

MODELIZACION DEL DESARROLLO SOMATICO DIFERENCIAL DE UNA MUESTRA DE CHICOS Y CHICAS DE LA COSTA DE VIZCAYA

Javier Rosique
Esther Rebato

(*) Laboratorio de Antropología Física. Departamento de Biología Animal y Genética. Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea. Campus de Leioa. Apartado 644. 48080. Bilbao. Miembros de Eusko Ikaskuntza.

El desarrollo final de las distintas dimensiones del cuerpo humano se realiza de forma secuencial, ya que cada dimensión está sometida a influencias biológicas diferentes. Para estudiar la velocidad de crecimiento diferencial de distintas partes del cuerpo se ha aplicado el modelo de crecimiento PB1 (modelo 1 de Preece y Baines) a partir de datos antropométricos de una muestra de escolares vizcaínos. Dicha función se ha utilizado para describir el crecimiento diferencial del peso, talla sentado, longitud del miembro inferior y fuerza dinamo-métrica máxima para ambas manos, tomando como referencia el momento de aparición del pico de velocidad estatural (PHV). En ambos sexos se observa la siguiente secuencia: la longitud del miembro inferior llega a su pico de velocidad antes que la estatura y que la longitud del tronco. Además, la menarquia de las niñas aparece después de los picos de velocidad máxima de las dimensiones corporales.

Giza-gorputzaren dimentsio guztien azken garapena sekuentzialki suertatzen da, dimentsio bakoitzaren gainean eragin biologiko desberdinak bait daude. Gorputz-atal desberdinen hazkuntza diferentzialaren abiadura aztertzeko PB1 (Preece eta Baines-en 1 eredua) izeneko hazkuntza-eredua erabili da, eskola-neskamutil bizkaitarrez osaturiko lagin baten datu antropometrikoetan oinarriturik. Funtzio hau, pisu, eseritako garaiera, behe-gorputzadarraren luzera eta esku bien indar dinamometriko maximoaren hazkuntza diferentziala deskribatzeko erabili da, erreferentziatzat garaiera-abiaduraren maximoaren agerpen-momentua hartuz. Bi sexueta ondokoko sekuentzia beha daiteke: behe-gorputzadarraren luzerak, abiaduraren maximoa, garaierak eta enbortzen luzerak baino lehenago lortzen du, alegia. Gainera, nesken menarkia, aztertutako gorputz-dimentsioen abiadura maximoa gertatu ondoren agertzen da.

Final development of the human body dimensions takes place sequentially because each dimension is submitted to specific biological influences. Anthropometric data collected from a sample of school boys and girls were used to apply the Preece Baines Model 1 (PB1) to study the sequential timing of the maximum velocity of growth of different parts of the human body. The Peak Height Velocity (PHV) was used as a reference parameter for locating the peak of the other dimensions. In both sexes the low extremity reaches its peak of velocity before the stature and trunk length. Moreover menarche in girls appeared after the peaks of the body dimensions.

INTRODUCCION

El conocimiento científico de los modelos del desarrollo del cuerpo humano requiere una información detallada de los factores biológicos que determinan la ontogenia en sí misma. Sin embargo, también es necesaria la precisión y economía de análisis que proporcionan los estudios matemáticos. Estos dos aspectos no se consideran como algo separado, ya que la forma y el crecimiento del organismo en muchos casos expresan la relación entre las estructuras biológicas y la regularidad matemática. La curva de crecimiento del organismo humano puede ser reducida a una o varias funciones matemáticas orientadas a la producción de aquella forma biológica que satisfaga los requerimientos ecológicos de la especie. Los modelos biológicos son representaciones que muestran el patrón, modo, estructura o formación de un organismo. Un modelo también puede utilizarse como referencia para comprobar las hipótesis sobre el modo de actuar de ciertos fenómenos biológicos de carácter genético, endocrino y ambiental. De hecho, los modelos de crecimiento humano han sido empleados en muchas ocasiones para estudiar el estirón de la adolescencia y algunos aspectos del crecimiento patológico (Bogin, 1988).

