 3).

Por último, se estudió la frecuencia de sujetos con puntuaciones desviadas de la norma con seis y 20 meses de edad. Se consideró patológico a todos los sujetos que puntuaron dos desviaciones estándar debajo de la media. Los resultados mostraron que a los seis meses había cinco niños (7.6%) y cuatro niños (6.4%) que tenían dos desviaciones estándar por debajo de la media en el IDM e IDP respectivamente y, así mismo, que a los 20 meses no existía ningún sujeto que estuviera dos desviaciones estándar por debajo de la media ni en el IDM ni en el IDP (cuadro 2).

Debido a que las puntuaciones de los ítems conductuales no están expresados en puntuaciones estandarizadas, sino en la frecuencia y el porcentaje de la muestra de baremación que eligió cada alternativa de los ítems conductuales, se calculó la frecuencia y porcentaje de sujetos de la muestra que coincidía con la moda de la puntuación de la muestra de baremación y los sujetos que puntuaron por encima o por debajo de la moda del bare-

mo. Los resultados mostraron que a los seis meses sólo cinco de los 24 (20.8%) índices conductuales que se exploraron en los niños (reacción ante las personas, tensión, tono emocional, perseverancia y golpear) presentaban una moda inferior a los baremos de las EBDI (cuadro 4) y que a los 20 meses de edad sólo existía un índice conductual en los niños estudiados (reacción ante la madre) en las mismas circunstancias (cuadro 5).

### Predicción del desarrollo mental a los 20 meses

A continuación se procedió con el estudio de las variables que predicen que el desarrollo mental a los 20 meses. Para ello, se realizó un análisis de regresión jerárquica introduciendo el desarrollo psicomotor y el mental a los seis meses, y el desarrollo psicomotor a los 20 meses de edad como variables independientes, siendo el desarrollo mental a los 20 meses la variable dependiente.

El orden para introducir los predictores fue IDM a los seis meses, IDP a los seis meses e IDP a los 20 meses. Los resultados mostraron que el desarrollo psicomotor a los seis meses era significativamente mejor predictor del desarrollo mental a los 20 meses que el propio desarrollo mental a los seis meses ( $F(1.52) = 4.27; p < 0.044$ ) (cuadro 6).

Por último, el desarrollo psicomotor a los 20 meses se relacionó de forma muy significativa con el desarrollo mental a la misma edad ( $F(1.53) = 8.64; p < 0.005$ ) (cuadro 6).

**Cuadro 4.** Frecuencia y porcentajes de los índices conductuales desviados de la norma a los seis meses

Variable	Moda n (%)	Por encima de la moda n (%)	Por debajo de la moda n (%)
Reacción a personas	23 (31.5)	6 ( 8.2)	38 (52.1)
Reacción examinador	25 (34.2)	27 (37.0)	15 (20.5)
Reacción a madre	30 (41.1)	29 (39.7)	8 (11.0)
Cooperación	31 (42.5)	26 (35.6)	10 (13.7)
Miedo	3 ( 4.1)	64 (87.6)	-
Tensión	13 (17.8)	26 (35.6)	28 (38.3)
Tono emocional	19 (26.0)	6 ( 8.2)	42 (57.5)
Reacción a objetos	39 (53.4)	7 ( 9.6)	21 (28.8)
Juego creativo	63 (86.2)	-	4 ( 5.5)
Vínculos a objetos	63 (86.2)	-	4 ( 5.5)
Intención	15 (20.5)	39 (53.4)	13 (17.8)
Atención	10 (13.7)	50 (68.4)	7 ( 9.6)
Perseverancia	18 (24.7)	5 ( 6.9)	44 (60.3)
Actividad	17 (23.3)	36 (49.3)	14 (19.2)
Reactividad	12 (16.4)	50 (68.4)	5 ( 6.9)
Mirar	6 ( 8.2)	59 (80.7)	2 ( 2.7)
Escuchar	16 (21.9)	46 (63.0)	5 ( 6.9)
Vocalizar	2 ( 2.7)	61 (83.5)	4 ( 5.5)
Golpear	17 (23.3)	23 (31.5)	27 (37.0)
Manipular	10 (13.7)	33 (45.2)	24 (32.9)
Moverse	6 ( 8.2)	58 (79.4)	3 ( 4.1)
Chupar pulgar	1 ( 1.4)	66 (90.4)	-
Chupar chupete	10 (13.7)	57 (78.1)	-
Chupar juguete	19 (26.0)	24 (32.9)	24 (32.9)

