

Investigación

Elaboración de un patrón OMS de crecimiento de escolares y adolescentes

Mercedes de Onís,^a Adelheid W. Onyango,^a Elaine Borghi,^a Amani Siyam,^a Chizuru Nashida^a y Jonathan Siekmann^a

Objetivo Elaborar curvas de crecimiento para escolares y adolescentes que concuerden con los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS para preescolares y los valores de corte del índice de masa corporal (IMC) para adultos.

Métodos Se fusionaron los datos del patrón internacional de crecimiento del *National Center for Health Statistics*/OMS de 1977 (1-24) con los datos de la muestra transversal de los patrones de crecimiento para menores de 5 años (18-71 meses), con el fin de suavizar la transición entre ambas muestras. A esta muestra combinada se le aplicaron los métodos estadísticos de vanguardia utilizados en la elaboración de los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS (0-5 años), es decir, la transformación de potencia Box-Cox exponencial, junto con instrumentos diagnósticos apropiados para seleccionar los mejores modelos.

Resultados La fusión de los dos conjuntos de datos proporcionó una transición suave de la talla para la edad, el peso para la edad y el IMC para la edad a los 5 años. Con respecto al IMC para la edad, la magnitud de la diferencia entre ambas curvas a los 5 años fue generalmente de 0,0 kg/m² a 0,1 kg/m² en todos los centiles. A los 19 años, los nuevos valores del IMC para +1 desviación estándar (DE) fueron de 25,4 kg/m² para el sexo masculino y de 25,0 kg/m² para el sexo femenino, es decir, equivalentes al valor de corte del sobrepeso en adultos ($\geq 25,0$ kg/m²). A su vez, el valor correspondiente a +2 DE (29,7 kg/m² en ambos sexos) fue muy similar al valor de corte de la obesidad ($\geq 30,0$ kg/m²).

Conclusión Las nuevas curvas se ajustan bien a los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS a los 5 años y a los valores de corte del sobrepeso y de la obesidad recomendados para los adultos a los 19 años, colman la laguna existente en las curvas de crecimiento y constituyen una referencia apropiada para el grupo de 5 a 19 años de edad.

Bulletin of the World Health Organization 2007; 85:660-667.

Introducción

Dos cuestiones recientes han puesto de manifiesto la necesidad de elaborar un único patrón de referencia apropiado que permita el estudio sistemático, la vigilancia y el seguimiento del crecimiento de los escolares y adolescentes: la creciente preocupación en el ámbito de la salud pública por la obesidad infantil,¹ y la publicación en abril de 2006 del Patrón de Crecimiento Infantil de la OMS para los preescolares, que tiene una orientación prescriptiva.² A medida que los países proceden con la aplicación del patrón de crecimiento de los niños menores de 5 años, preocupa sobremanera la diferencia que se observa en todos los centiles entre ese patrón y los actuales valores de referencia para el crecimiento de los niños de más edad. Hoy en día se acepta ampliamente que utilizar muestras descriptivas de poblaciones que reflejan una tendencia a largo

^a Departamento de Nutrición, Organización Mundial de la Salud, 20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza. Sírvase dirigir la correspondencia a Mercedes de Onís (email: deonism@who.int).

plazo hacia el sobrepeso y la obesidad para establecer patrones de crecimiento produce involuntariamente un inoportuno sesgo al alza que lleva a subestimar el sobrepeso y la obesidad, así como a sobrestimar la desnutrición.³

El patrón que previamente recomendaba la OMS respecto de los niños mayores de 5 años, a saber el patrón internacional de crecimiento del National Center for Health Statistics (NCHS)/OMS,⁴ presenta varios inconvenientes.⁵ En particular, el patrón del índice de masa corporal para la edad (IMC), elaborado en 1991,⁶ no comienza hasta los 9 años, agrupa los datos de forma anual y abarca un rango limitado de percentiles. Muchos países señalaron la necesidad de disponer de curvas del (IMC) que comiencen a los 5 años y permitan un cálculo sin restricciones de curvas de percentiles y de puntuaciones z en una escala continua de edades entre los 5 y los 19 años.

