



# Conceptos básicos de crecimiento y maduración física.

Olga Figueroa de Quintero<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Profesora Asociada Adjunto del Servicio de Nutrición, Crecimiento y Desarrollo del Hospital de Niños J.M de los Ríos quiterofigueroa@cantv.net

Correspondencia: Instituto de Medicina Tropical - Facultad de Medicina - Universidad Central de Venezuela.

Consignado el 23 de Abril del 2012 a la Revista Vitae Academia Biomédica Digital.

## RESUMEN

El crecimiento es un proceso dinámico y cuantificable que está influido por múltiples factores que no pueden ser separados entre sí, que tienen un ritmo para cada individuo, que está programado genéticamente y puede predecirse a través de los indicadores de maduración.

## BASIC CONCEPTS ON GROWTH AND PHYSICAL MATURATION

## SUMMARY

Growth is a dynamic and quantifiable process that is influenced by multiple factors that can not be separated, which have a rate for each individual, that is genetically programmed and can be predicted with indicators of maturation.

## CONCEPTOS BÁSICOS DE CRECIMIENTO Y MADURACIÓN FÍSICA.

## INTRODUCCIÓN

Los procesos de crecimiento y desarrollo tienen singular importancia porque comprenden una infinita gama de transformaciones a través de las cuales el ser humano, desde la etapa de óvulo fecundado, se convierte en organismo adulto, complejo y maduro.

La trascendencia de su estudio se proyecta, tanto sobre el niño normal como sobre el

enfermo: sobre el niño normal, como procesos fisiológicos ya que, al aumentar de tamaño y de peso (crecer) e ir adquiriendo mayor amplitud y complejidad de funciones (desarrollo "maduración), el organismo humano (sea embrión, feto, recién nacido, lactante y en cada etapa subsiguiente) adquiere características morfológicas y funcionales propias de cada una de ellas, y estos procesos terminan cuando el ser humano se convierte en adulto. De allí que se defina al niño como un ser humano en proceso ininterrumpido de crecimiento y desarrollo. Las enfermedades en el niño se manifiestan, a diferencia de lo que ocurre en el adulto, como procesos patológicos que pueden comprometer su vida, o en el mejor de los casos afectar de forma irreversible su proceso de crecimiento y maduración. De allí se desprende la importancia del conocimiento del crecimiento y el desarrollo, tanto para la puericultura (vigilancia del niño sano), como para la pediatría (estudio y tratamiento del niño enfermo).

El crecimiento es una propiedad intrínseca de todo tejido joven, es un impulso biológico inherente al organismo, presente desde las primeras etapas de la vida y se agota posteriormente, cuando alcanza la adultez. Se entiende por **Crecimiento** al conjunto de cambios continuos que llevan al ser humano desde el momento de la concepción hasta alcanzar la edad adulta. Otro concepto sería: **Crecimiento** es el proceso de incremento de la masa de un ser vivo que se produce por aumento del número de células (hiperplasia) o aumento del tamaño celular (hipertrofia). El primer concepto establece el momento de inicio y el segundo concepto, los fenómenos que lo determinan. Además, el **Crecimiento** es un proceso de tipo cuantitativo que se puede medir.

**Desarrollo o Maduración** es el proceso mediante el cual los seres humanos logran mayor capacidad funcional de sus sistemas a través de los fenómenos de maduración, diferenciación e integración de funciones. Es un proceso de tipo cualitativo y puede ser: físico (dental, sexual y ósea) o neuropsicologico.

El crecimiento y el desarrollo son fenómenos que ocurren de manera simultánea y armónicamente, sin embargo para fines didácticos, en este material se hará referencia solamente al **crecimiento y la maduración física**.

Los fenómenos de crecimiento son: la hiperplasia (aumento del número de células) y la hipertrofia (aumento del tamaño celular). La hiperplasia se mide por el contenido de ADN en el organismo y la hipertrofia se mide por el contenido de proteínas. Ambos procesos van a determinar períodos críticos y subcríticos de crecimiento, dependiendo del predominio de cada uno de ellos. Es crítico cuando predomina la hiperplasia y subcrítico cuando hay hiperplasia e hipertrofia.

El período de división celular rápida varía de un tejido a otro, lo que hace mas complejo el análisis del crecimiento; por ejemplo, el cerebro crece desde la 3<sup>a</sup> semana de gestación hasta los 2 primeros años de vida post- natal; en contraste, el útero crece en las últimas semanas de vida prenatal, al nacimiento se estabiliza y hace un nuevo brote de crecimiento en la adolescencia.

