



Valoración auxológica del crecimiento I

J. Pozo Román

Médico Adjunto del Servicio de Endocrinología Pediátrica del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús de Madrid y Profesor Asociado de Pediatría de la Universidad Autónoma de Madrid



Pediatr Integral 2011; XV(6): 590-598

Introducción

La auxología (del griego *auxein* –crecimiento– y *logos* –ciencia–) es la ciencia que estudia el crecimiento y desarrollo⁽¹⁾. Ambos fenómenos han sido objeto de interés científico desde tiempos remotos; no obstante, en la Antigüedad y también en el Renacimiento, el interés por las medidas corporales era, principalmente, estético⁽²⁾. Los primeros estudios sobre crecimiento con una orientación científica se remontan a finales del siglo XVII. En 1654, J. S. Elsholtz (1623-1688), un médico alemán, se gradúa en Padua con una tesis titulada *Anthropometria*⁽¹⁾. Es la primera vez que se utiliza esta palabra como sinónimo de “medida del hombre”. El instrumento que él usó para sus mediciones, y que denominó *anthropometron*, era una regla vertical con una pieza horizontal deslizante, muy semejante conceptualmente a los actuales estadiómetros.

El término “auxología” es mucho más reciente, fue introducido por un médico francés, Paul Godin (1860-1942), en un artículo publicado en 1919: *La méthode auxologique*. Durante los años 1930-1970 en EE.UU. y 1950-1980 en Europa, se desarrollaron varios estudios longitudinales de crecimiento. Gracias a ellos se han establecido gráficas de crecimiento de referencia para diferentes poblaciones, se han diseñado nuevos instrumentos antropométricos más fiables y se han desarrollado métodos para valorar el ritmo de maduración de un sujeto o para establecer fases en su desarrollo puberal. El campo y las técnicas que utiliza la auxología, como ciencia que estudia el crecimiento y desarrollo, son múltiples e imposibles de condensar en un trabajo de estas características; por ello, nos referiremos únicamente a aquellos aspectos cuya valoración e interpretación, a veces difícil, es más importante, desde el punto de vista clínico, para valorar el crecimiento y desarrollo de un niño y que son parte fundamental del quehacer diario del Pediatra de Atención Primaria.

Antropometría básica

El término “antropometría” hace referencia al estudio comparativo de las medidas del cuerpo humano. El número de medidas diferentes que puede realizarse es, teóricamente, infinito; sin embargo, el número de parámetros antropométricos útiles para valorar el crecimiento de un niño es relativamente escaso. Pese a ello, son los indicadores de crecimiento más importantes en la práctica clínica; de hecho, la medición de la talla, el peso y el perímetro cefálico constituyen una parte fundamental de la exploración pediátrica general. La utilización de los parámetros antropométricos en la valoración del crecimiento de un niño conlleva tres pasos sucesivos:

1. La medición o el cálculo, empleando una estricta metodología⁽³⁻⁵⁾, de una serie de parámetros antropométricos, entre los que la talla/longitud es el más importante, pero no el único (peso, relación peso/talla, perímetro cefálico, talla sentado, braza, velocidad de crecimiento...).
2. La comparación de los datos recogidos con estándares o modelos de referencia adecuados para la población estudiada (sexo, etnia, país de origen) y, si se dispone de ellos, para la patología específica que presente el paciente (síndrome de Turner, acondroplasia...). Esto nos permite determinar si el sujeto se encuentra o no dentro de los límites de la variación normal, lo que expresaremos, en el caso de parámetros de distribución normal (Fig. 1), como percentiles o desviaciones estándar de la media (SDS o Z-score). La SDS (Z) sería la diferencia entre el valor del parámetro que queremos calcular (X) y la media de ese parámetro para una determinada población (μ) dividida por la desviación típica o estándar (σ) de ese parámetro para la población dada: $Z = (X - \mu) / \sigma$.

Según las propiedades de una distribución normal: entre ± 1 desviación estándar (SDS) de distancia de la media se

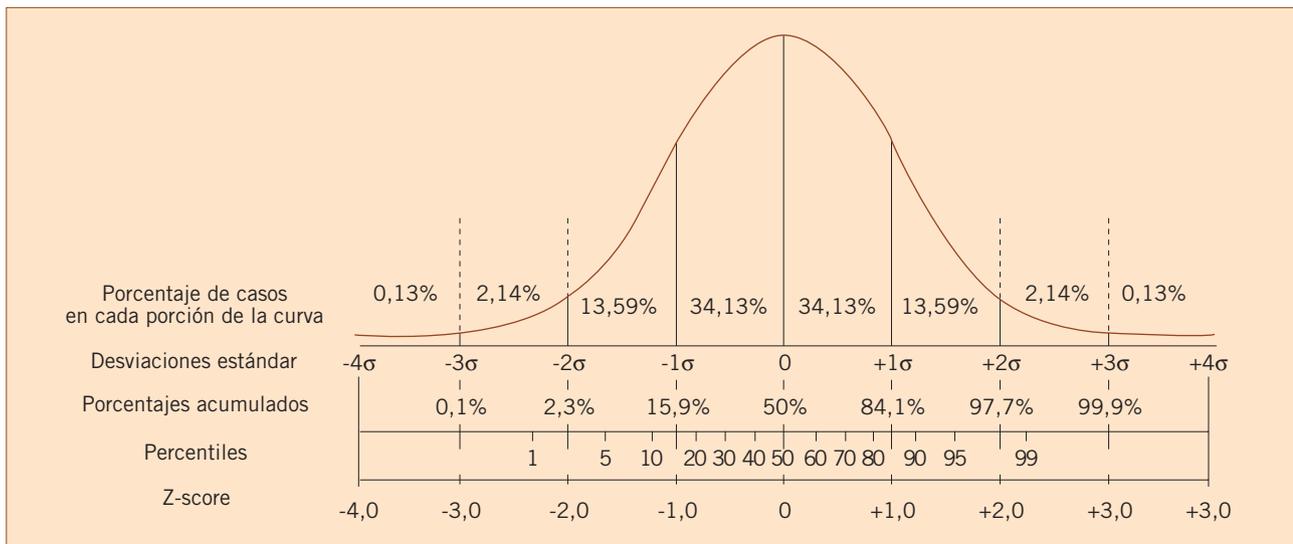


Figura 1. Propiedades de una distribución normal (curva de Gauss)

encontraría, aproximadamente, el 68% de la población; entre ± 2 SDS, aproximadamente, el 95% de la población; y entre ± 3 SDS, aproximadamente, el 99,7% de la población (Fig. 1). Como norma general: “cuanto más alejada esté una medición de la media, mayor será el riesgo o la probabilidad de que obedezca a una causa patológica”; por ello, consideramos, habitualmente, como probablemente patológicos a los sujetos que se alejan más de 3 SDS de la media (por debajo del percentil 1 o por encima del 99); mientras que, los situados entre 2 y 3 SDS por encima o por debajo de la media (aproximadamente entre percentiles 1-3 y 97-99) serían casos límite, en ocasiones patológicos, que requerirán, en cualquier caso, un seguimiento cuidadoso.