La necesidad de armonizar los instrumentos de evaluación del crecimiento desde un punto de vista conceptual y pragmático llevó a un grupo de expertos reunido en enero de 2006 a evaluar la viabilidad de elaborar un solo patrón internacional de referencia para el crecimiento de escolares y adolescentes.^{7,8} Los expertos convinieron en que había que elaborar patrones de crecimiento apropiados para esos grupos de edad destinados a aplicaciones clínicas y de salud pública. También estuvieron de acuerdo en que en el caso de los niños de más edad no se podría realizar un estudio multicéntrico similar al que permitió la elaboración de los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS para niños de 0 a 5 años, ya que sería imposible controlar la dinámica de su entorno. En consecuencia, los expertos sugirieron como alternativa que se construyera un patrón de crecimiento para este grupo de edad utilizando los datos históricos existentes, y examinaron los criterios de selección de los conjuntos de datos.

A continuación la OMS inició un proceso para determinar los conjuntos de datos existentes en diversos países. Gracias a ese proceso se llegó a una determinación inicial de 115 posibles conjuntos de datos de 45 países, que se redujeron a 34 conjuntos de datos de 22 países que cumplían los criterios de inclusión fijados por el grupo de expertos. Sin embargo, tras un nuevo examen, incluso esos estudios tan prometedores revelaron una gran heterogeneidad en los métodos y la calidad de los datos, el tamaño de la muestra, las categorías de edad, la situación socioeconómica de los niños participantes y otros factores decisivos en la construcción de las curvas de crecimiento. Así pues, parecía poco probable que un patrón de crecimiento construido a partir de esos conjuntos heterogéneos de datos concordara con los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS a los 5 años respecto de los diferentes indicadores antropométricos que se necesitaban (talla para la edad, peso para la edad e IMC para la edad).

En consecuencia, la OMS procedió a reconstruir el patrón de crecimiento NCHS/OMS de 1977 entre los 5 y los 19 años, utilizando la muestra original (una muestra de no obesos con tallas previstas), complementada con datos procedentes de los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS (a fin de facilitar una transición suave a los 5 años), y aplicando los métodos estadísticos más modernos^{9,10} utilizados para elaborar patrones referentes a preescolares, a saber el método de transformación de potencia Box-Cox exponencial (BCPE), junto con instrumentos de diagnóstico apropiados para seleccionar los mejores modelos.

El presente trabajo tiene por finalidad dar cuenta de los métodos utilizados para reconstruir el patrón de crecimiento NCHS/OMS de 1977, comparar las nuevas curvas resultantes (el patrón de la OMS de 2007) con los gráficos NCHS/OMS de 1977, y describir la transición a los 5 años desde el patrón OMS para menores de 5 años hasta estas nuevas curvas correspondientes a escolares y adolescentes.

Métodos

Descripción de la muestra

La muestra básica utilizada para la reconstrucción del patrón relativo a escolares y adolescentes (5 a 19 años) fue la misma que la empleada para la construcción de los gráficos originales del NCHS, en la que se combinaron tres conjuntos de datos.¹¹ El primero y el segundo conjunto de datos procedían del ciclo II (6-11 años) y el ciclo III (12-17 años) de la Health Examination Survey (HES). El tercer conjunto de datos se tomó del ciclo I (0 a 74 años) de la Health and Nutrition Examination Survey (HANES), utilizando solamente los del intervalo de edades comprendidas entre 1 y 24 años. Habida cuenta de la similitud de los tres conjuntos de datos,¹¹ los datos se fusionaron sin realizar ajuste alguno.

El tamaño total de la muestra fue de 22 917 individuos (11 410 niños y 11 507 niñas). Por lo que respecta al indicador talla para la edad, 8 niños (0,07%), incluido uno de 18 meses de 51,6 cm de longitud, y 14 niñas (0,12%) presentaban valores atípicos de la talla que se perderían en el conjunto de datos. En cuanto a los indicadores basados en el peso (peso para la edad e IMC para la edad), se aplicó el mismo criterio de depuración utilizado en la construcción del Patrón de Crecimiento Infantil de la OMS (componente transversal), con el fin de evitar la influencia de los valores poco saludables del peso para la talla.¹⁰ En consecuencia, se excluyeron 321 observaciones de niños (2,8%) y 356 observaciones de niñas (3,0%).

