

Referencias internacional y nacional, su uso en el estudio del crecimiento y la maduración física

Mercedes López de Blanco¹ , Coromoto Macias de Tomei² , Maritza Landaeta- Jiménez¹ ,
Izbelia Izaguirre de Espinoza² , Betty Méndez de Pérez³ .

Resumen: Los factores genéticos y ambientales interactúan durante todo el crecimiento. La talla final adulta, el ritmo o tempo de crecimiento y maduración, así como la maduración sexual, esquelética y dental, tienen una transmisibilidad entre 41 y 71%. El estirón puberal ocurre un año antes en africanos que en europeos y los asiáticos son intermedios. Esta heterogeneidad puberal dificulta el uso de una referencia internacional en esta etapa, aunque su valor al permitir la comparabilidad entre poblaciones es indiscutible, así como el hecho que no todos los países pueden desarrollar sus propias referencias. En la Región Latinoamericana, Argentina, Cuba y Venezuela desarrollaron referencias hace muchos años y recientemente, Colombia, Ecuador y Perú. En Venezuela, se realizó el Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humano (ENCDH) y el Estudio Longitudinal de Caracas (ELAMC) para establecer patrones de referencia, relevantes debido a la maduración más temprana y a las diferencias significativas en crecimiento y maduración con los anglosajones. Así mismo se elaboró el Atlas de Maduración Ósea del Venezolano y se han construido Curvas para uso Clínico integrando ambos estudios. Debido a la disparidad en el uso de referencias- internacionales y nacionales- se está planificando un estudio multicéntrico, denominado PRONNA, de la línea de investigación sobre Crecimiento y Desarrollo en Niños y Adolescentes (CDNNA) del Grupo Transición Alimentaria y Nutricional (grupo TAN) para la escogencia definitiva de las referencias a ser usadas. *An Venez Nutr 2021; 34(1): 37-48.*

Palabras clave: Crecimiento físico, referencias nacionales, referencias internacionales, maduración sexual y ósea, estirón puberal, Venezuela.

International and national references, their use in the study of growth and physical maturation

Abstract: Genetic and environmental factors interact during growth. Final height, tempo of growth, sexual, skeletal and dental maturation have between 41 and 71% heritability. The pubertal spurt occurs one year earlier in Africans than in European descendants, Asiatic are intermediate. This pubertal heterogeneity difficult the use of an international reference during this period, although its importance in the comparability of prevalences is unique, as well as the fact that many countries are unable to develop their own references. In the Latin American Region, Argentina, Cuba and Venezuela have long--standing references, Colombia, Ecuador and Perú only recently. In Venezuela, due to the earlier maturation and differences from puberty onwards with anglosaxons, the National Growth and Development Study and the Caracas Longitudinal Study were developed in order to obtain growth charts. Both studies integrated for Clinical Use dual use charts: an Atlas for Bone Maturity Assessment is also available. Due to the multiple use of references (national as well as international) a multicenter national study-PRONNA- is being planned in order to decide which reference is most adequate. This is part of the Growth and Development Research line of study of TAN Group (Food and Nutritional Transition Group). *An Venez Nutr 2021; 34(1): 37-48.*

Key words: Growth, national references, international references, pubertal maturity, bone maturity, Venezuela.

Introducción

El estudio del crecimiento y desarrollo en los niños ocupa un valor preponderante en el análisis y comprensión de las consecuencias, que los factores epigenéticos desde la etapa preconcepcional y hasta los

primeros 1000 días de vida, representan para la salud del adulto. Por otra parte, el riesgo de sufrir sobrepeso u obesidad más adelante es mayor en los niños con retraso del crecimiento. La ganancia rápida de peso también se asocia a un mayor riesgo de cardiopatías coronarias, accidentes cerebrovasculares, hipertensión arterial y diabetes de tipo 2. La prevención temprana, viene a ser una medida de protección pues de ella va a depender, cuan saludable serán los adultos (1).

¹Fundación Bengoa, ²Universidad Simón Bolívar, ³Universidad Central de Venezuela.
Correspondencia: Mercedes López de Blanco, email: checheta75@gmail.com

De los dos años en adelante, la interacción de los factores genéticos que modulan el crecimiento en sus distintas etapas, están bajo la influencia de factores externos, entre los cuales, destacan la pobreza, nutrición, aspectos sociales, económicos, psicosociales y medioambientales, los cuales, pueden ser generadores de riesgos muy importantes para el crecimiento y desarrollo del niño (2). En América Latina y el Caribe, 4,8 millones de niños y niñas menores de 5 años sufren desnutrición crónica y esta es 3 veces más alta en los hogares más pobres, 4,0 millones tienen sobrepeso, y 3,6 millones de niños y niñas de 3 a 4 años no tienen un desarrollo temprano adecuado para su edad, convirtiéndose en uno de los obstáculos más relevante para el desarrollo humano (1,3).

En este contexto, toma especial interés que los profesionales de la salud puedan estar bien informados, sobre el uso de las herramientas básicas para aproximarse a la evaluación del crecimiento y la maduración en las etapas de la vida del niño, desde el nacimiento hasta el final del periodo puberal (2). Este artículo presenta una revisión sobre algunos conceptos y criterios a ser tomados en cuenta, para lograr una evaluación acertada del crecimiento del niño y del adolescente.

Los factores genéticos y ambientales que intervienen en el crecimiento

La secuencia de eventos que ocurren durante el crecimiento y la maduración están regulados por el efecto de los factores genéticos, ambientales y neuroendocrinos. La talla final adulta, el ritmo o tempo de maduración del crecimiento, la maduración sexual y esquelética y el desarrollo dental están modulados por factores genéticos con una transmisibilidad que varía entre 41% y 71% (4).

En el Anexo 1, se presentan las definiciones de algunos de los términos que se tratan en este artículo, ellas forman parte del lenguaje utilizado por los auxólogos y especialistas en crecimiento y desarrollo, así como también en pediatría.

Heredabilidad

Otro de los factores genéticos a considerar es la *heredabilidad*, en efecto se ha encontrado que las correlaciones intrafamiliares y la estimación de la heredabilidad (h^2), oscilan desde 0% lo cual significa que no hay efectos genéticos hasta 100% donde el control genético es completo. Igualmente se asume que la variación total (VP) se divide en variación genética (VG) y variación ambiental (VE), por sus siglas en

idioma inglés. La h^2 de la talla en diferentes poblaciones del mundo varía desde 0,6 hasta valores superiores a 0,9, debido a que la talla es altamente heredable, esto ha quedado demostrado en investigaciones con grupos de gemelos monocigóticos y heterocigóticos $h^2 = VG / (VG + VE)$ (5). Dentro de este contexto, se acepta que las variables “duras”, tales como la talla y los segmentos corporales, tienen una h^2 más alta que las variables “blandas” como el peso, las circunferencias y los pliegues, debido a que en éstos últimos, predomina la influencia de los factores ambientales tales como la nutrición y la actividad física (6).