**Cuadro 5.** Frecuencia y porcentajes de los índices conductuales desviados de la norma a los 20 meses

Variable	Moda n (%)	Por encima de la moda n (%)	Por debajo de la moda n (%)
Reacción a personas	11 (15.1)	42 (57.5)	2 ( 2.8)
Reacción examinador	8 (11.0)	42 (57.5)	5 ( 6.8)
Reacción a madre	6 ( 8.2)	1 ( 1.4)	48 (65.7)
Cooperación	8 (11.0)	45 (61.7)	2 ( 2.8)
Miedo	25 (34.2)	9 (12.4)	21 (28.8)
Tensión	47 (64.4)	8 (10.9)	-
Tono emocional	42 (57.5)	-	13 (17.9)
Reacción a objetos	4 ( 5.5)	50 (68.5)	1 ( 1.4)
Juego creativo	35 (47.9)	-	20 (27.4)
Vínculos a objetos	51 (69.9)	-	4 ( 5.5)
Intención	24 (32.9)	21 (28.8)	10 (13.8)
Atención	22 (30.1)	24 (32.9)	9 (12.4)
Perseverancia	30 (41.1)	2 ( 2.7)	23 (31.6)
Actividad	21 (28.8)	15 (20.5)	19 (26.0)
Reactividad	45 (61.6)	1 ( 1.4)	9 (12.4)
Mirar	13 (17.8)	41 (56.2)	1 ( 1.4)
Escuchar	15 (20.5)	37 (50.7)	3 ( 4.1)
Vocalizar	11 (15.1)	33 (45.2)	11 (15.1)
Golpear	-	55 (75.3)	-
Manipular	21 (28.8)	30 (41.1)	4 ( 5.5)
Moverse	20 (27.4)	31 (42.5)	4 ( 5.5)
Chupar pulgar	55 (75.3)	-	-
Chupar chupete	41 (56.2)	14 (19.1)	-
Chupar juguete	42 (57.5)	13 (17.8)	-

**Cuadro 6.** Predicción del desarrollo mental a los 20 meses

VD	Variables		R	Cambio en F	Significación del cambio en F	F del modelo	p del modelo
	Predictoras	Media±DE					
IDM20 n=56	IDP 6	98.16±9.39	-0.144	1.119	0.295	1.119	0.295
	IDM 6	107.47±11.50	0.193	4.277	0.044	2.733	0.074
	IDP 20	125.35±10.60	0.390	8.646	0.005	4.971	0.004

VD: Variable Dependiente; DE: Desviación estándar; IDM: Índice de Desarrollo Mental; IDP: Índice de Desarrollo Psicomotor;

**Cuadro 7.** Predicción del desarrollo psicomotor a los 20 meses

VD	Variables		R	Cambio en F	Significación del cambio en F	F del modelo	p del modelo
	Predictoras	Media±DE					
IDP20 n=56	IDP 6	107.47±11.50	0.183	1.844	0.180	1.844	0.180
	IDM 6	98.16±9.39	0.078	0.002	0.968	0.905	0.411
	IDM 20	119.73±12.51	0.390	8.646	0.005	3.574	0.020

VD: Variable Dependiente; DE: Desviación estándar; IDM: Índice de Desarrollo Mental; IDP: Índice de Desarrollo Psicomotor.

Finalmente, se estudió si las variables somatométricas predecían el desarrollo mental a los 20 meses de edad. Para ello se realizó un análisis de regresión jerárquica introduciendo el peso (P), la talla (L), el perímetro torácico (PT) y el perímetro cefálico (PC) a los seis y a los 20 meses como predictores, y se tomó el desarrollo mental a los 20 meses como variable dependiente.

El orden para introducir los predictores fue PC, PT, P y L. Los resultados mostraron que ninguna variable predecía significativamente el desarrollo mental a los 20 meses.

### Predicción del desarrollo psicomotor a los 20 meses de edad

Se estudió qué variables predecían el desarrollo psicomotor a los 20 meses. Para ello se realizó un análisis de regresión jerárquica introduciendo el desarrollo psicomotor y el mental a los seis meses y el desarrollo mental a los 20 meses como predictores. El desarrollo psicomotor a los 20 meses se tomó como variable dependiente.