Los daños o noxas que ocurren en los períodos críticos de crecimiento, producen alteraciones, a veces, irreversibles en el tejido comprometido. Si se comparan dos tejidos, el cerebral (por su

importancia en el desarrollo neuropsicológico) y el esquelético (responsable del crecimiento físico medido a través de la talla) se observa que el periodo crítico del crecimiento cerebral va desde la etapa prenatal hasta los dos primeros años de vida y el tejido esquelético crece durante toda la infancia y adolescencia hasta alcanzar la talla adulta, pero tiene períodos de crecimiento muy rápidos (críticos) que son la época prenatal, los dos primeros años de vida (lactancia) y la adolescencia. Las etapas preescolar y escolar son subcríticas para el crecimiento lineal ya que el crecimiento durante este periodo es estable.

## MADURACIÓN FÍSICA

### I.- MADURACIÍ“N FÍSICA.-

La maduración física se mide por la aparición de eventos: erupción dental, menarquia, evolución de los núcleos de osificación y estos eventos pueden agruparse en:

**Maduración dental:** se refiere a la edad en que aparecen los distintos dientes y se limita a 2 épocas de la vida: erupción de la dentición temporal (entre 6 meses y 30 meses), y cambio de dentición temporal por permanente (entre 6 años y 18 años). Ella tiene poca correlación con el crecimiento físico, la maduración sexual y el desarrollo psicomotor. Es útil en el cálculo de la edad cronológica, con limitaciones, por la gran variabilidad individual.

**Maduración sexual:** se pone de manifiesto cuando aparecen los caracteres sexuales secundarios que definen la pubertad; tiene influencia genética y es de utilidad para definir el ritmo de maduración: temprano, promedio y tardío. Serán comentados cuando se discuta el tema de pubertad y adolescencia.

**Maduración ósea:** guarda relación con la aparición y evolución de los diferentes huesos que no estaban presentes al nacer, sino como cartílago y que se van osificando progresivamente. Los seres humanos no detienen su crecimiento porque hayan llegado a determinada edad cronológica, sino cuando han alcanzado determinada edad ósea (Edad biológica). El grado de maduración esquelética que ha alcanzado un niño a una edad determinada, representa un porcentaje de crecimiento cumplido y otro porcentaje de crecimiento remanente.

La edad ósea puede ser leída por diferentes métodos, el más usado es el método de Grewlych y Pyle mediante una radiografía (Rx) de mano y muñeca izquierda del paciente (se usa el lado izquierdo por convenios internacionales) se compara con Rx a diferentes edades y separadas por sexo. Actualmente se dispone en nuestro país del Atlas de Maduración ósea del Venezolano realizado por FUNDACREDESA, pero aún no está difundido entre los radiólogos que informan estos estudios.

En los niños menores de 1 año se evalúa la edad ósea con Rx de pie y rodilla izquierda. A partir de la edad ósea se pueda hacer predicción de talla adulta, la cual también se hace por diferentes métodos. Las niñas alcanzan la maduración esquelética dos años antes que los niños. Una edad ósea retrasada o adelantada en más de un año con respecto a la edad cronológica, está expresando una velocidad de maduración ósea lenta o rápida, respectivamente (Retardo o adelanto absoluto).

Maduración Promedio: Edad ósea = Edad cronológica retardo o adelanto < 1 año.

Maduración Temprana: Edad ósea adelantada más de 1 año.

Maduración Tardía: Edad ósea retardada más de 1 año.

## II.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO Y EL DESARROLLO.

Se pueden clasificar de la siguiente forma:

1) Factores endógenos o intrínsecos:

1. Genético

2. Neuroendocrinos

3. Órganos y sistemas

2) Factores exógenos o extrínsecos:

1. Nutricionales Ambientales

2. Toxi-infecciosos

3. Sociales Culturales

4. Psicológicos

Todos estos factores, tanto endógenos como exógenos interactúan entre si y son muy difíciles de separar para establecer su influencia e importancia en el crecimiento de manera aislada.

### FACTORES ENDÍGENOS O INTRINSECOS;

**Genéticos:** el genotipo, es el conjunto de potencialidades genéticas que posee el individuo. Es bien conocido que la talla de los hijos guarda relación con la de su grupo étnico y familiar; especialmente con la talla de los padres. El factor genético influye, tanto en la estatura como en los procesos de maduración física (dental, sexual y ósea). Con relación a la estatura, se considera que la talla es determinada en forma poligénica, por lo que es muy difícil identificar los cromosomas y genes responsables de la estatura. Se dice que el cromosoma "Y" tiene influencia sobre la talla y esto explica la diferencia a favor del varón, en personas de la misma raza, en general, los hombres son más altos que las mujeres. Al final de la adolescencia han actuado ya la totalidad de los genes que influyen en el crecimiento. La manera más fácil de evaluar la influencia genética en la estatura es a través del potencial genético de los padres, parámetro que tendrá la oportunidad de aprender a calcular cuando se les explique la evaluación del crecimiento.