3. Su análisis e interpretación posterior en función de la historia familiar y personal del niño, de los datos aportados por la exploración general y de su ritmo o grado de maduración (correlación con la talla de los progenitores, predicción de talla adulta y comparación con sus expectativas genéticas...).

Fiabilidad de las mediciones antropométricas

Uno de los aspectos que más condiciona la utilidad clínica de la antropometría es la falta de fiabilidad de las mediciones. Toda medición antropométrica conlleva un margen de error que suele expresarse como: “error técnico de la medición” (ETM), que se obtiene tomando una serie de duplicados de la medida en un grupo de sujetos. Es importante recordar que, entre medida y medida, el sujeto objeto de la medición debe ser recolocado y que se requieren un mínimo de 50 duplicados para conseguir un margen de error aceptable. Cuando solo un observador realiza las mediciones, la ecuación para calcular el $ETM = \sqrt{\sum D^2 / 2n}$; es decir, la raíz cuadrada del sumatorio de las diferencias entre los duplicados (D) dividido por el número de individuos medidos (n) multiplicado por dos.

La fiabilidad de las mediciones requiere: 1) aparatos de medición apropiados, es decir, suficientemente precisos; 2)

personal entrenado en las técnicas auxológicas; y 3) controles periódicos y frecuentes de calidad, tanto del aparataje como del personal encargado de la recogida de los datos. Pese a que se cumplan estos requisitos, la reproductibilidad de las mediciones antropométricas es siempre escasa; ya que, los tres elementos de la medición: instrumento, observador y sujeto, son fuentes de error (Fig. 2) y la varianza de cada uno de ellos contribuye a la varianza total de la medición⁽¹⁾.

La talla y sus incrementos en el tiempo (velocidad de crecimiento -VC-) son los parámetros antropométricos más importantes en la valoración clínica del crecimiento de un niño y, por ello, nos vamos a referir especialmente a ellos a la hora de evaluar la fiabilidad de sus determinaciones. Los aparatos que se emplean para medir la altura de un sujeto pueden ser muy diferentes; no obstante, pueden incluirse en 3 grandes grupos (Fig. 2): estadiómetros (tableros verticales con una tabla horizontal contrapesada para ajustar a la cabeza), minimetros (cintas metálicas que cuelgan de un gancho fijado a la pared y que se bajan hasta ajustarse a la cabeza del niño) y tallímetros convencionales (escalas verticales con una barra horizontal móvil). La precisión de estos instrumentos fue analizada durante el *Wessex Growth Study* mediante la medición, en todos ellos, de una regla de aluminio de un metro de longitud⁽⁶⁾. Se comprobaron 230 aparatos de medición, agrupados según la clasificación ya comentada. En todos los grupos hubo un error de, al menos, ± 1 cm; si bien, como cabía esperar, el menor rango de error fue para los estadiómetros.

La disponibilidad de aparatos de medición precisos y el empleo de técnicas correctas de medición no son suficientes para conseguir una buena reproductibilidad. Mediciones repetidas del mismo niño, con el mismo aparato y por el mismo observador, raramente son iguales y menos aún si el observador es diferente. Más del 90% de la variabilidad intraobservador parece ser achacable al niño. Éste, al contrario de lo que ocurre con un objeto rígido, tiene una medida que varía ligeramente de un momento a otro. La variabili-

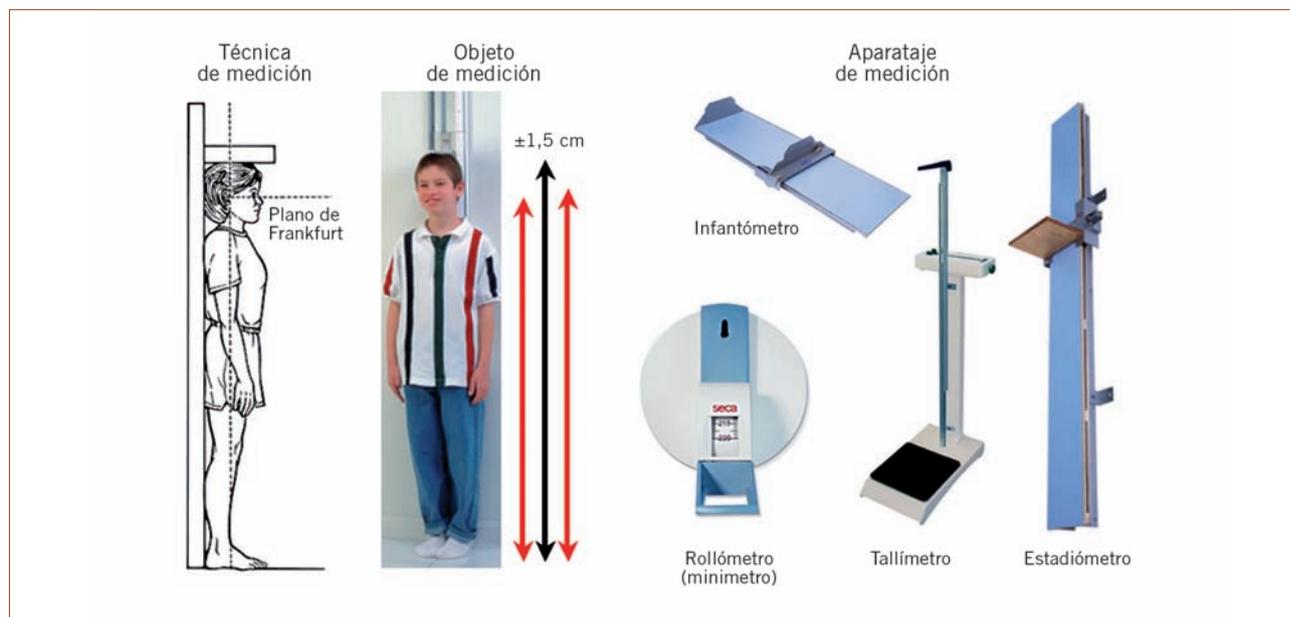


Figura 2. Fuentes de error en la medición de la talla/longitud y, en general, en cualquier parámetro antropométrico