El orden para introducir los predictores fue IDP a los seis meses, IDM a los seis meses e IDM a los 20 meses. El IDP y el IDM a los seis meses no resultaron predictores del IDP a los 20 meses. Sólo se pudo constatar una relación estadísticamente significativa entre el IDM y el IDP a los 20 meses:  $F(1, 51) = 3.57$ ;  $p < 0.02$  (cuadro 7).

Por último, se comprobó si las variables somatométricas predecían el desarrollo psicomotor a los 20 meses. Para ello se realizó un análisis de regresión jerárquica introduciendo el peso (P), la talla (L), perímetro torácico (PT) y el perímetro cefálico (PC) a los seis meses y a los 20 meses como predictores y el desarrollo psicomotor (IDP) a los 20 meses se tomó como variable dependiente. El orden para introducir los predictores fue PC, PT, P y L. Los resultados mostraron que ninguna variable pre-

decía significativamente el desarrollo psicomotor a los 20 meses.

## DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que aunque los niños tenían un buen desarrollo mental y psicomotor en ambas edades, el desarrollo psicomotor era superior al mental en los dos momentos de la evaluación. Por una parte, el desarrollo psicomotor a los seis meses era significativamente mejor predictor del desarrollo mental a los 20 meses que el propio desarrollo mental a los seis meses y, así mismo, el desarrollo psicomotor a los 20 meses era el mejor marcador del desarrollo mental a la misma edad.

Hay que resaltar que se trata de una población normal y sana ya que los cinco niños (7.6%) que a los seis meses tenían dos desviaciones estándar por debajo de la media en el IDM y, los cuatro (6.4%) que tenían dos desviaciones estándar por debajo de la media en el IDP, en la evaluación a los 20 meses se habían incorporado a los rangos de normalidad tanto en el IDM como en el IDP. Prácticamente igual ocurre con los índices conductuales. De los cinco índices que a los seis meses tenían la frecuencia más alta por debajo de la moda, sólo el índice de reacción ante la madre permanecía a los 20 meses con una frecuencia más alta por debajo de la moda.

Por tanto, los análisis descriptivos realizados ponen de manifiesto que la muestra de este trabajo de investigación se encuentra dentro de la normalidad aunque hay que resaltar que presentan un desarrollo psicomotor mayor al mental tanto a los 6 como a los 20 meses. Estos resultados son importantes en relación al objetivo general de la investigación, estudiar el neurodesarrollo del niño sano, no del patológico, a los seis y 20 meses y como se ha comprobado

los niños participantes en este estudio se encuentran dentro de la normalidad, así mismo el alto rendimiento alcanzado en las dos escalas especialmente a los 20 meses por los niños de este estudio puede ser también representativo del tipo de población estudiada, puesto que fueron niños sanos al nacimiento.

El hecho de que los niños estudiados presenten un mayor desarrollo psicomotor que mental está en la línea de lo planteado por autores como Delval<sup>3</sup> al afirmar que el desarrollo psicomotor constituye la base sobre la que se establece el desarrollo mental; de las observaciones clínicas realizadas por Bayley<sup>2</sup> al afirmar que una deficiente coordinación psicomotora es, con frecuencia, el signo más directamente observable de un deterioro cognoscitivo más significativo. Igualmente, Salvatierra<sup>18,19</sup> considera que un buen desarrollo psicomotor es un factor protector en el establecimiento de las funciones superiores.

Con respecto al análisis de qué variables (IDP o IDM tanto a los seis meses como a los 20 meses) predecían el desarrollo psicomotor y mental a los 20 meses, los resultados mostraron que sólo el desarrollo mental a los 20 meses es un buen marcador del desarrollo psicomotor a la misma edad. Por el contrario, el desarrollo psicomotor a los 6 y a los 20 meses resultaron buenos predictores del desarrollo mental a los 20 meses. Por tanto, cabe esperar que un niño que tiene un buen desarrollo psicomotor a una edad temprana (seis meses), tenga también posteriormente un buen desarrollo mental a los 20 meses de edad.

Un buen desarrollo psicomotor supone por una parte un buen nivel de conexiones neuronales que permiten a su vez favorecer el aprendizaje así como la exploración por medio del movimiento además de un buen tono de conexión emocional y comunicativo.<sup>19</sup> De ahí la importancia de vigilar mediante programas de seguimiento el desarrollo psicomotor del niño en los dos primeros años de edad y comprobar que se está produciendo dentro de los límites de la normalidad.

