

APLICACION DEL CALCULO DE VALORES ANTROPOMETRICOS MEDIANTE MICROPROCESADOR AL DIAGNOSTICO NUTRICIONAL

Luis García-Diz,¹ Isabel Goñi² y Gregorio Varela³

Departamento de Fisiología, Cátedra de Nutrición,
Facultad de Farmacia, Universidad Complutense,
Madrid, España

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue buscar la posibilidad de realizar un primer diagnóstico nutricional, lo más preciso posible, a partir de información antropométrica, en niños de edad escolar (6 a 14 años), de Madrid.

Para ello, dos antropometristas debidamente entrenados obtuvieron datos de talla completa y de rodillas, circunferencia cefálica y torácica, y peso en una muestra aleatoria integrada por 333 niños y niñas que cursan sus estudios en un colegio nacional del centro urbano de Madrid.

Se presentan y analizan los datos recogidos, y a partir de ellos calculamos las ecuaciones de ajuste de cada una de las variables antropométricas en función de la edad y del sexo, así como algunas relaciones entre ellas mismas. Su empleo simplifica la obtención de los valores de referencia biométricos, además de permitir interpolaciones precisas para edades concretas. Todos estos algoritmos han sido traducidos a sentencias BASIC para su fácil incorporación a cualquier microprocesador.

Igualmente presentamos un primer modelo de diagnóstico sobre la historia nutricional pasada y presente de los niños en función de la edad y sexo, talla completa y de rodillas, y peso de cada uno de ellos. En este caso también aportamos el "programa", en BASIC, necesario para su incorporación a ordenadores.

Manuscrito modificado recibido: 9-5-84.

- 1 Profesor Adjunto de Fisiología y Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria, Madrid 3, España.
- 2 Profesor Ayudante de Fisiología y Nutrición de la misma Facultad de Farmacia.
- 3 Catedrático Director del Departamento de Fisiología y Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, y Director del Instituto de Nutrición del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ciudad Universitaria, Madrid 3, España.

INTRODUCCION

La evaluación del estado nutricional a partir de variables antropométricas cobra, día a día, mayor importancia. El uso de material de precisión especialmente diseñado para este fin, así como el control riguroso del personal que interviene en la recogida directa de los datos, ha convertido a la antropometría en una ayuda muy eficaz, y casi ineludible a la hora de elaborar cualquier diagnóstico nutricional (1-4).

Ahora bien, tan importante como el "valor obtenido" en el sujeto, lo es el "valor de contraste" contra el que se va a comparar, y que servirá de base para el diagnóstico. La publicación, por Eveleth y Tanner (5), de un compendio mundial de tablas de referencia para distintas poblaciones, pone a disposición de los nutriólogos los valores "esperados" para cada edad, sexo, o grupo étnico, en algunas situaciones determinadas, aunque sin agotar todo el espectro posible; quedan, aún, innumerables lagunas por rellenar en este campo. Sea como sea, se acepta el uso de tablas internacionales para cumplir tal cometido (5, 6), mientras no se disponga de alternativas más idóneas.

El último paso en la evaluación nutricional consiste en la contrastación de los valores obtenidos contra los de referencia elegidos, proceso que fácilmente puede automatizarse con el auxilio de un "ORDENADOR", con gran capacidad de memoria para contener todos los valores de las tablas de referencia, o programando funciones que permitan la estimación de éstos.

La incorporación del cálculo automático y sus normas a la ciencia de la nutrición (7, 8), unido al gran incremento actual —en todos los laboratorios de investigación— de los "ORDENADORES PERSONALES", muy fáciles de manejar pero con capacidad de memoria algo limitada, harían aconsejable que las citadas tablas de referencia se acompañaran de un algoritmo sencillo. Este tendría que ser fácilmente programable para permitir el cálculo, en cada momento, del valor esperado para la variable antropométrica y, por comparación con el suministrado como real, se podría realizar la evaluación nutricional de forma inmediata. El uso de estas ecuaciones permitiría además, calcular el valor esperado para la edad concreta del sujeto, en años, meses y días, evitando así las aproximaciones a un año que suelen hacerse al manejar las tablas usuales.

Por ello hemos creído de gran interés suministrar, junto a las clásicas tablas de valores obtenidos, una serie de "algoritmos" de algunas variables antropométricas correspondientes a escolares madrileños, de ambos sexos y de edades comprendidas entre los 6 y 14 años. Incluimos, asimismo, dos sencillas rutinas, realizadas en BASIC, en las que ya están programados dichos algoritmos, para calcular los valores hallados y poder realizar un diagnóstico antropométrico del estado nutricional. Dichas rutinas pueden ser usadas en cualquier microprocesador que disponga de este lenguaje.

MATERIAL Y METODOS

Este estudio se realizó en un colegio situado en el centro urbano de Madrid, donde cursan sus estudios de Educación General Básica (EGB), niños y niñas de seis a 14 años, pertenecientes a familias de clase media. Forma parte de una investigación más amplia sobre la alimentación de los

escolares españoles y algunas de sus consecuencias, que se está llevando a cabo actualmente, en nuestro laboratorio.