La *edad de la menarquia* (EM) se ha encontrado que está altamente influenciada por factores genéticos tal como se demuestran en los estudios sobre la relación madre-hija. Más aún, en atletas, la EM fue similar a la de sus madres y hermanas con una correlación alta y semejante a la encontrada en la población general (7). La EM promedio presenta gran variabilidad entre poblaciones, desde una edad muy temprana en niñas asiáticas y latinoamericanas hasta una EM tardía en niñas que viven en ciudades muy altas, tal como en Nepal, en promedio la EM es de 16 años (8). En las niñas venezolanas del Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humano (ENCDH), de estratos sociales altos en zonas urbanas, la EM promedio varía entre 12,0 y 12,4 años, siendo semejante a las niñas de los estratos altos de Hong Kong y Tokio (8,9). Igualmente, la edad de la menarquia es más temprana en niñas asiáticas, latinoamericanas y afroamericanas de los Estados Unidos que viven en buenas condiciones ambientales así como también, en indo-mediterráneas (hindúes, turcas, egipcias), por el contrario, en las europeas, en particular del norte de Europa es más tardía (10,11). (Anexo 1).

Estirón o brote puberal

En igualdad de condiciones ambientales, los descendientes de africanos presentan su estirón puberal aproximadamente un año antes que los europeos, mientras que en los asiáticos, ocurre antes que el de los europeos, pero después de los africanos.

Las diferencias entre poblacionales en el estirón puberal, son el resultado de factores genéticos y de su interacción con factores ambientales. La heterogeneidad entre las poblaciones dificulta la utilización de una sola referencia para la población mundial que permita evaluar la normalidad en el crecimiento y la maduración. Estas diferencias no sólo se presentan en el brote puberal, sino que también son evidentes en la maduración esquelética, sexual y en la EM tal como se

señala en el párrafo anterior. Eveleth en 2004, afirma que aun cuando, una referencia única internacional podría ser adecuada para evaluar a los niños, no lo es en la etapa puberal, debido a las grandes diferencias que existen entre las poblaciones en el ritmo o tempo de maduración (11). (Anexo 1).

Otro aspecto para considerar en la pubertad es el Punto de Velocidad Máximo (PVM), que puede ocurrir a partir de los 10 años en las niñas y hasta los 17 años en los varones. La edad del PVM (EPVM) depende del ritmo o tempo de maduración, la cual puede ser Temprana, Promedio o Tardía, pero además es variable según las características genéticas de la población evaluada. Para establecer estos patrones, es necesario el seguimiento longitudinal de una cohorte y de un medidor debidamente entrenado que efectúe las mediciones y en forma ideal, que sea el mismo a través del tiempo (10,12).

Diferencias sociales en el crecimiento y en la maduración de los venezolanos

El crecimiento y la maduración de los venezolanos es desigual. En el valor promedio de la talla y el peso de los individuos en los estratos sociales (ES) bajos y altos del ENCDH y los individuos de los estratos sociales I a V del ENCDH con las del Estudio Transversal de Caracas 1976 (ES I+II+III) se encuentran diferencias que se incrementan con la edad, con valores máximos en la pubertad que se reducen hasta valores mínimos al final del crecimiento. Este patrón es más visible en las mujeres adultas, las cuales no presentan diferencias significativas, comportamiento que se atribuye a la presencia de distintos ritmos de maduración en los estratos sociales, en vez de verdaderas diferencias en el crecimiento (2,9,13).

Mientras que, el patrón es totalmente diferente cuando se comparan las curvas de talla y peso venezolanas con las de los anglosajones, norteamericanos o británicos, debido, a que las grandes diferencias comienzan a partir de la pubertad y se incrementan a medida que avanza la edad y alcanzan los máximos valores al final del crecimiento. Estas diferencias que progresan durante la pubertad, se atribuyen en parte, a ritmos de maduración distintos, pero también a diferencias genéticas en la corpulencia y en la composición corporal de la población venezolana (14-16).

Valores de Referencia vs Patrones de Referencia.

Los criterios para recomendación sobre el uso de referencias nacionales e internacionales, deben estar

sustentados sobre la base de los factores genéticos y ambientales, y de su interrelación durante el período de crecimiento. Estos factores pueden variar no sólo entre las poblaciones, sino también, dentro de una misma población, en países que tienen grupos étnicos bien definidos y donde el proceso de mestizaje no ha ocurrido.

También hay que tomar en cuenta el objetivo que se persigue, por ejemplo si se trata de comparar poblaciones o se van a comparar individuos. En el primer caso se utilizan los *valores de referencia* y en el segundo los *patrones de referencias* que se emplean como una meta, la cual incluye un juicio de valor (17).

El Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humano (ENCDH), también conocido con el nombre de Proyecto Venezuela, fue realizado por la Fundación Centro de Estudios Biológicos sobre Crecimiento y Desarrollo (Fundacredesa) (18). Con frecuencia, los valores de referencia se han utilizado de manera incorrecta como una meta; tal como sucede con las referencias norteamericanas del Centro Nacional de Estadísticas de Salud (NCHS) (19), las cuales se usan de una manera incorrecta en el seguimiento clínico individual de los niños y adolescentes en gran parte del mundo (20,21).

En este sentido, la selección de los valores o normas de referencia debe tomar en cuenta varios criterios, entre ellos, definir si se trata de un sondeo, de una sola visita, de un despistaje, o de un seguimiento clínico (22,23). En un sondeo, se usan las gráficas de distancia. En Venezuela hoy se tienen los valores de referencia nacionales del (ENCDH) (9) y del Estudio Transversal de Caracas (13) e internacionales, derivadas de los británicos (24), de los norteamericanos del *National Center of Health Statistics* (NCHS) (19) y del *Centers for Disease Control* (CDC), en el año 2000 (25) y más recientemente los estándares provenientes del Estudio Multicéntrico de la OMS en niños menores de 5 años, y los de la OMS, en el año 2007 en niños y adolescentes a partir de los 5 años (26,27).