dad interobservador depende de pequeñas variaciones de la puesta en práctica de las técnicas de medición (posición de la cabeza, mayor o menor tracción, grosor del cabello, etc.); así, entre observadores experimentados, midiendo al mismo niño, con segundos de diferencia y en el mismo aparato, pueden encontrarse diferencias de talla tan grandes como de 1,5 cm. Considerando todas estas fuentes de variación, un buen observador podría mantener su ETM para la talla por debajo de 2,5-3 mm. Esto quiere decir que, en el 95% de los casos, la medición que haga de un sujeto estará entre ± 5 -6 mm del valor real.

Cuando el parámetro antropométrico que medimos requiere de mediciones separadas en el tiempo, como es el caso del incremento de talla (VC), la imprecisión aumenta; ya que, se suman dos errores de medición. El ETM_{vc} (ETM de la medición de VC) $= \sqrt{2} \times ETM_{talla} = ETM_{talla} \times 1,41$. Un buen observador con un ETM para la talla de 2,5 mm tendría un ETM_{vc} de unos 3,5 mm/año; por lo que, en el 95% de los casos, la medición que haga de la VC de un sujeto estará entre ± 7 mm/año del valor real. Si la medición la realizan dos observadores diferentes, el error podría ser considerablemente mayor.

Parámetros auxológicos básicos

Talla/longitud

Los niños, desde el nacimiento hasta la edad de 2 años, deben medirse en decúbito supino (longitud) y, a partir de entonces, en bipedestación (talla). La diferencia media entre ambas mediciones en un niño de más de 20 meses es de unos 1-2 cm a favor de la talla en decúbito.

A la hora de evitar errores en la recogida de este dato, es más importante la técnica de medición correcta que el instrumento de medición; si bien, un buen equipo antropométrico (estadiómetro para talla en decúbito e infantómetro

tro/neonatómetro para la talla de niños y recién nacidos en decúbito) es importante para que la fiabilidad de la medición sea alta. Durante la medición (Fig. 2), el niño debe apoyar los talones, las nalgas, la espalda y el occipucio contra un soporte vertical (horizontal en niños < 2 años) y el plano definido por el margen superior del orificio del conducto auditivo externo y el borde óseo inferior de la órbita (plano de Frankfurt) debe estar paralelo al suelo (perpendicular al suelo en niños < 2 años). La talla/longitud suele expresarse en percentiles para la edad y sexo; no obstante, cuando este parámetro se sitúa fuera de los límites considerados normales, es preferible su conversión a desviaciones estándar (SDS), lo que nos aporta una idea más clara de cuánto se aleja dicho parámetro de la normalidad. En el caso de los recién nacidos, especialmente en el caso de los prematuros (edad gestacional < 37 semanas), para poder establecer si un recién nacido es pequeño, adecuado o grande, el cálculo de la longitud y el peso deben realizarse en relación con la edad gestacional y el sexo; para lo que se dispone de patrones de referencia específicos.

Un aspecto importante en la valoración del crecimiento de un niño es el análisis de la evolución de la talla a lo largo del tiempo, es decir, la construcción o reconstrucción, a partir de los datos aportados por los padres, de la gráfica de talla para la edad; ya que, además de que muchas patologías presentan un patrón de crecimiento más o menos característico, puede permitir establecer el momento de inicio de la alteración y su posible relación con algún factor etiopatogénico. La evolución de la curva de peso, a menudo olvidada, debería ser también recogida sistemáticamente. En los pacientes con hipocrecimiento de causa nutricional, la caída en la curva de peso suele preceder a la disminución de la velocidad de crecimiento, permaneciendo, en la mayoría de los casos, la relación peso/talla dentro de los límites normales.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929
7	016	101	178	263	345	430	512	597	628	764	849	932
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937
10	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942
12	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945
13	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948
14	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
21	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25	066	151	227	312	395	479	562	647	731	814	899	981
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29	077		238	323	405	490	573	658	742	825	910	992
30	079		241	326	408	493	575	660	745	827	910	995
31	082		244		411		578	663		830		997
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

Un niño, nacido el 13 de mayo de 2005, el 15 de junio de 2009 mide 98 cm y el 1 de febrero de 2010 mide 101 cm. La fórmula para el cálculo de la velocidad de crecimiento (previa transformación de las fechas a cifras decimales, según la tabla) sería:

$$VC = (talla\ actual - talla\ previa) / (fecha\ actual - fecha\ previa) = (101-98) / (2010.085 - 2009.452) = 3\ cm/0,63\ años = 4,76\ cm/año$$

Figura 3. Tabla para el cálculo de los intervalos decimales y ejemplo de cómo calcular el intervalo decimal entre dos fechas y la velocidad de crecimiento

Velocidad de crecimiento (VC)

La VC es el incremento de talla por unidad de tiempo y es, probablemente, el parámetro antropométrico más difícil de interpretar. Se expresa en cm/año y se aplica a la edad intermedia entre las edades en que se realizó la observación; por ejemplo: si un niño creció 8 cm entre los 4 y 5 años, se aplicarían esos 8 cm en la gráfica de VC y en el cálculo de la SDS a los 4,5 años de edad. El tiempo transcurrido entre las dos mediciones debe ser calculado con exactitud utilizando el intervalo decimal (Fig. 3) y extrapolando el crecimiento obtenido a un año, mediante una simple regla de tres; por ej.: si un niño ha crecido 6,3 cm en un intervalo de 0,89 años, su VC sería igual a 6,3/0,89, es decir, 7,08 cm/año. El

intervalo ideal de observación es de un año (entre 0,88-1,12 años) y en ningún caso inferior a 6 meses; ya que, el error se incrementaría como resultado de las grandes fluctuaciones que, en periodos más cortos de tiempo, puede experimentar el ritmo de crecimiento. El ejemplo más conocido de ello serían las variaciones estacionales de la VC, responsables de que la mayoría de los niños tiendan a crecer más en primavera y verano que en otoño e invierno.