En cuanto a la maduración ósea se dice que la época y velocidad de osificación de los diferentes núcleos son más parecidas entre hermanas que entre hermanos (genes ligados al cromosoma X). El momento en que aparecen los centros de osificación es menos influido por la herencia que el orden de aparición.

Respecto a la maduración sexual y dental, se dice que la herencia tiene influencia, pero es difícil demostrarla; sin embargo, en niños sanos con crecimiento normal, se repiten patrones de edad de aparición del 1º diente y de desarrollo sexual, con relación a la edad de maduración dental y sexual de sus padres.

**Neuroendocrinos:** los factores neuroendocrinos influyen en el crecimiento desde la etapa prenatal y se han determinado sustancias como el factor de crecimiento epidérmico, nerviosos y otros que son determinantes en la regulación de la división celular en la vida intrauterina y se han aislado en la leche materna. El sistema nervioso central actúa como regulador y centro de producción de hormonas.

Las hormonas que influyen en el crecimiento son:

**Insulina:** De importancia en el crecimiento fetal produciendo aumento del crecimiento lineal (estatura), de la masa celular adiposa (tejido graso) y del tamaño de los órganos (organomegalia).

**Hormonas Tiroideas (T3 y T4):** Tienen acción tanto a nivel prenatal como post-natal. En la etapa prenatal influyen en el desarrollo del sistema nervioso central y la maduración ósea y en la etapa post-natal son fundamentales para la maduración ósea, desde el nacimiento hasta la pubertad.

**Hormona de Crecimiento (Somatotropina):** Tiene una acción primaria, directa sobre el metabolismo celular, y otra acción, indirecta, que ejerce a través de proteínas sintetizadas en el hígado, llamadas Somatomedinas o factores de crecimiento similares a la insulina (IGF en sus siglas en inglés). En la etapa prenatal tiene relación positiva con el peso, la talla y el perímetrocefálico al nacer; y en la etapa post-natal estimula el crecimiento del cartílago de conjunción favoreciendo el crecimiento lineal o estatura.

**Hormonas Sexuales:** aceleran el crecimiento durante la pubertad. Aceleran la maduración ósea y la función de las epífisis. Los andrógenos tienen efecto más potente que los estrógenos.

**Órganos y sistemas:** El organismo interactúa como un todo para cumplir sus funciones, por lo que necesita de la integridad anatómica y funcional de sus órganos y sistemas. En nuestro medio, las alteraciones del sistema digestivo por mala absorción intestinal y las del sistema renal, por dificultad para la excreción de metabolitos, son los que más frecuentemente producen alteración del crecimiento.

#### FACTORES EXÍGENOS O EXTRÍNSECOS:

Entre ellos tenemos factores nutricionales- ambientales, Toxi-infecciosos, Socio-culturales y Psicológicos, todos ellos relacionados entre sí.

El factor **nutricional** es muy importante ya que influye en el crecimiento en forma positiva (nutrición adecuada) o de forma negativa (desnutrición). La desnutrición en nuestro medio es el factor más importante como productor de retardo del crecimiento (talla baja). En el estudio Proyecto Venezuela realizado por la Fundación de Estudios del Crecimiento y Desarrollo, se concluyó que las diferencias estaturales en nuestra población, no son de tipo genético sino nutricionales y socio-económicas.

El factor **ambiental** se expresa, tanto a través del clima y la altitud, como a través de las condiciones sanitarias. Se dice que en países donde hay estaciones bien determinadas, se crece más en verano y primavera y menos en otoño e invierno. Aún en los países donde no hay estaciones definidas, el crecimiento es un fenómeno dinámico, por lo tanto, no es constante durante todo el año.

En nuestro país es tan importante como el ambiente, las condiciones sanitarias en las que vive la mayoría de nuestra población, las cuales condicionan infecciones a repetición especialmente diarreas e infecciones respiratorias agudas que comprometen la función de órganos y sistemas y afectan de forma negativa el crecimiento.

La **deprivación psico-afectiva** y el maltrato infantil pueden condicionar retardo del crecimiento a través de la afectación del eje Hipotálamo-Hipófisis.