Se admiten, en líneas generales, dos grandes grupos de modelos, los predictivos (estructurales) y los descriptivos (no estructurales). Los modelos predictivos tienen un significado tanto matemático como biológico y son preferidos a los modelos de tipo puramente descriptivo. Los modelos predictivos para el crecimiento humano intentan describir y predecir el desarrollo de una determinada dimensión corporal. Actualmente existen más de 200 fórmulas matemáticas que modelizan algún aspecto del crecimiento (Timiras, 1972). De entre ellos, sólo una docena son ampliamente utilizados para los análisis más informativos (Marubini, 1978). En particular, las funciones más utilizadas para el ajuste de datos transversales son las del tipo Preece-Baines. Dichas funciones son predictivas y por ello poseen una importancia biológica de primer orden.

Preece y Baines (1978) derivaron una serie de funciones matemáticas para describir las curvas de distancia y de velocidad del crecimiento estatural desde la edad de dos años hasta la madurez. Entre estas funciones se prefiere una de ellas, denominada Modelo I de Preece-Baines (PB1) por su calidad para ajustar los datos observados. Este modelo fue obtenido a partir de la consideración de la forma de la curva de velocidad como una función que expresa la tasa de crecimiento entre la estatura a cualquier edad previa a la madurez y la estatura final. La función de velocidad es compleja, ya que la tasa de crecimiento varía considerablemente en función de la edad. Aunque el modelo fué derivado empíricamente, los auto-

res fueron capaces de correlacionar cada uno de los parámetros del modelo con una serie de eventos biológicos que ocurren durante el crecimiento.

El PB1 puede aplicarse a otras dimensiones corporales distintas de la estatura y esta propiedad será utilizada en la presente investigación para la descripción del desarrollo diferencial. El modelo I de Preece-Baines, y otros, han sido aplicados con éxito en otros trabajos como marco comparativo para el estudio interdimensional de un conjunto de variables antropométricas y fisiológicas (Malina et al., 1988). Es por esto que el estudio de un conjunto de variables mediante la aplicación del PB1, permite un acercamiento al problema de la determinación del momento del desarrollo (*timing* o secuencia temporal) de los distintos segmentos corporales. El crecimiento diferencial de los segmentos es consecuencia de las relaciones alométricas entre las distintas partes del cuerpo humano. Por otro lado, *el desarrollo diferencial* afecta tanto a los segmentos corporales (tronco y extremidades, por ejemplo) como a las variables relacionadas con la masa (peso y circunferencias) y a las variables fisiológicas como la fuerza dinamométrica máxima (FDM).

La maduración secuencial de las dimensiones corporales y variables fisiológicas puede expresarse en términos de *tempo* de desarrollo (Tanner y Davies, 1985). El *tempo* puede definirse en función de la velocidad de crecimiento como el momento en el que se da el máximo del pico de velocidad adolescente. El *tempo* de desarrollo de las distintas dimensiones puede considerarse un indicador de maduración somática en sentido amplio (Hauspie, 1986). Esta consideración, sin embargo, desde un punto de vista biomédico, es sólo una aproximación, ya que la maduración en sentido estricto debe cuantificarse mediante parámetros más independientes de la edad cronológica, como los que derivan del estudio de la maduración ósea y de los estadios de maduración sexual.

Para poder comparar el momento de desarrollo de cada una de las dimensiones corporales se necesita una variable de referencia. La variable más adecuada es *la estatura*, y el principal parámetro biológico respecto al cual podemos comparar el momento de desarrollo es *la edad al PHV* (edad al pico de velocidad estatural) o edad a la cual se alcanza la máxima velocidad de crecimiento (Malina et al., 1988). Esta aplicación también fue apuntada por Preece y Baines (1978) que sugirieron que sus modelos proporcionaban una buena descripción de las relaciones funcionales dentro del proceso de crecimiento. La edad al PHV se deriva, junto con otros parámetros tanto matemáticos como con significación biológica directa, a partir de la aplicación del PB1.