La interpretación de una velocidad de crecimiento aislada, como normal o patológica, puede ser, en ocasiones, un problema arduo, incluso cuando el intervalo de tiempo transcurrido y la fiabilidad de las mediciones son, teóricamente, idóneos. Ello se debe, además de al ETM_{vc} (± 7 mm, en el mejor de los

casos), a las variaciones normales en la VC que hacen difícil establecer, en un momento dado, el rango de normalidad; de hecho, no se utiliza, habitualmente, la norma general (VC potencialmente patológica si ≤ -2 SDS \approx percentil 3), sino que se considera como patológica una VC ≤ -1 SDS (\approx percentil 25) sólo si se mantiene así durante 2 e incluso 3 años seguidos; un concepto que deriva del análisis, según el cual, si un niño mantiene de manera constante una VC ≤ -1 SDS, su talla definitiva será baja. Las variaciones normales en la VC, además de las estacionales, ya comentadas, dependen de⁽¹⁾:

- **Naturaleza cíclica del crecimiento.** Se ha observado que, durante el periodo prepuberal se alternan, con intervalos de aproximadamente dos años, periodos de crecimiento rápido y de crecimiento más lento. Así, en la mayoría de los niños se producirían tres picos de crecimiento durante el periodo prepuberal (Fig. 4), uno alrededor de los 4-5 años (*preschool growth spurt*), otro, el más conocido, alrededor de los 6-7 años (*mid-childhood growth spurt*) y, un tercero, alrededor de los 8,5 años en las niñas y de los 9,5 años en los niños (*late-childhood growth spurt*). En los niños que maduran pronto, el *late-childhood growth spurt* puede fundirse con el estirón puberal y, en algunos de los niños que maduran tardíamente, puede observarse un cuarto pico de crecimiento prepuberal, alrededor de los 10-11 años (*prepubertal growth spurt*).
- **Potencial genético de crecimiento y tiempo madurativo.** Los niños con talla baja constitucional (TBF) o tiempo madurativo lento, durante el periodo prepuberal, tienden a crecer de manera constante por debajo de la media de VC para la población, lo contrario de lo que sucede en los niños con talla alta constitucional (principal causa de la diferencia de talla adulta entre ambos grupos) o tiempo madurativo rápido. Además, los niños con TBF o tiempo madurativo lento disminuyen su VC y los niños con talla alta constitucional o tiempo madurativo rápido la aumentan desde los 12-18 meses de vida, descendiendo o ascendiendo, según el caso, en los percentiles de talla hasta alcanzar lo que será su carril de crecimiento a lo largo del periodo prepuberal, alrededor de los 3-4 años de vida (**fenómeno de canalización**). La suma de una VC menor en los pacientes con TBF y/o tiempo madurativo lento durante el periodo prepuberal a los periodos cíclicos normales de crecimiento más lento es la responsable de que en estos sea frecuente observar VC inferiores a -1 SDS y, con cierta frecuencia, a -2 SDS, sin que ello suponga una situación patológica. Por último, los niños con tiempo madurativo lento también pueden experimentar otra deceleración marcada, pero normal, en su ritmo de crecimiento, en el periodo inmediatamente previo al inicio del estirón puberal, que les puede hacer descender nuevamente de percentil de talla, es lo que se conoce como “**depresión prepuberal de la VC**”.

Clásicamente, se ha considerado la VC como el parámetro auxológico aislado más relevante en la valoración de los trastornos del crecimiento; ya que, al menos teóricamente, sería más sensible que la talla y permitiría un diagnóstico más precoz de las alteraciones del crecimiento. Sin embargo, la veracidad de este concepto está siendo, cada vez, más cuestionada; ya que, su menor fiabilidad (ETM_{vc}) y las dificultades

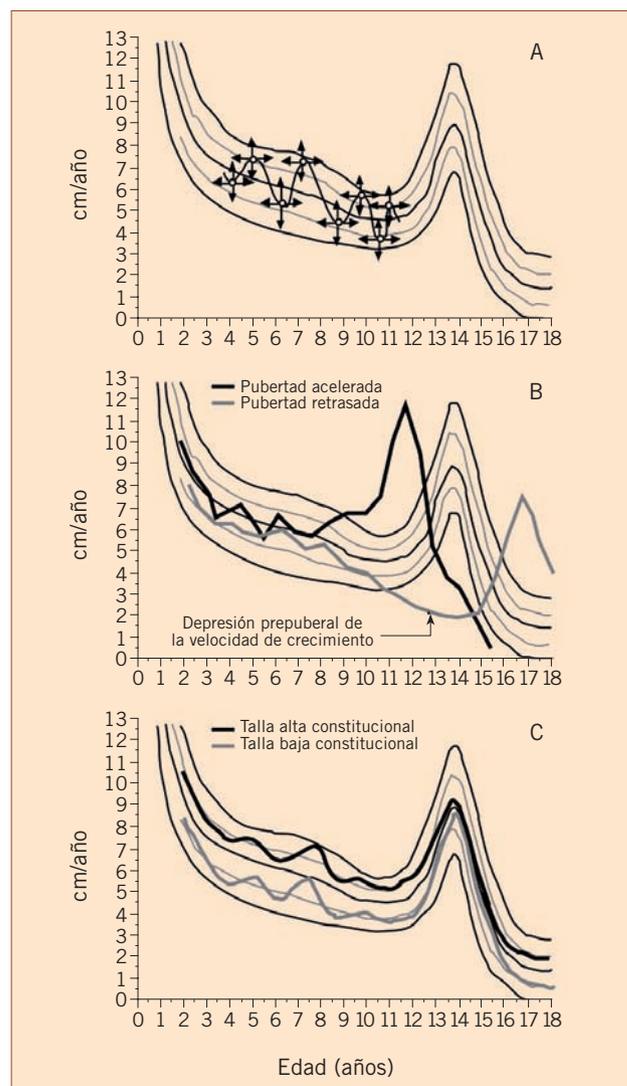


Figura 4. A) Variaciones cíclicas normales del ritmo de crecimiento (ver texto). B) Curvas de velocidad de crecimiento en varones con pubertad acelerada y pubertad retrasada. C) Curvas de velocidad de crecimiento en varones con talla alta y talla baja constitucional

que presenta su interpretación hacen que se requieran, al menos, 2-3 años de seguimiento para poder establecer con seguridad su anormalidad y, para entonces, la caída en los percentiles de talla suele ser evidente. Por otro lado, algunos pacientes con hipocrecimientos patológicos son capaces de mantener durante prolongados periodos de tiempo ritmos de crecimiento que pueden considerarse normales.