Para conseguir una transición suave desde los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS (0 a 5 años) hasta las curvas de referencia correspondientes a los mayores de 5 años se fusionaron los datos de la muestra transversal de los patrones de crecimiento (18 a 71 meses) con la muestra final del NCHS antes de ajustar las nuevas curvas de crecimiento. Las curvas de crecimiento correspondientes al grupo de 5 a 19 años de edad se construyeron, pues, utilizando datos del grupo de 18 meses a 24 años. La muestra final utilizada para ajustar las curvas de crecimiento comprendió 30 907 observaciones (15 537 niños y 15 370 niñas) en las curvas de la talla para la edad, 30 100 observaciones (15 136 niños y 14 964 niñas) en las curvas del peso para la edad, y 30 018 observaciones (15 103 niños y 14 915 niñas) en las curvas del IMC para la edad.

Métodos estadísticos

Como el objetivo era elaborar curvas de crecimiento de escolares y adolescentes que concordaran con los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS para preescolares, volvimos a aplicar los modernos métodos estadísticos utilizados en la construcción de los patrones de crecimiento para menores de 5 años.¹⁰ En la elaboración de estos patrones se siguió un proceso metódico que comprendía: *a*) el examen detallado de los métodos existentes, incluidos los tipos de distribución y las técnicas de suavizamiento; *b*) la selección de un programa informático lo bastante flexible para permitir la realización de ensayos comparativos de métodos alternativos y la generación propiamente dicha de las curvas; y *c*) la aplicación sistemática del criterio elegido para generar los modelos que mejor se ajustaran a los datos.⁹

Para construir las curvas se utilizó el método BCPE¹² con suavizamiento de curvas mediante esplines cúbicos. Este método se adapta a diversos tipos de distribuciones, ya sean normales, asimétricas o con curtosis. Después de ajustar el modelo utilizando todo el intervalo de edades (18 meses a 24 años), se truncaron las curvas para abarcar el intervalo de edades requerido (es decir, 5 a 19 años respecto de la talla para la edad y el IMC para la edad, y 5 a 10 años respecto del peso para la edad), evitándose así los efectos de borde por la izquierda y por la derecha.⁹

Las especificaciones de los modelos BCPE que proporcionaban el mejor ajuste para generar las curvas de crecimiento eran las siguientes:

Talla para la edad:

BCPE($\lambda = 1$, $df(\mu) = 12$, $df(\sigma) = 4$, $v = 1$, $\tau = 2$) para los niños

BCPE($\lambda = 0,85$, $df(\mu) = 10$, $df(\sigma) = 4$, $v = 1$, $\tau = 2$) para las niñas

Peso para la edad:

BCPE($\lambda = 1,4$, $df(\mu) = 10$, $df(\sigma) = 8$, $v = 5$, $\tau = 2$) para los niños

BCPE($\lambda = 1,3$, $df(\mu) = 10$, $df(\sigma) = 3$, $v = 3$, $\tau = 2$) para las niñas

IMC para la edad:

BCPE($\lambda = 0,8$, $df(\mu) = 8$, $df(\sigma) = 4$, $v = 4$, $\tau = 2$) para los niños

BCPE($\lambda = 1$, $df(\mu) = 8$, $df(\sigma) = 3$, $v = 4$, $\tau = 2$) para las niñas.

En las expresiones anteriores, λ representa la potencia de la transformación aplicada a la edad antes de ajustar el modelo; $df(\mu)$ representa los grados de libertad correspondientes a los esplines cúbicos que ajustan la mediana (μ); $df(\sigma)$ representa los grados de libertad para los esplines cúbicos que ajustan el coeficiente de variación (σ); $df(v)$ son los grados de libertad correspondientes a los esplines cúbicos que ajustan la transformación de potencia Box-Cox (con una talla para la edad fijada en $v = 1$); y τ es el parámetro relacionado con la curtosis (en los tres casos fijado en $\tau = 2$).

