



ORIGINAL

Índices numéricos Ebrí-metacarpofalángico y carpiano para el cálculo de la edad ósea y predicción de talla adulta

B. Ebrí Torné* e I. Ebrí Verde

Servicio de Pediatría, Hospital Miguel Servet, Zaragoza, España

Recibido el 24 de julio de 2011; aceptado el 6 de septiembre de 2011

Disponible en Internet el 26 de octubre de 2011

PALABRAS CLAVE

Casuística longitudinal española; Índices metacarpofalángico y carpiano; Cálculo edad ósea; Predicción talla adulta

Resumen

Introducción: En este trabajo se presenta unos nuevos métodos numéricos a partir de los índices metacarpofalángico y carpiano para el cálculo de la edad ósea, así como poder predecir la talla adulta por medio de ecuaciones multiregresión.

Material y métodos: La casuística longitudinal comprende a 160 niños zaragozanos sanos de ambos sexos, con edades comprendidas desde los 6 meses hasta los 20 años, estudiados anualmente, incluido el estudio radiológico. Para la labor estadística se ha utilizado el paquete estadístico «Statistix», así como el programa Excel.

Resultados: Los nuevos índices se encuentran íntimamente correlacionados con la edad cronológica, dando por ello lugar a ecuaciones predictivas para el cálculo de la edad ósea de niños hasta 20 años, presentándose además ecuaciones propias hasta los cuatro, a efectos de poder afinar más el diagnóstico a estas cortas edades. Las edades óseas calculadas pueden ser llevadas tanto a tablas numéricas de desviación típica, como a una figura de equivalencias que nos dan el diagnóstico osificativo directamente. Las ecuaciones predictivas de talla adulta permiten una estimación fiable de la talla futura del niño a estudio. Estas estimaciones analizadas por el test de Student no han dado diferencias significativas respecto a la talla adulta que los niños de la casuística al final alcanzaron. Los resultados pueden obtenerse con una calculadora o a través de un programa informático a disposición gratuita del lector.

Conclusiones: Son presentadas por vez primera, por métodos propios no foráneos, estándares de edad ósea, así como ecuaciones de predicción de talla adulta para el estudio de niños. Se invita al clínico a utilizar estos métodos metacarpofalángico y carpiano a fin de conseguir la experiencia necesaria para su idónea aplicación en población sana y con diversa patología.

© 2011 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: ebri@ebri.es, b.ebri@yahoo.es (B. Ebrí Torné).

KEYWORDS

Spanish longitudinal case series;
Meta-carpal-phalangeal and carpal indexes;
Bone age calculation;
Adult height forecast

Metacarpophalangeal and carpal numeric indices to calculate bone age and predict adult size**Abstract**

Introduction: This work presents new numerical methods from the meta-carpal-phalangeal and carpal indexes, for calculating bone age. In addition, these new methods enable the adult height to be predicted using multiple regression equations.

Materials and Methods: The longitudinal case series studied included 160 healthy children from Zaragoza, of both genders, aged between 6 months and 20 years, and studied annually, including the radiological study. For the statistical analysis the statistical package "Statistix", as well as the Excel program, was used.

Results: The new indexes are closely co-related to the chronological age, thus leading to predictive equations for the calculation of the bone age of children up to 20 years of age. In addition, it presents particular equations for up to 4 years of age, in order to optimise the diagnosis at these early ages. The resulting bones ages can be applied to numerical standard deviation tables, as well as to an equivalences chart, which directly gives us the ossification diagnosis. The predictive equations of adult height allow a reliable forecast of the future height of the studied child. These forecasts, analysed by the Student test did not show significant differences as regards the adult height that children of the case series finally achieved. The results can be obtained with a pocket calculator or through free software available for the reader.

Conclusions: For the first time, and using a centre-developed and non-foreign methods, bones age standards and adult height predictive equations for the study of children, are presented. We invite the practitioner to use these meta-carpal-phalangeal and carpal methods in order to achieve the necessary experience to apply it to a healthy population and those with different disorders.

© 2011 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Los índices ebrí-metacarpofalángico (IMF) y carpiano (IC) son unos índices de valoración osificativo (IVO), hecho que permite llevar la edad ósea no solo a tablas numéricas estándar, sino a una figura de equivalencias que nos da directamente la edad ósea del niño. Estos índices están formados básicamente a partir de los máximos diámetros de los huesos carpianos, y metacarpofalángicos en los mismos dedos y huesos que los estudiados por Tanner II-Rus, aunque el IMF añade dos huesos más: las epífisis distales del cúbito y radio. El IC reúne sin embargo a diferencia de Tanner, 8 huesos del carpo, ya que incluye el pisiforme, más las epífisis distales del cúbito y radio así como la epífisis del primer metacarpiano.