Se puede decir que los **estudios transversales** son mediciones de individuos en una sola ocasión, agrupados por edad y sexo, con un tamaño muestral representativo de la población de estudio, son de bajo costo económico y relativamente fáciles de ejecutar. Por otra parte, estos estudios son importantes para el diagnóstico de la situación nutricional y del estado de salud de una población. Por el contrario, los **estudios longitudinales** son mediciones de un mismo individuo en ocasiones sucesivas, tienen un costo económico alto y difíciles de

ejecutar; sin embargo, son indispensables para medir la velocidad y la secuencia de eventos durante la pubertad; por esta razón, se usan para la elaboración de normas de referencias dinámicas. Los estudios transversales y longitudinales no son excluyentes: al contrario, se complementan. De los primeros se derivan las gráficas de distancia; de los segundos, las gráficas de velocidad, además, éstos últimos, son indispensables para elaborar gráficas de distancia particulares, como son las que están condicionadas al ritmo de maduración o *tempo* durante la pubertad (28).

Para el seguimiento, es necesario disponer de gráficas elaboradas con el objetivo de ser utilizadas en un contexto clínico. En los países desarrollados, estas referencias se han elaborado por la combinación de datos de **estudios transversales** de una muestra grande con datos de una muestra longitudinal de una muestra pequeña seguida en forma periódica. Del estudio transversal, se toma la amplitud o variabilidad con la finalidad de disminuir el error de los percentiles extremos y del estudio longitudinal se toma la forma, la cual refleja la variabilidad específica en la manera de crecer de la población objeto del estudio, durante el brote puberal, así como también, proporciona información sobre los diferentes ritmos de maduración o tempos de crecimiento (17,22).

En países o regiones donde hay dificultades para realizar estudios longitudinales de la población, como por ejemplo en algunos países en Latinoamérica, un grupo de investigadores ha propuesto en fechas recientes, el uso de muestras transversales de varios países, para el análisis, predicción y estimación de la maduración somática, tomando como base la relación entre diferentes segmentos de la variable talla (29-32).

Importancia de las Referencias Internacionales.

El uso de una referencia internacional única facilita la comparación de las prevalencias de las distintas poblaciones, y también se puede considerar el hecho que muchos países no pueden invertir en desarrollar sus propias referencias; esto es más relevante en los países en vías de desarrollo. En América Latina, solo algunos países tienen referencias nacionales: Cuba, Argentina, Brasil y Venezuela desde hace muchos años y recientemente, Colombia y Ecuador. La propuesta de una referencia única internacional, tiene como base la premisa de que las diferencias inter poblaciones van a desaparecer al mejorar las condiciones ambientales; sin embargo, investigadores, particularmente antropólogos, consideran que esa afirmación no es totalmente cierta,

debido a que existen diferencias genéticas inter e intra poblaciones, las cuales se manifiestan en la etapa prepuberal y puberal y están determinadas por diferencias raciales, que persisten aun cuando exista un amplio mestizaje (2,9,33). Por su parte, *los auxólogos consideran que los países o cuando menos las regiones, deben elaborar en sujetos bien nutridos, sus propios estándares para la evaluación clínica.*

La OMS en el 2006, presentó los estándares internacionales del crecimiento del niño desde el nacimiento hasta los cinco años, sobre la base de un Estudio Multicéntrico antes mencionado, en dicho estudio, se constató que hasta esa edad no había diferencias en el crecimiento entre las poblaciones cuando el entorno es óptimo (26). Además, se reconstruyó la referencia NCHS/WHO para las edades de 5 a 19 años, las cuales se integraron con los estándares de 0 a 5 años de 2005. Esta integración se hizo con la finalidad de lograr una transición suave de las curvas (27). Un comité de expertos había descartado, tanto de realizar un estudio multicéntrico similar al de los niños de 0 a 5 años, como la utilización del conjunto de datos existentes en países de todos los continentes.

Aun cuando se señala la importancia del estudio del crecimiento físico como una herramienta para evaluar el estado de salud de las poblaciones, el uso de estas para la evaluación y monitoreo del crecimiento físico y maduración es motivo de controversias, producto de las constantes discrepancias observadas en las prevalencias obtenidas en determinados ámbitos, sin que se haya logrado unificar los criterios (34-46).

Es importante señalar, que la mayoría de los países en el mundo, se han adherido a las referencias de la OMS (*WHO Multicentric Growth Reference Study Group*) (26), esto permite la comparación entre poblaciones por ejemplo en las prevalencias de la doble carga nutricional, así como también, para la implementación de políticas públicas diseñadas para dar respuesta a las necesidades identificadas (47,48). Sin embargo, su mayor cuestionamiento proviene del mal uso, cuando se pretende utilizar como estándares de crecimiento, en particular para uso clínico. Esto ha suscitado el pronunciamiento de importantes auxólogos del mundo, entre ellos, Milani, Buckler, Benso, Gilli, Nicoletti, Van Buren, Hermanussen, Roelants y Lejarraga, cónsonos con este planteamiento (38).

Importancia de las Referencias Nacionales

En Venezuela, en la década de los ochenta se realizaron dos estudios sobre crecimiento y desarrollo, uno de corte transversal: el Estudio Nacional de Crecimiento

y Desarrollo Humano de la República de Venezuela (ENCDH), también conocido como Proyecto Venezuela (1981-1987) (18). Uno de sus objetivos fue el de establecer patrones de crecimiento físico y de maduración de los niños y adolescentes y la influencia de los factores socioeconómicos, nutricionales y ambientales. Concomitante con el estudio anterior, se realiza el Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas, en niños, niñas y adolescentes de estratos altos (1976-1982) (49).

Estos estudios señalan que cuando se considera la maduración física: edad ósea, inicio de la pubertad y edad de la menarquía, los púberes venezolanos de uno y otro sexo son de maduración temprana. Por otra parte, son más pequeños y livianos en particular, al final del crecimiento, tienen menos músculo y más grasa central, con respecto a los de origen anglosajón y debido a estas características, concluyen que las referencias internacionales no son adecuadas para la evaluación y seguimiento del crecimiento y de la maduración (2,50-53).

La edad de la menarquía en las niñas venezolanas se presenta en promedio a los 12,6 años, medio año antes que en las púberes inglesas; aún en las niñas de estratos sociales bajos y en las del área rural, la edad de la menarquía es 0,3 y 0,2 años respectivamente más temprana que la reportada en las británicas (54). En 1995 se publican las características de la maduración ósea de los niños y adolescentes venezolanos que integraron las muestras del ENCDH y del ELAMC (9,49), en los cuales la edad ósea se obtuvo por los métodos de Tanner-Whitehouse 2 (TW2) y el Atlas de Maduración Ósea de Greulich y Pyle (9,55,56).

