

ARTÍCULO ESPECIAL

Estudios españoles de crecimiento: situación actual, utilidad y recomendaciones de uso

E. Sánchez González^{a,*}, A. Carrascosa Lezcano^b, J.M. Fernández García^c,
A. Ferrández Longás^d, D. López de Lara^e y J.P. López-Siguero^f

^a Servicio de Pediatría, Hospital Universitario Basurto, Universidad del País Vasco, Fundación Faustino Orbeago, Bilbao, España

^b Servicio de Pediatría, Hospital Universitario Vall d'Hebron, Barcelona, Universidad Autónoma, Barcelona, España

^c Servicio de Pediatría, Hospital Universitario San Cecilio, Universidad de Granada, España

^d Servicio de Pediatría, Hospital Clínico Universitario San Carlos, Madrid, España

^e Servicio de Pediatría, Hospital Universitario Miguel Servet, Universidad de Zaragoza, Fundación Andrea Prader, Zaragoza, España

^f Servicio de Pediatría, Hospital Universitario Carlos Haya, Universidad de Málaga, España

Recibido el 27 de octubre de 2010; aceptado el 28 de octubre de 2010

Disponible en Internet el 14 de enero de 2011

PALABRAS CLAVE

Crecimiento infantil;
Estudios de
crecimiento en
España;
Aceleración secular
del crecimiento

Resumen La monitorización del crecimiento infantil tiene, además de su utilidad clínica para el seguimiento de la salud infantil, una utilidad social, como indicador de los avances de equidad en el mundo.

En España ha habido una larga tradición en la realización de estudios de crecimiento. Recientemente, 5 grupos que han efectuado estudios de crecimiento en la última década en las poblaciones de Andalucía, Barcelona, Bilbao, Madrid y Zaragoza han fusionado sus datos, lo que ha dado lugar a los estudios transversales españoles 2008 y 2010, y al estudio longitudinal español 1978/2000.

Estos estudios han demostrado que las diferencias regionales de crecimiento en España han desaparecido y que han tenido lugar cambios seculares en las últimas décadas, de modo que la talla adulta se ha acercado a la de otros países europeos y americanos, manteniéndose por debajo de algunos países del centro y norte de Europa.

Se han observado también diferencias entre los estudios españoles y el estudio multicéntrico de la Organización Mundial de la Salud (OMS), debido, entre otras razones, a los diferentes criterios para la selección de la muestra, «poblacional» en los estudios españoles, y «socioeconómico» y «nutricional» en el estudio de la OMS.

En el momento actual, para la población española, es adecuado utilizar como estándares de referencia los estudios españoles integrados, tanto el transversal como el longitudinal. Dada la existencia de tendencias seculares, sería deseable continuar realizando en el futuro estudios transversales prospectivos, homogéneos metodológicamente, representativos de las distintas regiones, con una periodicidad de 10-15 años.

© 2010 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: elena.sanchezgonzalez@osakidetza.net (E. Sánchez González).

KEYWORDS

Childhood growth;
Spanish growth
studies;
Growth secular trend

Growth spanish studies: the current situation, their effectiveness and recommendations for their use

Abstract The child growth assessment is useful not only for the follow up of children health but also for social purposes, as an indicator of the equity advances in the world.

In Spain there has been a long tradition in carrying out growth studies. During the last decade five Spanish research groups have conducted studies among the population of Andalucía, Barcelona, Bilbao, Madrid and Zaragoza. They have combined their data and have produced the «Transversal Spanish Studies 2008 and 2010» and the «Longitudinal Spanish Study 1978/2000».

These studies have showed that in Spain the regional differences on growth have disappeared, and that this has had a secular trend in the last decades. The Spanish adult height has approached to other European and American countries, still below some Centre and North European countries.

There are some differences between the Spanish growth studies and the multicentric World Health Organization (WHO) growth study. This is due, among other reasons, to the different criteria that are used for the sample selection. In Spain the studies are based on the «population» criteria, whereas the WHO study is based on the «socioeconomic» and «nutritional» criteria.

Currently for the Spanish population is appropriate to use, as standard reference, the Spanish multicentric studies, which are the transversal as well as the longitudinal studies. Due to the recent secular trend, it would be convenient to carry out, in the future, prospective transversal growth studies, methodologically homogeneous, representatives of the different Spanish regions, and preferably made every ten to fifteen years.

© 2010 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Crecimiento como indicador clínico

El crecimiento infantil es un indicador sensible del estado de salud de un niño. La monitorización del crecimiento y su evaluación forman parte de las tareas rutinarias del pediatra de atención primaria. Un niño que crece bien es probable que no tenga patologías relevantes asociadas, tanto endocrinológicas como sistémicas¹.

Los indicadores antropométricos que mejor resumen el crecimiento infantil son la talla y el peso. Este último se debe valorar en función de la talla, o en forma de índice de masa corporal, cuyo valor como indicador nutricional ha sido establecido por múltiples estudios epidemiológicos. En los dos primeros años de edad tiene utilidad clínica también el perímetro craneal.

Una de las características importantes del crecimiento es que es un fenómeno dinámico, por lo que, además de explorar el crecimiento del niño en un momento determinado, hay que efectuar su seguimiento.

Los pediatras necesitan 2 tipos de gráficas de crecimiento:

1. Gráficas de talla, peso, índice de masa corporal y perímetro craneal según la edad, obtenidas preferentemente a través de estudios transversales. Estas gráficas se denominan también gráficas de distancia.
2. Gráficas de velocidad de crecimiento, fundamentalmente de la talla, según la edad, obtenidas a través de estudios longitudinales.

Ambos tipos de gráficas, de distancia y de velocidad, deben ser actualizadas periódicamente, porque, como veremos a continuación, el crecimiento infantil y la talla adulta

han variado a lo largo de la historia de la humanidad en función de las características étnicas y ambientales de las poblaciones.

Crecimiento como indicador socioeconómico. Tendencia secular

En las últimas décadas se han interesado por el crecimiento infantil y la talla de las poblaciones, no solamente los sanitarios, sino también los historiadores y economistas.

Diversos estudios de nuestro país^{2,3} han estudiado la evolución de la talla de los reclutas a lo largo del último siglo. Ha habido una aceleración secular positiva, que se ha intensificado en los últimos 50 años, en relación con la mejora de las condiciones económicas y sociosanitarias. La talla adulta de los varones ha aumentado alrededor de 14 cm en el último siglo hasta situarse alrededor de 177 cm en el momento actual.

Asimismo, se han estudiado también las diferencias regionales. Así, se pasó de una diferencia de 5,5 cm en 1915 entre los reclutas de Galicia y los del País Vasco, a 2 cm en 1992⁴.

En el momento actual no existen diferencias regionales significativas entre las tallas a diferentes edades, incluida la talla adulta, como lo demostró el «Estudio transversal español de crecimiento 2008»^{5,6}, en cuya muestra participaron individuos de Bilbao, Barcelona, Zaragoza y Andalucía, que fueron medidos entre los años 2000 y 2004. Más recientemente, en 2010, se ha publicado un estudio efectuado en la Comunidad Autónoma de Madrid que corrobora lo anterior⁷.

La **figura 1** representa gráficamente la evolución de la talla adulta a lo largo de siglo y medio en varias regiones españolas. En ella se ha interpretado que los datos actuales

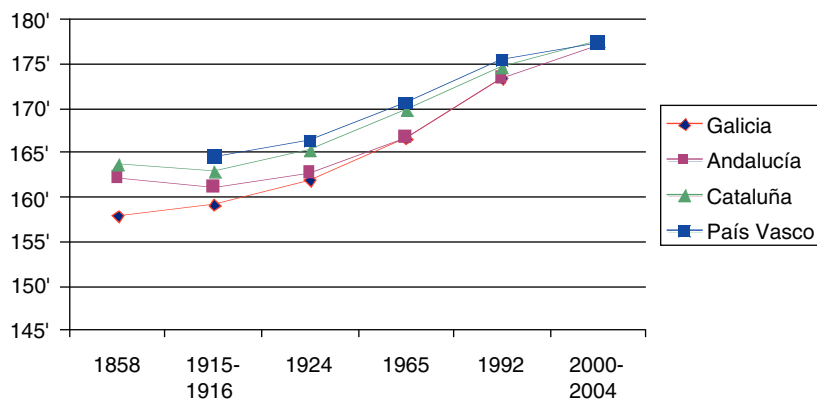


Figura 1 Evolución de la talla adulta de los varones en España por regiones desde el año 1858 hasta el año 2004 (Datos obtenidos de Gonzalez Portilla et al⁴ 2001, y de Carrascosa et al^{5,6} 2008).

de Bilbao y Barcelona son representativos de la población del País Vasco y Cataluña, respectivamente. El hallazgo más interesante es la confluencia de los valores de diferentes regiones españolas.

Fogel ha definido 8 indicadores del Estado del bienestar: 4 económicos y 4 biomédicos (tabla 1). Dos de estos últimos son indicadores antropométricos: talla e índice de masa corporal⁸. Este autor considera que los indicadores biomédicos son mucho más informativos de los avances en equidad en el mundo que los indicadores económicos convencionales. Habla del progreso humano en los últimos siglos y lo denomina «evolución tecnofisio», y considera que en los países ricos este proceso de mejora no ha concluido aún⁹.

Metodología de elaboración de curvas y tablas de crecimiento

Existen 3 tipos de estudios de crecimiento según el tipo de muestra utilizada:

- Estudios transversales: se obtienen efectuando un corte en la población en un momento determinado y estudiando un número suficiente de niños para cada grupo de edad y sexo. Tienen la ventaja de ser estudios rápidos, que permiten ver la situación de un individuo en un momento determinado con relación a una población de referencia. No suministran sin embargo velocidades de crecimiento.
- Estudios longitudinales: se estudia una cohorte de población de recién nacidos de ambos sexos, a los que se sigue hasta el final del crecimiento. Estos estudios permiten

ver las modificaciones del crecimiento con la edad, son indispensables para analizar fenómenos como el desarrollo puberal o el rebote adiposo, ya que nos suministran datos de velocidad de crecimiento. Sin embargo, tienen varios inconvenientes: son largos, puede haber sesgos por pérdidas de la muestra y cuando finaliza el estudio, los valores de los primeros años pueden no ser extrapolables a la población actual, especialmente si ha habido cambios socioeconómicos relevantes durante el período.