Los modelos seleccionados para niños y niñas en última instancia se simplifican al método LMS,¹³ pues no fue necesario modelar el parámetro relacionado con la curtosis. En cuanto a la talla para la edad, los datos siguen la distribución normal habitual, por lo que no fue necesario modelar ni el parámetro relacionado con la asimetría ni el relacionado con la curtosis.

Resultados

Se generaron curvas y tablas de percentiles y de puntuaciones z desde el percentil 1 hasta el 99, y desde valores de la desviación estándar (DE) de -3 a +3. En el sitio web de la OMS (<http://www.who.int/growthref/>) se presenta el conjunto completo de gráficas clínicas y tablas por sexos y edades (años y meses), percentiles y puntuaciones z y otra información conexas (por ejemplo, los valores LMS).

En las figuras correspondientes a la talla para la edad, el peso para la edad y el IMC para la edad, respectivamente, se presentan comparaciones por sexos entre la referencia NCHS/OMS de 1977 y las curvas reconstruidas.

Talla para la edad

La diferencia de forma que se aprecia entre las curvas de 1977 y 2007 resulta más evidente en el caso de los niños (fig. 1) que en el de las niñas (fig. 2), especialmente en el extremo superior del intervalo de edades (15 a 18 años; 18 años es el límite de edad máximo de las curvas de 1977). Las diferencias entre las puntuaciones z (curvas de 1977 frente a curvas de 2007) para la talla alcanzada a los 5 años son insignificantes, pues van de 0,1 cm en las curvas por debajo de la mediana hasta 0,3 cm a +2 y +3 DE (fig. 1). Los dos conjuntos de curvas siguen trazados más variables tanto en la forma como en la distribución de las tallas alcanzadas a partir de los 10 años de edad y hasta el final del intervalo de edades. Por ejemplo, a los 18 años la distribución de tallas entre -3 y +3 DE es 5 cm más densa en las curvas de 1977 que en las de 2007. Entre -3 DE y la mediana, las curvas de 1977 son más altas en 3,3 cm, 2,4 cm, 1,5 cm y 0,7 cm, respectivamente. En cambio, las curvas de 1977

por encima de la mediana son más bajas que las curvas correspondientes de 2007 en 0,2 cm (+1 DE), 1,1 cm (+2 DE) y 2,0 cm (+3 DE).

Aunque la disparidad a los 5 años entre los dos conjuntos de curvas para las niñas (fig. 2) es mayor que la observada en el caso de los niños, y varía entre 0,2 cm (-3 DE) y 1,7 cm (+3 DE), las formas de las curvas en años posteriores siguen trazados más comparables y culminan en una distribución más parecida de las puntuaciones z para la talla alcanzada entre los 15 y los 18 años de edad. Como se ha observado en el caso de los niños, las DE negativas y la mediana del conjunto de 1977 a los 18 años son mayores que las curvas de 2007 equivalentes en 2,6 cm (-3 DE), 2,0 cm (-2 DE), 1,2 cm (-1 DE) y 0,6 cm (mediana). Las curvas correspondientes a +1 DE se solapan a los 18 años, y al contrario que las DE negativas, las curvas de 1977 son más bajas en 0,7 cm (+2 DE) y 1,3 cm (+3 DE).

Peso para la edad

En la mitad inferior de la distribución del peso para la edad, la mayor diferencia entre las curvas de 1977 y 2007 correspondientes a los niños (fig. 3) se observa a los 10 años de edad, cuando las curvas de 2007 son mayores en 2,9 kg (-3 DE) y 1,1 kg (-2 DE). En la mitad superior de la distribución, las mayores disparidades entre las curvas +1 DE y +2 DE también se observan a los 10 años, aunque en este caso las curvas de 1977 son más altas en 1,7 kg y 1,0 kg. Las curvas +3 DE presentan diferencias considerables; la de 1977 se mantiene constantemente por debajo a lo largo de todo el intervalo de edades (desde 1,6 kg a los 5 años hasta 3,1 kg a los 10 años). Las niñas presentan pautas similares a las observadas en los niños (fig. 4). En el extremo inferior, las disparidades son mayores en las niñas que en los niños. Para las niñas a los 10 años, las curvas de 2007 son mayores en 3,7 kg (-3 DE) y 1,4 kg (-2 DE). En el extremo superior, la mayor disparidad en las curvas +3 DE se observa a los 5 años, donde la curva de 2007 se encuentra 3,1 kg por encima de la curva de 1977, pero la diferencia disminuye hasta 1,7 kg a los 10 años. Las curvas +2 DE se cruzan entre los 8 y los 9 años. A los 5 años, la curva de 2007 es más alta en 1,3 kg y, a los 10 años, es más baja que la de 1977 en 2,3 kg.