Perímetro cefálico o craneal (PC)

El PC es considerado uno de los parámetros de crecimiento más importantes durante los primeros años de vida; ya que, refleja de manera indirecta el volumen intracraneal y el crecimiento cerebral. En condiciones normales, su ritmo de crecimiento, máximo durante la vida fetal, disminuye rápidamente después del nacimiento; de forma que, la mayor parte de su crecimiento tiene lugar en los 4 años de vida postnatal y, especialmente, en el primer año.

El PC representa la máxima circunferencia de la cabeza^(1,3-5) que pasa, habitualmente, por la glabella (punto medio más saliente del frontal situado entre las cejas, aproximadamente sobre una línea tangente a los bordes superiores de las órbitas) y el opistocráneo (punto más alejado de la glabella en el punto medio sagital). Se mide con una cinta métrica inextensible, ajustándola lo más posible al cráneo para minimizar el error debido al cabello. Se consideran normales los valores de PC situados entre ± 2 SDS para la edad, sexo y etnia del sujeto. Errores en la medición pueden ser debidos a cabellos muy espesos o interposición de trenzas u orejas grandes, así como a anomalías o variaciones normales (un cráneo dolicocefalo presenta una mayor circunferencia que uno braquicefalo) o anormales en la morfología craneal, que, cuando son extremas, pueden hacer que el PC no refleje el volumen intracraneal.

Microcefalia y macrocefalia son los términos con los que, habitualmente, se describe una cabeza anormalmente pequeña o grande para la edad y son frecuentes en algunas osteocondrodismplasias, cuadros sindrómicos, retraso mental y alteraciones neurológicas; no obstante, microcefalia y macrocefalia no son, necesariamente, patológicas y tampoco son sinónimos de micro o megaencefalia, términos que describen un cerebro anormalmente pequeño o grande. De hecho, es importante considerar que existe un considerable componente genético en el tamaño de la cabeza (macro o microcefalia familiar) responsable de alrededor del 50% de estas alteraciones. Por eso, el PC de un niño debe ser comparado con la media del PC de los padres para poder establecer mejor el rango de normalidad o anomalía. Por último, otro factor a tener en cuenta en las alteraciones del PC es que debe tenerse en cuenta el tamaño general del niño; ya que, una micro o macrocefalia para la edad cronológica puede ser relativamente normocefálica si consideramos el tamaño del niño. Esta circunstancia puede ser analizada mediante la correlación del PC con la edad talla (edad en la que la talla actual del niño se encontraría en el percentil 50) y no con la edad cronológica.

Por último, un aspecto relevante en la valoración del PC son las peculiaridades del periodo neonatal y de los niños prematuros o pequeños para su edad gestacional (EG)⁽⁷⁾. La presentación y la vía de parto pueden determinar pequeñas modificaciones transitorias del perímetro craneal, así, por ejemplo, en un recién nacido con presentación de nalgas y marcado moldeamiento craneal; una vez resuelto este, el perímetro cefálico puede ser hasta 2 cm mayor que en su medición inicial. Los recién nacidos prematuros pueden experimentar una reducción del PC durante la primera semana de vida coincidiendo con una marcada pérdida de peso. En el seguimiento de los RN prematuros, la evaluación de cualquier parámetro de crecimiento exige ajustar la edad del niño para el grado de prematuridad [Edad corregida = edad cronológica - (40 semanas - EG al nacimiento)]. Existe un cierto desacuerdo en hasta cuándo se debe corregir la edad pero, en la práctica, el peso se suele corregir hasta los 24 meses, la longitud/talla hasta los 3,5 años y el PC hasta los 18 meses.

Antropometría nutricional

La antropometría nutricional tiene por objeto, a partir de la medición de diferentes parámetros corporales, determinar

la situación y las variaciones del estado nutricional, así como algunos aspectos de la composición corporal. Los parámetros antropométricos directos más importantes en la valoración del estado nutricional son, además de la talla y del perímetro craneal, ya comentados: el peso, el perímetro braquial y los pliegues cutáneos. Los hipocrecimientos debidos a estados crónicos de malnutrición subclínica son relativamente frecuentes en la infancia y la antropometría nutricional puede ser de ayuda para hacer el diagnóstico diferencial con hipocrecimientos constitucionales o por deficiencias hormonales, en los que los parámetros nutricionales se mantienen normales o, incluso, aumentados.

Peso

El peso se debe medir con el paciente desnudo o con la menor ropa posible en una báscula de precisión previamente equilibrada. El niño debe estar de pie sin tocar nada e inmóvil; ya que, ambas circunstancias pueden modificar la medida. En los recién nacidos y lactantes se utilizará una báscula que permita colocar al niño tumbado o sentado; si no se dispone de ella, puede utilizarse una báscula normal, pesando a un adulto solo y, posteriormente, con el niño en brazos^(1,3-5). El peso del niño será la diferencia entre ambos pesos. En los pacientes con amputaciones o alteraciones de los miembros, debería considerarse calcular el teórico peso del paciente en caso de no existir amputación, sumando al peso real un 5% más por miembro superior ausente o un 10% en el caso de que la ausencia corresponda a un miembro inferior⁽⁴⁾.

Relación peso/talla

El peso para la edad es, probablemente, el parámetro antropométrico nutricional más utilizado; sin embargo, como dato aislado tiene poca utilidad. Para aumentar su sensibilidad como indicador del estado nutricional debe relacionarse con la talla. Esta relación peso/talla permite diferenciar los cuadros de malnutrición aguda que afectan, preferentemente, al peso sin modificar la talla, de los hipocrecimientos nutricionales, en los que se alteran ambos parámetros, pudiendo, en ocasiones, permanecer normal su relación. La forma más sencilla de analizar esta relación es su comparación con **curvas percentiladas de relación peso/talla**; si bien, sólo pueden ser usadas durante el tiempo en que la distribución del peso para la talla es independiente de la edad, lo que ocurre, en condiciones normales, entre los dos años y el inicio de la pubertad. También, se utilizan diferentes índices que relacionan ambos parámetros; de ellos, el más empleado es el denominado **índice de masa corporal (IMC) o índice de Quetelet** [peso (kg)/talla² (m)].