Todos estos factores exógenos están influidos, a su vez, por la condición socio-económica del grupo familiar. En el Proyecto Venezuela antes mencionado se encontró una diferencia de 7 cms. de talla a la edad de 7 años en niños de estrato socio-económico altos I y II de Graffar-Méndez con relación a los estratos socio-económicos bajos (IV y V de Graffar-Méndez).

Tanto los factores endógenos como exógenos están interrelacionados entre si y es necesario que todos los factores influyan positivamente en el potencial genético.

## CARACTERÍSTICAS DEL CRECIMIENTO

### III.- Características del crecimiento

El crecimiento tiene tres características fundamentales que deben conocerse para evaluarlo adecuadamente y poder hacer el diagnóstico correspondiente. Estas características son

1. Ritmo de maduración o Tempo: Temprano, Promedio y Tardío.
2. Canalización
3. Predictibilidad

RITMO DE MADURACIÓN: como se mencionó anteriormente, el ritmo de maduración tiene influencia genética y se relaciona con el ritmo de maduración de los padres. La edad de menarquia de la madre y la edad del estirón del padre o de la 1<sup>ª</sup> polución (eyaculación) nocturna, son datos útiles para evaluar la herencia en cuanto a desarrollo sexual. La edad de aparición de los caracteres sexuales en la adolescente, comparada con patrones para la población, permite determinar el ritmo de maduración sexual.

La maduración ósea (edad ósea) corrobora el diagnóstico de madurador temprano, promedio y tardío; si se encuentra retardada (más de 1 año), acorde (+ ó - 1 año) o adelantada (más de 1 año) con relación a la edad cronológica.

El ritmo de maduración está determinado genéticamente, pero puede ser modificado por factores endógenos y exógenos; por ejemplo, la desnutrición, dependiendo del tiempo de

evolución y de la intensidad retarda la maduración sexual y ósea. La obesidad produce adelanto de la maduración sexual y ósea. El déficit de hormonas tiroideas produce importante retardo en La maduración ósea.

CANALIZACIÓN: la talla del individuo está programada genéticamente, sin embargo, al nacer esta influencia genética no se expresa ya que el crecimiento en esta etapa está determinado por la madre y las condiciones a las cuales estuvo sometida durante el embarazo. Así, los primeros 18-29 meses de vida post-natal se caracterizan por la canalización fisiológica del individuo hacia su meta genéticamente programada. Niños hijos de madres pequeñas, pero con potencial de crecimiento alto, nacen pequeños y se van canalizando hacia su potencial genético si los otros factores que influyen en el crecimiento son favorables. El caso contrario también puede ocurrir.

Durante la vida ocurren procesos de descanalización motivados, generalmente, por fenómenos que detienen el crecimiento; una vez que desaparece la causa se vuelve a canalizar; este proceso de recanalización se conoce con el nombre de crecimiento compensatorio o catch up growth, (la aceleración del crecimiento que ocurre después que éste se ha detenido por alguna causa) Este crecimiento compensatorio puede ocurrir, tanto en talla como en peso y en otras variables. Los mecanismos íntimos que producen el crecimiento compensatorio no son bien conocidos, pero lo cierto es que no está mediado por factores hormonales. Las posibilidades de que un niño presente o no un crecimiento compensatorio después de un daño, dependen de cuatro factores:

1. La naturaleza del daño (intensidad)
2. La duración del daño (tiempo de evolución)
3. La edad del niño (períodos críticos)
4. El potencial individual del niño (potencial genético).

PREDICTIBILIDAD: Otra característica del crecimiento es que puede predecirse a través de indicadores de maduración (sexual y ósea), tomando en cuenta el potencial genético del individuo. Existen varios métodos para predecir la talla adulta a partir de la edad ósea, el más usado es el de Bailey-Pinneau..

TENDENCIA SECULAR: a lo largo de las décadas desde hace ya más de un siglo, se observa que en algunos países, los niños de igual edad y aún los adultos, aumentan su tamaño promedio. El proceso ha sido observado en muchas regiones del mundo, ya sea en países desarrollados como aquellos en vías de desarrollo, asociado con una mejoría en las condiciones de vida. Este hecho no sólo ocurre en el crecimiento, sino también en aspectos de la maduración física (ósea y sexual).

Este proceso se ha usado como indicador del desarrollo económico, social y cultural de un país, y para medir la eficacia de las medidas que tienden al establecimiento de condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo del niño.