IMC para la edad

Las figuras 5 (niños) y 6 (niñas) muestran los datos de referencia para el patrón del IMC para la edad elaborado en 1991 que hasta la fecha ha recomendado la OMS para edades comprendidas entre 9 y 24 años,⁶ así como su comparación con los centiles correspondientes de las curvas recientemente construidas en el periodo de edad en el que los dos conjuntos se solapan (9 a 19 años). Los percentiles 5, 15 y 50 correspondientes a los niños (fig. 5) comienzan a los 9 años con pequeñas diferencias (0,1 kg/m² y 0,2 kg/m²) entre los valores de referencia de 1991 y las curvas de 2007. Después, los dos conjuntos presentan un trazado muy próximo y se cruzan en torno a los 17 años, de modo que a los 19 años los percentiles de 2007 son 0,3 kg/m² ó 0,4 kg/m² más altos que los valores de referencia de 1991. El percentil 85 del patrón de 1991 comienza a 0,9 kg/m² por encima de su equivalente de 2007 y avanza por encima de éste para terminar 0,8 kg/m² más arriba a los 19 años. En cuanto al percentil 95, la referencia de 1991 comienza a 2,0 kg/m² por encima y cambia de dirección hacia arriba, terminando 2,6 unidades por encima de la curva de 2007 a los 19 años. Los trazados que se observan en las curvas correspondientes a los niños también resultan evidentes en las de las niñas (fig. 6), salvo que el cruce de los percentiles 5, 15 y 50 se produce a los 13 años, y las diferencias en los percentiles 50 y 95 son ligeramente mayores que las correspondientes en los percentiles de los niños. En los valores de referencia de 1991 se aprecia un trazado más irregular, particularmente en los percentiles 50, 85 y 95.

A los 19 años, los valores del IMC a +1 DE en 2007 son 25,4 kg/m² para los niños y 25,0 kg/m² para las niñas, mientras que los valores a +2 DE son de 29,7 kg/m² en ambos sexos.

Transición al patrón de la OMS de 2007 a los 5 años

Uno de los objetivos principales de la reconstrucción del patrón NCHS/OMS de 1997 era conseguir una transición uniforme desde las curvas normalizadas de la OMS para los menores de 5 años hasta las curvas de referencia para los niños de más edad. En la tabla 1 se presentan los valores a los 5 años de los diversos indicadores por sexos de las referencias de 1977 y 2007 para escolares y adolescentes, y los patrones de la OMS para menores de 5 años.

Las disparidades entre la referencia de 1977 y los patrones de la OMS de talla para la edad y peso para la edad de las niñas a los 5 años eran mayores que las observadas en las curvas correspondientes de los niños. Por ejemplo, las diferencias en las curvas de talla para la edad de los niños eran como máximo de 0,2 cm, a diferencia de las curvas de las niñas, que diferían en nada menos que 1,7 cm y 2,1 cm a +2 y +3 DE, respectivamente.

En cuanto al peso para la edad, las diferencias entre el patrón de 1977 y los patrones de la OMS a +3 DE fueron de 2,0 kg para los niños y 3,5 kg para las niñas. Puesto que no se disponía de valores de referencia basados en el NSCH del IMC en edades inferiores a 9 años, la tabla presenta valores comparativos solamente para la referencia reconstruida de 2007 y los patrones de la OMS a los 5 años.