En los venezolanos, se encontró una maduración de los huesos largos (RUS) significativamente más adelantada que en los británicos, en especial en las niñas (54,57). Estos hallazgos reafirman la importancia de usar los valores de referencia nacionales. Uno de los productos, más importante, por su utilidad en la práctica clínica, fue la publicación del Atlas de Maduración Ósea del venezolano (58).

En Venezuela, en la práctica clínica y de investigación además de los valores propuestos por la OMS en 2006 y 2007 (26,27), también utilizan las referencias venezolanas. Sin embargo, aun cuando, los valores de referencia oficiales para Venezuela son los (ENCDH) (9,18); algunos profesionales de la salud emplean los valores del Estudio Transversal de Caracas, considerados originalmente como los valores provisionales para Venezuela (13). Esta disparidad en el uso de referencias para evaluar el crecimiento y el estado nutricional puede

generar diagnósticos distintos, según la referencia que se aplique.

A continuación se presenta el análisis práctico de la evaluación de una adolescente para ejemplificar las diferencias que se pueden observar en el diagnóstico individual según la selección del patrón de referencia.

Comparación del diagnóstico antropométrico en una adolescente por dos patrones de referencia

Se presenta la evaluación de una adolescente de 13,37 años que consulta para un examen de rutina para conocer su estado nutricional (Cuadro 1). Hay que señalar desde el punto de vista práctico, la importancia de tomar en cuenta la selección de la referencia más apropiada para el diagnóstico del crecimiento, maduración física y del estado nutricional antropométrico.

Cuando se trata de evaluar adolescentes, hay que tener muy presente el patrón de maduración temprana de los venezolanos, por esta razón, en la consulta individual en clínica, a partir de los 7 años es preferible usar las referencias nacionales, que están adaptadas al patrón de maduración, además con estas gráficas se puede ser más preciso en el diagnóstico, porque ellas permiten comparar el crecimiento físico de acuerdo con su ritmo de maduración: promedio, adelantado o tardío.

Para ilustrar los errores que se pueden cometer cuando se utiliza una referencia que no es la adecuada, se muestra la clasificación del Índice de Masa Corporal (IMC) de acuerdo con la referencia nacional del ENCDH e internacional OMS, 2007 (Cuadro 1, Figuras 1 y 2).

Se trata de una púber femenina de 13,37 años, post menárquica, con desarrollo sexual adulto (Glándula mamaria (GM5) y Vello pubiano (VP5); con un adelanto en su edad ósea (percentiles 90-97); hábitos alimentarios y consumo de energía y nutrientes dentro de límites normales; con un diagnóstico clínico de Adelanto Constitucional del Crecimiento (ACC).

Al analizar el comportamiento del índice de Masa Corporal (IMC): 23,2 Kg / m², este indicador clasificó como sobrepeso por la OMS (por encima del percentil 90); Eutrófica de acuerdo con el IMC venezolano, se ubicó entre los percentiles 75 y 90. Con la finalidad de afinar el diagnóstico se analizó el comportamiento de los indicadores de composición corporal de reservas proteicas (área muscular del brazo: AM) y calóricas (área grasa del brazo: AG): ambos se encontraron dentro del rango normal al considerar tanto los valores de referencia nacional (ENCDH, 1996) como los internacionales de Frisancho, 1991). El diagnóstico

Cuadro 1. Interpretación del diagnóstico nutricional antropométrico de una adolescente según indicadores y valores de referencia.

Adolescente femenina		
Edad		13,37 años
Púber		Postmenarquia
Glándula mamaria	Adulta	GM5
Vello pubiano	Adulto	VP5
Edad ósea	p. 90-97	Adelanto
Hábitos de alimentación		Normal
Consumo calorías y nutrientes		Normal
IMC	Peso kg/Talla m ²	23,2 kg/m ²
IMC- ENCDH (Nacional)	p.75-p90	Normal-Eutrófica (Figura 1)
IMC-OMS-(Internacional)	p.85-p97	Sobrepeso (Figura 2)
Área Grasa- ENCDH Nac.	p.75-p90	Reservas calóricas normales
Área Grasa- Frisancho	p.75-p85	Reservas calóricas normales
Área Muscular- ENCDH Nac.	p.50	Reservas proteicas normales
Área Muscular- Frisancho	p.25-p.50	Reservas proteicas normal
Diagnóstico ENCDH Nac.		Eutrófica con reservas calóricas y proteicas normales
Diagnóstico OMS- Internac.		Sobrepeso con reservas calóricas y proteicas normales
Diagnóstico clínico		Adelanto Constitucional del Crecimiento (ACC).

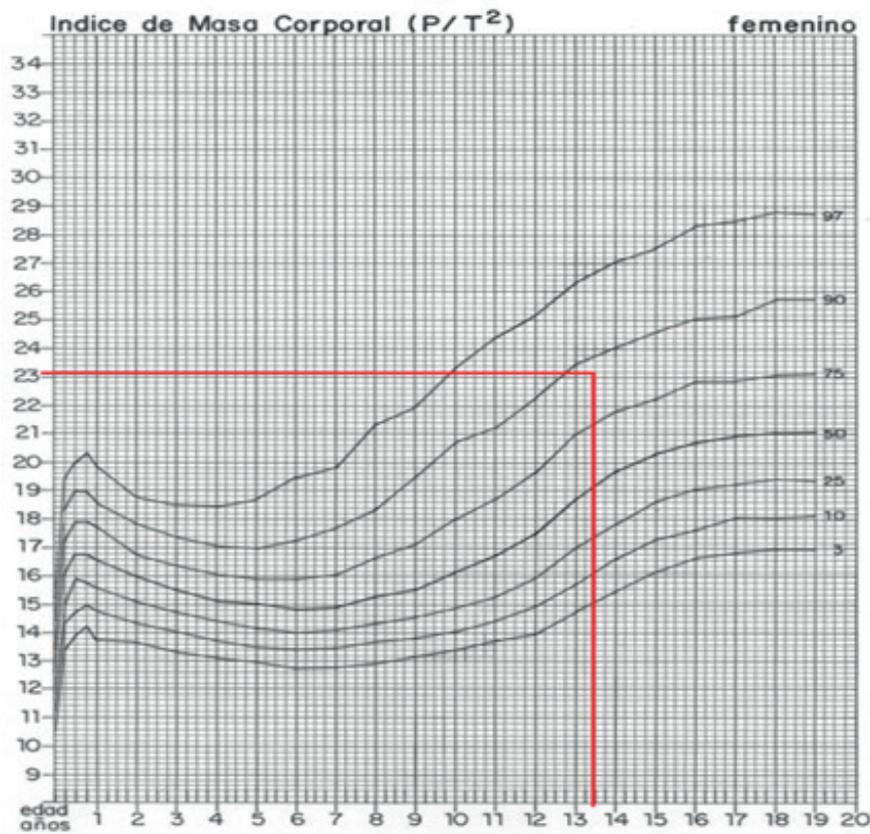


Figura 1. Índice de Masa Corporal Nacional (ENCDH), 1996.