Históricamente fue Ebrí Torné el primer autor que utilizó el índice IMF en población suiza (estudio longitudinal de Zúrich) aplicándolo a dicha población. Realizó un estudio comparativo con la metodología de Tanner II Rus, demostrando la concordancia de ambos métodos además de encontrar una mayor simplicidad de su índice de valoración ósea metacarpofalángico respecto a la compleja metodología del autor inglés¹.

El IC ya fue utilizado en población transversal española de 5.225 niños y longitudinal suiza²⁻⁷, pero dada la ausencia de datos longitudinales con estos métodos en población española, el objetivo de nuestro estudio ha sido el de aplicar este índice a la población aragonesa infantil procedente del estudio general «Andrea Prader», desarrollándose el estudio radiológico en el Hospital Miguel Servet de Zaragoza.

Este estudio somatométrico y radiológico «Andrea Prader» fue promovido por la Unidad de Endocrinología del

citado hospital y autorizado por el Comité de Investigación, obteniéndose asimismo el consentimiento firmado por parte de los padres de los niños. Fue avalado y apoyado además por el Gobierno de Aragón⁸.

Aún sigue vigente hoy día la frase de Martí Henneberg de que la maduración ósea es el mejor indicador global de desarrollo biológico con que contamos en la especie humana⁹. La edad ósea (EO) expresa este proceso madurativo, requiriéndose estudios radiológicos sencillos para su determinación, siendo la radiografía de mano izquierda, en la opinión de la mayoría de los autores, la región anatómica preferida^{3,10}.

Para el cálculo de la EO pueden utilizarse métodos morfológicos y numéricos. Nuestro método numérico presenta la ventaja sobre los morfológicos, de su mayor exactitud y de eliminar las asincronías y subjetividad del médico práctico a la hora de elegir la radiografía modelo en el atlas de Greulich-Pyle¹¹.

Fue para solventar estas dificultades para lo que se crearon los métodos numéricos. El principal de ellos en la actualidad es el Tanner-Whitehouse. El autor inglés modificó algunos aspectos de su método publicado en 1962¹² y volvió a publicar en 1972 el denominado TW-Método II¹³. Presentó una escala por separado para los siete núcleos del carpo y los trece restantes de los huesos cortos y largos. A esta escala se la conoce con el nombre de Radius, Ulna, Short bones (RUS): Tanner II Rus, cuya fiabilidad es mayor que la TW2 carpal, con un mayor predictivo de la talla adulta, y una correlación mayor con los cambios puberales.

Andersen¹⁴ criticó el método I de Tanner, ya que observó que en los últimos estadios del carpo hay grandes saltos

de puntuación, por lo que un estadio de diferencia puede suponer una dificultad manifiesta para reconocer los índices madurativos, debido a la superposición de los núcleos y a la no estricta universalidad de algunos de los índices descritos, por lo que además, un estadio de diferencia puede suponer una diferencia de edad ósea de 2 años. El método II representó un gran avance pues su sistema de ponderación hace que la maduración ósea tenga expresión matemática, pero presenta el inconveniente de que la asignación de las etapas es también subjetiva, por lo que en la opinión de algunos autores^{15,16} la puntuación alcanzada no posee una exactitud absoluta.

Para solventar estas dificultades, es por lo que los autores ofrecen los índices IC e IMF, ya que la metodología básica de la que proceden es de fácil obtención, no requiere una gran experiencia técnica y minimiza las objeciones comentadas. Las medidas se realizan directamente en la radiografía, expresando éstas los máximos diámetros de los núcleos de osificación. Así y al ser recogidas todas las medidas en un índice promedio, se relativizan las asincronías y los propios defectos técnicos de medición, por otra parte insignificantes, ya que los núcleos son medidos con un calímetro, nonius en milímetros y sus décimas. Los dos dan lugar a ecuaciones predictivas de EO para niños hasta 20 años, que se ofrecen como opciones no foráneas para calcular la maduración ósea. De parecida forma se comporta el llamado índice carpometacarpofalángico (ICMF) que valora no por separado sino conjuntamente ambas regiones anatómicas. Los tres aunque semejantes son distintos, y ofrecen resultados diferentes al clínico, siendo su utilización en la clínica la que

definirá la idoneidad de uno u otros en el estudio del niño sano o con patología.

Con la creación de ecuaciones específicas para niños de hasta 4 años, pretendemos ofrecer un diagnóstico de la EO más preciso para estas edades, sin la ligera sobrestimación que se produciría si utilizásemos las ecuaciones generales.

A través de los índices Ebrí, el clínico puede obtener también ecuaciones predictivas de talla adulta (PTA) que resultan operativas a partir de los 4 años, siendo de fácil resolución, requiriéndose conocer únicamente la talla actual del niño a estudio, la talla media paterna y los propios índices. Estas PTA, como las propias de cálculo de la edad ósea, pueden utilizarse por separado o combinadas, siendo también la experiencia del clínico la que decidirá en un futuro la precisión de la PTA por uno u otros índices.