Ninguna variable somatométrica a los seis meses resultó predictora del desarrollo psicomotor y mental posterior a los 20 meses. El estudio de Ruiz y cols.<sup>16</sup> pone de relevancia que el peso, la talla y el perímetro cefálico son predictores de trastornos en el desarrollo, con lo cual constituyen parámetros esenciales a tener en cuenta para una intervención precoz en las desviaciones y trastornos del desarrollo. Los resultados obtenidos con respecto a la no existencia de relación entre las variables somatométricas y las variables de las EBDI, se pueden explicar porque existe poca variabilidad en los datos y sugerimos que esto probablemente se deba a que los sujetos de la muestra de este trabajo de investigación son normales y no presentan ninguna patología.

Los resultados obtenidos en el presente estudio están en la línea de los planteados por Yalcin y cols.<sup>22</sup> Estos autores analizaron las consecuencias a corto plazo de la

suplementación de hierro en el desarrollo de niños sanos. El objetivo de este trabajo era examinar el efecto de la suplementación en la ejecución de las EBDI y las medidas antropométricas en niños de seis meses, sanos, con suficiente hierro, sin anemia. Para ello realizaron un estudio de casos-control en el que los niños fueron asignados al azar para tomar suplementación de sulfato de hierro o para no tomar la suplementación y tuvieron seguimiento en un lapso de tres meses. Los resultados indicaron que no había diferencias significativas en las medidas antropométricas en los grupos ni tampoco en las puntuaciones de las EBDI. Estos datos apoyan los resultados de este trabajo de investigación en el que en niños sanos no existe relación significativa entre las variables antropométricas y el desarrollo.

Sin embargo, diversos estudios<sup>1,11,16,17</sup> han demostrado que existe relación entre las variables somatométricas y el desarrollo psicomotor y mental en poblaciones con patologías o en niños de alto riesgo. Ruiz y cols.,<sup>16</sup> han demostrado una relación significativa entre el perímetro cefálico a los seis, 12, 18 y 24 meses de los niños de riesgo estudiados y el cociente de desarrollo evaluado con el test de Brunet-Lézine. Los resultados de dicho estudio mostraron que los niños con puntuaciones más bajas en el test tenían un perímetro cefálico más pequeño. Llorente y cols.,<sup>11</sup> estudiaron los marcadores tempranos de neurodesarrollo que predecían la mortalidad en bebés infectados con VIH-1. Los resultados mostraron que los niños que tenían puntuaciones más bajas en el IDM e IDP de las EBDI tenían una mayor mortalidad que los niños que tenían puntuaciones más altas. Los niños que tenían las puntuaciones más bajas en las EBDI solían tener, a su vez, el perímetro cefálico más pequeño, eran prematuros y tenían un VIH avanzado. Salhab y cols.,<sup>17</sup> realizaron un estudio de casos-control de niños prematuros con un peso extremadamente bajo al nacer (<1000 gramos) y padecían enterocolitis necrotizante (EN). Estos niños fueron evaluados a los 18 meses de edad con las EBDI-II. Los resultados mostraron que las puntuaciones en el índice de desarrollo mental (IDM) del Bayley eran similares en ambos grupos, pero que el índice de desarrollo psicomotor (IDP), la talla y el perímetro cefálico eran significativamente más bajos en el grupo de prematuros afectados de EN respecto al grupo control. Por tanto, los niños con EN tienen un retraso en el desarrollo psicomotor, que puede determinar un retraso en el desarrollo cognoscitivo posterior.

En este sentido, si se conoce el proceso de desarrollo normal de un niño, resulta más fácil detectar cualquier trastorno cuando no se produzca el proceso esperado. Esto es, si el cerebro del niño normal se expresa en cada edad en relación con el grado de maduración alcanzado y con unos patrones de conducta dados, ante cualquier trastorno funcional o estructural entonces el cerebro se expresará de forma distinta y se puede predecir que el desarrollo no está siguiendo unas pautas de normalidad.<sup>13</sup>

Los datos del presente estudio nos permiten concluir que: 1) El neurodesarrollo de la población estudiada, niños sanos a los seis y 20 meses de edad, estaba dentro de la normalidad, de acuerdo a las Escalas Bayley de Desarrollo Infantil (EBDI); 2) que aunque los niños tienen un buen desarrollo mental y psicomotor en ambas edades, el desarrollo psicomotor es superior al mental en los dos momentos de la evaluación; y 3) que el desarrollo psicomotor a los seis meses es predictor del desarrollo mental a los 20 meses.