Los sujetos estudiados fueron elegidos mediante sorteo, estableciéndose 16 grupos provisionales de 25 sujetos de cada sexo por cada uno de los niveles de las dos etapas de que consta la Educación General Básica. La falta de la necesaria aprobación, por parte de los padres o tutores, en cuanto a la participación de sus hijos en el estudio, o la inasistencia al colegio de algunos sujetos los días en que se hizo la toma de datos, redujo el número inicial de seleccionados. En consecuencia, se contó con 164 varones y 169 niñas, con los que establecimos los grupos definitivos por edades.

La toma de datos se efectuó en las propias instalaciones del colegio, durante los meses de febrero y marzo de 1983. Para ello se desplazó el material y personal necesarios para realizar las medidas biométricas, que se efectuaron por las mañanas, con los sujetos en ayunas y desnudos.

Las variables obtenidas de cada uno fueron: peso (P), talla completa (T), talla de rodillas (TR), circunferencia cefálica (CC) y circunferencia torácica (CT). Estas fueron tomadas en los lugares apropiados (9) por duplicado, por dos personas entrenadas según los criterios internacionales (2, 10, 11), y contando con aparatos de precisión. El peso se determinó con una balanza SECA ALPHA 770 (precisión 0.1 kg), las tallas con el auxilio de un estadiómetro HARPENDER (precisión 1 mm), y los perímetros corporales con una cinta métrica MEDICON INSTRUMENTS (precisión 1 mm).

Los datos obtenidos se agruparon por sexos y edades presentándose, en las distintas tablas, los valores medios acompañados de la desviación estándar.

El test utilizado para el análisis estadístico de las diferencias entre medias fue la prueba de "t" de Student (12, 13).

Los cálculos de las funciones polinómicas, logarítmicas, potenciales y exponenciales entre las distintas variables, se efectuaron por el método de los mínimos cuadrados (13, 14), con el auxilio de un microprocesador CBM 4032 y programas de ajustes multivariantes (15, 16). Se usó como criterio de selección los valores máximos del coeficiente de determinación (R^2) y mínimos del error estándar (ES) hallados para cada función ajustada.

La posible variación con la edad de los cocientes P/T y P/T^2 se analizó comprobando el nivel de significación del coeficiente de regresión lineal (12, 13).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las Tablas 1 y 2 muestran los datos obtenidos en cuanto a talla y alguno de sus segmentos, juntamente con los referentes al peso y las relaciones de éste con la talla. El análisis estadístico efectuado entre los grupos de distintas edades, confirma el incremento paulatino de los segmentos longitudinales y del peso, tal como corresponde a esta época de crecimiento (17-19). En comparación con los datos de referencia usuales (5, 20, 21) puede comprobarse la adecuación de los valores encontrados en esta población escolar madrileña, a los valores medianos esperados para su edad.

TABLA 1

VALORES DE TALLAS, PESO, Y SUS RELACIONES, EN NIÑOS VARONES DE DISTINTAS EDADES

Edad años	No.	T cm	TR cm	LP cm	P kg	P/T kg/m	P/T2 kg/m ²
*6- 7	18	117.39 ± 4.13 ^a	88.29 ± 2.66 ^a	29.11 ± 1.74 ^a	22.2 ± 2.9 ^a	18.9 ± 2.0 ^a	16.1 ± 1.5 ^a
*7- 8	21	126.24 ± 5.48 ^b	94.67 ± 3.72 ^b	31.57 ± 1.87 ^b	26.9 ± 3.9 ^b	21.2 ± 2.4 ^b	16.8 ± 1.6 ^a
*8- 9	16	130.75 ± 3.95 ^c	97.60 ± 2.85 ^c	33.16 ± 1.50 ^c	29.6 ± 6.5 ^b	22.5 ± 4.5 ^b	17.2 ± 3.1 ^a
*9-10	25	134.85 ± 5.40 ^d	100.48 ± 3.70 ^d	34.40 ± 1.95 ^d	32.0 ± 5.5 ^b	23.7 ± 3.5 ^b	17.5 ± 2.3 ^a
10-11	17	140.63 ± 4.94 ^e	104.23 ± 3.21 ^e	36.41 ± 1.93 ^e	35.2 ± 5.5 ^b	25.0 ± 3.3 ^b	17.7 ± 2.0 ^a
11-12	25	145.99 ± 9.70 ^f	107.47 ± 3.84 ^f	37.64 ± 1.78 ^f	39.2 ± 5.7 ^c	27.0 ± 3.1 ^c	18.6 ± 2.3 ^a
12-13	23	149.99 ± 5.40 ^f	110.50 ± 6.33 ^g	39.50 ± 3.55 ^g	42.7 ± 9.8 ^c	28.2 ± 4.9 ^c	18.8 ± 2.5 ^a
13-14	19	158.66 ± 6.20 ^g	117.61 ± 4.48 ^h	41.01 ± 2.13 ^h	47.7 ± 7.2 ^c	30.0 ± 4.0 ^c	18.9 ± 2.4 ^a

1 Los valores representan la media y desviación estándar y distintas letras indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los grupos de edades consecutivas, según el test de la "t" de Student.