Material y métodos

Casuística

La muestra total del estudio han sido 160 niños sanos (73 varones y 87 mujeres) que fueron medidos desde los 0,5 hasta los 20 años inclusive. El número de individuos por edad y sexo que la componen viene detallado en la [tablas 1 y 2](#).

Características socioeconómicas

Para este cometido, se empleó la encuesta de Graffar, 1956. De acuerdo a esta clasificación, se englobó a los

Tabla 1 Índice metacarpofalángico. Media y ± 1 desviación típica

EDAD	VARONES				MUJERES			
	1SD	N.º IND/MEDIA	-1SD		1SD	N.º IND/MEDIA	-1SD	
0,5	0,18	67	0,04	0,03	0,2	79	0,05	-0,09
1	0,73	64	0,24	-0,25	1,66	81	0,89	0,11
2	3,13	57	1,9	0,67	4,73	76	3,71	2,69
3	5	63	3,79	2,57	6,11	85	5,23	4,36
4	6,22	69	5,18	4,14	6,87	79	6,24	5,6
5	7,19	69	6,33	5,47	7,73	81	7	6,28
6	8,13	72	7,25	6,36	8,79	81	7,94	7,09
7	9,12	71	8,19	7,25	9,64	85	8,85	8,05
8	10,04	67	9,07	8,1	10,66	85	9,78	8,91
9	10,96	70	9,95	8,94	11,1	85	10,53	9,76
10	11,75	73	10,77	9,79	12,19	81	11,41	10,62
11	12,66	72	11,62	10,58	12,98	79	12,2	11,36
12	13,61	72	12,45	11,28	13,61	87	12,87	12,13
13	14,63	73	13,35	12,07	14,03	82	13,37	12,71
14	15,41	72	14,24	13,07	14,32	87	13,71	13,11
15	15,97	73	14,99	14,02	14,46	85	13,9	13,34
16	16,34	66	15,43	14,52	14,63	80	14	13,41
17	16,44	63	15,62	14,79	14,65	77	14,12	13,59
18	16,53	59	15,78	15,02	14,72	66	14,16	13,59
19	16,88	18	16,15	15,42	14,49	17	13,94	13,39
20	16,81	9	16,05	15,3	14,13	5	13,68	13,23

N.º IND: número de individuos.

Índice metacarpofalángico (IMF) valores en mm.

Edad en años.

Tabla 2 Índice carpiano. Media y ± 1 desviación típica

EDAD	VARONES				MUJERES			
	1Sd	N.º IND/MEDIAS	-1Sd	1Sd	N.º IND/MEDIAS	-1Sd	1Sd	N.º IND/MEDIAS
0,5	1,23	67	0,87	0,51	1,2	79	0,87	0,54
1	1,93	64	1,34	0,75	2,05	81	1,49	0,94
2	3,16	57	2,33	1,51	3,44	76	2,77	2,1
3	4,26	63	3,34	2,42	4,9	85	4,03	3,15
4	5,29	69	4,29	3,37	6,56	79	5,34	4,12
5	6,6	69	5,39	4,17	8,45	81	7	6,24
6	8,54	72	6,86	5,18	10,25	81	8,71	7,17
7	10,42	71	8,54	6,63	11,77	85	10,34	8,9
8	12,06	67	10,3	8,54	13,48	85	12,02	10,56
9	13,77	70	11,9	10,12	14,79	85	13,42	12,06
10	15,24	73	13,5	11,73	16,2	81	14,99	13,77
11	16,93	72	15,03	13,12	17,59	79	16,2	14,92
12	18,51	72	16,51	14,52	18,37	87	17,26	16,14
13	20,14	73	18,1	16,07	18,91	82	17,9	16,89
14	21,28	72	19,42	17,56	19,24	87	18,31	17,38
15	21,92	73	20,4	18,84	19,41	85	18,5	17,6
16	22,42	66	21,01	19,69	19,52	80	18,6	17,68
17	22,55	63	21,28	20,01	19,62	77	18,72	17,82
18	22,69	59	21,49	20,28	19,67	66	18,74	17,8
19	23,08	18	21,92	20,76	19,33	17	18,44	17,55
20	22,91	9	21,72	20,53	18,57	5	17,94	17,31

N.º IND = Número de individuos.

Índice carpiano (IC) en mm

Edad en años

participantes en categoría III, clase media-media; categoría IV, clase media-baja; categoría II, media-alta; categoría V, la más baja, y categoría I, la más alta.

Mediciones radiológicas

Coincidiendo con la fecha del cumpleaños, los niños fueron radiografiados anualmente hasta los 20 años, siendo distribuidos por grupos de estudio en intervalos anuales.

En nuestro estudio se procedió a la obtención del IMF, midiendo con un nonius las máximas distancias de los núcleos de osificación de los huesos metacarpianos y falanges: I, III, y V, así como de las epífisis distales cubital y radial en un total de 13 núcleos (fig. 1, radiografía anteroposterior de mano izquierda).