- Estudios longitudinales mixtos: aquí se hace el seguimiento de varias cohortes de niños de diferentes edades, a los que se sigue longitudinalmente, empalmando al final las curvas resultantes. La ventaja fundamental es que se acorta la duración del estudio necesario para obtener velocidades de crecimiento.

La selección de la muestra en los estudios de crecimiento es clave. Debe ser representativa de la población de referencia y, por lo tanto, debe cumplir las siguientes condiciones:

- La muestra debe cubrir los distintos estratos socioeconómicos.
- Deben estar representados los distintos grupos de edad y sexo.
- Deben excluirse a los individuos con patologías que teóricamente puedan afectar al crecimiento.
- Deben reflejar las variaciones producidas durante el crecimiento normal.

Los datos antropométricos deben obtenerse con precisión, utilizando instrumentos precisos y adecuadamente calibrados. Los medidores deben haber sido adecuadamente entrenados y se deben controlar los errores intraobservador e interobservador.

Las bases de datos deben depurarse mediante distintas técnicas; la más utilizada es la evaluación de la validez de los valores extremos.

Hay distintas técnicas estadísticas para el tratamiento de los datos. Los parámetros de longitud tienen habitualmente una distribución normal, mientras que los parámetros nutricionales se distribuyen claramente de forma asimétrica. Los estudios de crecimiento han utilizado diversas técnicas para la obtención de los percentiles. La más universalmente utilizada en el momento actual es la transformación de Box-Cox

Tabla 1 Indicadores del Estado del bienestar según Fogel et al⁸ (2000)

Económicos	Renta per cápita
	Salarios reales
	Razón de Gini
	Mendicidad
Biomédicos	Talla
	Índice de masa corporal
	Esperanza de vida
	Prevalencia de enfermedades crónicas

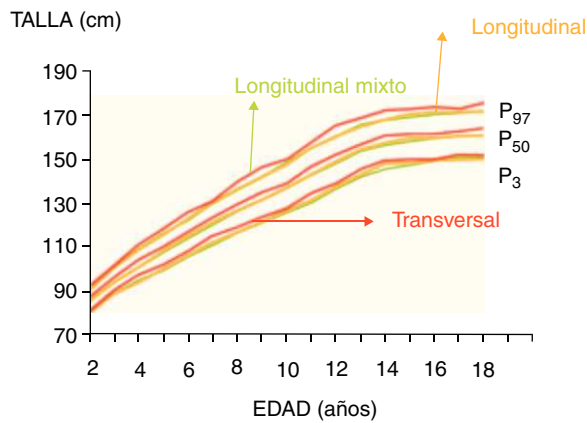


Figura 2 Gráfica comparativa de los percentiles 3, 50 y 97 de los estudios de crecimiento de Bilbao: longitudinal mixto, longitudinal (datos brutos sin transformación según la edad del pico puberal) y transversal (datos obtenidos de Hernández et al¹¹ y Sobradillo et al¹³).

o método LMS¹⁰.

Una vez obtenidos los parámetros estadísticos, hay que representar gráficamente las curvas de crecimiento, pudiéndose representar la media y las desviaciones estándar o, lo que es más habitual, los percentiles. Hay distintas técnicas de suavización: métodos no estructurales, y métodos estructurales mediante una función matemática predeterminada, habitualmente polinomios de distintos grados.

Todos los elementos que estamos describiendo, de forma sucinta, son ingredientes fundamentales en la elaboración de las tablas y curvas de crecimiento, y deberán tenerse en cuenta, en primer lugar, para una adecuada interpretación clínica de la información que suministran y, en segundo lugar, para efectuar comparaciones entre distintos estudios.

Los estudios de crecimiento en España

España tiene una larga tradición en estudios de crecimiento infantil desde hace más de 5 décadas, la mayoría de ellos transversales y no cubriendo la totalidad del período de desarrollo infantil, desde el nacimiento hasta la talla adulta, dada la dificultad logística para obtener muestras representativas de los niños en edades previas a la escolarización, de 0 a 3 años.

A partir de la década de 1970 se incrementan los estudios realizados y hay numerosas publicaciones de estudios de crecimiento, tanto transversales como longitudinales, efectuados en varias regiones españolas. Durante este período se efectúan los estudios de crecimiento de Bilbao, que fueron impulsados a partir del año 1976 por Hernández^{11,12} y, posteriormente, por Sobradillo¹³. Durante casi tres décadas, este grupo realizó los distintos tipos de estudios de crecimiento: estudio longitudinal mixto (1978-1987), estudio longitudinal puro (1978-1998) y estudio transversal (2000-2001).

La figura 2 representa gráficamente los percentiles 3, 50 y 97 del estudio longitudinal mixto, el estudio longitudinal (datos brutos sin transformación según la edad del pico puberal) y el estudio transversal de Bilbao. Se observa la coincidencia de los valores entre el estudio longitudinal mixto y el longitudinal, mientras que los valores de los per-

centiles del estudio transversal son superiores a los de los otros dos estudios, debido, por un lado, a la aceleración secular y, por otro, a un cierto sesgo, por la pérdida de elementos de la muestra, que se suele producir en los estudios longitudinales.

En el conjunto de España, los estudios transversales más recientes, a partir del año 2000, en población caucásica autóctona, se han hecho en las poblaciones de Bilbao¹³, Barcelona¹⁴, Andalucía¹⁵ y Madrid⁷.

Han finalizado también en estas fechas los estudios longitudinales efectuados en las poblaciones de Barcelona¹⁶, Bilbao¹⁶ y Zaragoza^{17,18}, también en población caucásica autóctona.

Dada la contemporaneidad de los últimos estudios de crecimiento efectuados en España, en las poblaciones de Bilbao, Barcelona, Zaragoza, Andalucía y Madrid, en población autóctona, los investigadores vieron la oportunidad de tratar como una única muestra el conjunto de todos ellos, lo que ha dado lugar a la publicación de los estudios integrados «Estudio transversal español de crecimiento 2008»^{5,6,19}, y del «Estudio longitudinal español de crecimiento 1978/2000»²⁰⁻²². El «Estudio transversal español de crecimiento 2008» se ha actualizado en 2010²³, con la integración de los datos de la Comunidad Autónoma de Madrid⁷.

El grupo de Barcelona ha efectuado adicionalmente estudios en población inmigrante, magrebí, subsahariana, de América Central y América del Sur^{23,24}.

Características de los estudios transversales españoles de crecimiento integrados recientes

Los estudios transversales españoles de crecimiento integrados recientes proporcionan datos de peso y longitud en recién nacidos prematuros y a término, y datos de peso, talla e índice de masa corporal en lactantes, niños, adolescentes y adultos jóvenes desde el nacimiento hasta la edad de 22 años. Enumeraremos separadamente las características de cada estudio.

Estudio transversal en recién nacidos, desde la 26 a la 42 semana de edad gestacional

Incluye 9.362 recién nacidos (4.884 varones y 4.478 mujeres) procedentes de las maternidades de los Hospitales Miguel Servet de Zaragoza y Vall d'Hebron de Barcelona. Sus datos muestran^{5,6,19,23}:

- Dimorfismo sexual evidente a partir de la semana 30 de edad gestacional, con diferencias estadísticamente significativas en el grupo de recién nacidos a término. Es, por lo tanto, necesario publicar los datos diferenciados para cada sexo.
- Aceleración secular de peso y talla en el grupo de recién nacidos prematuros respecto a estudios españoles anteriores²⁵. No se observa, sin embargo, aceleración secular en los recién nacidos a término respecto a estudios españoles anteriores. Estos datos apoyan la necesidad de disponer de datos actualizados para realizar la correcta clasificación de los recién nacidos según su peso, su longitud y su edad gestacional.

- Los valores obtenidos son diferentes a los de otros estudios recientes realizados en poblaciones de otras nacionalidades, concretamente a los publicados en Canadá²⁶, lo que apoya la utilidad clínica de poder disponer de datos de nuestro propio entorno.

Estudio transversal, desde el nacimiento hasta los 22 años de edad

En 2008 se publicó la primera integración de datos^{5,6}, que incluía las poblaciones procedentes de las comunidades autónomas de Andalucía, Cataluña, País Vasco y la población adulta de Aragón (32.064 sujetos, 16.607 varones y 15.457 mujeres). Tras la publicación en 2010 de los datos de la Comunidad Autónoma de Madrid⁷, se han integrado los elementos de esta muestra, dando lugar al «Estudio transversal español 2010»²³, que incluye a 38.461 niños, adolescentes y adultos jóvenes (19.975 varones y 18.486 mujeres). Sus datos muestran:

- Aceleración secular del crecimiento en talla respecto a los estudios españoles anteriores a 1988, efectuados en Bilbao^{12,12} y Cataluña²⁷, y talla adulta similar a la publicada en otros estudios recientes realizados en países mediterráneos, en Reino Unido y en Estados Unidos, aunque inferior a la de otros países del norte de Europa, como Holanda, Suecia y Alemania^{5,6}.
- Aceleración secular del índice de masa corporal en relación a estudios españoles anteriores a 1988^{5,6,11,27}, pero únicamente significativos para los valores superiores o iguales al percentil 75. Este fenómeno está relacionado con la aceleración del ritmo madurativo y con el incremento de sobrepeso en la población. La aceleración secular del índice de masa corporal se observa a partir de los 3-5 años de edad en los varones y a partir de los 5-7 años de edad en las mujeres; en ambos sexos, es máxima en intensidad durante el desarrollo puberal.

En su conjunto, los estudios transversales integrados suministran dos tipos de gráficas:

- Longitud y peso de recién nacidos, según sexo y edad gestacional, desde la semana 26 a la semana 42.
- Talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento hasta la talla adulta, según sexo y edad.