2 *Datos aceptados para su publicación por la Revista Clínica Española, 1984 (25).

TABLA 2

VALORES DE TALLAS, PESO Y SUS RELACIONES, EN NIÑAS DE DISTINTAS EDADES

Edad años	No.	T cm	TR cm	LP cm	P kg	P/T kg/m	P/T2 kg/m ²
*6- 7	19	117.29 ± 5.55 ^a	88.50 ± 3.97 ^a	28.79 ± 1.74 ^a	21.9 ± 3.7 ^a	18.6 ± 2.5 ^a	15.8 ± 1.6 ^a
*7- 8	20	124.90 ± 5.52 ^b	93.39 ± 3.77 ^b	31.51 ± 1.95 ^b	25.6 ± 4.1 ^b	20.4 ± 2.5 ^b	16.3 ± 1.5 ^a
*8- 9	17	129.61 ± 5.81 ^c	96.74 ± 3.93 ^c	32.87 ± 2.08 ^c	28.3 ± 4.9 ^b	21.7 ± 3.0 ^b	16.7 ± 2.0 ^a
*9-10	22	135.06 ± 5.53 ^d	100.37 ± 3.65 ^d	34.68 ± 2.14 ^d	30.9 ± 5.0 ^b	22.8 ± 3.3 ^b	16.9 ± 2.2 ^a
10-11	21	140.55 ± 7.84 ^e	104.57 ± 5.67 ^e	35.98 ± 2.36 ^e	35.6 ± 6.4 ^c	25.5 ± 3.5 ^c	17.9 ± 2.2 ^a
11-12	18	143.54 ± 6.80 ^e	107.07 ± 5.28 ^e	36.47 ± 1.85 ^e	38.4 ± 7.8 ^c	26.6 ± 4.5 ^c	18.5 ± 2.7 ^a
12-13	22	151.95 ± 5.53 ^f	113.33 ± 4.12 ^f	38.62 ± 1.72 ^f	42.5 ± 6.4 ^c	27.9 ± 3.6 ^c	18.4 ± 2.2 ^a
13-14	30	156.27 ± 4.76 ^g	116.65 ± 3.43 ^g	39.62 ± 1.79 ^g	46.9 ± 7.3 ^d	29.9 ± 4.0 ^c	19.1 ± 2.2 ^a

Ello indica la idoneidad de su crecimiento y su buen estado nutricional, considerado en términos globales y según los criterios de talla para edad, peso para edad, y peso para talla, respectivamente (4, 18, 19, 22).

La relación P/T cambia de año en año ($P < 0.05$), mientras que el aumento del cociente P/T2 es tan suave que no es posible detectar diferencias significativas entre dos edades consecutivas, aunque éstas aparecen entre los grupos etarios extremos. El análisis de regresión a que se sometieron estas variables con la edad, dio como resultado coeficientes de regresión (P/T en niños 1.518 ± 0.046 , en niñas 1.595 ± 0.054 , y P/T2 en niños 0.405 ± 0.031 y en niñas 0.476 ± 0.053) distintos de 0 y con un nivel de significación de $P \ll 0.01$ en todos los casos. Estas dependencias de la edad de los índices señalados ya han sido referidas por otros autores (2, 3, 5). A pesar de ello, la menor variación anual del índice de Quetelet (P/T2), frente al P/T (0.4 frente a 1.5 unidades/año), le hacen de elección para su uso entre los 6 y 14 años, tanto en niños como en niñas, si no se dispone de una relación realmente independiente del tiempo.

Otros parámetros útiles en los estudios antropométricos, como son la circunferencia cefálica (CC) y la torácica (CT), así como la relación entre ambas (CT/CC), se resumen en las Tablas 3 y 4. La gran importancia de estos perímetros corporales para juzgar el estado nutricional en la infancia, requiere el conocimiento simultáneo de ambos (19, 22), siendo la relación entre ellos el índice más sencillo (22).

TABLA 3

VALORES DE ALGUNOS PERIMETROS CORPORALES EN NIÑOS
VARONES DE DISTINTAS EDADES

Edad años	No.	CC cm	CT cm	CT/CC
*6- 7	18	52.3 ± 1.7^a	59.6 ± 2.9^a	1.139
*7- 8	21	53.0 ± 1.3^a	63.5 ± 3.5^b	1.196
*8- 9	16	52.6 ± 1.5^a	64.8 ± 6.5^b	1.231
*9-10	25	53.5 ± 1.3^b	66.9 ± 4.4^b	1.250
10-11	17	53.5 ± 1.3^b	70.0 ± 5.1^c	1.307
11-12	25	53.9 ± 1.4^b	72.6 ± 4.5^d	1.347
12-13	23	54.2 ± 1.5^b	74.8 ± 6.9^d	1.380
13-14	19	54.7 ± 1.7^b	78.4 ± 4.8^c	1.432

Los valores de estos perímetros pueden considerarse "normales" para el rango de edades estudiado (5), y el cociente entre ambos se halla suficientemente alejado de valores iguales o inferiores a la unidad, indicativos de desnutrición crónica y aguda en edades tempranas (22).