En el carpo para la obtención del IC, se procedió también con un nonius a la medición de las máximas distancias de los núcleos de osificación del carpo en radiografía anteroposterior de mano izquierda, comprendiendo las epífisis de radio, cúbito y epífisis del primer metacarpiano en un total de 11 núcleos de todos los niños en sus diferentes intervalos de edad (fig. 2).

Dichos índices expresados también en milímetros y son el resultado de la suma de los máximos diámetros de los núcleos citados, dividiéndose el sumando para simplificación numérica por 13 en el caso de IMF, y por 11 en el IC. En ambos casos, 13 y 11 son números fijos, estén presentes o no todos los núcleos en el momento de la medición. En las tablas 1 y 2,

se ofrecen las medias y desviaciones típicas de IMF e IC en ambos sexos.

Todas las mediciones radiográficas del trabajo se realizaron por un único observador, y el estudio de repetibilidad practicado en 100 radiografías al mes de su primera medición fue superior al 95%.

Análisis estadístico

Para la labor estadística, se ha utilizado el paquete estadístico «Statistix», software versión 9, año 2000, así como el programa Excel para la confección de las tablas que presentamos. Se ha efectuado una estadística descriptiva (medias y desviación estándar), así como coeficientes de correlación de las variables estudiadas. De igual forma para el IMF e IC, se han confeccionado ecuaciones para el cálculo de la EO a partir de ambos índices, basadas en la ecuación de la recta de regresión, dada su excelente correlación con la edad cronológica. Estas ecuaciones permiten al resolverlas darnos por ambos las edades óseas (EO) del niño, pudiendo ser llevadas estas a tablas de referencia que muestran la media y desviación típica de EO en ambos sexos (tablas 3 y 4). Como se ha comentado ya, presentamos dos tipos de ecuaciones, unas para el estudio general de niños hasta 20 años, y otras específicas para niños hasta 4 años, debido a la frecuente existencia de asincronías de los núcleos de osificación en las primeras edades infantiles que dificultan el diagnóstico de una precisa edad ósea para estas edades. De esta forma se obtiene una mejora diagnóstica para todas las edades.