Se dispone también de los valores desagregados de la *n*, media, y desviaciones estándar para cada sexo, en los siguientes intervalos: por semana de gestación en los recién nacidos, cada 3 meses hasta los 2 años, cada 6 meses desde los 2 a los 16 años, a los 17 años, a los 18 años y talla adulta. Estos datos son de gran utilidad, ya que permiten obtener la puntuación *Z* de los parámetros antropométricos, lo que facilita el seguimiento de pacientes y los estudios comparativos.

Estudio longitudinal español de crecimiento 1978/2000²⁰⁻²²

Este estudio incluye un número importante de sujetos procedentes de los estudios longitudinales de Barcelona¹⁶,

Bilbao¹³ y Zaragoza^{17,18}, que tienen datos de talla desde el nacimiento hasta la edad adulta, habiendo sido aquella evaluada al menos una vez cada año. Incluye un total de 540 sujetos (259 varones y 281 mujeres). Sus datos muestran:

- Cada sujeto tiene su propio «tempus» madurativo para iniciar la pubertad. El brote de crecimiento puberal se inicia a edades tan tempranas como los 8-9 años en las niñas y los 10-11 años en los varones.
- El intervalo de edad en el que se inicia el brote de crecimiento puberal va desde los 8 hasta los 13 años en las mujeres y desde los 10 a los 15 años en los varones. La agrupación en 5 períodos de un año de intervalo permite definir 5 grupos maduradores en ambos sexos (muy tempranos, tempranos, intermedios, tardíos, y muy tardíos).
- En ambos sexos, cada uno de estos grupos tiene diferentes tallas al inicio del brote de crecimiento puberal, diferentes velocidades de crecimiento puberal, y diferentes ganancias de talla puberal, es decir, diferentes patrones de crecimiento puberal. En síntesis, se observa que cuanto más precoz es el brote puberal, mayor es el pico de velocidad de crecimiento y, por lo tanto, la ganancia en talla durante la pubertad. La talla final es la misma, independientemente del patrón de maduración, dado que aunque los maduradores tempranos crecen menos años que los tardíos, tienen un pico de velocidad de crecimiento mayor y una mayor ganancia de talla durante el período puberal. La talla adulta es, por lo tanto, similar, existiendo en todos los grupos individuos de talla alta, intermedia y baja. Estos datos indican que la edad de inicio del brote del crecimiento puberal no influye significativamente la talla adulta, tal como ya había sido sugerido por Tanner²⁸, y otros autores²⁹⁻³¹ en nuestro país.

Este fenómeno tiene implicaciones clínicas, ya que en los casos de niños alejados del patrón intermedio, sus datos de crecimiento pueden interpretarse de forma errónea, tanto en la evaluación diagnóstica como en la respuesta terapéutica, sobre todo en los casos de pacientes situados en los percentiles extremos de talla y/o velocidad de crecimiento, habitualmente controlados en consultas especializadas de endocrinología infantil. Resulta de un gran interés, por lo tanto, disponer de tablas y gráficas diferenciadas según grupo madurador.

El «Estudio longitudinal español de crecimiento 1978/2000» suministra la siguiente información:

- Media y desviación estándar de la talla y velocidad de crecimiento para cada intervalo de un año de edad, desde el nacimiento hasta la talla adulta, de forma separada para cada uno de los 5 grupos maduradores y sexo.
- Gráficas percentiladas de la talla y de la velocidad de crecimiento, desde el nacimiento hasta la talla adulta, de los 3 grupos maduradores más frecuentes: temprano, intermedio y tardío.

Estudios en la población inmigrante

En el curso de los últimos años, el fenómeno inmigratorio ha conllevado que en nuestro país un número considerable de

los niños y adolescentes que son controlados en las consultas de atención primaria y en los hospitales sean inmigrantes, fundamentalmente de origen africano (magrebíes y subsaharianos) y latinoamericano (Ecuador, Bolivia y Perú, entre otros). Este hecho conlleva la pregunta de si los datos de crecimiento obtenidos en la población caucásica autóctona son también extrapolables a ellos o no.

Con objeto de responder a esta pregunta, el grupo de Barcelona ha realizado evaluaciones del crecimiento en recién nacidos a término y en niños y adolescentes de este grupo poblacional, desde el nacimiento hasta la edad adulta. Algunos datos ya han sido publicados²⁴, y otros están, en este momento, en fase de evaluación. Se han efectuado los siguientes estudios:

Población originaria de África (magrebí y subsahariana)

1. Estudio transversal en recién nacidos a término de 37 a 42 semanas de edad gestacional²⁴. Incluye a 1.787 recién nacidos (919 varones y 868 mujeres) procedentes de las maternidades de los hospitales del área asistencial de la provincia de Girona y del Hospital Vall d'Hebron de Barcelona. Sus datos muestran que los valores de peso, longitud y perímetro craneal son similares a los de la población caucásica autóctona en los recién nacidos de origen subsahariano, y algo superiores en los de origen magrebí.
2. Estudio transversal en recién nacidos, lactantes, niños y adolescentes desde el nacimiento hasta la edad de 18 años. Incluye a 3.692 sujetos (1.874 varones y 1.818 mujeres) procedentes de la provincia de Girona. Sus datos muestran que los valores de peso, talla, índice de masa corporal y perímetro craneal son similares a los de la población caucásica autóctona en ambas poblaciones, magrebí y subsahariana (comunicación personal).

Población originaria de América Central y de América del Sur nacidos en España

1. Estudio transversal en recién nacidos a término de 37 a 42 semanas de edad gestacional²⁴. Incluye a 667 recién nacidos (356 varones y 311 mujeres) procedentes de las maternidades de los hospitales del área asistencial de la provincia de Girona y del Hospital Vall d'Hebron de Barcelona. Sus datos muestran que los valores de peso, longitud y perímetro craneal son ligeramente superiores a los de la población caucásica autóctona.
2. Estudio transversal desde recién nacido hasta talla adulta. Está aún en fase de evaluación.

Comparación de los estudios españoles con otros estudios internacionales: estudio de la Organización Mundial de la Salud

En otros países también se están efectuando periódicamente estudios de crecimiento, en los cuales se observa, a semejanza del caso español, la aceleración secular del crecimiento en las últimas décadas, observándose todavía

la persistencia de diferencias entre países y distintos grupos socioeconómicos.

En el caso de Europa, los niños alemanes, suecos y holandeses son más altos, como ya se ha indicado previamente, que los ingleses, franceses, portugueses y españoles^{5,6}. En la *figura 3* se pueden observar las diferencias de talla adulta entre la población española actual y otros estudios recientes de Europa³²⁻³⁶, América³⁷⁻³⁹ y el estudio internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁴⁰.

En el estudio multicéntrico de crecimiento propiciado por la OMS, han participado niños de 6 países: Brasil, Estados Unidos de América, Ghana, India, Noruega y Omán. Se han publicado gráficas y tablas de peso, talla, e índice de masa corporal en 2006⁴¹, y del perímetro craneal, perímetro braquial y pliegues cutáneos en 2007⁴².

El diseño de este estudio combinó un estudio longitudinal desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida con un estudio transversal de niños entre 18 y 71 meses. Además de la aceptación de la participación en el estudio, uno de los criterios de inclusión era que la familia de los niños perteneciese a un estatus socioeconómico que garantizase un crecimiento óptimo, no limitado por cuestiones ambientales. El segundo criterio fundamental de inclusión era nutricional; los niños debían ser alimentados mediante lactancia materna exclusiva o predominante hasta al menos 4 meses, y lo más cerca posible de los 6 meses, continuando la lactancia parcial hasta al menos 12 meses⁴³. Esto dio lugar a que el 83% de los potenciales sujetos del estudio longitudinal y el 69% de los del estudio transversal fueran excluidos antes de iniciar el estudio; la razón fundamental de la exclusión en Brasil, Ghana, India y Oman fue el bajo nivel socioeconómico.

Los exigentes criterios nutricionales impuestos hicieron, entre otras razones, que se fueran perdiendo niños de la muestra inicial, de modo que el número de niños que continuaron en el estudio longitudinal de la OMS hasta los 2 años fue 882, aproximadamente la mitad de la «n» inicial reclutada al nacimiento. Las pérdidas fueron heterogéneas entre países. Así, en Brasil se perdió el 80% de la muestra inicial al llegar a los 2 años.

El diseño del estudio de la OMS ha permitido obtener inicialmente datos de los 0 a los 5 años de edad. Se han completado las gráficas hasta los 19 años de edad con la actualización de los datos del estudio previo del National Center for Health Statistics y la OMS del año 1977⁴⁰.

Este estudio tiene, por lo tanto, varios componentes con diferentes diseños. El primer componente es longitudinal hasta los 2 años; hay un segundo componente transversal desde los 18 meses hasta los 5 años de edad; a partir de esa edad los datos se obtienen mediante la prospección de los datos de 5 a 19 años del estudio de 1977 anteriormente citado, utilizando métodos estadísticos, para dar continuidad de una forma suave a los datos obtenidos de 0 a 5 años.

El estudio de la OMS no incluye a la población asiática y hay una escasa representación de la raza negra y otras etnias. Es probable que la población seleccionada, en la medida en que pertenece a las elites en el caso de los países menos desarrollados, tenga una influencia cultural anglosajona.

Todos estos hechos deben tenerse en cuenta para valorar la representatividad y la validez externa del estudio, y para hacer estudios comparativos con otros estudios poblacionales.