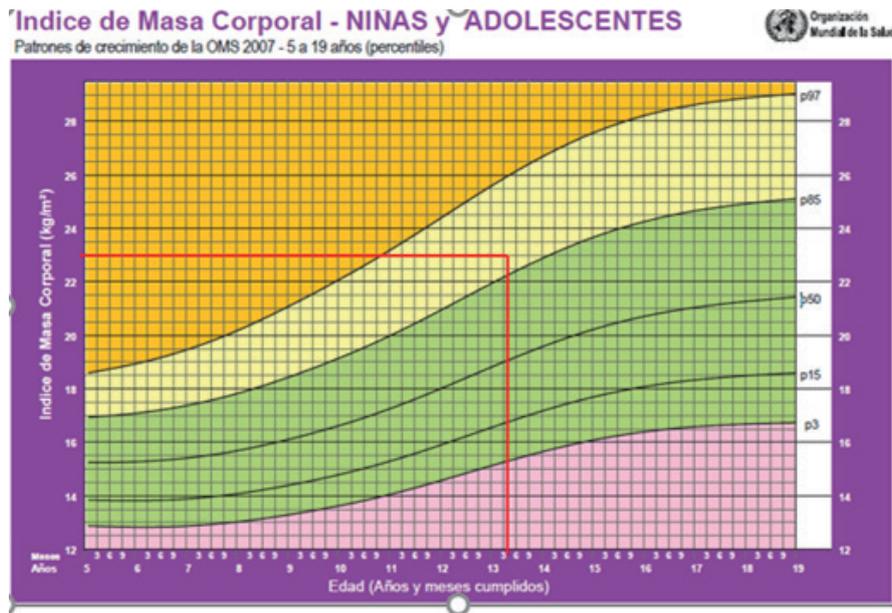


Figura 2. Índice de Masa Corporal de Niñas y Adolescentes. OMS, 2007.

clínico de esta adolescente fue Adelanto Constitucional del Crecimiento (ACC).

Desde el punto de vista práctico, resulta de gran importancia la selección de la referencia más apropiada para el diagnóstico del crecimiento, maduración física y del estado nutricional antropométrico. De acuerdo con el patrón de maduración temprana de los venezolanos, en la práctica clínica, es preferible usar las referencias nacionales a partir de los 7 años.

Comentarios:

Cómo observa en la presentación del caso anterior, hay una variabilidad en el diagnóstico, que viene dado por el patrón de referencia, lo cual en conjunto con la variabilidad genética y patrones sociales y culturales, muestra una realidad biológica y física distinta que debería ser tomada en cuenta.

Por esta razón, se está planificando un estudio multicéntrico para la escogencia definitiva de las referencias a ser utilizadas, proyecto denominado PRONNA que forma parte de una de la Línea de Investigación del Grupo Transición Alimentaria y Nutricional (Grupo TAN): Crecimiento y Desarrollo de Niños y Adolescentes (CDNNA) (59-61).

El antecedente de este estudio fue una investigación

piloto que tuvo como objetivo evaluar la capacidad de la talla y el índice de masa corporal como una aproximación al diagnóstico integral (auxológico y nutricional) por las referencias nacionales y la referencia internacional. Se evaluaron 512 niños y adolescentes entre 5 y 17 años, de uno y otro sexo, que se atendieron en una consulta pediátrica especializada. A cada niño se le hizo el Diagnóstico Clínico Integral (DCI), el cual incluyó examen clínico, evaluaciones auxológica, dietética, bioquímica. El DCI se consideró el “patrón de oro” para la orientación diagnóstica, la cual toma en cuenta la talla, edad ósea y predicción de talla adulta de acuerdo al potencial genético en talla de los padres. El comportamiento de la talla, el peso y el índice de masa corporal se analizaron con los valores de referencia nacionales del ENCDH, ETC, con las curvas para uso clínico (9,18,28) y con el patrón internacional de la OMS (27). De acuerdo con estos resultados, el diagnóstico de la talla y el peso utilizando las curvas para uso clínico, mostró las mayores coincidencias con el DCI, en los dos sexos (62).

En consecuencia, el crecimiento y desarrollo de los niños y adolescentes, como se ha descrito presenta amplia variabilidad biológica, que requiere de una interpretación integral del fenómeno con las herramientas que ofrece la auxología, la bioquímica y en especial la clínica. Como este diagnóstico clínico

integral no es posible de reproducir en todo momento y en todos los escenarios, es muy importante identificar, en forma definitiva, la referencia que presente la mayor coincidencia, para de esta forma lograr una mejor aproximación diagnóstica.