MATERIAL Y METODOS

Se ha obtenido una muestra de individuos en edad escolar de ambos sexos procedentes de la La Costa de Vizcaya. El número total de individuos asciende a 1690, 796 chicos y 894 chicas entre 8 y 19 años de edad. Para la medición de la estatura, talla sentado y peso, se han utilizado las técnicas antropométricas habituales establecidas en el protocolo estándar del IBP (Weiner and Lourie, 1981). Además se ha utilizado el dinamómetro digital TKK para la medición de la fuerza dinamométrica máxima (F.D.M.). El ajuste de los datos observados a las funciones teóricas se ha realizado mediante el programa para el tratamiento de datos biomédicos BMDP - AR. Se han empleado distintos criterios para estimar la calidad del ajuste:

a) El ajuste que menor varianza residual deje, es decir, el que presente la suma de cuadrados residuales (RSS) menor, puede tomarse como el modelo que mejor se adecúa a los datos.

b) Otro criterio es el de efectuar el test de los RUNS (Siegel, 1956) con los residuos. Este test es independiente del tamaño de los mismos, pero comprueba si existe alguna tendencia en la alternancia de los signos. Si se presenta dicha tendencia el modelo no se ajusta bien a los datos. Frecuentemente, por seguridad, se deben utilizar ambos criterios (RSS y RUNS) según recomienda Hauspie (1981, 1986).

c) Aunque los dos criterios mencionados son suficientes se puede añadir el método del cálculo del error típico de la estima (SEE). Este método se suele emplear cuando se comparan muestras de distintas poblaciones, o estudios de la misma población con diferente número de datos. El ajuste con un menor SEE puede ser tomado como el mejor. La estima del error se puede realizar del siguiente modo:

$SEE = \sqrt{RSS/(N-k)}$, siendo RSS= Suma de cuadrados residuales; N-k, los grados de libertad (g.l.); N= n° de datos y k=n° de parámetros. Aunque el valor máximo de k es N-1, los ajustes de una serie de datos en condiciones límite poseen errores considerables y deberían ser desestimados, como sugiere Dixon (1983).

RESULTADOS Y DISCUSION

La aplicación del modelo de Preece Baines PB1 sobre el peso, talla sentado, longitud del miembro inferior y fuerza dinamométrica máxima (F.D.M.) para ambas manos, ha arrojado los siguientes resultados:

Curvas de distancia

La calidad de los ajustes (RSS y SEE) y los valores de los parámetros del modelo, aparecen en las tablas 1 y 2. A juzgar por dichos valores, la variable que peor se ajusta es el peso, en ambos sexos, y la que mejor se ajusta al modelo es la fuerza dinamométrica máxima (mano izquierda), en ambos sexos también. Esta última variable deja menor varianza residual que la estatura. El test de los RUNS no ha evidenciado diferencias significativas en ninguna de las variables y sexos.

CHICOS

| | PESO | TALLA SENTADO | LON. MIEMBRO INFER. | FDM (mano der.) | FDM (mano izq.) |
|-----|-------|---------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| RSS | 9,530 | 2,310 | 1,733 | 0,851 | 0,201 |
| SEE | 1,380 | 0,680 | 0,589 | 0,461 | 0,317 |

Parámetros del modelo:

| | m | CV | m | CV | m | CV | m | CV | m | CV |
|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| h_1 | 72,65 | 0,06 | 90,93 | 0,01 | 83,13 | 0,01 | 49,93 | 0,04 | 48,51 | 0,05 |
| h_2 | 58,96 | 0,14 | 85,05 | 0,01 | 77,15 | 0,03 | 36,16 | 0,05 | 36,21 | 0,05 |
| s_3 | 0,07 | 1,33 | 0,09 | 0,43 | 0,12 | 0,60 | 0,04 | 0,73 | 0,05 | 0,59 |
| S_4 | 0,66 | 0,69 | 1,13 | 0,32 | 1,15 | 0,32 | 1,41 | 0,41 | 1,04 | 0,48 |
| q | 14,96 | 0,11 | 14,78 | 0,03 | 13,33 | 0,05 | 14,92 | 0,02 | 15,52 | 0,02 |