Junto a este análisis previo, que indica el buen estado nutricional de los niños que conformaron la muestra —juzgados por criterios antropométricos—, el control minucioso y preciso de sus ingestas, tanto en el centro

TABLA 4

VALORES DE ALGUNOS PERIMETROS CORPORALES EN NIÑAS DE DISTINTAS EDADES

Edad años	No.	CC cm	CT cm	CT/CC
6- 7	19	51.3 ± 1.2 ^a	57.6 ± 3.4 ^a	1.123
7- 8	20	52.2 ± 1.5 ^a	60.6 ± 4.5 ^b	1.162
8- 9	17	52.5 ± 1.1 ^a	62.4 ± 4.5 ^b	1.188
9-10	22	52.3 ± 1.0 ^a	64.8 ± 5.6 ^b	1.240
10-11	17	53.5 ± 1.3 ^a	70.0 ± 5.1 ^c	1.307
11-12	25	53.9 ± 1.4 ^a	72.6 ± 4.5 ^c	1.347
12-13	23	54.2 ± 1.5 ^a	74.8 ± 6.9 ^c	1.380
13-14	19	54.7 ± 1.8 ^b	78.4 ± 4.8 ^d	1.432

escolar como en sus casas no señaló inadecuaciones en su alimentación (23). A partir de lo expuesto, hemos utilizado los datos antropométricos de este colectivo escolar, para dar comienzo a la confección de los patrones de crecimiento de la población escolar madrileña, ausentes de nuestra bibliografía desde el año 1968 (24). Estos podrán servir como punto de referencia, así como para el análisis de los escolares de zonas deprimidas o de colegios de élite, de la capital de España.

Con los datos obtenidos se ha realizado el ajuste estadístico de varias funciones polinómicas, de grados 1 a 6, semilogarítmicas y doble logarítmicas, eligiendo en cada caso la que presentaba un mejor ajuste. Esto se decidió en base al mayor coeficiente de determinación (R²) y el menor error estándar (ES) (13, 14). A partir de estas funciones pueden calcularse de los valores antropométricos deseados para cada edad concreta, puesto que permiten interpolaciones precisas, dentro del rango estudiado. Con ello, no solo puede prescindirse de la reproducción o "memorización" de toda la tabla de valores para cada grupo etario, sino que es posible disponer de los valores más probables para las edades intermedias no presentes en las tablas, todo ello con una sola fórmula. El conocimiento de esta ecuación y una sencilla calculadora, nos permiten obtener, en un momento, el valor "esperado" de cada parámetro antropométrico de nuestra muestra para cada edad concreta.

El primer análisis de este tipo lo efectuamos con los valores de la talla en función de la edad. Este parámetro sirve de base para la detección de posible desnutrición pretérita que afectara el crecimiento (4, 6, 17-19, 22). El mejor ajuste lo presentó la parábola de tercer grado (ecuaciones 1 y 2).

(1) Niños:

$$T = -21.7464 + 39.2135 Ed - 3.4882 Ed^2 + 0.1165 Ed^3$$

$$R^2 = 0.9968 \quad ES = 0.9993$$

(2) Niñas:

$$T = 25.9727 + 23.3982 Ed - 1.8188 Ed^2 + 0.0595 Ed^3$$

$$R2 = 0.9956 \quad ES = 1.1742$$

En segundo lugar buscamos la mejor relación matemática entre el peso de los escolares y su edad, encontrando para ella funciones polinómicas de quinto grado (ecuaciones 3 y 4). Estas funciones se pueden usar para determinar la idoneidad o inadecuación del peso observado frente al esperado, para cada edad en particular, siendo este hecho indicativo de desnutrición o sobrealimentación presente (4, 6, 17-19).

(3) Niños:

$$P = -724.8693 + 368.5279 Ed - 72.1465 Ed^2 + 7.0185 Ed^3$$

$$- 0.3374 Ed^4 + 0.0064 Ed^5$$

$$R2 = 0.9996 \quad ES = 0.3115$$

(4) Niñas:

$$P = -1428.9235 + 764.9178 Ed - 159.3700 Ed^2 + 16.3858 Ed^3$$

$$- 0.8288 Ed^4 + 0.0165 Ed^5$$

$$R2 = 0.9994 \quad ES = 0.3961$$

Establecidas las relaciones del peso y la talla con la edad, se procedió a buscar las funciones que permitieran calcular el peso correspondiente a determinada estatura. En esta ocasión los polinomios de segundo y tercer grados presentaron un ajuste similar, escogiéndose el primero de ellos por su mayor sencillez matemática (ecuaciones 5 y 6).