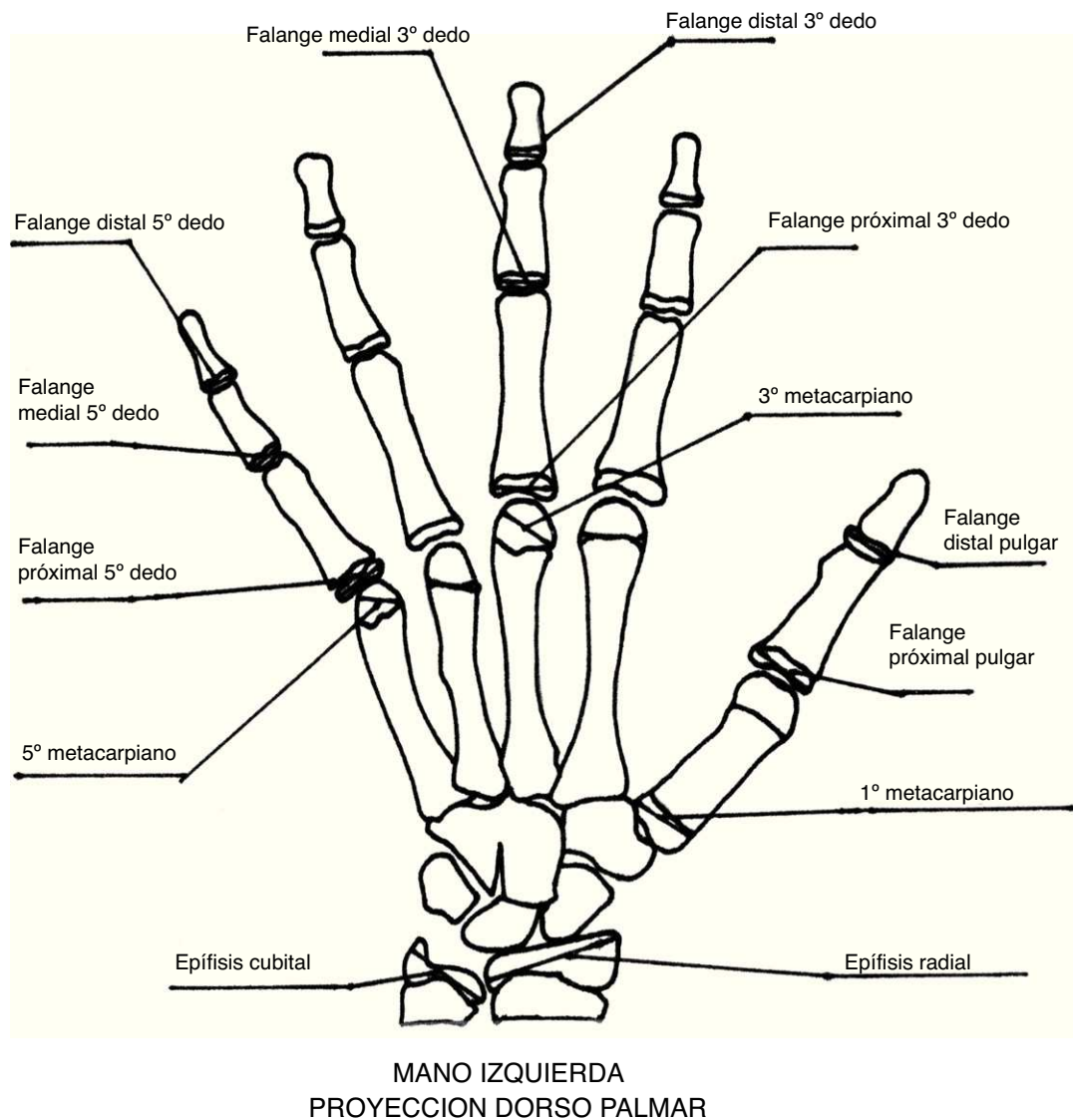


Figura 1 Máximos diámetros de los núcleos de osificación metacarpofalángicos.

Con los (IVO)-IMF e IC que aportamos obtenidos a partir del IMF e IC, se consigue una optimización de la lectura del proceso osificativo del niño a estudio. Los resultados obtenidos, cuyos valores en ambos sexos oscilan entre 0 y 100, comprenden $\pm 1,96SD$, es decir, el 95% de los niños cuya osificación es normal, siendo conveniente investigar aquellos niños que presenten valores negativos de IVO inferior a 0 o superiores a 100 ($-1,96$ a $1,96$ desviación típica), ya que su edad ósea podría estar retrasada o adelantada significativamente. Estos IVO pueden ser llevados también a una figura de equivalencias respecto a la edad ósea, donde se lee el diagnóstico osificativo directo del niño: normal, retraso normal, adelanto normal, o retraso/adelanto significativo (fig. 3).

Se han creado también ecuaciones de PTA en ambos sexos, utilizando estos índices: IMF e IC, añadidos a la talla actual del niño a estudio (ecuaciones de dos variables)

(tablas 5-8), como de tres variables añadiendo a las anteriores la talla media paterna (tablas 9-12).

Resultados

La mayoría de la población zaragozana pertenece a la categoría socioeconómica III y IV, con un total de 90,1%. Estos resultados son representativos de la mayoría de la población general zaragozana.

En la tablas 1 y 2, se ofrecen por sexos y edades la media y una desviación típica de los índices IMF e IC, lo cual nos da ya una orientación acerca del estado osificativo del niño.

A partir de los índices IMF o IC y como resultado de sus correlación estadística con la edad cronológica (a medida que aumenta la edad cronológica, aumentan los índices y viceversa) hemos obtenido en ambos sexos ecuaciones de predicción de la EO expresándose éstas en años.