Tabla 1.- Calidad de los ajustes y parámetros de cada función (PB1) para la muestra masculina

| CHICAS | PESO | | TALLA SENTADO LON. MIEMBRO INFER. | | FDM | | FDM | | |
|--------|-------|--|-----------------------------------|--|-------------|--|-------------|--|-------|
| | | | | | (mano der.) | | (mano izq.) | | |
| RSS | 1,081 | | 0,401 | | 1,445 | | 0,585 | | 0,015 |
| SEE | 0,600 | | 0,366 | | 0,538 | | 0,342 | | 0,087 |

| Parámetros del modelo: | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | m | CV | m | CV | m | CV | m | CV | m | CV |
| h_1 | 56,18 | 0,01 | 85,76 | 0,01 | 75,48 | 0,01 | 27,45 | 0,01 | 25,67 | 0,01 |
| h_2 | 47,63 | 0,10 | 79,99 | 0,07 | 71,71 | 0,03 | 22,37 | 0,10 | 21,12 | 0,03 |
| s_2 | 0,09 | 1,75 | 0,10 | 2,93 | 0,19 | 1,11 | 0,10 | 0,96 | 0,10 | 0,31 |
| s_1 | 1,41 | 0,41 | 1,04 | 0,48 | 1,82 | 0,50 | 1,07 | 0,29 | 1,13 | 0,11 |
| q | 12,36 | 0,07 | 12,55 | 0,15 | 11,77 | 0,06 | 12,58 | 0,06 | 12,64 | 0,02 |

Tabla 2.- Calidad de los ajustes y parámetros de cada función (PB1) para la muestra femenina

El grado de dimorfismo sexual es distinto según la variable contemplada, aunque sea siempre del mismo signo, y puede ser cuantificado como diferencia entre los valores h , de ambos sexos, para cada variable. La fuerza dinamométrica es la variable que más dimorfismo presenta y la talla sentado la que menos. De forma que podemos establecer un orden decreciente de dimorfismo:

1. FDM (mano izquierda) 22,84 kg
2. FDM (mano derecha) 22,48 kg
3. Peso 16,47 kg
4. Estatura 13,61 cm
5. Longitud del miembro inferior 7,65 cm
6. Talla sentado 5,17 cm

La longitud del miembro inferior parece tener más participación en el dimorfismo, respecto a la talla sentado. De hecho, como indica Hauspie (1986), los dos componentes más importantes de la talla, longitud del miembro inferior y talla sentado, poseen un dimorfismo sexual distinto, ya que en el adulto la longitud relativa del miembro inferior es mayor en el varón. Esta situación puede ser consecuencia de una mayor velocidad de crecimiento de la longitud del miembro inferior, en el varón, combinada con el hecho de una pubertad más tardía (Tanner 1955).

Curvas de velocidad

Las figuras 1 y 2 muestran la representación de la primera derivada del modelo I de Preece-Baines para las longitudes, peso y fuerza dinamométrica máxima, la curva de la estatura sirve de referencia, así como la edad media de menarquia en las chicas (12,75 años).

En ambos sexos, la velocidad máxima de crecimiento para el peso (PWV) ocurre después del PHV, el pico de velocidad para la longitud del miembro inferior ocurre antes que el de la estatura, mientras que el pico de velocidad para la talla sentado ocurre después de la estatura. El crecimiento más rápido de las piernas es característico del inicio de la adoles-

cencia. Estas características han sido encontradas por Malina et al. (1988), en un amplio estudio interpoblacional, en todas las poblaciones bien alimentadas de Europa y Norteamérica.