La reconstrucción dio lugar a curvas que están estrechamente alineadas con los patrones correspondientes de la OMS en el punto de unión (5 años). En los valores de la talla para la edad de los niños, las tres DE negativas sólo difieren en 0,1 cm, las curvas de la mediana y +1 DE difieren en 0,3 cm, y las diferencias en las DE +2 y +3 son 0,4 cm y 0,5 cm, respectivamente. Para las niñas, las diferencias entre los dos conjuntos de curvas son de 0,3 cm ó 0,4 cm a lo largo de todo el intervalo de puntuaciones z . En cuanto al peso para la edad, en el que las diferencias entre la referencia de 1977 y los patrones de la OMS a los 5 años eran considerables, la reconstrucción redujo sustancialmente las diferencias en las curvas finales. Las medianas de los niños son iguales, mientras que sus puntuaciones z negativas difieren en 0,1 kg ó 0,2 kg, y las puntuaciones z positivas en 0,1 kg (+1 DE), 0,3 kg (+2 DE) y 0,4 kg (+3 DE). Las diferencias residuales en los dos conjuntos de curvas para las niñas se encuentran en un intervalo semejante a las de las curvas de los niños, que están entre 0,0 kg y 0,4 kg.

La combinación de los datos de los patrones de crecimiento de los menores de 5 años (18 a 71 meses) con la muestra básica del NCHS para ajustar las curvas de 2007 para escolares y adolescentes produjo una transición muy suave entre los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS y las nuevas referencias del IMC para la edad. Tanto en los niños como en las niñas, las diferencias entre los dos conjuntos de curvas a los 5 años son en su mayoría de 0,0 kg/m² ó 0,1 kg/m², y nunca superiores a 0,2 kg/m².

Discusión

La necesidad de contar con un patrón de crecimiento de aplicación amplia para niños mayores y adolescentes era cada vez más reconocida entre los países que intentan evaluar la magnitud del creciente problema de salud pública que representa la obesidad en la infancia. Esa necesidad se vio reafirmada por la publicación de los patrones de crecimiento para menores de 5 años. La reconstrucción que se presenta en este artículo ha generado curvas de crecimiento que se aproximan mucho a los Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS a los 5 años, y por ello suponen una adecuada referencia complementaria de utilidad en los programas de salud para escolares y adolescentes. Las diversas gráficas clínicas y tablas que se ofrecen en Internet permitirán aplicar el patrón en la práctica.

El enfoque adoptado en la construcción del patrón OMS de 2007 abordaba las limitaciones de las curvas del NCHS de 1977 reconocidos por el comité de expertos reunidos en 1993,⁴ que recomendó utilizarlas provisionalmente para niños de más edad. Las curvas de la mediana del peso para la edad de los patrones de 1977 y 2007 se solapan casi completamente, con apenas una ligera diferencia de forma, debida probablemente a las distintas técnicas de modelación empleadas. En cuanto a las curvas NCHS/OMS de 1977, se obtuvieron desviaciones estándar de la mediana por edades a partir de la dispersión observada de las curvas de seis percentiles (percentiles 5, 10, 25, 75, 90 y 95) y después se suavizaron mediante una combinación de técnicas de regresión polinómica y aplicación de esplines cúbicos.¹⁴ En la reconstrucción de 2007, la edad se modeló como una variable continua y las curvas se ajustaron simultáneamente y se suavizaron a lo largo de todo el intervalo de edades utilizando esplines cúbicos. Además, se evitaron los efectos de borde construyendo las curvas de 2007 con datos situados más allá de los límites de edad superior e inferior de las curvas de referencia finales. Esto último puede explicar por qué las curvas NCHS/OMS de 1977 tienen una forma más sinuosa hacia el límite de edad superior de la referencia que las curvas de 2007.