(5) Niños:

$$P = -5.7816 - 0.0518 T + 0.0025 T^2$$

$$R2 = 0.9984 \quad ES = 0.4424$$

(6) Niñas:

$$P = 13.3747 - 0.3562 T + 0.0036 T^2$$

$$R2 = 0.9946 \quad ES = 0.7522$$

Puesto que, según estos ajustes, el peso depende de la edad elevada al exponente 5 y la talla lo hace de la potencia 3, la relación entre ambas debería estar próxima a 2, tal como nos confirmó el ajuste de esta última función.

El uso constante de relaciones peso/talla como índices nutricionales, nos motivaron a buscar una relación entre ambos que fuese realmente independiente de la edad, para lo cual calculamos el coeficiente de regresión de la función:

$$P / T^b = K$$

$$\ln P = a + b \ln T$$

(7) Niños:

$$\ln P = -9.1433 + 2.5703 \ln T$$

(8) Niñas:

$$\ln P = -9.6143 + 2.6642 \ln T$$

El exponente a que ha de elevarse la talla para que su cociente con el peso sea constante e independiente de la edad, entre los 6 y 14 años, es 2.5703 ± 0.0425 para los niños y 2.6642 ± 0.0730 para las niñas.

Otras variables antropométricas cuyo uso es cada vez más generalizado, como son los perímetros corporales, también fueron sometidas al mismo tipo de análisis matemático y las ecuaciones ajustadas para el contorno cefálico fueron polinomios de grado 3 (ecuaciones 9 y 10).

(9) Niños:

$$CC = 47.2451 + 1.3985 Ed - 0.1223 Ed^2 + 0.0044 Ed^3$$

$$R2 = 0.9314 \quad ES = 0.2797$$

(10) Niñas:

$$CC = 26.8287 + 7.7064 Ed - 0.7737 Ed^2 + 0.0260 Ed^3$$

$$R2 = 0.9745 \quad ES = 0.1520$$

El perímetro torácico de cada uno de los sexos, medido al nivel de los pezones, puede obtenerse a partir de una función de quinto grado de la edad (ecuaciones 11 y 12).

(11) Niños:

$$CT = -1434.2404 + 778.6194 Ed - 160.1850 Ed^2 + 16.2618 Ed^3$$

$$-0.8130 Ed^4 + 0.0160 Ed^5$$

$$R2 = 0.9998 \quad ES = 0.1283$$

(12) Niñas:

$$CT = -2584.6723 + 1430.4267 Ed - 305.0762 Ed^2 + 32.0184 Ed^3$$

$$-1.6516 Ed^4 + 0.0335 Ed^5$$

$$R2 = 0.9980 \quad ES = 0.6645$$

Ya que en muchas ocasiones, el poder establecer el perímetro torácico esperado para un contorno cefálico determinado, en aquellos casos de interés, ya sea por desconocimiento de la edad del sujeto o por cualquier otra causa, es una necesidad, buscamos la relación matemática que ligara con el menor error posible ambos parámetros antropométricos (ecuaciones 13 y 14).

(13) Niños:

$$CT = 435784.69 - 24413.68 CC + 455.7745 CC^2 - 2.8350 CC^3$$

$$R2 = 0.9488 \quad ES = 1.8792$$

(14) Niñas:

$$CT = 708179.11 - 31274.36 CC + 246.9679 CC^2 + 5.0498 CC^3$$

$$-0.0628 CC^4$$

$$R2 = 0.9455 \quad ES = 2.9014$$

Todas estas funciones (ecuaciones 1 a la 14) pueden ser utilizadas para calcular los valores encontrados por nosotros para una población infantil madrileña bien alimentada, sin necesidad de disponer de todos los datos suministrados en la Tablas 1, 2, 3 y 4. Las sentencias BASIC que

permitirían la inclusión de estos algoritmos en cualquier "programa" de ordenador son:

```

1000 REM *****
1001 REM **
1002 REM ** ENTRADA DE SUBRRUTINA DE CALCULO DE **
1003 REM ** VALORES "ESPERADOS" **
1004 REM ** ED = EDAD DEL SUJETO **
1005 REM ** SX$ = SEXO DEL SUJETO **
1006 REM **
1007 REM *****

1050 IFSX$ = "NIÑA" THEN 1200

1100 T = -21.7464 + ED*(39.2135 + ED*(-3.4882 + ED*.1165))

1110 P = -724.8693 + ED*(368.5279 + ED*(-72.1465 + ED*7.0185))
1112 P = P + ED*ED*ED*ED*(-.3374 + ED*.0064)

1120 CC = 47.2451 + ED*(1.3985 + ED*(-.1223 + ED*.0044))

1130 CT = -1434.2404 + ED*(778.6194 + ED*(-160.1850 + ED*16.2618))
1132 CT = CT + ED*ED*ED*ED*(-.813 + ED*.016)

1140 RETURN

1200 T = 225.9727 + ED*(23.3982 + ED*(-1.8188 + ED*.0595))

1210 P = -1428.9235 + ED*(764.9178 + ED*(-159.37 + ED*16.3858))
1212 P = P + ED*ED*ED*ED*(-.8288 + ED*.0165)

1220 CC = 26.8287 + ED*(7.7064 + ED*(-.7737 + ED*.026))

1230 CT = -2584.6723 + ED*(1430.4267 + ED*(-305.0762 + ED*32.0184))
1232 CT = CT + ED*ED*ED*ED*(-1.6516 + ED*.0335)

1240 RETURN