El IMC se correlaciona bien ($r \approx 0,8$) con los valores de masa grasa obtenidos mediante DXA (Dual-emission X-ray absorptiometry). Este índice experimenta marcadas variaciones con la edad; de forma característica, se incrementa durante el 1º año de vida, luego desciende hasta, aproximadamente, los 6 años, momento en que vuelve a aumentar ("rebote adiposo"), hasta estabilizarse en la edad adulta, donde sus valores se mantienen relativamente constantes. A partir de los 18 años, se pueden establecer puntos de corte para la definición de situaciones de malnutrición por exceso o defecto; así, se considera, habitual-

mente, como sobrepeso un $IMC > 25 \text{ kg/m}^2$ y obesidad $> 30 \text{ kg/m}^2$. La OMS define, también, tres grados de delgadez: 1 (ligera), 2 (moderada) y 3 (severa), en función de que el IMC esté por debajo de 18,5, 17 y 16, respectivamente. En los niños, las marcadas variaciones del IMC con la edad, sexo y grado de desarrollo puberal hacen que estos criterios no sean utilizables y deban establecerse criterios por edad y sexo. Pese a que sus valores no presentan una distribución normal (la percentilación o aplicación del Z-score no sería matemáticamente correcta), percentiles y SDS para la edad y sexo son ampliamente utilizados para valorar el estado nutricional, así como el grado de sobrepeso o malnutrición (número de SDS que aleja al sujeto de la media); ya que, este grado de sobrepeso o malnutrición se ha relacionado con la aparición de distintas comorbilidades y es útil también en el seguimiento a corto y largo plazo del efecto de los diversos tratamientos. Las dificultades metodológicas y, especialmente, la epidemia de obesidad que asola los países occidentales, elevando en las gráficas de reciente construcción el nivel de los percentiles de IMC, ha condicionado que los puntos de corte (percentiles o SDS) utilizados para definir sobrepeso y obesidad o los distintos grados de delgadez o malnutrición en la infancia no estén claramente estandarizados [percentiles diferentes según los distintos países, distintas sociedades y organizaciones internacionales o la propuesta de Tim J. Cole⁽⁸⁾ de utilizar, como puntos de corte de las definiciones de sobrepeso y obesidad, los percentiles que adquieren los valores de 25 y 30, respectivamente, en la edad adulta]. En nuestro medio, la Guía de Práctica Clínica para la Prevención y Tratamiento de la Obesidad Infanto-juvenil⁽⁹⁾ postula, como criterios para definir el sobrepeso y la obesidad, los valores de los percentiles 90 y 97, respectivamente, específicos por edad y sexo de la distribución del IMC referido a los datos y curvas de Hernández y cols. del año 1988⁽¹⁰⁾.

Pliegues cutáneos

El peso y la talla, al igual que los índices de ellos derivados, no aportan ninguna información sobre la composición corporal, lo que impide determinar, por ejemplo, si el exceso de peso de un individuo es el resultado de un incremento del tejido graso (obesidad) o de tejido magro (constitución corporal atlética). Los pliegues cutáneos son parámetros antropométricos útiles para informar, aunque sea indirectamente, sobre la composición corporal; de hecho, la medida del espesor del pliegue cutáneo es uno de los mejores indicadores de la cantidad total de grasa subcutánea que es, aproximadamente, un 50% de la grasa corporal total. Se realiza con un calibre de espesor especial (Fig. 5), cuya característica fundamental es la de ejercer una presión constante de 10 g/mm^2 y cuya precisión es de 0,1-0,2 mm (*skinfold caliper*). El espesor del pliegue cutáneo puede medirse en diferentes zonas anatómicas (pliegue tricipital, subescapular, suprailíaco, bicipital, etc.), pero los pliegues más utilizados en la práctica clínica son: el tricipital y el subescapular izquierdos; ya que, permiten hacer una estimación de la distribución corporal de la grasa: generalizada (incremento de ambos pliegues) o de predominio troncular (incremento del pliegue subescapular).

La técnica de medición de los pliegues cutáneos es sencilla^(1,3-5), pero requiere mucho entrenamiento y cuidado



Figura 5. Dos modelos diferentes de medidor de pliegues cutáneos (*skinfold caliper*). Estos calibres tienen, como característica fundamental, la de ejercer una presión constante de 10 g/mm^2

para ser precisa y su reproductibilidad, incluso en condiciones idóneas, es escasa. El pliegue que se vaya a medir es pellizcado entre los dedos pulgar e índice de la mano izquierda del observador. El calibre se coloca, aproximadamente, 1 mm por debajo, perpendicular al pliegue. La mano derecha sostiene el calibre y la medida se lee cuando la aguja del medidor se estabiliza o, si no lo hace, a los 3 segundos de la aplicación:

- **El pliegue tricipital.** Se mide con el sujeto de pie y de espaldas al observador. Debe ser vertical, en el punto medio de la cara posterior del brazo izquierdo, mientras éste permanece extendido y relajado con la palma de la mano abierta y mirando a la cara lateral del muslo.
- **El pliegue subescapular.** Se mide, también, con el sujeto de pie y de espaldas al observador, con los hombros y brazos relajados e inmediatamente por debajo del ángulo inferior de la escápula izquierda. El pliegue puede ser vertical o ligeramente inclinado hacia abajo y hacia fuera, siguiendo la tendencia natural de la piel en esa zona.

A partir del peso y de los pliegues cutáneos, es posible estimar con bastante precisión y mediante simples fórmulas matemáticas la masa grasa e, indirectamente, la masa libre de grasa⁽¹¹⁾.

Perímetros

Los perímetros corporales pueden aportar información sobre el crecimiento y maduración de determinados órganos (perímetro craneal), pero también sobre la composición corporal (perímetros del brazo, pierna, torácico, abdominal, etc.). En este sentido, los que tienen posiblemente un mayor interés clínico son el perímetro braquial y el perímetro abdominal.