#### **IV.- CARACTERISTICAS DEL CRECIMIENTO EN DIFERENTES ETAPAS DE LA VIDA:**

Analizaremos someramente las características del crecimiento en diferentes momentos de la vida, ya que será analizado más a tondo en el material específico sobre cada una de estas etapas. Las edades a analizar son:

⅓ Pre natal

⅓ Lactante

⅓ Pre-escolar y Escolar

⅓ Adolescente

**ETAPA PRENATAL:** durante la vida intrauterina se registra la época de mayor influencia materna sobre el crecimiento y la de mayor velocidad de crecimiento. El 1º trimestre del embarazo es un período crítico porque ocurre la organogénesis (formación de órganos), el 2º trimestre es la época del pico máximo de crecimiento en talla y en el 3º trimestre ocurre la mayor ganancia de peso (periodo subcrítico). El pico máximo de velocidad de crecimiento en talla aparece alrededor de la semana 20 de gestación, observándose a lo largo de toda la gestación que un óvulo que mide micras llegue al final a medir 50 cms en promedio.

Los factores, tanto maternos como fetales, endógenos y exógenos pueden producir alteraciones del crecimiento, originando cuando se expresa en déficit, el denominado: Retardo de crecimiento intrauterino que, dependiendo de la causa que lo origine será irreversible o reversible en la época post-natal.

**ETAPA DEL LACTANTE:** abarca los 2 primeros años de vida post- natal. Se caracteriza por cambios en la velocidad de crecimiento, la cual comienza a disminuir alcanzándose en el 1º año 25 cm. de talla y 6 Kg de peso, en promedio, y durante el 2º año 10 cm de talla y 3 Kg de peso, en promedio.

En este período ocurre la canalización fisiológica hacia la meta genéticamente programada. Esta etapa es de influencia materna, por lo cual aún no tiene valor la correlación con el potencial genético.

**ETAPAS PRE-ESCOLAR Y ESCOLAR:** comienza a partir de los dos años y termina con el inicio de la pubertad. Es la época de crecimiento estable, crece entre 5-8 cm, por año y 2-3 kg, por año. Se le ha llamado período de crecimiento lento o regular. Es la época que mejor se correlaciona con el potencial genético.

**ETAPA DE ADOLESCENCIA:** comienza con la pubertad y termina con la detención del crecimiento. Es la época de crecimiento inducido por hormonas sexuales. Se hace evidente el dimorfismo sexual que no es más que la desigualdad en el ritmo de maduración entre hembras y varones, que resulta en diferencias en distintas variables como talla, peso, circunferencia de brazo, pliegues cutáneos, área grasa y área muscular.

El dimorfismo sexual, en cuanto a maduración muestra que las hembras inician el desarrollo sexual antes que los varones y el pico de velocidad es más pequeño en magnitud observándose en la gráfica de distancia que entre los 10 y 12 años las hembras superan a los varones, para luego ser más pequeñas en estatura, encontrándose diferencias entre 12 y 13

cm, dependiendo del patrón de referencia que utilice.

Se menciona en esta etapa el fenómeno conocido como Dip Prepuberal que es la disminución o el enlentecimiento de la velocidad de crecimiento que ocurre, previo al estirón o pico de crecimiento durante la pubertad.

En resumen, el crecimiento es un proceso dinámico y cuantificable que está influido por múltiples factores que no pueden ser separados entre sí, que tienen un ritmo de crecimiento particular para cada individuo, que está programado genéticamente y puede predecirse a través de los indicadores de maduración.

## REFERENCIAS

1. Castellanos, F. Crecimiento y desarrollo [Guía]. Caracas: Cátedra de Pediatría. Escuela de Medicina José María Vargas, U.C.V; 1978.
2. Cusminsky M, Moreno E; Suárez O. Crecimiento y Desarrollo. Hechos y tendencias. Organización Panamericana de la Salud. Publicación científica N° 510, 1988.
3. López M, Landaeta M. Manual de Crecimiento y Desarrollo. Capítulo de Crecimiento Nutrición y Adolescencia de la Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría, FUNDACREDESA, Serono. 1991.
4. Organización Panamericana de Salud. Manual de Crecimiento y Desarrollo del Niño. Serie Paltex para ejecutores de Programas de salud, N° 33, 29 Ed. 1994.
5. Renom A, Diagnóstico y tratamiento de los Retrasos de Crecimiento, Monografías de la Cátedra de Pediatría de Barcelona, Prof. Hernández C. España. Espaxs. 1978.
6. Rosso P. Aspectos biológicos del desarrollo. En: Meneghelli, J, Fanta E, Paris E, Puga T. Pediatría Meneghelli. Buenos Aires: Panamericana; 1997.
7. Smith D; Growth and its disorders. In: The series major problems in clinical Pediatrics. England. Saunders. 1977.