Referencias

1. Naciones Unidas. Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/> (UNICEF. Niños y niñas en América Latina y el Caribe. Panorama 2020). <https://www.unicef.org/lac/ni%C3%B1os-y-ni%C3%B1as-en-am%C3%A9rica-latina-y-el-caribe>.
2. López de Blanco M, Macías de Tomei C, Mariño Elizondo M, Rojas Loyola G. Evaluación del crecimiento, la maduración y el estado nutricional en atención primaria y secundaria. Arch Venez Puer Ped. 2018; 81 (2): 56-64
3. Caritas Venezuela. Monitoreo Centinela de la desnutrición Aguda y la Inseguridad Alimentaria Familiar. Boletín XV, Abril-Julio. 2020. Disponible en: http://caritasvenezuela.org/wp-content/uploads/2020/09/Boletin-SAMAN_Caritas-Venezuela_Abril-Julio2020-r1_compressed.pdf [Consultado en: 22 noviembre 2020]
4. Tanner JM Fetus in to Man: Physical Growth from conception to Maturity. Cambridge, MA. Harvard University Press 1989.
5. Thomis MA, Towen B. Genetic determinants of prepuberal growth and development. Food Nutr Bull. 2006; 27 (4): S257-S278
6. Pérez BM. Salud: entre la actividad física y el sedentarismo. An Venez Nutr. 2014; 27(1):119-128. [Consultado 12 noviembre 2016]. Disponible en <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522014000100017&lng=es&nrm=iso>.
7. Malina RM, Ryan RC, Bonei CM Age of menarche in athletes and their mothers and sisters. Ann Hum Biol. 1994, 21 (5): 417-422.
8. Marshall WA, Tanner JM. Puberty. In: Falkner F, Tanner JM, editors. Human Growth: A Comprehensive Treatise, Vol. 2. New York: Springer; 1986.p. 171-209
9. López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. Crecimiento físico y maduración. En: Méndez Castellano H, editor. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela: Proyecto Venezuela. Caracas: Editorial Escuela Técnica Salesiana; 1996. Tomo II. p. 406-846.
10. Tanner JM. Growth at adolescence with a general consideration of the effects of hereditary and environmental factors upon growth and maturation from birth to maturity. 2nd edition. London: Blackwell Scientific Publications; 1962.p.94-155
11. Eveleth PB. Some variations among populations in child and adolescent growth. In: Nicoletti I, Benso L, Gilli G, editores. Physiological and Pathological Auxology. Florence, Italy: Edizioni Centro Studi Auxologici; 2004.p.553-565
12. Cole TJ. Tanner's tempo of growth in adolescence: recent SITAR insights with the Harpenden Growth Study and ALSPAC. Ann Hum Biol. 2020; 47 (2): 181-198, doi: 10.1080/03014460.2020.1717615.
13. Méndez Castellano H, López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, González-Tineo A, Pereira I. Estudio Transversal de Caracas. Arch Venez Puer Ped. 1986; 49:111-155.
14. Izaguirre de Espinoza I, López de Blanco M. Comparación de los resultados de talla con valores de referencias nacionales e internacionales. En: López M, Izaguirre I, Macías C, editores. Crecimiento y Maduración Física. Bases para el diagnóstico y seguimiento clínico. Caracas: Editorial Médica Panamericana; 2013. p.113-119.
15. López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. Estudio de crecimiento y Desarrollo en Venezuela. Comparación con las Normas de Referencias Británicas. Arch Venez Puer Ped. 1986; 1 y 2: 172-185.
16. Pozo Román J, Corredor Andrés B, Travieso Suárez L. Valoración auxológica en el adolescente. Adolescere. 2017; 5 (1): 50-69.
17. López de Blanco M. Importancia en la selección de los valores de referencia. En: López M, Izaguirre I, Macías C, editores. Crecimiento y Desarrollo: Bases para el Diagnóstico y Seguimiento Clínico. Caracas: Editorial Médica Panamericana; 2013. p. 9-19.
18. Méndez Castellano H. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Méndez Castellano H (editor). Caracas: Escuela Técnica Popular Don Bosco; 1996. Tomos I - III; 1279 p.
19. Hamill PV, Drizd TA, Jhonson CL, Reed RR, Roche AF. NCHS Growth Curves for Children from Birth to 18 years: United States. Publ. N° PHS 78-1650: Vital and Health Statistics Series 11. N°165, U.S. Department of Health, Education and Welfare. Hyattsville, MD 1977.
20. Tanner JM. Use and abuse of growth standards. In: Falkner F, Tanner JM, editors. Human Growth: A Comprehensive Treatise, Vol. 2. New York: Springer; 1986.p. 95-109
21. López de Blanco M. Conceptos Básicos del Crecimiento y Maduración. En: López M, Izaguirre I, Macías C, editores. Crecimiento y Maduración Física: Bases para el diagnóstico y seguimiento clínico. Caracas: Editorial Médica Panamericana; 2013. p.3-8
22. Tanner JM. National monitoring: population surveys and standards of growth, In: A History of the Study of Human Growth. Cambridge: Cambridge University Press; 1981. p .380-396
23. López -Blanco M, Landaeta Jiménez M. Evaluación del Crecimiento En: López-Blanco M, Landaeta de Jiménez M, editores. Manual de Crecimiento y Desarrollo. Laboratorio Serono-Fundacredesa-Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. Caracas: Edit. Técnica Salesiana; 1991.p.1-8.

24. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from Birth to Maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965 Part I. *Arch Dis Child.* 41(219):454-471.
25. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS. 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and development. Centers for Disease Control and Prevention-National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat.* 11 (246). 2002, 203 p.
26. 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. World Health Organization. Geneva 2006. [Consultado: 12 febrero 2020]. Disponible en: <http://www.who.int/childgrowth/standards/en/>
27. de Onís M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida CH, Sickmann J. Development of a WHO growth reference for school aged children and adolescents. *WHO Bull.* 2007; 85:660-667
28. López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Saab Verardy L, Vega Albarrán C. Gráficos para Uso Clínico: distancia y velocidad de talla y peso y estadios de maduración sexual. Fundacredesa - CESMA-Universidad Simón Bolívar. Caracas 2006 (Material didáctico).
29. Leite Portella D, Arruda M, Gómez-Campos R, Checkin Portella G, Andruske CL, Cossio-Bolaños MA. Physical Growth and Biological Maturation of Children and Adolescents: Proposed Reference Curves. *Ann Nutr Metab.* 2017; 70: 329-337. doi: 10.1159/000475998.
30. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP: An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34: 689-694.
31. Gómez Campos R, Hespanhol J, Portella D, Vargas Vitoria R, De Arruda M, Cossio-Bolaños MA. Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. *Nutr Clín Diet Hosp.* 2012; 32 (3): 7-17.
32. Méndez-Pérez B, Marrodán Serrano M.D, Prado Martínez C, Aréchiga Viramontes J, Cabañas Armesillas M.D. Assessment of somatic maturation of Venezuelan adolescents. *Nutr Hospit.* 2015; 32 (5): 2216-2222.
33. Castro de Guerra D, Suárez MM. Sobre el proceso de mestizaje en Venezuela. *Interciencia.* 2010; 35 (9): 654-658.
34. Atalah Samur E, Loaiza S, Taibo M. Estado nutricional en escolares chilenos según la referencia NCHS y OMS 2007. *Nutr Hosp.* 2012; 27 (1): 1-6.
35. Dini -Golding E, Herrera Guerra N, Henríquez Pérez G, Arroyo Barahona E. Puntos de corte en el diagnóstico nutricional de niños de 0 a 5 años. Indicadores peso-edad y talla-edad, OMS 2006. Proceedings of the XII International Congress of Auxology, Mexico City 2011, pp. 92-93.
36. Sguassero Y, Moyano C, Aronna A, Fain H. Validación clínica de los nuevos estándares de crecimiento de la OMS: análisis de los resultados antropométricos en niños de 0 a 5 años de la ciudad de Rosario, Argentina. *Arch Argent Pediatr.* 2008; 106 (3):198-204.
37. Shields M, Tremblay MS. Canadian childhood obesity estimates based on WHO, IOTF and CDC cut-off points. *Int J Pediatr Obes.* 2010;5:265-273.
38. Milani S, Buckler JMH, Kelnar CJH, Benso L, Gilli G, Nicoletti I, et al. The use of local reference growth charts for clinical use or universal standard: A balanced appraisal. *J Endocrinol Invest.* 2012;35:224-226.
39. Martínez-Hernández R, Fuentes-Cuevas MC. Contraste entre los patrones de crecimiento NCHS y los nuevos patrones OMS para la población mexicana menor de 5 años en un Centro de Salud. Diferencias en las estimaciones. *Rev Med Invest.* 2013; (1):74-79.
40. Reyes Medina C, Figueroa de Quintero O, Soto de Sanabria I, Castillo de Hernández C, Correa de Alfonso C. Estudio transversal y meta-analítico comparativo con el Proyecto Venezuela y el National Center Health Statistics. *Arch Venez Puer Ped.* 1995;58 (4):148-152.
41. Ulijaszek S. Ethnic differences in patterns of human growth in stature. In: Martorell R, Haschke F, editors. *Nutrition and growth.* Philadelphia: Lippincott; 2001. p.1-20.
42. Christesen HT, Tennes Pedersen B, Oliver Petit I, Júlíusson PB. Short Stature: Comparison of WHO and National Growth Standards/References for Height. *PLoS ONE.* 2016; 11 (16): 0157277. Doi 10.1371/journal.pone.0157277.
43. Rousham EK, Roschnik N, Baylon MAB, Bobrow EA, Burkhanova M, Champion MG, et al. A comparison of the National Center for Health Statistics and new World Health Organization growth references for school-age children and adolescents with the use of data from 11 low-income countries. *Am J Clin Nutr.* 2011; 10: 1-7
44. Uauy R, Rojas J, Corvalan C, Lera L, Kain J. Prevention and Control of Obesity in Preschool Children: Importance of Normative Standards. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2006; 43 (3); 26-37.
45. Eckhardt CL, Adair LS. Differences in stunting prevalences calculated from two similar growth references may be large and inconsistent in undernourished. *Ann Hum Biol.* 2002; 29: 56-78
46. 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: S1 75-88.
47. López-Blanco M., Landaeta-Jiménez M, Herrera Cuenca, M, Sifontes Y. La doble carga de desnutrición y obesidad en Venezuela. *An Venez Nutr.* 2014; 27 (1):77-87
48. Mahmudiono T, Segalita C, Rosenkranz RR. Socio-Ecological Model of Correlates of Double Burden of Malnutrition in Developing Countries: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16: 3730.
49. López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Saab Verardy L. Resultados y Discusión de Aspectos Físicos del Crecimiento y la Maduración. En: Estudio

- Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas. Informe Final (Proyecto S1-541 CONICIT). Caracas 1995; Vol II.p.1-153 (Informe Técnico).
50. López-Blanco M, Macías-Tomei C, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Méndez Castellano H. Patrones de crecimiento de los venezolanos, dimorfismo sexual y ritmo de maduración. *Arch Venez Puer Ped.*1995; 58:163-170.
 51. Lopez Blanco M. Growth as a Mirror of Conditions of a Developing Society: The case of Venezuela. In: Hauspie R, Lindgren, Falkner F, editors. *Essays on Auxology Presented to James Mourilyan Tanner by former colleagues and fellows* London: Castlemead Publications; 1995.p. 207-210.
 52. Macías-Tomei C. López-Blanco M, Vásquez M, Méndez-Pérez B, Ramírez G. Capacidad predictiva del índice de masa corporal por tres referencias versus diagnóstico integral en prepúberes y púberes venezolanos. *Arch Venez Puer Ped* 2012; 75 (2): 38-44.
 53. López de Blanco M. Variabilidad del crecimiento y la maduración física en Venezuela. Visión y análisis de una revisión documental 1939-2016. En: Diaz Bruzual A, López -Loyo E, editores. *Colección Razetti* 2018; XXI:1-73.
 54. Macías-Tomei C, Izaguirre-Espinoza I, López-Blanco M. Maduración sexual y ósea según ritmo en niños y jóvenes del estudio longitudinal de Caracas. *An Venez Nutr.*2000;13 (1):108-113.
 55. Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MS, Goldstein H. *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 Method)*. Second ed. London: Academic Press; 1983, 101 p.
 56. Greulich W, Pyle S. *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. 2nd ed. Stanford University Press. Stanford, CA; 1959; 256 p.
 57. Izaguirre-Espinoza I, López-Blanco M, Macías-Tomei C. Comportamiento de la Maduración Esquelética en Niñas del Estudio Longitudinal de Caracas. *X Congreso Latinoamericano de Nutrición*. Caracas, 1994. *Arch Latinoam Nutr.*1995; 45 (Supl. 1): 228-229.
 58. Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Castañeda-Gómez M, Méndez Castellano H. *Atlas de Maduración Ósea del Venezolano*. Primera edición. Caracas: Edit. Intenso Offset; 2003; 237 p.
 59. Laurentin A, Schnell M, Tovar J, Domínguez Z, Méndez-Pérez B. Transición alimentaria y nutricional: Entre la desnutrición y la obesidad. *An Venez Nutr.* 2007; 20 (1):47-52.
 60. Laurentin, A. Experiencia venezolana para el estudio de la transición alimentaria y nutricional: El Grupo TAN. *An Venez Nutr.*2014; 27 (1):185-188.
 61. Laurentin A. El grupo de trabajo sobre Transición Alimentaria y Nutricional, el Grupo TAN: 10 años de investigación acción. *Tribuna del Investigador.*2016; 17 (1): 199-201.
 62. López-Blanco M, Macías-Tomei C, Méndez-Pérez B, Martín-Rojo, Guerrero Maldonado T. Una Aproximación al Diagnóstico Clínico Integral utilizando Indicadores Antropométricos. *Estudio Piloto Venezolano*. *Gac Med Caracas.* 2020; 128 (2): 1-10.