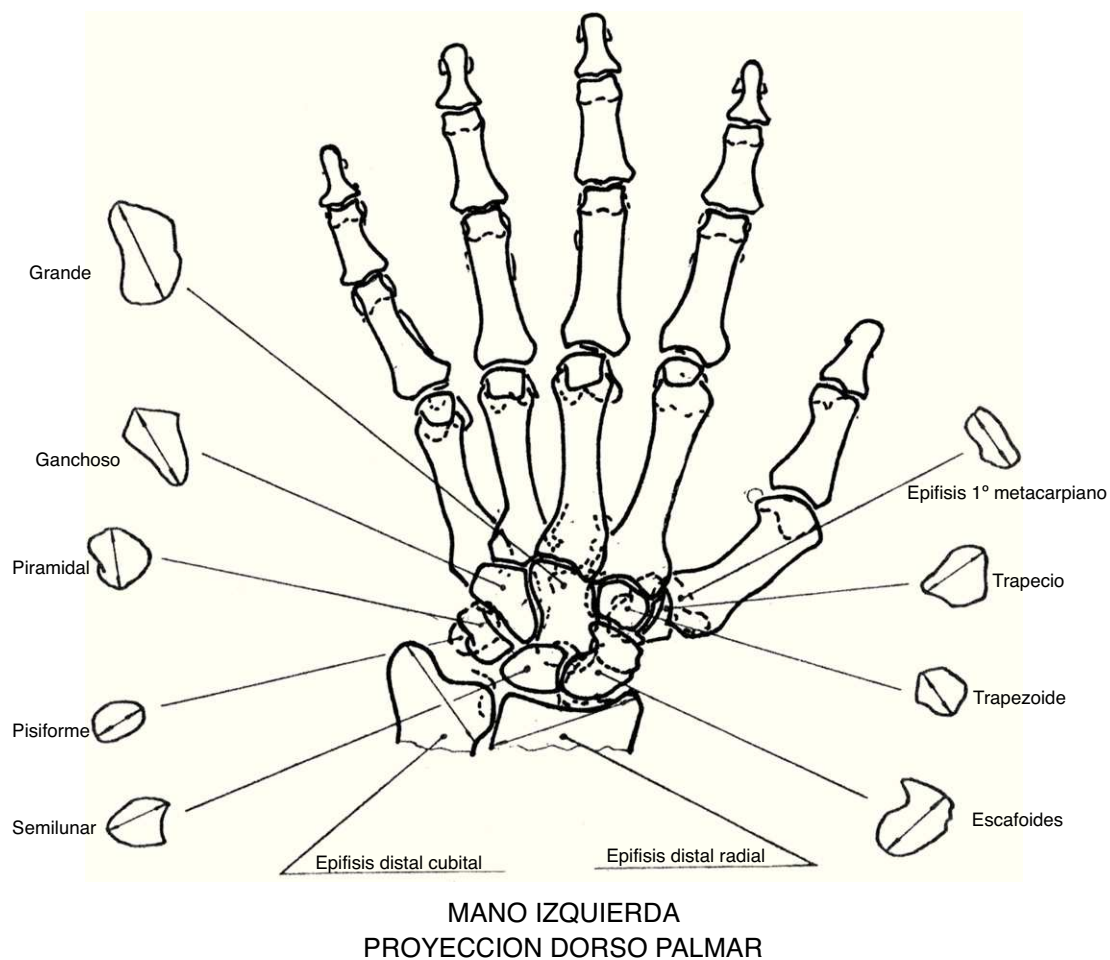


Figura 2 Máximos diámetros de los núcleos de osificación carpianos.

Los coeficientes de correlación (r) de IMF han sido de 0,96 en varones en un total de 1.305 correlaciones, y de 0,93 en mujeres en un total de 1.556 correlaciones, con una significatividad estadística de $p < 0,001$. Los r de IC respecto a la edad cronológica han sido de 0,96 en varones en un total de 1.306 correlaciones y de 0,95 en mujeres en un total de 1.557 correlaciones, con una significatividad estadística en ambos sexos de $p < 0,001$. Las EO que se pueden estimar con ambos índices oscilan desde los 0,5 hasta los 20 años.

A partir de la ecuación de la recta de regresión de estas correlaciones, es de donde se obtienen las ecuaciones para el cálculo de la EO. Derivadas de estas correlaciones estadísticas y a efectos de simplificación matemática, ofrecemos estas ecuaciones finales listas para ser utilizadas por el clínico. Así en este ejemplo de ecuación: ($y = a + b \cdot x$), y es igual a la edad ósea a calcular, a es la ordenada en el origen que se suma al resultado de multiplicar b , que es el coeficiente de regresión por x , que es IMF o IC. El resultado de la ecuación nos da la EO del niño a estudio, ya sea a través de un índice u otro. Seguidamente estas EO, obtenidas en años, pueden ser contrastadas sus valores con tablas específicas de medias y desviaciones típicas de EO (tablas 3 y 4 en ambos sexos).

Ofrecemos a continuación y en ambos sexos las ecuaciones modelo a resolver, para obtener las EO ya por IMF o IC. Se presentan las ecuaciones generales de niños hasta 20 años y

específicas para niños de 0,5 a 4 años. Estas últimas correlaciones de niños hasta 4 años también han sido significativas a $p < 0,001$ por los dos índices.

Ecuación general de los varones hasta los 20 años: Edad ósea = $-0,504 + 1,029 \times \text{IMF}$

Y en las mujeres hasta los 20 años: Edad ósea = $-1,869 + 1,149 \times \text{IMF}$

Ecuación general de los varones hasta los 20 años: Edad ósea = $-0,670 + 0,718 \times \text{IC}$

En mujeres hasta los 20 años: Edad ósea = $-0,548 + 0,807 \times \text{IC}$
Ecuaciones de los varones de 0,5 a 2 años. Edad ósea = $0,8251 + 0,4342 \times \text{IMF}$

Varones de 0,5 a 4 años. Edad ósea = $0,8789 + 0,5361 \times \text{IMF}$

Mujeres de 0,5 a 2 años. Edad ósea = $0,6498 + 0,3267 \times \text{IMF}$

Mujeres de 0,5 a 4 años. Edad ósea = $0,5657 + 0,4744 \times \text{IMF}$

Varones de 0,5 a 2 años. Edad ósea = $0,398 + 0,49203 \times \text{IC}$

Varones de 0,5 a 4 años. Edad ósea = $0,28649 + 0,76369 \times \text{IC}$

Mujeres de 0,5 a 2 años. Edad ósea = $0,22601 + 0,53048 \times \text{IC}$

Mujeres de 0,5 a 4 años. Edad ósea = $0,22582 + 0,64250 \times \text{IC}$

A efectos de ofrecer al clínico un diagnóstico más preciso del proceso osificativo del niño a estudio, y siguiendo a Ebrí Torné^{2,17} se ha procedido a obtener los llamados: IVO de IMF e IC.