Cuando se comparan con las curvas NCHS/OMS de 1977, las diferencias en las nuevas curvas reconstruidas del peso para la edad son significativas en todos los centiles salvo las curvas de la mediana y de -1 DE, lo que refleja las importantes diferencias en la metodología de construcción de las curvas. El hecho de que las curvas de la mediana de los dos patrones se solapen casi por completo es tranquilizador en el sentido de que las dos muestras utilizadas para ajustar los modelos son las mismas dentro del intervalo saludable (es decir, la zona media de la distribución). La metodología disponible en la época en que se construyeron las curvas de 1977 tenía una capacidad limitada para modelar datos sesgados.¹⁴ El hecho de fijar una mayor distancia de la desviación estándar entre las curvas por encima de la mediana y una más baja para las curvas inferiores, como se hizo, explicaba en parte la desviación de los datos de peso pero no modelaba las distancias progresivamente mayores entre las curvas DE entre los extremos superior e inferior de la distribución del peso para la edad. Para ajustar debidamente los datos sesgados, el método LMS (utilizado en la construcción de las curvas de 2007 y otros patrones basados en el peso desarrollados recientemente) se ajusta a una distribución normal Box-Cox, que sigue con exactitud los datos empíricos.^{15,16,17}

Los datos de referencia del IMC para la edad recomendados por la OMS son limitados en el sentido de que no comienzan hasta los 9 años de edad y abarcan una distribución restringida (percentiles 5 a 95). Los valores empíricos de referencia se estimaron utilizando datos que fueron agrupados por la edad en años y a continuación se suavizaron utilizando una regresión local ponderada.⁶ La reconstrucción de 2007 permite la extensión de los valores de referencia del IMC hasta los 5 años, donde las curvas se ajustan casi perfectamente a las curvas de la OMS para menores de 5 años. Además, a los 19 años de edad, los valores del IMC de 2007 para ambos sexos a +1 DE (25,4 kg/m² para los niños y 25,0 kg/m² para las niñas) son equivalentes al valor de corte para el sobrepeso utilizado para los adultos ($\geq 25,0$ kg/m²), mientras que el valor a +2 DE (29,7 kg/m² para ambos sexos) se acerca al valor de corte para la obesidad ($\geq 30,0$ kg/m²).¹⁸

Las gráficas de la talla para la edad y el IMC para la edad de 2007 se extienden hasta los 19 años, que es el límite de edad superior de la adolescencia según la definición de la OMS.¹⁹ Las gráficas del peso para la edad llegan hasta los 10 años pensando en los países que miden ordinariamente sólo el peso y que desean seguir el crecimiento a lo largo de toda la infancia. El peso para la edad no basta para seguir el crecimiento después de la infancia debido a su incapacidad para distinguir entre talla relativa y masa corporal; por esa razón se ofrece aquí el IMC para la edad con el fin de complementar la talla para la edad en la evaluación de la delgadez (IMC bajo para la edad), el sobrepeso y la obesidad (IMC alto para la edad) y el retraso del crecimiento (talla baja para la edad) en los escolares y los adolescentes.

Intereses en conflicto: Ninguno declarado.

Tabla 1. **Valores de referencia de la talla para la edad, el peso para la edad y el IMC para la edad a los 5 años, por sexos, para los patrones de 1997 y 2007, y el Patrón de Crecimiento Infantil de la OMS**

puntuaciones z	Patrón de 1997	Patrón de 2007	Patrones de las OMS ^a	Patrón de 1997	Patrón de 2007	Patrones de la OMS ^a
	Niños			Niñas		
Talla para la edad (cm)						
-3 DE	96,1	96,0	96,1	95,1	94,9	95,2
-2 DE	100,7	100,6	100,7	99,5	99,6	99,9
-1 DE	105,3	105,2	105,3	104,0	104,3	104,7
Mediana	109,9	109,7	110,0	108,4	109,1	109,4
+1 DE	114,5	114,3	114,6	112,8	113,8	114,2
+2 DE	119,1	118,8	119,2	117,2	118,6	118,9
+3 DE	123,7	123,4	123,9	121,6	123,3	123,7
Peso para la edad (kg)						
-3 DE	12,3	12,6	12,4	11,9	12,2	12,1
-2 DE	14,4	14,2	14,1	13,8	13,8	13,7
-1 DE	16,6	16,1	16,0	15,7	15,8	15,8
Mediana	18,7	18,3	18,3	17,7	18,1	18,2
+1 DE	21,1	20,9	21,0	20,4	21,0	21,2
+2 DE	23,5	23,9	24,2	23,2	24,5	24,9
+3 DE	25,9	27,5	27,9	26,0	29,1	29,5
IMC para la edad (kg/m ²) ^b						
-3 DE	—	12,1	12,0	—	11,8	11,6
-2 DE	—	13,0	12,9	—	12,8	12,7
-1 DE	—	14,1	14,0	—	13,9	13,9
Mediana	—	15,3	15,2	—	15,2	15,3
+1 DE	—	16,6	16,6	—	16,9	16,9
+2 DE	—	18,2	18,3	—	18,8	18,8
+3 DE	—	20,1	20,3	—	21,3	21,1