Recibido: 08/08/2021

Aceptado: 30/09/2021

Anexo 1: Definiciones de variables de crecimiento y maduración

Variable	Definición
Crecimiento:	Es un proceso continuo que se inicia desde el momento de la concepción; intervienen dos mecanismos celulares: la hiperplasia (aumento del número de células debido a división celular) y la hipertrofia (aumento del tamaño celular): Ambos coexisten durante todo el crecimiento, durante los períodos de crecimiento rápido predomina la hiperplasia (período prenatal y el brote puberal).
Desarrollo:	Es el proceso mediante el cual los seres vivos logran mayor capacidad funcional a través de los fenómenos de maduración, diferenciación e integración de funciones.
Maduración física:	Conjunto de procesos de crecimiento físico mediante los cuales el ser vivo crece y se desarrolla, hasta llegar a su etapa de adulto. Por ejemplo erupción dental, aparición de los caracteres sexuales secundarios, aparición y evolución de los núcleos de osificación.
Maduración sexual:	Es un proceso complejo en el cual intervienen el sistema nervioso central y el sistema de regulación hormonal hipotálamo-hipofisario, gonadal y suprarrenal. Se inicia con la aparición de los caracteres sexuales secundarios que definen la pubertad y se acompaña de cambios morfológicos y fisiológicos mediante los cuales el individuo adquiere su capacidad reproductiva.
Maduración ósea:	Son los cambios típicos, morfológicos y secuenciales que ocurren en los núcleos de osificación de las epífisis de los huesos largos y en los huesos del carpo, que se extiende desde el nacimiento hasta que adquieren su forma y función de adulto, la cual, fisiológicamente consiste en la fusión de la epífisis con la diáfisis en los huesos largos.
Estirón o brote puberal:	Etapas comprendidas desde la edad de inicio del brote puberal hasta la finalización del crecimiento. Se expresa visualmente en las gráficas de crecimiento dinámico, tales como las curvas de velocidad de talla.
Edad de arranque del brote puberal (EA):	Edad de inicio del brote puberal: edad cronológica de arranque o inicio del brote puberal en la variable estudiada.
Punto velocidad máxima (PMV):	Máxima velocidad de crecimiento durante el brote puberal.
Edad del punto máximo de vel. de talla (PMV):	Edad en la cual ocurre la máxima velocidad de crecimiento en talla o ganancia de peso durante el brote puberal.
Inicio puberal:	Menor velocidad de talla o de peso, antes del inicio de la rama ascendente del brote puberal. Aparición de los caracteres sexuales secundarios y aumento del tamaño testicular, como consecuencia de una mayor actividad endocrina de las gónadas
Menarquia.	Es la primera menstruación en la adolescente. Se presenta como un evento tardío durante la pubertad y por lo general ocurre después que se alcanza el máximo crecimiento en talla (PMVT). Por término medio se presenta 2 años después del inicio del brote puberal GM2 o botón mamario.
Pubertad:	Se inicia en el sistema nervioso central por factores neuroendocrinos que activan el eje hipotálamo-hipofisario-gonadal y sus mecanismos reguladores. Estos factores actúan bajo control genético e influencia ambiental.
Talla adulta:	cuando los adolescentes, independiente de su edad cronológica están creciendo a una velocidad menor de un centímetro por año. Definición auxológica utilizada por J.M. Tanner para hablar de finalización del crecimiento.
Secuencia de eventos puberales.	Relación que existe entre la aparición de los distintos cambios somáticos propios de la pubertad. Entre estos se encuentran: la edad de arranque del brote puberal (EA), el máximo crecimiento en talla o ganancia de peso (PVMT/PVMP), desarrollo de genitales(G), glándula mamaria (GM), vello pubiano (VP), vello axilar (VA, volumen testicular (VT) (Prader), edad de la menarquia (EM), edad del punto de velocidad máxima en talla (EPVMT, edad del punto de velocidad máxima en peso (EPVMP). La secuencia de eventos durante la pubertad está determinada por varios factores, entre ellos, el más importante es el ritmo o tempo de maduración.

Anexo 1: Definiciones de variables de crecimiento y maduración. (cont.)

Variable	Definición
Ritmo o <i>tempo</i> de maduración:	Puede presentarse como un evento cercano al promedio de la población, más temprano o más tarde que el promedio. Se idéntica de esta manera: este niño es un madurador promedio, es un madurador temprano o es un madurador tardío. Estas características en el ritmo de maduración tienen su expresión clínica a edades distintas en cada uno de los grupos según su ritmo de maduración.
Maduración normal temprana:	Se caracteriza por un ritmo o tempo de crecimiento y maduración rápida, a edades más tempranas que el promedio en el inicio del brote puberal, en la máxima velocidad de talla y en la finalización del crecimiento. Se identifica a través de indicadores de maduración y con los valores de los percentiles elaborados para su uso en clínica.
Maduración promedio:	Se caracteriza por un ritmo o tempo de crecimiento y maduración a edades promedio en el inicio del brote puberal, máxima velocidad y finalización del crecimiento.
Maduración normal tardía:	Se caracteriza por un ritmo o tempo de crecimiento y maduración lenta, a edades más tardías que el promedio en el inicio del brote puberal, máxima velocidad y finalización del crecimiento. Se identifica a través de indicadores de maduración y valores de percentiles elaborados para su uso en clínica.
Canalización.	Es la capacidad que tiene el ser humano de crecer dentro de un estrecho margen que constituye su «canal» de crecimiento», que está genéticamente determinado. La canalización se puede perder en cualquier etapa del crecimiento debido a causas fisiológicas o patológicas, regresando o no posteriormente a su canal de crecimiento original. El fenómeno de la pérdida del canal de crecimiento o descanalización puede ocurrir hacia los percentiles inferiores seguida de una recanalización en este nivel, lo que se conoce con el nombre de catch-up; igualmente la descanalización puede ser hacia los percentiles superiores seguida de una recanalización en este nivel lo que se conoce con el nombre de catch-down. A estos dos fenómenos se les llama también crecimiento compensatorio.
Predictibilidad:	Se puede decir que el crecimiento de la talla es predecible dentro de ciertos grados de confiabilidad. La predictibilidad está condicionada al seguimiento que se haga al niño, niña o adolescente, al potencial genético en talla de sus padres y a su ritmo o tempo de maduración. Es de gran utilidad la predicción de la talla adulta, que junto a la talla y el potencial genético en talla de ambos padres, permiten caracterizar las variantes normales del crecimiento y diferenciarlas de las verdaderas patologías.