```

Esta subrutina necesita como datos de entrada la edad y sexo del sujeto, y ofrece como datos de salida la talla (T), peso (P), contorno cefálico (CC) y torácico (CT), esperados. Sería muy fácil de agregar a dicha subrutina las fórmulas de cálculo del P en función de la T y CT en función de CC, añadiendo la talla y circunferencia cefálica observadas a la información de entrada.

Por último, y con la intención de combinar las técnicas estadísticas de análisis multivariante (14) y la potencialidad de trabajo de los pequeños "ordenadores personales" (15, 16), hemos realizado el ajuste de dos funciones clave para el diagnóstico antropométrico de la historia nutricional, pasada y presente, de los niños de 6 a 14 años.

Puesto que la desnutrición temprana y crónica afectan, sobre todo, al

crecimiento de los huesos largos (17-19, 22), estos episodios alteran la proporción que éstos deben guardar con respecto a la talla total. La comparación entre la medida de un segmento representativo de este tipo óseo, y el valor que cabría esperar para él, en función de la edad y estatura del sujeto, podría ser un índice muy sensible a las desnutriciones crónicas, e independiente de la edad y talla del niño. La falta de "armonía" presente en cada etapa del desarrollo, entre los distintos segmentos corporales, sería el criterio utilizado para el diagnóstico (22).

Como segmento representativo de zona de huesos largos escogimos la longitud de piernas más el pie (LP), deducida de la diferencia entre talla total (T) y talla de rodillas (TR), ya que esta última puede ser tomada más fácilmente y con mayor exactitud, que la talla sentado. Calcular el segmento correspondiente a las piernas más el pie (LP) en función de la edad y el resto de la talla (TR), ofrece la posibilidad de tabular la longitud de piernas esperada para niños de la misma edad y diferente talla, o de igual estatura y distinta edad, individualizando en gran manera los valores de referencia y, consiguientemente, afinando las posibilidades de diagnóstico. En esta forma se evita sobrevalorar los datos con los que se deben contrastar los niños de menor estatura, o subvalorar los esperados para los sujetos altos. La función deducida a partir de la muestra estudiada es:

(15) Niños:

$$LP = 11.9894 + 1.2456 \text{ Ed} + 0.1068 \text{ TR}$$

$$R2 = 0.9963 \quad ES = 0.2896$$

(16) Niñas:

$$LP = -1.3466 + 0.1246 \text{ Ed} + 0.3404 \text{ TR}$$

$$R2 = 0.9832 \quad ES = 0.5577$$

Si el valor obtenido y el esperado para una edad y talla determinadas coinciden, puede suponerse una adecuación de la historia nutricional pasada, independientemente de que el niño sea "bajo, normal o alto" para su edad. Un descenso notorio del valor obtenido frente al esperado, sería un claro índice de desnutrición crónica pasada (22). Por el contrario, un valor de longitud de piernas (LP) más alto del esperado apuntaría hacia una posible disfunción endocrina como causante de un crecimiento hipertrófico de los huesos largos (18, 19). La edad, talla completa y talla de rodillas pueden ser la base para analizar el probable pasado nutricional de los niños y niñas de 6 a 14 años.

Si la talla es el parámetro base para determinar los efectos de las desnutriciones crónicas, el peso lo es de las agudas (4, 6, 17-19, 22). Saber el peso que debería tener cada sujeto en concreto, a partir de su edad y "proporciones corporales", independizaría este valor de los posibles efectos negativos revelándonos el peso que cabría esperar para una constitución y edad determinadas. Lograríamos así contrastar cada valor individual con el que debería tener, en vez de realizarlo frente a los valores medios de una población de la misma edad, o con características similares.

En este último supuesto, los valores obtenidos para el peso de los niños y niñas de 6 a 14 años (P), se ajustaron para la edad (Ed), talla de rodillas (TR) y longitud de piernas más pie (LP) que mostraron todos y cada uno de los sujetos de la muestra, obteniendo los siguientes algoritmos:

(17) Niños:

$$P = -27.7116 + 2.1471 \text{ Ed} + 0.5964 \text{ TR} - 0.5804 \text{ LP}$$

$$R2 = 0.9972 \quad ES = 0.5932$$

(18) Niñas:

$$P = -32.0335 + 1.7587 \text{ Ed} + 0.7605 \text{ TR} - 0.8559 \text{ LP}$$

$$R2 = 0.9980 \quad ES = 0.5103$$

Cuando el peso de un niño sobrepasa el calculado con esta ecuación, se podría sospechar la existencia de una sobrealimentación actual, fuera cual fuera el pasado nutricional del sujeto, puesto que el valor calculado para servir de referencia es el que correspondería a su conformación corporal y edad, debiendo investigarse el posible desarrollo de obesidad. Valores coincidentes entre el peso observado y el esperado podrían ser utilizados como indicadores de adecuación dietaria en el momento en que se efectuó el estudio, como una alternativa frente a controles alimentarios más complejos y laboriosos. La última posibilidad consiste en encontrar pesos inferiores a los previstos, lo que sería indicativo de una desnutrición aguda que podría ser prolongación de una situación crónica persistente, o bien ser de nueva implantación. Esta información la conoceríamos después de efectuar el análisis anterior (ecuaciones 15 y 16).