La comparación de los parámetros biológicos derivados del modelo I de Preece-Baines permitirán establecer un orden cronológico de desarrollo somático diferencial. El conjunto de parámetros biológicos que se han derivado se presentan a continuación:

| Parámetros biológicos (*) | PESO | TALLA SENTADO | LONGITUD DEL MIEMBRO INFER. | FDM (derecha) | FDM (izquierda) |
|------------------------------------|-------|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------|
| Chicos | | | | | |
| Velocidad: | | | | | |
| - al inicio del estirón | 3,68 | 1,77 | 2,62 | 1,55 | 2,06 |
| - al pico del estirón | 5,38 | 3,69 | 4,04 | 5,57 | 4,72 |
| Dimensiones: | | | | | |
| - al inicio del estirón | 29,73 | 73,43 | 64,47 | 12,56 | 12,46 |
| - al pico del estirón | 53,65 | 83,66 | 75,01 | 34,39 | 33,60 |
| Edad: | | | | | |
| - al inicio del estirón (años) | 8,51 | 10,31 | 9,51 | 7,01 | 8,02 |
| - al pico del estirón (años) | 13,96 | 14,40 | 12,80 | 14,61 | 14,96 |
| Dimensión adulta | 72,65 | 90,93 | 83,13 | 49,93 | 48,51 |
| Crecimiento puberal (ΔG) | 42,92 | 17,50 | 18,66 | 37,37 | 36,05 |

Tabla 3.- (*) Las unidades de medida de los parámetros biológicos de la tabla son las siguientes: Peso, FDM y sus ΔG , en kg; sus velocidades en kg/año. La longitud del miembro inferior, la talla sentado y sus AG, en cm; sus velocidades en cm/año.

| Parámetros biológicos (*) | PESO | TALLA SENTADO | LONGITUD DEL MIEMBRO INFER. | FDM (derecha) | FDM (izquierda) |
|------------------------------------|-------|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------|
| Chicas | | | | | |
| Velocidad: | | | | | |
| - al inicio del estirón | 2,46 | 1,99 | 2,51 | 1,84 | 1,57 |
| - al pico del estirón | 6,58 | 3,45 | 3,99 | 3,14 | 2,91 |
| Dimensiones: | | | | | |
| - al inicio del estirón | 31,76 | 67,92 | 63,78 | 11,81 | 11,84 |
| - al pico del estirón | 46,11 | 78,19 | 70,42 | 20,79 | 19,86 |
| Edad: | | | | | |
| - al inicio del estirón (años) | 8,47 | 8,04 | 9,31 | 8,26 | 8,38 |
| - al pico del estirón (años) | 12,16 | 12,04 | 11,45 | 12,08 | 12,20 |
| Dimensión adulta | 56,18 | 85,76 | 75,48 | 27,45 | 25,67 |
| Crecimiento puberal (ΔG) | 24,42 | 17,84 | 11,70 | 15,64 | 13,83 |

Tabla 4.- (*)Las unidades de medida de los parámetros biológicos de la tabla son las siguientes: Peso, FDM y sus ΔG , en kg; sus velocidades en kg/año. La longitud del miembro inferior, la talla sentado y sus AG, en cm; sus velocidades en cm/año.

Respecto al parámetro más significativo, la edad en el momento del pico del estirón, el orden de desarrollo somático de las variables consideradas es el siguiente:

| CHICOS | edad del pico del estirón | DIFERENCIA respecto a la edad del PHV (en años) |
|----------------------------------|---------------------------|---|
| 1. Longitud del miembro inferior | 12,80 | -0,53 |
| 2. Estatura | 13,33 | 0 |
| 3. Peso | 13,96 | +0,63 |
| 4. Talla sentado | 14,40 | +1,07 |
| 5. FDM (mano der.) | 14,61 | +1,28 |
| 6. FDM (mano izq.) | 14,96 | +1,63 |

| CHICAS | edad del pico del estirón | DIFERENCIA respecto a la edad del PHV (en años) |
|----------------------------------|---------------------------|---|
| 1. Longitud del miembro inferior | 11,45 | -0,40 |
| 2. Estatura | 11,85 | 0 |
| 3. Talla sentado | 12,04 | +0,19 |
| 4. FDM (mano der.) | 12,08 | +0,23 |
| 5. Peso | 12,16 | +0,31 |
| 6. FDM (mano izq.) | 12,20 | +0,35 |
| 7. Menarquia | 12,75 | +0,90 |