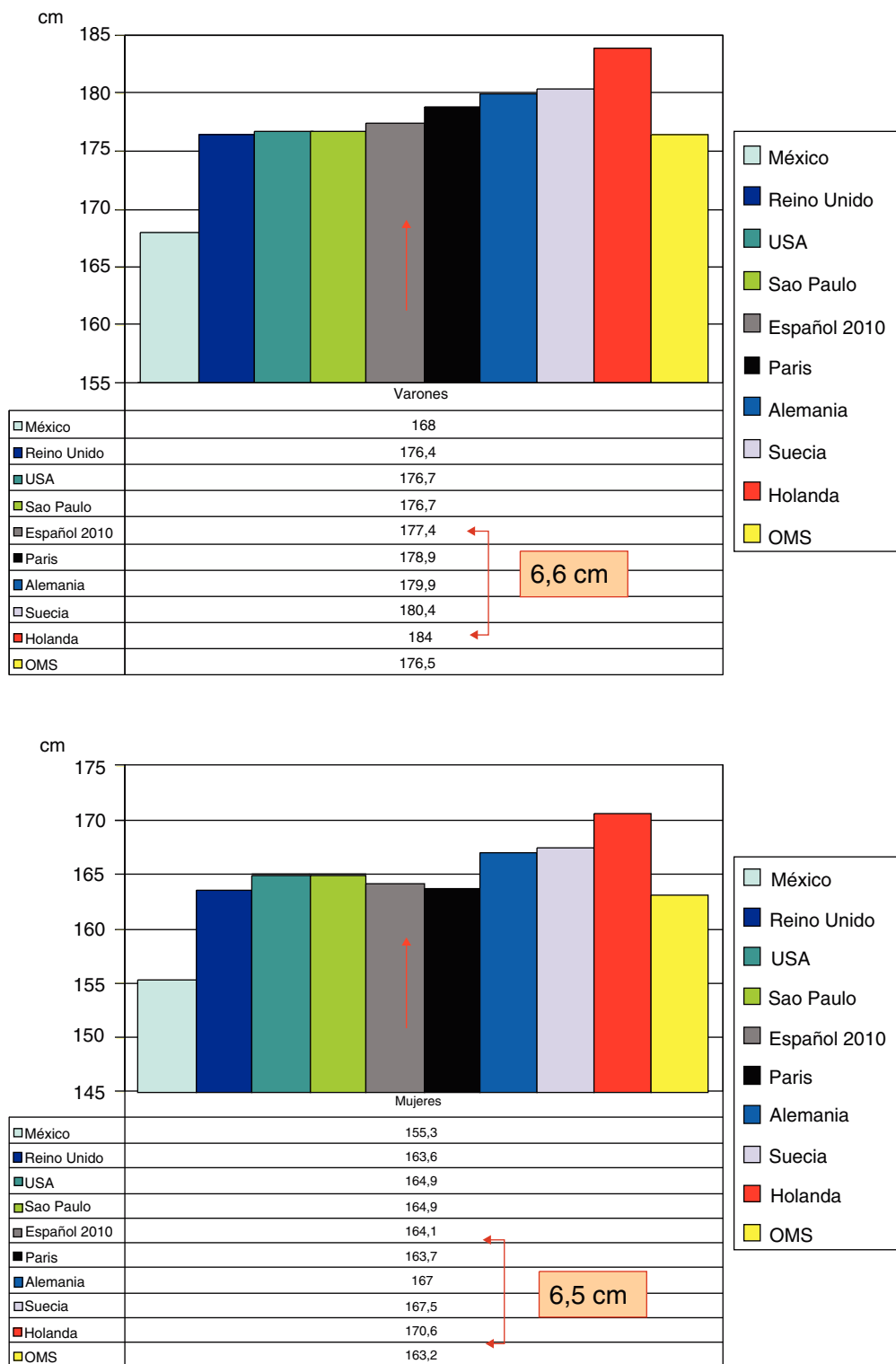


Figura 3 Talla adulta (media, cm) en estudios recientes realizados en poblaciones de América y Europa, en varones y mujeres.

Al tener el componente longitudinal del estudio de crecimiento de la OMS una duración limitada en el tiempo, los datos de velocidad de crecimiento son sólo para los 2 primeros años de edad, período en el que, al haber una gran desaceleración fisiológica del crecimiento, las velocidades tienen una mayor variabilidad que en edades posteriores y son difíciles de interpretar y de una utilidad limitada

para el peditra. No permite, por lo tanto, obtener velocidades de crecimiento para las edades posteriores ni en la pubertad.

Como se puede apreciar en las figuras 4 y 5, existen diferencias en los valores de los percentiles 3, 50 y 97 de la talla al comparar el estudio transversal español con el estudio de la OMS. Se han incorporado en la comparación los datos del

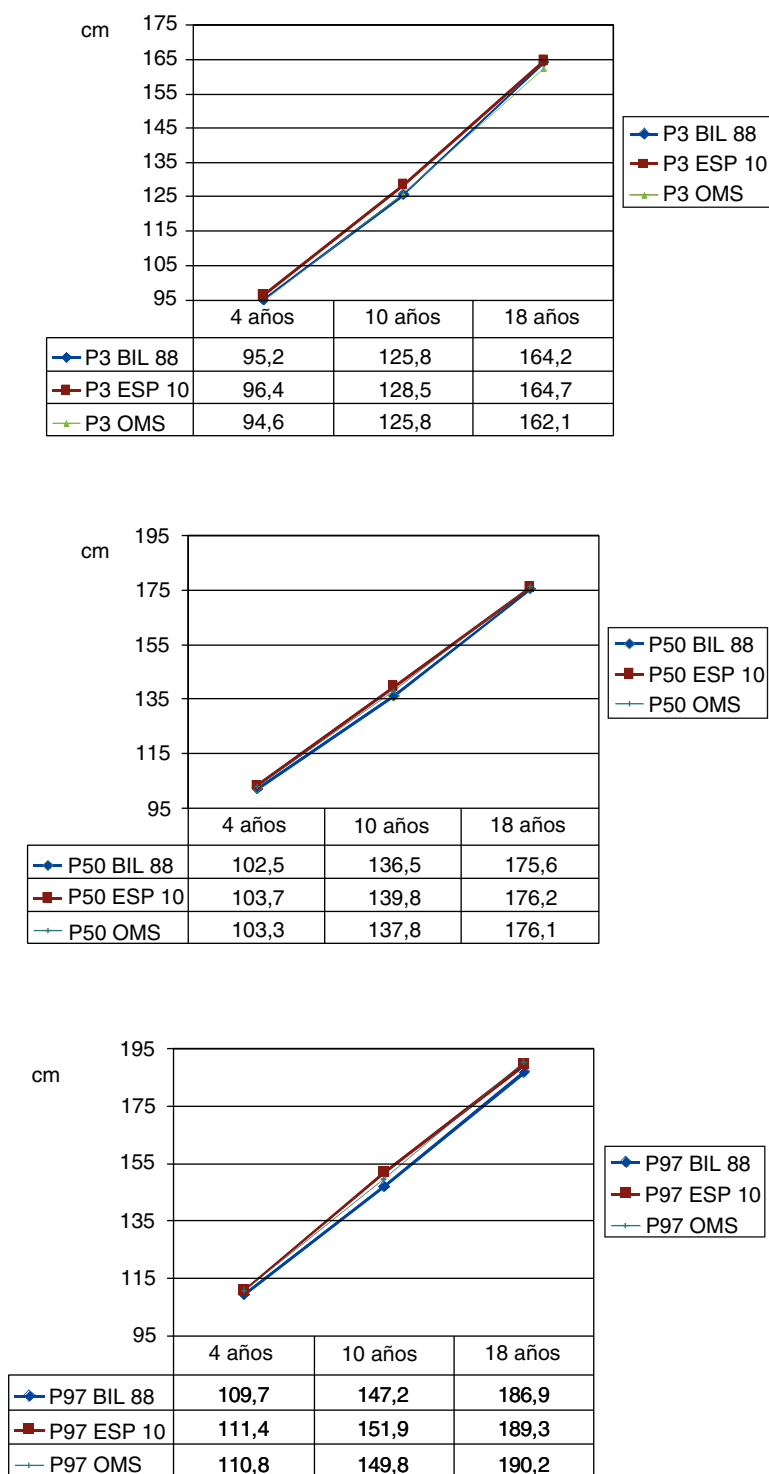


Figura 4 Comparación de los valores de los percentiles 3, 50 y 97 de talla para varones entre el estudio transversal español 2010, el estudio de Bilbao 1988 y el estudio de la OMS, a las edades de 4, 10 y 18 años (datos obtenidos de Hernández et al¹¹ 1988, WHO⁴⁰ 2006 y Carrascosa et al²² 2010).

estudio de Bilbao de Hernández et al¹¹ publicado en 1988 porque para algunos percentiles los datos de la OMS son más semejantes a los datos del estudio de Bilbao, publicado hace más de 20 años, que a los del estudio transversal español, más reciente.

Estas diferencias con el estudio de la OMS son mayores al comparar el índice de masa corporal, aunque las diferencias

encontradas pueden también atribuirse, además de al aumento de sobrepeso y obesidad en la población infantil española, a la metodología diferente de ambos estudios.