^a Patrones de Crecimiento Infantil de la OMS para niños de 0 a 5 años de edad.^{2, 10}

^b En el IMC, los datos de referencia de 1991 comienzan a los 9 años.⁴

FIGURAS

Fig. 1. Comparación entre las curvas de las puntuaciones z de la talla para la edad en niños, 1997 y 2007

Talla (cm)

Edad (años)

Fig. 2. Comparación entre las curvas de las puntuaciones z de la talla para la edad en niñas, 1997 y 2007

Talla (cm)

Edad (años)

Fig. 3. Comparación entre las curvas de las puntuaciones z del peso para la edad en niños, 1997 y 2007

Peso (kg)

Edad (años)

Fig. 4. Comparación entre las curvas de las puntuaciones z del peso para la edad en niñas, 1997 y 2007

Peso (kg)

Edad (años)

Fig. 5. Comparación entre las curvas de percentiles del índice de masa corporal para la edad en niños, 1991 y 2007

IMC (kg/m^2)

Edad (años)

Fig. 6. Comparación entre las curvas de percentiles del índice de masa corporal para la edad en niñas, 1991 y 2007

IMC (kg/m^2)

Edad (años)

Referencias

- ¹ Lobstein T, Baur L, Uauy R. IASO International Obesity Task Force. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004;5:4-104.
- ² WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr Suppl* 2006;450:76-85.
- ³ De Onis M. The use of anthropometry in the prevention of childhood overweight and obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:S81-5.
- ⁴ Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1995; 854:161-262.
- ⁵ Wang Y, Moreno LA, Caballero B, Cole TJ. Limitations of the current World Health Organization growth references for children and adolescents. *Food Nutr Bull* 2006;27:S175-88.
- ⁶ Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 1991;53:839-46.
- ⁷ Butte NF, Garza C, editors. Development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull* 2006; 27:S169-326.
- ⁸ Butte NF, Garza C, de Onis M. Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. *J Nutr* 2007; 137:153-57.
- ⁹ Borghi E, de Onis M, Garza C, Van den Broeck J, Frongillo EA, Grummer-Strawn L, et al., for the WHO Multicentre Growth Reference Study Group. Construction of the World Health Organization child growth standards: selection of methods for attained growth curves. *Stat Med* 2006;25:247-65.
- ¹⁰ WHO Multicentre Growth Reference Study Group. 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: WHO; 2006.
- ¹¹ Hamill PV, Drizd TA, Johnson CL, Reed RB, Roche AF. NCHS growth curves for children birth-18 years: United States. *Vital Health Stat* 11 1977;165:i-iv, 1-74.
- ¹² Rigby RA, Stasinopoulos DM. Smooth centile curves for skew and kurtotic data modelled using the Box-Cox power exponential distribution. *Stat Med* 2004;23:3053-76.
- ¹³ Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 1992;11:1305-19.
- ¹⁴ Dibley MJ, Goldsby JB, Staehling NW, Trowbridge FL. Development of normalized curves for the international growth reference: historical and technical considerations. *Am J Clin Nutr* 1987;46:736-48.
- ¹⁵ Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC growth charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat* 11 2002;246:1-190.
- ¹⁶ Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Stat Med* 1998;17:407-29.
- ¹⁷ Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000;894:1-253.
- ¹⁸ Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000;894:1-253.
- ¹⁹ Young people's health - a challenge for society. Report of a WHO Study Group on young people and Health for All by the Year 2000. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1986;731:1-117.