Este proceso simple, que no requiere conocer más que la edad, talla completa y de rodillas, y el peso de cada niño, y que se resume en la Figura 1, puede servir de base para realizar un primer diagnóstico de la historia nutricional pasada y actual de cada individuo, a partir de las huellas que esa historia haya podido dejar sobre las variables biométricas citadas. Para realizarlo puede escogerse una forma manual. Para ello basta la ayuda de una sencilla calculadora, o automatizar el diagnóstico con la inclusión —en cualquier ordenador que posea lenguaje BASIC— de una rutina como la indicada a continuación.

```

2000 REM *****
2001 REM **          RUTINA DE DIAGNOSTICO NUTRITIVO          **
2003 REM **          A PARTIR DE VARIABLES ANTROPOMETRICAS    **
2004 REM **          ED   = EDAD DEL SUJETO                    **
2005 REM **          SX$  = SEXO DEL SUJETO                     **
2006 REM **          T1   = TALLA COMPLETA (REAL)              **
2007 REM **          R1   = T. DE RODILLAS (REAL)              **
2008 REM **          P1   = PESO REAL DEL SUJETO               **
2009 REM *****

```

2100 NV=.1

2110 L1=T1-R1

2120 S=0:IFSX\$="NIÑA"THEN S=1

2200 LP=11.9894 +1.2456*ED+.1068*R1

2201 IFS THEN LP=-1.3466+.1246*ED+ .3404*R1

2210 PA\$="CORRECTO"

2220 IF(L1-LP)/LP>=NV THEN PA\$="DISFUNCION ENDOCRINA":GOTO2400

2230 IF(LP-L1)/LP>=NV THEN PA\$="DESNUTRICION CRONICA"

2300 $P = -27.7116 + 2.1471 * ED + .5964 * R1 - .5808 * L1$

2301 IFS THEN $P = -32.0335 + 1.7587 * ED + .7605 * R1 - .8558 * L1$

2310 PR\$="CORRECTO"

2320 IF(P1-P)/P >= NV THEN PR\$="SOBREPESO (OBESIDAD)":GOTO 2400

2330 IF(P-P1)/P >= 10 THEN PR\$="DESNUTRICION AGUDA"

2400 PRINT"HISTORIA NUTRICIONAL PASADA :";PA\$

2410 PRINT"HISTORIA NUTRICIONAL PRESENTE:";PR\$

2500 RETURN

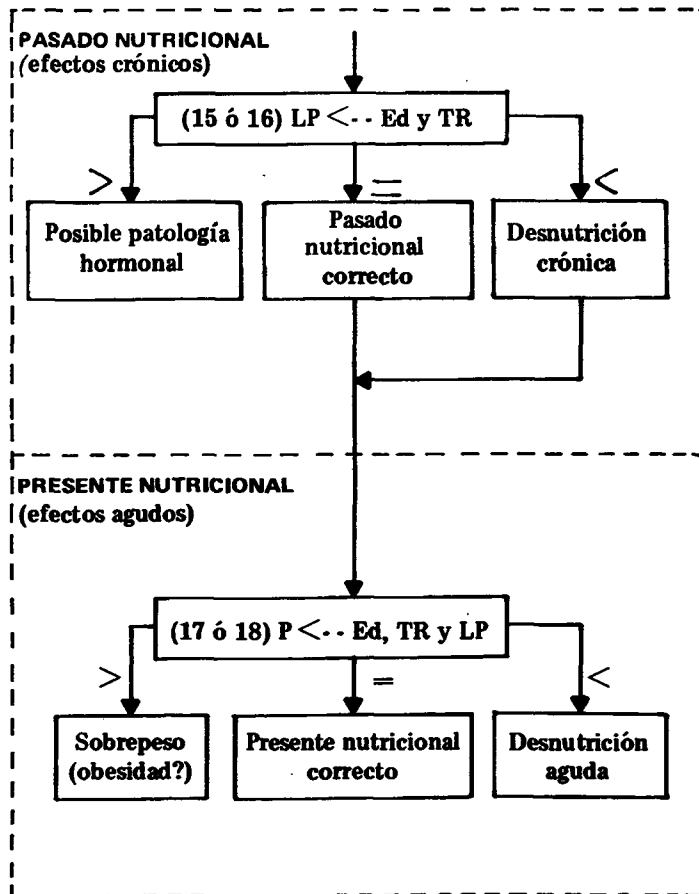


FIGURA 1

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su gratitud por la colaboración prestada, a la Dirección, personal y asociación de padres de alumnos (A.P.A.) del Colegio Joaquín Costa de Madrid, así como al Instituto Nacional de Promoción y Ayuda al Estudiante (I.N.A.P.E.).