En primer lugar, el estudio de la OMS ha seleccionado la muestra con criterios nutricionales. En segundo lugar, efectúa un tratamiento estadístico diferente para las distribuciones de peso según la longitud y del índice de masa

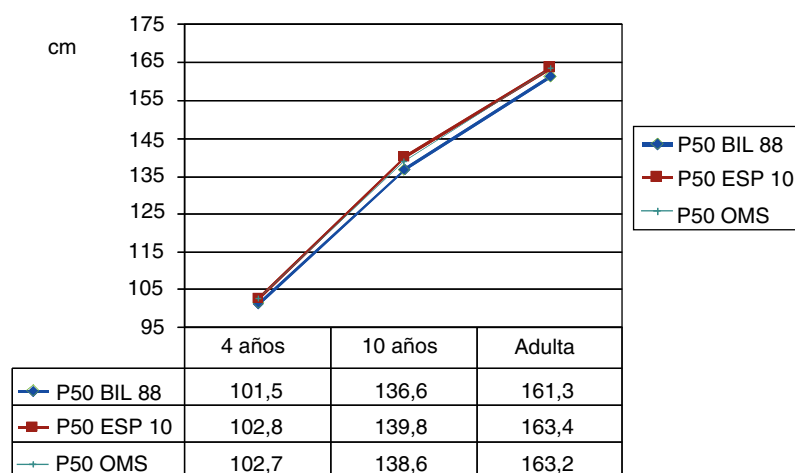
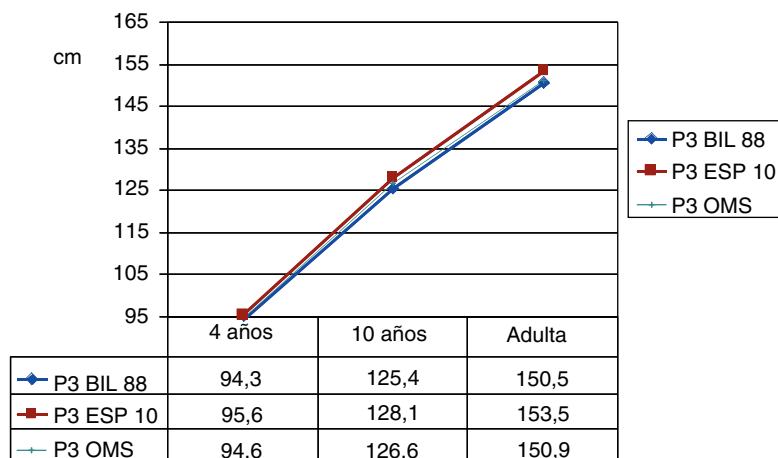


Figura 5 Comparación de los valores de los percentiles 3, 50 y 97 de talla para mujeres entre el estudio transversal español 2010, el estudio de Bilbao 1988 y el estudio de la OMS, a las edades de 4, 10 y 18 años (datos obtenidos de Hernández et al¹¹ 1988, WHO⁴⁰ 2006 y Carrascosa et al²² 2010).

corporal según la edad. Así, debido a la desviación que observaron de los datos de la muestra hacia pesos elevados, excluyeron en el componente transversal de su estudio a los individuos con valores de peso según longitud por fuera

del intervalo de ± 2 desviaciones estándar (obtienen el valor de esta desviación duplicando los elementos de la muestra con la inclusión de los valores espejo de cada individuo alrededor de la mediana). Así, en el estudio de la OMS, fueron

excluidos previamente a la construcción de los estándares, el 1,3% de los varones y el 1% de las mujeres con valores de peso según longitud más elevados, así como el 0,1% de los valores más bajos.

Como se observa en las figuras 6 y 7, los percentiles 50 y 97 del índice de masa corporal del estudio transversal español se encuentran por encima de los correspondientes valores del estudio de la OMS; estas diferencias son escasas para el percentil 50 y mayores para el P97. En conjunto, las diferencias son mayores a partir de los 7 años de edad, y más acentuadas en los varones, y se reducen al aproximarse a la talla adulta. Los valores del estudio de Bilbao 1988 se encuentran en una posición intermedia entre ambos estudios.

Si comparamos los valores de la media del índice de masa corporal correspondiente a la talla adulta del estudio transversal español 2010 con el estudio de la OMS⁴⁰, y otros estudios recientes en poblaciones de Europa³²⁻³⁶ y América³⁷⁻³⁹, se observa que los dos primeros se encuentran en valores similares, destacando por sus valores elevados la población de Estados Unidos y México (fig. 8).

Uso e interpretación de las gráficas de crecimiento en España

A raíz de la publicación del estudio de la OMS en 2006, se ha establecido en la comunidad científica española un debate sobre qué tipo de gráficas debieran utilizar los médicos que atienden niños para monitorizar el crecimiento.

Pensamos que, si bien el estudio de la OMS aporta información relevante sobre las características del crecimiento de una cohorte de niños de 6 países, alimentados mediante lactancia materna, existen fundadas razones para seguir efectuando periódicamente y usando en la clínica estándares propios poblacionales, cuando esto es posible, como es el caso de España.

El estudio de la OMS solo incluye un país europeo, Noruega, en la muestra. Los datos de los estudios transversales españoles 2008 y 2010 han puesto de manifiesto que existen diferencias entre las tallas de los niños españoles y las de otros países del Norte de Europa como Alemania³³, Holanda³⁶ y Suecia³⁵. La talla adulta es claramente superior en estos países, mientras que en los países mediterráneos³⁴, EE. UU.³⁸ y Reino Unido³² es similar a la española, encontrándose en estos países por encima de la población de México bien nutrida³⁷ (fig. 3). En definitiva, la talla adulta difiere entre las diversas poblaciones que componen la especie humana, lo que sugiere que no puede utilizarse un único patrón de referencia universal. Estas diferencias contrastan con su ausencia entre distintas regiones españolas⁵⁻⁷, a diferencia de lo que ocurría el siglo pasado⁴, lo que probablemente se deba al componente étnico y nutricional común de las diversas regiones españolas. En este momento, podemos decir que la población española se comporta de una forma homogénea desde un punto de vista antropométrico.

Es altamente probable que los niños de nuestro país sean diferentes además no sólo en cuanto a los valores alcanzados por los indicadores antropométricos en cada grupo de edad y sexo, sino también en cuanto a los ritmos de maduración.

En este sentido, cabe destacar que el estudio de la OMS no tiene en cuenta la aceleración secular en la edad de inicio del desarrollo puberal, ya que sus datos correspondientes a estas edades proceden de estudios realizados hace más de 40 años. Desde entonces, en todas las sociedades desarrolladas la edad de inicio de la pubertad se ha adelantado en, al menos, un año. Este hecho conlleva que los valores de peso, talla e índice de masa corporal reportados para estas edades (8-13 años en las niñas y 10-15 años en los varones) estén probablemente desfasados y no se correspondan con la edad real de la sociedad actual.

Teniendo en cuenta la persistencia en las últimas décadas de la aceleración secular de talla y peso en nuestro país, tal como se ha demostrado con los resultados de los estudios transversales españoles 2008 y 2010, los estudios transversales tienen ventajas sobre los longitudinales para ser utilizados actualmente como gráficas de distancia. En primer lugar, la muestra de un estudio transversal, al contar con más individuos, es mucho más heterogénea y, por lo tanto, más representativa de la población. En segundo lugar, al efectuarse en períodos más cortos y próximos a la fecha actual, va a detectar mejor la tendencia secular. Por último, debido al gran número de niños diferentes medidos, los percentiles extremos pueden ser definidos con mayor precisión.

Así, el estudio transversal español incluye un total de 1.479 varones y 1.282 mujeres de 0,25 a 2 años, además de los 5.796 recién nacidos de ambos sexos. Estos valores son muy superiores a la muestra de los dos primeros años del estudio de la OMS, que incluye hasta los 18 meses un número muy inferior de niños diferentes, al tratarse de un estudio longitudinal, que si bien permite obtener velocidades de crecimiento, tiene el inconveniente de que la muestra de niños diferentes es necesariamente más pequeña.

La muestra total del estudio transversal español 2010, desde el nacimiento hasta la talla adulta, es de casi 40.000 sujetos, cuyos datos se han tratado estadísticamente con el método LMS, el cual permite obtener los centiles por grupos de edad y sexo, desde el nacimiento hasta la talla adulta. Por otro lado, el ajuste matemático de las líneas percentilares en el período de crecimiento, permite estimar los percentiles extremos, 3 y 97, con una gran precisión, debido al gran número de elementos diferentes de la muestra total.

El pediatra general debe utilizar preferentemente gráficas de distancia en la clínica, que representen los valores antropométricos para los diferentes grupos de edad y sexo. Por las razones anteriormente expuestas, este tipo de gráficas se obtienen con una mayor representatividad y una mayor precisión de los percentiles extremos, mediante estudios transversales.

En la evaluación de los retrasos de crecimiento, se necesitan adicionalmente las curvas de velocidad, útiles en casos seleccionados en las consultas de atención primaria, e imprescindibles en el seguimiento de alteraciones endocrinológicas o sistémicas con repercusión sobre el crecimiento en las consultas hospitalarias. El estudio longitudinal español recientemente publicado suministra gráficas diferenciadas para valorar la velocidad de crecimiento, según que el brote de maduración puberal sea temprano, medio o tardío.

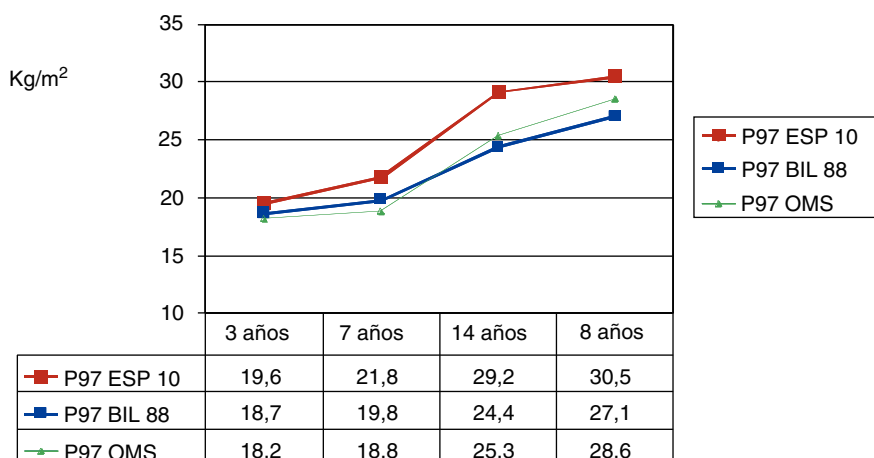
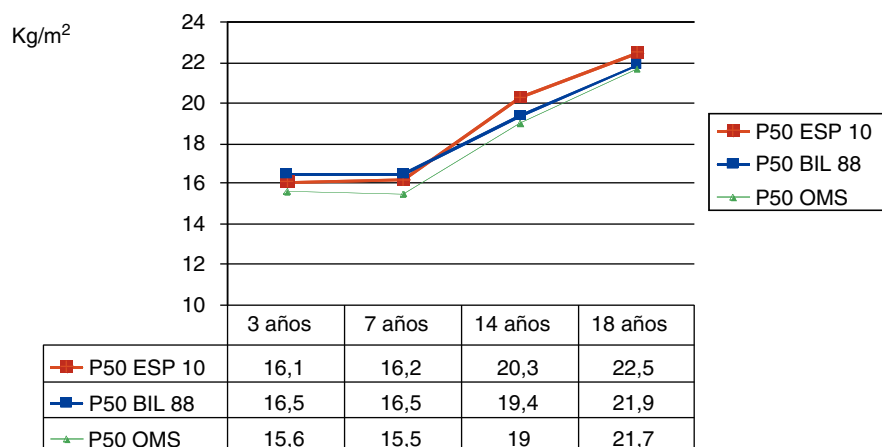


Figura 6 Comparación de los valores de los percentiles 50 y 97 del índice de masa corporal para varones entre el estudio transversal español 2010, el estudio de Bilbao 1988 y el estudio de la OMS, a las edades de 4, 10 y 18 años (datos obtenidos de Hernández et al¹¹ 1988, WHO⁴⁰ 2006 y Carrascosa et al²² 2010).