Tabla 3 Media y una desviación típica de la edad ósea metacarpofalángica

EDAD AÑOS	VARONES		MUJERES	
	MEDIAS	DESV. TÍPICA	MEDIAS	DESV. TÍPICA
0,5	0,25	0,13	0,83	0,16
1	0,45	0,5	1,8	0,89
2	1,45	1,26	2,39	1,16
3	3,39	1,24	4,15	1
4	4,83	1,06	5,3	0,73
5	6	0,88	6,18	0,82
6	6,95	0,9	7,26	0,97
7	7,92	0,96	8,29	0,91
8	8,82	1	9,37	1
9	9,73	1,03	10,23	0,88
10	10,57	1,01	11,24	0,9
11	11,45	1,06	12,14	0,95
12	12,3	1,19	12,92	0,85
13	13,23	1,31	13,5	0,76
14	14,14	1,19	13,89	0,69
15	14,92	1	14,1	0,64
16	15,37	0,93	14,22	0,67
17	15,56	0,84	14,37	0,6
18	15,73	0,78	14,4	0,64
19	16,11	0,75	14,15	0,62
20	16,01	0,77	13,85	0,51

Edad ósea en años.

Tabla 4 Media y una desviación típica de la edad ósea carpiana

EDAD AÑOS	VARONES		MUJERES	
	MEDIAS	DESV. TÍPICA	MEDIAS	DESV. TÍPICA
0,5	1,29	0,25	0,15	0,26
1	1,63	0,42	0,66	0,44
2	2,35	0,59	1,69	0,54
3	3,07	0,66	2,7	0,7
4	3,75	0,71	3,76	0,98
5	4,54	0,87	5,1	1,17
6	5,6	1,2	6,48	1,24
7	6,8	1,35	7,79	1,15
8	8,07	1,26	9,15	1,18
9	9,25	1,31	10,28	1,1
10	10,36	1,26	11,55	0,98
11	11,46	1,36	12,56	1,06
12	12,53	1,43	13,38	0,89
13	13,67	1,46	13,9	0,81
14	14,62	1,33	14,22	0,74
15	15,31	1,1	14,38	0,73
16	15,76	0,97	14,46	0,74
17	15,95	0,91	14,57	0,72
18	16,1	0,87	14,57	0,75
19	16,41	0,83	14,33	0,71
20	16,27	0,85	13,92	0,5

Edad ósea en años.

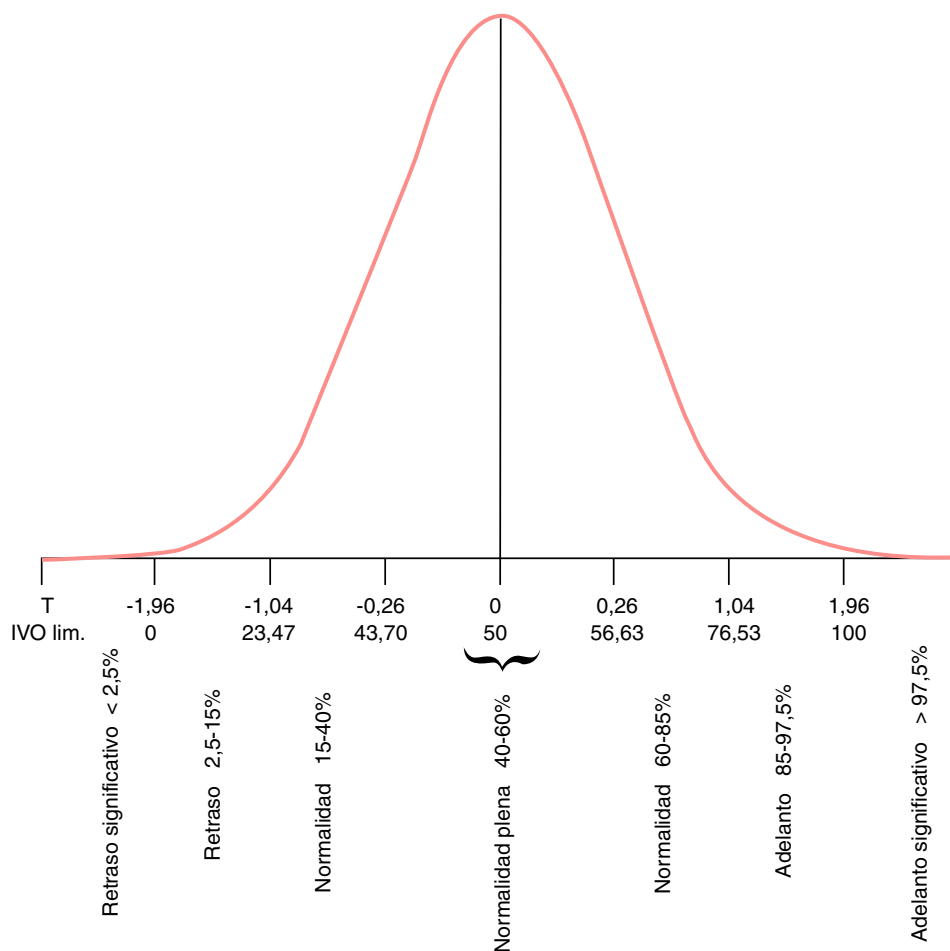


Figura 3 Equivalencias del IVO en edad ósea.