En ambos sexos la longitud del miembro inferior llega a su pico de velocidad antes que la longitud del tronco. En los chicos, la talla sentado alcanza la velocidad máxima de crecimiento 1,07 años después de la estatura y 1,6 años después de la longitud de las piernas. En las chicas, la alcanza 0,19 años después de la estatura y 0,59 después de la longitud de la pierna. Si comparamos los valores de las diferencias respecto a la edad del PHV, en primer lugar se observa que en las chicas todo el desarrollo es más armónico respecto a la estatura, es decir, los picos se encuentran más agrupados que en los chicos. En éstos, no sólo se presenta mayor dispersión respecto a la edad del PHV, sino que el desarrollo es más tardío.

La dimensión que alcanza el pico en último lugar es la fuerza dinamométrica máxima (mano izquierda), tanto en varones (1,63 años después del PHV) como en mujeres (0,35 años más tarde que el PHV). Hay que resaltar que la menarquia acaece después, por ser el acontecimiento fisiológico que culmina el final del estirón puberal femenino, durante la parte de la curva en la que desciende la pendiente del pico del estirón, como señala Tanner (1978). El aumento de tejido muscular en el varón es notable durante la adolescencia. El pico de crecimiento muscular es más tardío que el de la velocidad estatura1 y se produce coincidiendo

con el pico de la talla sentado (Tanner, 1978). Esta coincidencia se da también en el sexo femenino, aunque el estirón puberal en fuerza muscular es anterior al de los chicos.

El estirón de la fuerza dinamométrica se encuentra más relacionado con el estirón del tronco que con el de la longitud de las piernas, en ambos sexos. Aunque en los chicos se presenta hacia el final del estirón en estatura, en las chicas se presenta muy poco después del PHV (ver curvas de la FDM, figuras 1 y 2). Es de resaltar que el momento de aparición del pico del estirón de la fuerza dinamométrica máxima en varones, guarda una interesante analogía con el momento de aparición de la menarquia en el sexo femenino. Dicha analogía es consecuencia de la influencia de las hormonas sexuales masculinas en el crecimiento y maduración del tejido muscular. Es por ello que, frecuentemente, la FDM es considerada un indicador indirecto de la maduración masculina (Preece, 1986).

CONCLUSION

Como se ha comprobado en el presente trabajo, la modelización matemática permite dilucidar la cronología de los acontecimientos madurativos y del desarrollo corporal durante la adolescencia, siendo de gran ayuda para los antropólogos que trabajan en el campo del crecimiento y desarrollo humano. Por ello, el PB1 viene siendo empleado en diversas investigaciones, en particular en los estudios auxológicos que se se están realizando en la provincia de Vizcaya (Rebato y Rosique, 1994; Rosique et al., 1993). La aplicación de modelos de crecimiento permite confirmar que para la especie humana muchas características de tipo fisiológico poseen su desarrollo máximo algo más tarde que las dimensiones corporales en si mismas y que el desarrollo progresa en líneas generales desde las zonas más distales (miembro inferior) a las proximales (tronco) en ambos sexos.