Valoración del sobrepeso, obesidad y malnutrición con las gráficas de crecimiento

Uno de los problemas epidemiológicos más acuciantes en el momento actual es la detección precoz del sobrepeso y la obesidad infantil. Los estudios transversales actuales han puesto de manifiesto que su prevalencia ha aumentado comparativamente con los estudios efectuados 2 décadas antes. Este es uno de los argumentos utilizados por los que propugnan utilizar para la monitorización del crecimiento el estudio de la OMS, en la medida en que los niños de este estudio presentan una prevalencia menor de sobrepeso y obesidad, lo que se debe, como antes se ha indicado, a los criterios de selección de la muestra y también a la metodología estadística utilizada.

Se puede hacer, sin embargo, una adecuada estimación, sobre todo para estudios comparativos, de la prevalencia del sobrepeso y la obesidad, con las gráficas de crecimiento españolas actuales, aplicando los criterios antropométricos

de Cole⁴⁴ para la definición de estas situaciones clínicas. Esto significa definir como puntos de corte de sobrepeso y obesidad a las diferentes edades, los correspondientes al percentil que adquiere los valores 25 kg/m² y 30 kg/m², respectivamente, en el momento de alcanzar la talla adulta.

En cualquier caso, hay que recordar que el diagnóstico de sobrepeso y obesidad es fundamentalmente «clínico», ya que dependiendo de la estructura y composición corporal, el índice de masa corporal puede variar. Las gráficas de este indicador pueden ayudar al pediatra a hacer el seguimiento de la evolución de un paciente y su respuesta terapéutica. El uso de gráficas representativas de la propia población permite, además, tener información de la situación de cada paciente con relación a la población de referencia.

En la práctica clínica observamos además que morbilidad y grado de obesidad están íntimamente relacionados entre sí, lo que obliga a valorar no únicamente si hay obesidad o no, sino también el grado de obesidad, tal como ha demostrado el grupo de Barcelona en estudios que rela-

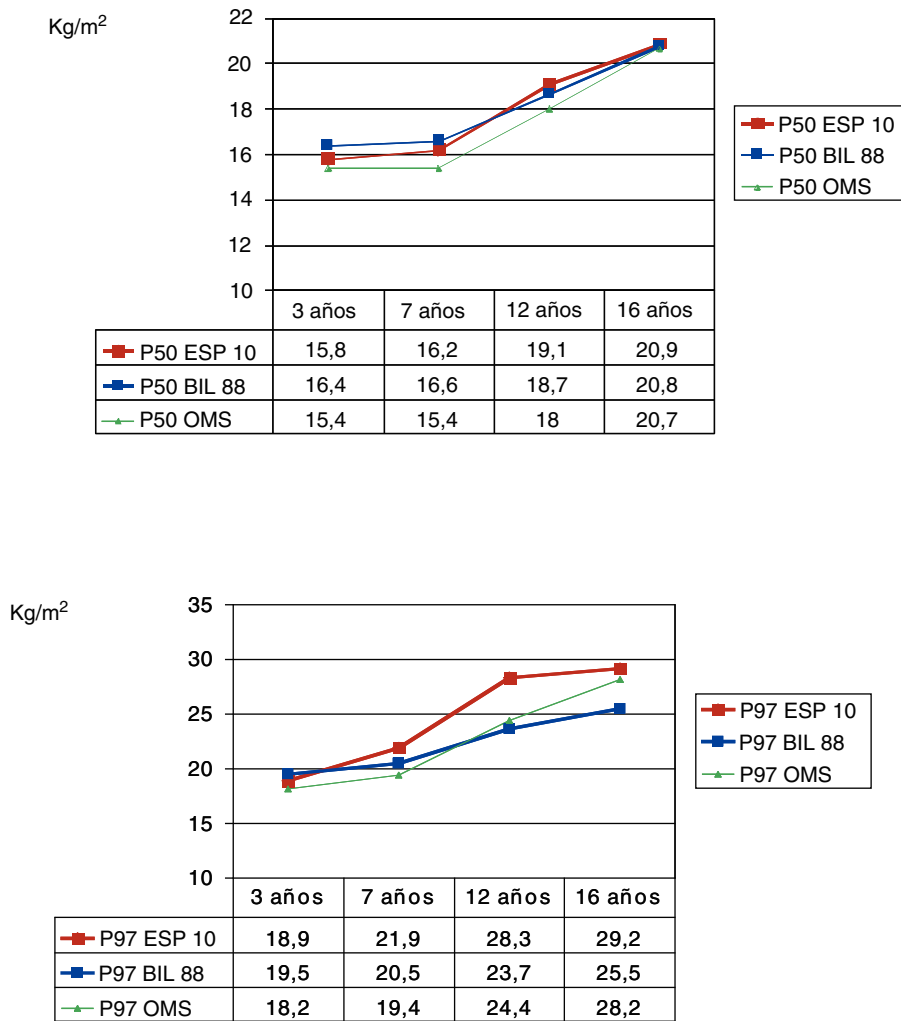


Figura 7 Comparación de los valores de los percentiles 50 y 97 del índice de masa corporal para mujeres entre el estudio transversal español 2010, el estudio de Bilbao 1988 y el estudio de la OMS, a las edades de 4, 10 y 18 años (datos obtenidos de Hernández et al¹¹ 1988, WHO⁴⁰ 2006 y Carrascosa et al²² 2010).

cionan el grado de obesidad con circunstancias clínicas asociadas como la intolerancia a la glucosa y el síndrome metabólico^{23,45} (fig. 9).

El estudio transversal español de crecimiento proporciona datos de media y desviación estándar para cada edad con intervalos de 0,5 años, exceptuando los dos primeros años de vida en los que los intervalos son de 0,25 años. Estos datos permiten calcular en cada niño obeso su grado de obesidad expresándolo en forma de desviaciones estándar del índice de masa corporal (valor *z-score*). Este valor es útil para relacionar la morbilidad con el grado de obesidad y para el seguimiento de los efectos del tratamiento a corto y largo plazo.

En la situación opuesta, la delgadez, el punto de corte propuesto por Cole⁴⁶ en 2007 es el correspondiente al valor 17 a los 18 años de edad. Este valor del índice de masa corporal corresponde a la delgadez grado 2 de la OMS. En las gráficas del estudio transversal español, este valor coincide con el percentil 3 aproximadamente para las mujeres, tal como ocurre en el estudio internacional de Cole publicado en 2007. Para los varones, este punto de corte se encuentra por debajo del percentil 3, lo que se debe a que hay una

mayor prevalencia de sobrepeso en los varones del estudio español, lo que hace que las curvas del índice de masa corporal se desplacen hacia arriba. En contraste, este punto de corte de la delgadez, se encuentra en las gráficas de la OMS de 2006 entre los percentiles 5 y 7, lo que refleja las diferentes características nutricionales y metodológicas de este estudio, que hemos comentado anteriormente.

Como en el caso de la obesidad, en la práctica clínica morbilidad y grado de malnutrición están también íntimamente relacionados, lo que obliga a valorar no solamente si existe o no malnutrición, sino su grado, lo que se hace mediante el valor *z-score*, cuyo seguimiento permite también evaluar los efectos del tratamiento a corto y largo plazo.

Gráficas de crecimiento de referencia para uso clínico en España

Teniendo en cuenta todo lo expuesto, consideramos que en el momento actual y, para la población española, las gráficas de referencia de distancia más adecuadas, para la valoración