### AGRADECIMIENTOS

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a todos los padres, madres y niños/as del proyecto NUHEAL, sin los cuales no habría sido posible la realización del presente estudio.

### REFERENCIAS

1. Aina F, Morankinyo O. Anthropometric assessment in Nigerian children. *East Afr Med J* 2001;78(6):312-316.
2. Bayley N. Bayley Scales of Infant Development. TEA. Madrid, 1977.
3. Delval J. El desarrollo humano. Madrid: Siglo Veintiuno; 1994.
4. Enesco I. El desarrollo del bebé. Cognición, emoción y afectividad. Madrid: Alianza; 2003.
5. Ferré J, Aribau E. El desarrollo neurofuncional del niño y sus trastornos. Barcelona: Lebón; 2002.
6. García A, Narbona J. Exploración neuropsicológica del niño. En: Gómez MR, Montilla J, Nieto M (eds). *Neurología y Neuropsicología Pediátrica*. Tomo I. Instituto de Estudios Gienenses. Jaén: 1995.
7. Gassier J. Manual del desarrollo psicomotor del niño. Barcelona: Masson; 1990.
8. Kolb B, Fantie B. Development of the Child's brain and behavior. En: Reynolds CR, Fletcher-Janzen E (eds). *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York and London: Plenum Publications Corporation; 1997.
9. Krauss-Etschmann S, Shadid R, Campoy C, Hoster E, Demmelmair H, Jimenez M, Gil A, Rivero M, Veszprémi B, Decsi T, Koletzko BV. For the Nutrition and Health Lifestyle (NUHEAL) Study Group: Effects of fish-oil and folate supplementation of pregnant women on maternal and fetal plasma concentrations of docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid: a European randomized multicenter trial. *Am J Clin Nutr* 2007;85(5):1392-1400.
10. Le Boulch J. El desarrollo psicomotor desde el nacimiento hasta los 6 años. Barcelona: Paidós; 1995.
11. Llorente A, Brouwers P, Charurat M, Magder L y cols. Early neurodevelopmental markers predictive of mortality in infants infected with HIV-1. *Dev Med and Child Neurol* 2003;45:76-85.
12. Molina JA, Ruiz A. La atención temprana. En: Ruiz A, y Robles C (eds). *Niños de riesgo: Programas de atención temprana*. Madrid: Norma Capital; 2004.
13. Mulas F, Hernández S. Bases neurobiológicas de la atención temprana. En: Pérez-López J, Brito de la Nuez AG (eds). *Manual de atención temprana*. Madrid: Pirámide; 2004.
14. Robles C, Salvatierra MT. Programas de atención temprana. En: Ruiz A, Robles C (eds). *Niños de riesgo: Programas de atención temprana*. Madrid: Norma Capital; 2004.
15. Rourke B, Bakker DJ, Fisk JL, Strang JD. *Child Neuropsychology*. New York; Guildford Press: 1983.
16. Ruiz A, Robles C, Salvatierra MT, Ocete E y cols. Neurodevelopment of neonates in neonatal intensive care units and growth of surviving infants at age 2 years. *Earl Hum Dev* 2001;65(Suppl):119-132.
17. Salhab WA, Perlman JM, Silver L, Sue Broyles R. Necrotizing Enterocolitis and Neurodevelopmental Outcome in Extremely Low-Birth-Weight Infants <1000 g. *J Perinatol* 2004;24(9):534-540.
18. Salvatierra MT. Psychomotor development in the preterm newborn. *Toko-Gin Pract* 1999;58(4):191-195, 1999.
19. Salvatierra MT, Cruz F, Laynez C. Intervención psicológica en atención temprana. En: Ruiz A, Robles C (eds). *Niños de riesgo: Programas de atención temprana*. Madrid: Norma Capital; 2004.
20. Segovia S, Guillamón A. *Psicobiología del Desarrollo*. Barcelona: Ariel Psicología; 1988.
21. Spreen O, Risser AT, Edgell D. *Developmental Neuropsychology*. New York: Oxford University Press; 1995.
22. Yalcin SS, Yurdakok K, Acikgoz D, Ozmert E. Short-term developmental outcome of iron prophylaxis in infants. *Pediatr Int* 2000;42(6):625-630.
23. Yusuf KM, Islam K. Brain Development. En: Rachandran vs (ed). *Encyclopedia of the Human Brain*. Vol I. San Diego: Elsevier Science; 2002.