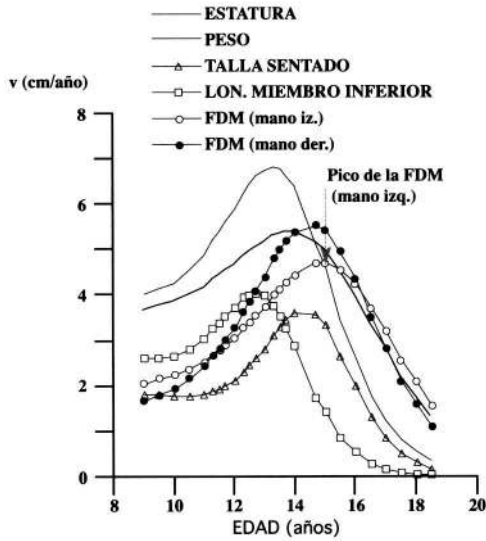


Figura 1.- Curvas de velocidad para las dimensiones corporales (chicos). El momento del Pico de la FDM (mano iz.) resalta la fase final del desarrollo músculo-esquelético.

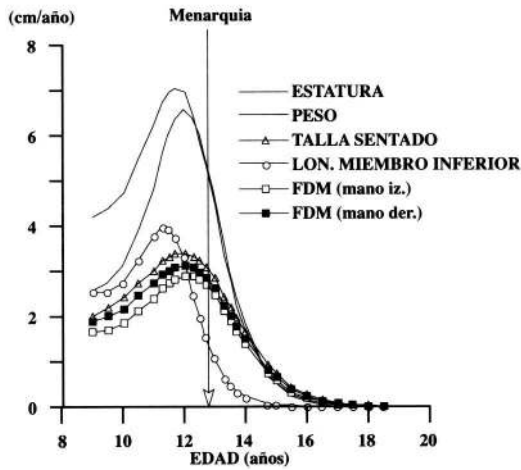


Figura 2.- Curvas de velocidad para las dimensiones corporales (chicas). Se ha destacado el momento de la menarquia para resaltar la fase final de la maduración femenina.

BIBLIOGRAFIA

- Bogin, B (1988). *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Dixon, W.J. (1983): *BMDP Statistical Software*. Univ. of California. Press. Berkeley.
- Hauspie, R (1986). *Croissance. L'Homme, son evolution sa diversité*. Ed. du CNRS. Paris.
- Malina, RM, Bouchard, C y Beunen, C (1988). *Human Growth: Selected aspects of current research on well-nourished children*. *Annual Review of Anthropology* 17: 187-219.
- Marubini, E (1978). *The fitting of longitudinal growth data of man*. In *Auxology: Human Growth in Health and Disorder*, ed. L. Gedda and P. Parisi, pp. 132-32. London: Academic Press.
- Preece, M. A. (1986). *Prepubertal and pubertal endocrinology*. In *Human Growth v.2. Postnatal Growth. Neurobiology*. Ed. by F. Falkner and J. M. Tanner. Plenum Press. New York. pp. 211-224.
- Preece, MA and Baines, MJ (1978). *A new family of mathematical models describing the human growth curve*. *Annals of Human Biology*, 5, 1-24.
- Rebato, E y Rosique, J (1994). *Aplicación de modelos matemáticos a las curvas de crecimiento de escolares vizcaínos: un estudio comparativo*. *Cuad. Secc. Antrop. y Etnog.* nº 11 : 225-240.
- Rosique, J, Gonzalez Apraiz, Ay Rebato, E(1993). *Ajuste de datos transversales al estudio del modelo de crecimiento humano de una población costera de Vizcaya*. *Bol. Soc. Esp. Antrop. Biol.* vol.14: 179-192.
- Siegel, S. (1956). *Nonparametrics Statistics for Behavioural Sciences*. London: McGraw-Hill.
- Tanner, J. M. (1955). *Growth at adolescence*. Blackwell scient. public. Oxford.
- Tanner, J. M. (1978). *Foetus into Man*. En la traducción italiana: *Auxologia. Dal feto all'uomo*. UTET. Torino-1981.
- Tanner, JM and Davies, PW (1985) *Clinical Longitudinal Standards for Height and Height Velocity for North American Children*. *The Journal of Pediatrics*. 107: 317-329.
- Timiras, PS (1972). *Developmental Physiology and Aging*. New York: Macmillan Publishing Co.
- Weiner, JS and Lourie, JA (1981). *Practica1 Human Biology*. Academic Press. London