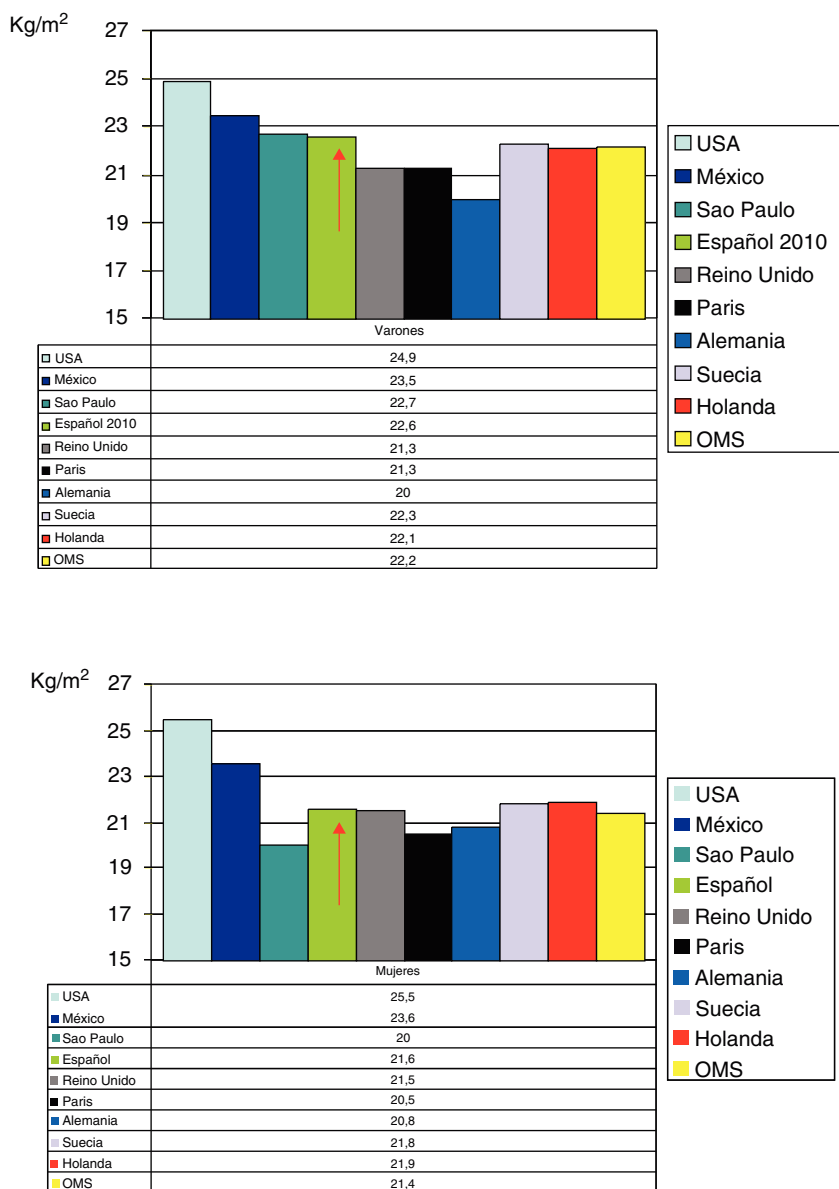


Figura 8 Índice de masa corporal (media) correspondiente a la talla adulta en estudios recientes realizados en poblaciones de América y Europa. Varones.

de la talla y de la situación nutricional en general, son las del estudio transversal español 2010, desde el nacimiento hasta la talla adulta, ya que son las que representan la situación española actual, y permiten una adecuada interpretación de las variaciones individuales.

Puede haber situaciones concretas de niños con lactancia materna con un patrón de crecimiento dudoso, en las que podría ser también adecuado recurrir a las gráficas de la OMS para una mejor interpretación de las ganancias de peso y talla, y no sobreestimar los retrasos de crecimiento en estas circunstancias. También se puede recurrir a estas gráficas en casos dudosos para la interpretación de sobrepeso y obesidad, para niños de menos de 5 años de edad, ya que más allá de esta edad las gráficas de la OMS no se han obtenido con datos contemporáneos de niños reales.

En cuanto a las gráficas de velocidad, el estudio longitudinal español 1978-2000, que integra los datos de 3 poblaciones españolas, tiene ventajas, ya que en la medida en que presenta los datos diferenciados por patrón de maduración, permite valorar la situación de niños con un ritmo de maduración alejado de la media, los cuales son los que generan con más frecuencia motivos de consulta, así como dudas sobre el diagnóstico, la evolución y la respuesta terapéutica.

Un problema aparte lo representan los niños inmigrantes o adoptados, procedentes de otros países y etnias. En los estudios de Barcelona^{23,24}, se encontraron algunas diferencias entre la población caucásica autóctona y los hijos de inmigrantes, de origen magrebí, subsahariano y de América Central y del Sur, pero sólo para el grupo de recién nacidos a término, diferencias que no se han mantenido en las edades posteriores.

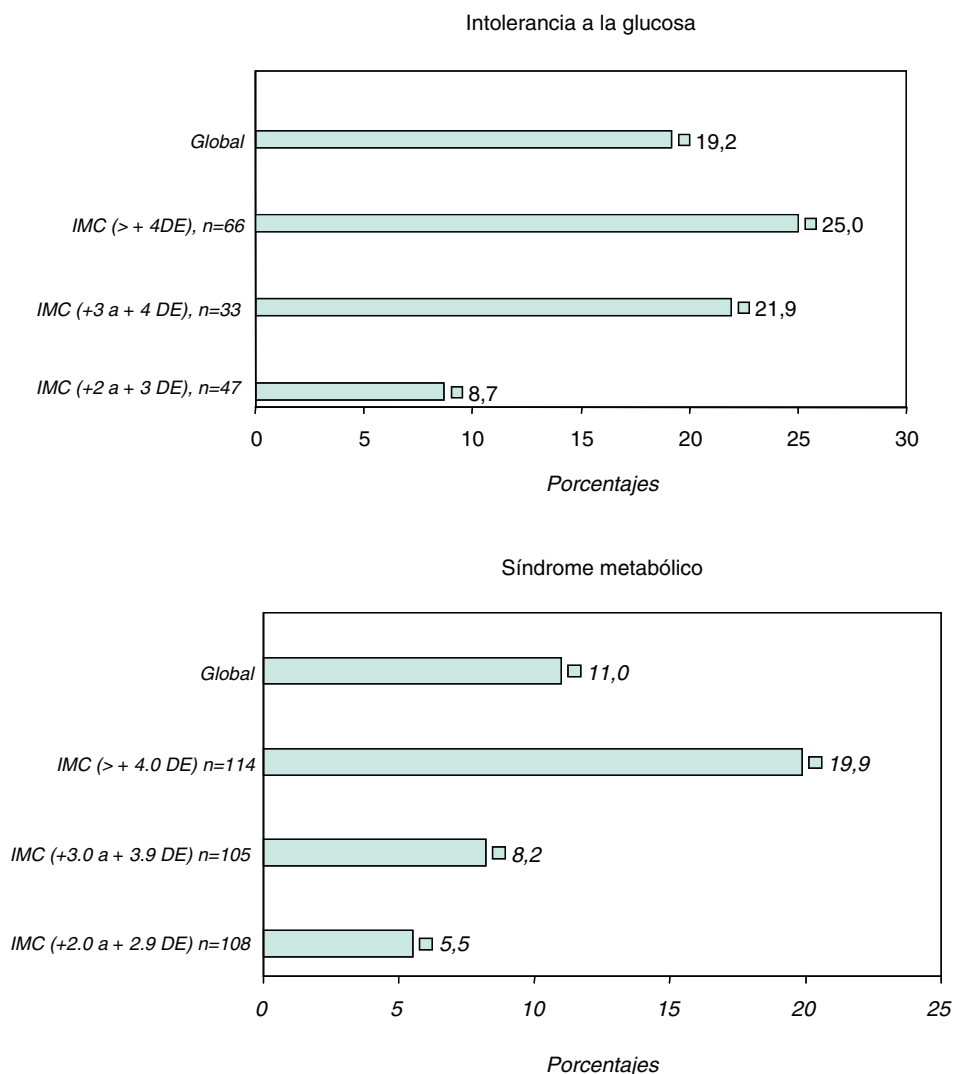


Figura 9 Prevalencia (%) de intolerancia a la glucosa y de síndrome metabólico en relación con el valor z-score (DE de la media) del índice de masa corporal. Unidad de Obesidad Infantil del Hospital Universitario Vall d'Hebron (comunicación personal).

¿Cómo se deberían planificar los estudios de crecimiento del futuro en España?

Los indicadores antropométricos, particularmente la talla y el índice de masa corporal, tienen, además de su valor clínico, una gran capacidad informativa como indicadores del bienestar de la población.

En el momento actual, las diferencias regionales de las tallas de los niños y la talla adulta en España han desaparecido, lo que invita a deducir que ya no existe desigualdad en los recursos disponibles para garantizar un crecimiento óptimo acorde con el potencial genético, homogéneo en general en las distintas regiones españolas.

En los últimos 20 años ha continuado habiendo una aceleración secular de la talla y del índice de masa corporal, positiva en términos de salud para la talla y negativa para el índice de masa corporal.

Las circunstancias socioeconómicas cambiantes y los cambios poblacionales producidos por la inmigración pueden dar lugar en el futuro a una reversión de los fenómenos anteriores o, por el contrario, a una persistencia de la

aceleración secular, acompañada o no del mantenimiento de la desaparición de las variaciones regionales. Es necesario, por lo tanto, efectuar periódicamente estudios de crecimiento regionales que, además de su utilidad clínica como estándares de referencia en la valoración del crecimiento infantil, nos informen sobre el bienestar social de la población.

Los estudios transversales son los que proporcionan una información más rápida sobre el nivel de salud de la población. Teniendo en cuenta que la aceleración secular todavía existe, y que, según Fogel⁹, es previsible que lo que él denomina la «evolución tecnofisio» prosiga en los países ricos en los próximos años, sería deseable realizar en el futuro estudios transversales representativos de las distintas regiones españolas con una periodicidad de 10-15 años.

El estudio transversal español ha sido retrospectivo. En el futuro, estos estudios debieran ser prospectivos y realizarse con una metodología adecuada y uniforme en las distintas regiones, controlando las variables socioeconómicas, nutricionales y étnicas, lo que permitiría hacer estudios comparativos entre grupos poblacionales.

Los estudios longitudinales, dado su coste y larga duración, además de las limitaciones que tienen por el sesgo por pérdida de parte de la muestra, y los cambios seculares durante su realización, deberían efectuarse en períodos más amplios y utilizar diseños mixtos, como múltiples cohortes, con el objeto de reducir su duración y moderar el fenómeno de la aceleración secular entre el momento del comienzo del estudio y su finalización.

Siempre que los recursos lo permitan, es necesario realizar estos estudios localmente, con el objeto de monitorizar, por un lado, el crecimiento poblacional y permitir, por el otro, que el crecimiento de los niños se compare con poblaciones similares en sus condiciones genéticas y ambientales.