SUMMARY

APPLICATION OF ANTHROPOMETRIC VALUES CALCULATED WITH MICROPROCESSOR TO THE NUTRITIONAL DIAGNOSIS

The purpose of this work was to determine the possibility of establishing the most accurate nutritional diagnosis based on anthropometric information in school boys and girls (6 to 14 years), from Madrid (Spain).

To carry out this work two well-trained anthropometrists obtained data of total and kneeling height, cephalic and thoracic circumference, and weight from an aleatory sample of 333 boys and girls who study at a national school in Madrid.

The collected data presented and analyzed, served as a basis to calculate the fitting equations of each anthropometric variable according to age and sex, as well as some relation among them. Their use simplifies the obtention of the biometric reference values, and allows precise interpolations for concrete ages. All of these algorithms have been translated into BASIC sentences to facilitate its incorporation into any microprocessor.

A first diagnostic pattern of the past and present nutritional history of children according to their age and sex, total and kneeling height and weight of each one of them is also presented. The BASIC program, necessary to incorporate it into computers, is included as well.

BIBLIOGRAFIA

1. Havlir, D. V., S. Murillo, E. Robles, A. Trejos & L. Mata. Nutritional status of the elderly in Palmares, Costa Rica. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **33**: 409-422, 1983.
2. Jordan, J. R. *Desarrollo Humano en Cuba*. La Habana, Editorial Científico Técnica, 1979.
3. Ramos Galván, R. Somatometría pediátrica. Estudio semi-longitudinal en niños de la ciudad de México. *Arch. Invest. Med.*, **6**: Supl. 11, 1975.
4. Tojo, R. Valoración del estado nutritivo. *Nutrición Clínica*, **3**: 26-46, 1983.
5. Eveleth, P. B. E. & J. M. Tanner. *Worldwide Variation in Human Growth*. Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
6. World Health Organization. *A Growth Chart for International Use in Maternal and Child Health Care*. Geneva, WHO, 1978.
7. Guzmán, M. A., R. Sibrián & R. Flores. Procedimientos básicos en el registro y proceso de datos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **33**: 257-267, 1983.
8. Maloff, C. H. & R. W. Zears. *Computers in Nutrition*. Washington, D. C., Ed. Artech, 1979.
9. Weiner, J. S. & C. H. Lourie. *Human Biology: A Guide to Field Methods*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1969. (IBP Handbook No. 98).

10. International Union for Nutritional Sciences (IUNS). The creation of growth standards, a committee report. *Am. J. Clin. Nutr.*, **25**: 218, 1972.
11. FAO/UNICEF/WHO. **Methodology of Nutritional Surveillance**. Geneva, WHO, 1976, p. 20-60. (Technical report Series, No. 53).
12. Rohlf, F. J. & R. R. Sokal. **Statistical Tables**. Ed. Freeman & Co., 1969.
13. Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. **Biometría**. Madrid, Editorial H. Blume, 1979.
14. Morrison, D. F. **Multivariate Statistical Methods**. 2a. ed. New York, N. Y., McGraw Hill International Book Co., 1978.
15. Ruckdeschel, F. R. **Basic Scientific Subroutines**. Vol. I. New York, N. Y., Byte/McGraw Hill Publication Co., 1981.
16. Ruckdeschel, F. R. **Basic Scientific Subroutines**. Vol. II. New York, N. Y., Byte/McGraw Hill Publication Co., 1981.
17. Tanner, J. M. **Growth at Adolescence**. 2a. ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications Ltd., 1962.
18. Winick, M. **Human Nutrition. Nutrition Pre- and Postnatal Development**. Vol. 1. New York and London, Plenum Press, 1980.
19. Jelliffe, D. B. & E. F. P. Jelliffe. **Human Nutrition. Nutrition and Growth**. Vol. 2. New York and London, Plenum Press, 1980.
20. Buckler, J. M. H. **A Reference Manual of Growth and Development**. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1979.
21. National Center for Health Statistics (NCHS). Growth charts. **Monthly Vital Stat.Rep**, **25**: suppl. 3, 1976.
22. Chávez, A. & C. Martínez. **Nutrición y Desarrollo Infantil**. México, D. F., México, Nueva Editorial Interamericana, 1979.
23. Moreiras-Varela, O. Instituto de Nutrición (CSIC), Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, Madrid, 1983. (Datos no publicados).
24. García Almansa, A., M. D. Fernández Fernández & J. M. Palacios Mateos. Patrones de crecimiento de niños españoles normales. *Rev. San. Hig. Pub.*, **46**: 1083-1091, 1972.
25. García-Diz, L., P. Carrasco & I. Goñi. Estudio antropométrico de una población infantil madrileña. *Rev. Clin. Esp.*, 1984. (En prensa).