- **Perímetro braquial.** Se mide en lado izquierdo, con el brazo extendido y completamente relajado, con una cinta métrica inextensible, a una altura en el punto medio entre el acromion y el olécranon^(1,3-5). Estima, simultáneamente, el componente muscular y el graso, por lo que su disminución es un buen indicador de malnutrición calórico-proteica, pero tiene el inconveniente de estar mal normalizado. Por su sencillez y precisión, ha sido ampliamente utilizado como indicador nutricional en los países en vías de desarrollo. Un valor inferior al 75% de la media para la edad indicaría malnutrición grave, entre el 75 y el 80%, moderada, entre el 80 y el 85%, leve y, por encima del 85%, se consideraría normal.
- **Perímetro abdominal (PA).** En los adultos, se ha demostrado que la circunferencia de la cintura es un excelente

marcador de la cantidad de grasa abdominal, más sensible y específico que otros parámetros antropométricos que, como los pliegues cutáneos, son más difíciles de medir y de reproducir. Un PA en los adultos superior a los 102 cm en los hombres y a 88 cm en las mujeres, se considera como uno de los cinco parámetros del síndrome metabólico. Recientemente, se ha comenzado a estudiar el PA en los niños prepúberes y púberes de ambos sexos, habiéndose demostrado que, en ellos, la circunferencia de la cintura es también un buen indicador de la obesidad central, con utilidad clínica y epidemiológica como predictor de complicaciones metabólicas y de riesgo cardiovascular⁽¹³⁾ cuando sus valores se sitúan por encima del percentil 90. La medición del perímetro abdominal no está suficientemente estandarizada⁽¹⁴⁾, pero se ha sugerido que la medida, aproximadamente 4 cm por encima del ombligo, debería utilizarse hasta que la comparación de las distintas formas de medición con los resultados de la RM abdominal (mejor prueba disponible para la medición de la grasa visceral) establezca cuál es la metodología idónea.

Estándares de referencia

La talla de una población está influenciada por factores genéticos asociados a su origen étnico y por factores ambientales, entre los que los de mayor influencia son los factores socioeconómicos. De ahí que, lo ideal, no siempre posible, sería disponer de estándares desarrollados para la población y etnia del sujeto estudiado. En los últimos 150 años, en Europa y EE.UU., se ha observado un incremento progresivo en la talla de la población (1-1,5 cm/década) a expensas, fundamentalmente, de un mayor crecimiento de las piernas, así como una mayor precocidad en la edad de inicio puberal e incrementos en el IMC. Estos fenómenos, conocidos como “tendencia secular” del crecimiento y de la pubertad, obligan a que periódicamente deban actualizarse los estándares de referencia para estos parámetros.

En España, disponemos de varios estándares de referencia propios para los parámetros antropométricos más habituales: talla/longitud, VC, peso, perímetro cefálico, IMC, relación peso/talla, velocidad de incremento del peso, perímetro braquial, pliege tricípital, sobrescapular... (Hernández y cols., Carrascosa y cols. y Ferrández y cols., entre otros). En el año 2010, se han publicado los “Estudios Españoles de Crecimiento 2010” (EEC2010, disponibles libremente en la página web de la Asociación Española de Pediatría: <http://www.aeped.es/noticias/estudios-espanoles-crecimiento-2010>), resultantes de la fusión de los estudios transversales realizados en los últimos años en: Andalucía, Cataluña, País Vasco, Aragón y Madrid, que ha permitido demostrar la ausencia de diferencias significativas entre las poblaciones de los diferentes estudios y obtener: a) valores de referencia de peso y longitud para recién nacidos de origen caucásico y gestación única (4.884 niños y 4.478 niñas) de 26 a 42 semanas de gestación; y b) un amplio estudio transversal desde el nacimiento a los 22 años (19.975 varones y 18.486 niñas) que refleja el crecimiento postnatal en sujetos sanos, caucásicos, de padres españoles. Además, se incorpora un estudio longitudinal desde el nacimiento a la talla adulta (259 varones y 281 mujeres), con datos recogidos entre 1980

al 2002, por el Centro Andrea Prader, de Zaragoza, que ha permitido, entre otros resultados, desarrollar gráficas de talla y velocidad de crecimiento en función del tiempo madurativo (maduradores tempranos, intermedios o tardíos).

En 2006, se ha publicado un estudio multicéntrico propiciado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) a partir del llamado *Multicentre Growth Reference Study* (MGRS), realizado en 6 países, entre los 0 y 5 años, que plantea una orientación nueva en la forma de construir unas gráficas de crecimiento de referencia: gráficas que reflejen no “cómo crecen”, sino “cómo deberían crecer los niños” (disponibles libremente en la red en la página de la OMS: http://www.who.int/nutrition/media_page/en/). Su peculiaridad reside en: el empleo de la lactancia materna como norma, la ausencia de tabaco, la existencia de un ambiente socioeconómico favorable y la independencia del país o la étnica. El estudio viene a demostrar que: “las diferencias en el crecimiento infantil hasta los cinco años dependen más de la nutrición, las prácticas de alimentación, el medio ambiente y la atención sanitaria que de los factores genéticos o étnicos y, por tanto, podrían utilizarse para estudiar a los niños de cualquier lugar, independientemente de la etnia, la situación socioeconómica y el tipo de alimentación.

Como factores limitantes al uso generalizado de estas gráficas estaría el que no existe un consenso sobre la conveniencia o no de eliminar de los datos de referencia los de aquellos niños en circunstancias vitales no tan ideales y que, además, esta aproximación, probablemente, minusvalora las diferencias genéticas entre los distintos grupos étnicos, así como determinados aspectos ambientales que, como la nutrición, fuera del periodo de lactancia materna y pese a cumplir determinados estándares comunes, pueden ser muy diferentes entre sociedades culturalmente distantes.

Las principales diferencias entre las gráficas de la OMS y el EEC2010 se observan en el peso e índice de masa corporal, que son más altos en el estudio español que en las gráficas de la OMS. Ello obedece, además de a la metodología de construcción de las gráficas, a dos fenómenos ya conocidos: la menor ganancia ponderal en los lactados al pecho y la tendencia secular al incremento del IMC en los países desarrollados. Estas gráficas serían, en mi opinión, las idóneas para su aplicación en lactantes alimentados exclusiva o preferencialmente con leche materna y durante los primeros 6-18 meses de vida (especialmente, en lo que se refiere a la ganancia ponderal). Idoneidad que se iría perdiendo progresivamente, en la medida en que la lactancia materna, como elemento común, se va perdiendo y, a partir de los 6-12 meses, el componente genético se pone cada vez más de manifiesto y desaparece la homogeneidad ambiental y nutricional; no obstante, la comparación de los valores con los de nuestras gráficas indican que podrían utilizarse sin mayores problemas hasta los 5 años.

Un problema que se plantea, cada vez con mayor frecuencia, es qué valores de referencia utilizar en el caso de niños inmigrantes o adoptados de países en desarrollo. En un reciente consenso internacional, se ha recomendado utilizar en estos niños las gráficas del país de origen, y para los hijos de estos, las gráficas del país de adopción⁽¹⁴⁾. Otra posibilidad, aunque sólo disponible para la evaluación de niños menores de 5 años, es utilizar las gráficas de crecimiento de la OMS.