La larga tradición de los estudios de crecimiento en España, donde ha habido diversos grupos y proyectos de investigación sobre crecimiento, hace que los planteamientos anteriores sean factibles en un momento en el que el trabajo colaborativo y en red es facilitado por las modernas técnicas de información y comunicación y, a su vez, potenciado por las nuevas tendencias de gestión en investigación y sanidad.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Hernández Rodríguez M. El patrón de crecimiento humano: factores que regulan el crecimiento. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Rodríguez F, editors. *Tratado de endocrinología pediátrica y de la adolescencia*. 2ª ed Barcelona: Ediciones Doyma; 2000.
- Casado de Frías E. Tendencia secular del crecimiento. *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina*. 1999;CXVI:83–96.
- Tojo R, Leis J, Maestro J, Pombo M. Evolución del crecimiento, maduración y desarrollo humano en Galicia y España. 1900–1985. En: Pombo Arias M, editor. *Endocrinología pediátrica*. Madrid: Díaz de Santos; 1990. p. 37–61.
- González Portilla M. *Los orígenes de una metrópoli industrial: La ría de Bilbao*. Bilbao: Fundación BBVA; 2001.
- Carrascosa A, Fernández JM, Ferrández A, López-Siguero JP, Sánchez E. Estudio transversal español de crecimiento 2008. Barcelona. Pfizer. Ed. Hercu, Barcelona ISBN 978-84-612-3046-4. 2008.
- Carrascosa A, Fernández JM, Fernández C, Ferrández A, López-Siguero JP, Rueda C, et al. Estudio transversal español de crecimiento 2008: II. Valores de talla, peso e índice de masa corporal en 32.064 sujetos (16.607 varones, 15.457 mujeres) desde el nacimiento hasta alcanzar la talla adulta. *An Pediatr (Bar)*. 2008;68:552–69.
- López de Lara D, Santiago P, Tapia M, Rodríguez MD, Gracia R, Carrascosa A. Valoración del peso, talla e IMC en niños, adolescentes y adultos jóvenes de la Comunidad Autónoma de Madrid. Comparación con el estudio español de crecimiento 2008. *An Pediatr (Barc)*. 2010; 73:305-19.
- Fogel RW. *The fourth great awakening and the future of egalitarianism*. Chicago: The University of Chicago Press; 2000.
- Fogel RW. *The escape from hunger and premature death, 1700-2100. Europe, America and the Third World*. Chicago: The University of Chicago Press; 2004.
- Cole TJ. The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr*. 1990;44:45–60.
- Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruiz I, Sánchez E, Sobradillo B, Zurimendi A. *Curvas y tablas de crecimiento (0–18 años)*. Instituto de Investigación sobre crecimiento y desarrollo. Bilbao: Fundación Faustino Orbeago; 1988. p. 1–32.
- Hernández M, Sánchez E, Sobradillo B. Curvas y tablas de crecimiento. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Rodríguez F, editors. *Tratado de endocrinología pediátrica y de la adolescencia*. 2ª ed Barcelona: Ediciones Doyma; 2000. p. 1441–99.
- Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Fernández-Ramos C, et al. *Curvas y tablas de crecimiento. Estudios longitudinal y transversal*. Bilbao: Fundación Faustino Orbeago; 2004. p. 1–31.
- Carrascosa A, Yeste D, Copil A, Gussinyé M. Aceleración secular del crecimiento. Valores de peso, talla e índice de masa corporal en niños, adolescentes y adultos jóvenes de la población de Barcelona. *Med Clin (Barc)*. 2004;123:445–51.
- López-Siguero JP, Fernández García JM, De Luna Castillo JD. Estudio transversal de talla y peso de la población de Andalucía desde los 3 años a la edad adulta. *BMC Endocrine Disorders*. 2008;8 Suppl 1:4–39.
- Carrascosa A, Audi L, Bosch-Castañé J, Gussinyé M, Yeste D, Albisu M, et al. La talla adulta en ambos sexos no está influenciada por la edad de inicio del brote de crecimiento puberal. Datos de un estudio longitudinal de crecimiento en la población de Barcelona. *Med Clin (Barc)*. 2008;130:645–9.
- Ferrández A, Baguer L, Labarta JI, Labena C, Mayayo E, Puga B, et al. *Estudio longitudinal de niños españoles normales desde el nacimiento hasta la edad adulta. Datos antropométricos, puberales, radiológicos e intelectuales*. Zaragoza: Fundación Andrea Prader; 2005. p. 1–259.
- Ferrández A, Baguer L, Labarta JI, Labena C, Mayayo E, Puga B, et al. Longitudinal study of normal spanish children from birth to adulthood. anthropometric, puberty, radiological and intellectual data. *PER*. 2005;2 Suppl. 4:423–642. Erratum in: *PER*. 2006;3:June.
- Carrascosa A, Ferrández A, Yeste D, García-Dihinx J, Romo A, Copil A, et al. Estudio transversal español de crecimiento 2008: I. Valores de peso y longitud en 9.362 (4.884 varones, 4.478 niñas) recién nacidos de 26-42 semanas de edad gestacional. *An Pediatr (Barc)*. 2008;68:544–51.
- Ferrández A, Carrascosa A, Audi L, Baguer L, Rueda C, Bosch-Castañé J, et al. Pubertal growth standards according to age at pubertal growth spurt onset. Data from a Spanish longitudinal study including 458 subjects (223 boys and 235 girls). *J Pediatr Endocr Metab*. 2009;22:715–26.
- Ferrández A, Carrascosa A, Sánchez E. Estudio longitudinal español de crecimiento 1978/2000. Barcelona: Ed. Hercu; 2010.
- Carrascosa A, Ferrández A, Audi L, Sánchez E. Pubertal growth and adult height according to age at pubertal growth spurt onset. Data from a Spanish study including 540 subjects (281 boys and 259 girls). En: Preedy, V.R., editor. *Handbook of growth and growth monitoring in health and disease*. Londres: Springer.
- Carrascosa A, Fernández JM, Fernández M, López-Siguero JP, López D, Sánchez E, y Grupo Colaborador. Estudios españoles de crecimiento 2010 [consultado 27/9/2010]. Disponible en: <http://www.aeped.es/noticias/estudios-espanoles-crecimiento-2010>.
- Copil A, Yeste D, Teixidó R, Macia J, Santana S, Almar J, et al. Patrones antropométricos de los recién nacidos a término de grupos étnicos de raza no caucásica procedentes de África subsahariana, Marruecos y Sudamérica nacidos en Cataluña. *An Pediatr (Barc)*. 2006;65:454–60.
- Alonso T. *Valoración neonatal del crecimiento fetal*. Madrid: Artegraf; 2002. p. 1–176.

26. Kramer MS, Platt RW, Wen SW, Joseph KS, Allen A, Abrahamowicz M, et al., Fetal/Infant Health Study Group of the Canadian Perinatal Surveillance System. A new and improved population-based Canadian reference for birth weight for gestational age. *Pediatrics*. 2001;108:E35.
27. De la Puente M, Canela J, Alvarez J, Salleras L, Vicens-Calvet E. Cross-sectional growth study of the child and adolescent population of Catalonia (Spain). *An Human Biology*. 1997;24:4535–52.
28. Tanner JM, Davies PSW. Clinical longitudinal standards for height and height velocity for North American children. *J Pediatr*. 1985;107:317–29.
29. Marti-Henneberg C, Vizmanos B. The duration of puberty in girls is related to the timing of its onset. *J Pediatr*. 1997;131:618–21.
30. Vizmanos B, Marti-Henneberg C, Clivillé R, Moreno A, Fernández-Ballart J. Age of pubertal onset affects the intensity and duration of pubertal growth peak but not final height. *Am J Hum Biol*. 2001;13:409–16.
31. Llop-Viñolas D, Vizmanos B, Closa R, Escribano J, Fernández-Ballard JD, Marti-Henneberg C. Onset of puberty at eight years of age in girls determines a specific tempo of puberty but does not affect adult height. *Acta Paediatr*. 2004;93:874–9.
32. Freeman JV, Cole TJ, Chinn S, Jones PRM, White EM, Preece MA. Cross sectional stature and weight reference curves for the UK 1990. *Arch Dis Child*. 1995;73:17–24.
33. Reinken L, Van Oost G. Longitudinale Körperentwicklung gesunder kinder von 0 bis 18 jahren. *Klin Pädiatr*. 1992;204:129–33.
34. Deheeger M, Rolland-Cachera MF. Étude longitudinales de la croissance d'enfants parisiens suivis de l'âge de 10 mois à 18 ans. *Arch Pediatr*. 2004;11:1130–44.
35. Albertsson Wikland K, Luo ZC, Niklasson A, Karlberg J. Swedish population-based longitudinal reference values from birth to 18 years of age for height, weight and head circumference. *Acta Paediatr*. 2002;91:739–54.
36. Fredriks AM, Buuren SV, Burgmeijer RJF, Meulmeester JF, Beuker RJ, Brugman E, et al. Continuing positive secular growth change in the Netherlands 1955-1997. *Pediatr Res*. 2000;47:316–23.
37. Del Rio Navarro BE, Velásquez-Monroy O, Santos Preciado JL, Lara-Esqueda A, Berber A, Loredó-Abdala A, et al. Mexican anthropometric percentiles for ages 10-18. *Eur J Clin Nutr*. 2007;61:963–75.
38. McDowell MA, Fryar ChD, Hirsch R, Ogden CL. *Anthropometric reference data for children and adults: U.S. population, 1999-2002. Advance data from vital and health statistics; n.º 361*. National Center for Health Statistics: Hyattsville; 2005.
39. Castilho LV, Lahr MM. Secular trends in growth among urban Brazilian children of European descent. *An Hum Biol*. 2001;28:564–74.
40. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida CH, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*. 2007;85:660–7.
41. World Health Organization. WHO Child Growth Standards: Length/Height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. Geneva: World Health Organization; 2006.
42. World Health Organization. WHO Child Growth Standards: Head Circumference-for-age, arm circumference-for-age, triceps skinfold-for-age and subscapular skinfold-for-age: Methods and development. Geneva: World Health Organization; 2007.
43. De Onis M, Garza C, Victora CG, Bahn MK, Norum KR. The WHO Multicentre Growth Reference Study (MGRS): Rationale, planning, and implementation. *Food Nutr Bull*. 2004; 25 Suppl:3-84.
44. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320:1240–55.
45. Yeste D, Betancourth S, Gussinyé M, Potau N, Carrascosa A. Glucose intolerance in obese children and adolescents. *Med Clin (Barc)*. 2005;125:405–8.
46. Cole TJ, Flegal KM, Nichols D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ*. 2007;335:194.