Tabla I. Referencias estándares de crecimiento para patologías específicas

• Talla baja idiopática	Rekers-Mombarg LTM, et al. Arch Dis Child. 1996; 75: 175
• Acondroplasia	Horton WA, et al. J Pediatr. 1978; 93: 435
• Hipocondroplasia	Appan S, et al. Acta Paediatr Scand. 1990; 79: 796
• Pseudoacondroplasia	Horton WA, et al. Am J Dis Child. 1982; 136: 316
• Displasia diastrófica	Horton WA, et al. Am J Dis Child. 1982; 136: 316
• Displasia espondiloepifisaria congénita	Mäkitie O, et al. J Pediatr. 1997; 130: 641
• Hipoplasia cartilago-pelo	Horton WA, et al. Am J Dis Child. 1982; 136: 316
• Síndrome de Brachmann-de Lange	Mäkitie O, et al. Pediatr Res. 1992; 31: 176
• Síndrome de Turner	Kline AD, et al. Am J Med Gen. 1993; 47: 1042
	Lyon AJ, et al. Arch Dis Child. 1985; 60: 932
	Ranke MB, et al. Eur J Pediatr. 1983; 141: 81
	Bernasconi S, et al. Acta Paediatr. 1994; 83: 292
	Ikeda Y, et al. Am J Med Gen. 1982; 12: 271
• Síndrome de Down	Cronk C, et al. Pediatrics. 1988; 81: 102
• Síndrome X frágil	Butler MG, et al. Pediatrics. 1992; 89: 1059
• Síndrome de Laron	Laron Z, et al. Arch Dis Child. 1993; 68: 768
• Síndrome de Noonan	Ranke NB, et al. Eur J Pediatr. 1988; 148: 220
	Witt DR, et al. Clin Gen. 1986; 30: 150
• Síndrome de Prader-Willi	Butler MG, et al. Pediatrics. 1991; 88: 853
• Síndrome de Rett	Schultz RJ, et al. Am J Dis Child. 1993; 147: 633
• Síndrome de Williams	Pankau R, et al. Eur J Pediatr. 1992; 151: 751
	Partsch CJ, et al. J Pediatr. 1999; 134: 82

Por último, disponemos de estándares de normalidad para un número limitado de patologías concretas (Turner, Down, acondroplasia...) que, además, en muchos casos, no son de la calidad suficiente como para poder ser utilizados como datos de referencia; no obstante, en los casos en que estén disponibles (Tabla I), su utilidad es evidente, ya que aportan una información más veraz de las expectativas y del patrón de crecimiento de estos pacientes que los patrones de referencia generales y ayudan a diagnosticar patologías asociadas que impliquen desviaciones del patrón de crecimiento específico de la enfermedad⁽¹⁾.

Bibliografía

- Pozo J, Argente J. Crecimiento: valoración auxológica. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Hierro F, eds. Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la Adolescencia (2ª edición). Madrid: Doyma; 2000. p. 177-201.
- Tanner JM. A brief history of the study of human growth. En: Ulijaszek SJ, Johnston FE, Preece MA, eds. The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development. Cambridge: Cambridge University Press; 1998. p. 3-12.
- Cameron N. The methods of auxological anthropometry. En: Falkner F, Tanner JM, eds. Human growth: a comprehensive treatise. 2ª edición. Vol. 3 (Methodology. Ecological, Genetic, and Nutritional Effects on Growth). New York and London: Plenum Press; 1986. p. 3-46.
- Lapunzina P, Aiello H. Manual de antropometría normal y patológica: fetal, neonatal, niños y adultos. Barcelona: Masson; 2002.
- Hall JG, Allanson JE, Gripp KW, Slavotinek AM. Handbook of physical Measurements. 2ª edición. Nueva York: Oxford University Press; 2007.
- Voss LD, Wilkin TJ, Bailey BJR, Betts PR. The reliability of height and height velocity in the assessment of growth (the Wessex Growth Study). Arch Dis Child. 1991; 66: 833-7.
- García-Alix A, Sáenz-de Pipaón M, Martínez M, Salas-Hernández S, Quero J. Utilidad del perímetro cefálico en el recién nacido para anticipar problemas en el neurodesarrollo. Rev Neurol. 2004; 39: 548-54.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ. 2000; 320(7244): 1240-3.
- Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre la Prevención y el Tratamiento de la Obesidad Infantojuvenil. Centro Cochrane Iberoamericano, coordinador. Guía de Práctica Clínica sobre la Prevención y el Tratamiento de la Obesidad Infantojuvenil. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad y Política Social. Agència d'Avaluació de Tecnologia i Recerca Mèdiques; 2009. Guías de Práctica Clínica en el SNS: AATRM Nº 2007/25. Disponible libremente en la red (consultado el 1/07/2011): http://www.guiasalud.es/GPC/GPC_452_obes_infantojuv_AATRM_compl.pdf
- Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruiz I, Sánchez E, et al. Curvas y tablas de crecimiento. Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo, Fundación Faustino Orbeagozo. Madrid: Editorial Garsi; 1988.
- Brook CGD. Determination of body composition of children from skinfold measurements. Arch Dis Child. 1971; 46: 182-4.
- Hernández M, Sánchez E, Sobradillo B, Pozo J, Argente J. Clinical evaluation of the nutritional status. Present day aspects. En: Ghraf R, Aggett P, Lifschitz C, Walker-Smith J, Morán J, eds. Infant Nutrition in Special Situations. Madrid: Ergon; 1995. p. 175-83.
- Bassali R, Waller JL, Gower B, Allison J, Davis CL. Utility of waist circumference percentile for risk evaluation in obese children. Int J Pediatr Obes. 2010; 5: 97-101.
- Rudolf MC, Walker J, Cole TJ. What is the best way to measure waist circumference? Int J Pediatr Obes. 2007; 2: 58-61.
- Cohen P, Rogol AD, Deal CL, Saenger P, Reiter EO, Ross JL, Chernausek SD, Savage MO, Wit JM; 2007 ISS Consensus Workshop participants. Consensus statement on the diagnosis and treatment of children with idiopathic short stature: a summary of the Growth Hormone Research Society, the Lawson Wilkins Pediatric Endocrine Society, and the European Society for Paediatric Endocrinology Workshop. J Clin Endocrinol Metab. 2008; 93: 4210-7.