Para obtener el IVO hay que llevar a las ecuaciones que presentamos seguidamente los IMF o IC con valores expresados en mm, así como las edades cronológicas (EC) del niño expresadas en años. El cálculo puede obtenerse con una sencilla calculadora, al efectuar distintas sumas, restas y multiplicaciones. Puede utilizarse también para ello un programa informático a disposición gratuita del lector que nos da directamente los IVO por sus diferentes tres índices, al introducir los datos de las medidas de los huesos carpianos y metacarpofalángicos. Los resultados se llevan a la figura de equivalencias de la EO (fig. 3).

Así para los varones hasta 20 años, este IVO-IMF es = $41,3 + 17,8 \times \text{IMF} - 17,3 \times \text{EC}$

Para las mujeres hasta los 20 años, el IVO-IMF es = $24,8 + 15,5 \times \text{IMF} - 13,5 \times \text{EC}$

Varones hasta 20 años, el IVO-IC es = $62,3 + 13,2 \times \text{IC} - 18,4 \times \text{EC}$

Mujeres hasta 20 años, el IVO-IC es = $41,7 + 12,2 \times \text{IC} - 15,1 \times \text{EC}$

De igual forma que para las edades óseas, hemos obtenido las ecuaciones de los IVO-IMF e IC de varones y mujeres de 0,5 a 2 años y de 0,5 a 4 años.

Así, IVO-IMF. Varones de 0,5 a 2 años es = $100,919 + 26,796 \times \text{IMF} - 61,711 \times \text{EC}$

Varones 0,5-4 años. IVO-IMF = $93,049 + 26,259 \times \text{IMF} - 48,978 \times \text{EC}$

Y para las mujeres de 0,5-2 años. IVO-IMF = $112,492 + 31,419 \times \text{IMF} - 96,167 \times \text{EC}$

Mujeres de 0,5-4 años. IVO-IMF = $85,244 + 29,554 \times \text{IMF} - 62,294 \times \text{EC}$

Varones de 0,5 a 2 años. IVO-IC = $73,772 + 29,388 \times \text{IC} - 59,729 \times \text{EC}$

Varones de 0,5-4 años. IVO-IC = $60,619 + 28,306 \times \text{IC} - 37,065 \times \text{EC}$

Mujeres de 0,5-2 años. IVO-IC = $67,131 + 40,210 \times \text{IC} - 75,799 \times \text{EC}$

Mujeres de 0,5-4 años. IVO-IC = $60,623 + 30,225 \times \text{IC} - 47,042 \times \text{EC}$

En las tablas 5 a 12, se ofrecen las ecuaciones de regresión en ambos sexos, tanto de dos como de tres variables, y a través del IMF e IC, para obtener las PTA de los niños a estudio.

La resolución de estas ecuaciones es sencilla ya que a pie de tabla se detallan las significaciones de las variables analizadas. El cálculo puede realizarse con el uso de calculadora o empleando el programa informático. Así como ejemplo, en la ecuación básica de tres variables: $y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3$; y es la talla adulta a calcular, a (ordenada en el origen) posee un valor diferente para cada

Tabla 5 Ecuaciones de predicción de talla adulta a partir de dos variables: IMF, y talla de los niños, por grupos de edad. Varones

G	ÍNDICES	N.º	a	b1	b2	p
4	IMF	68	28,94	-0,42	1,43	p < 0,001
5	IMF	69	38,46	-0,44	1,26	p < 0,001
6	IMF	72	37,67	-1,01	1,24	p < 0,001
7	IMF	71	42,8	-0,97	1,14	p < 0,001
8	IMF	66	40,94	-0,33	1,07	p < 0,001
9	IMF	70	41,75	-0,76	1,05	p < 0,001
10	IMF	72	46,52	-1,42	1,03	p < 0,001
11	IMF	72	56,27	-1,58	0,95	p < 0,001
12	IMF	71	68,28	-2,14	0,89	p < 0,001
13	IMF	72	79,44	-3,01	0,87	p < 0,001
14	IMF	72	83,8	-3,2	0,84	p < 0,001
15	IMF	72	69,43	-2,93	0,89	p < 0,001
16	IMF	66	50,01	-0,96	0,81	p < 0,001
17	IMF	63	15,55	-0,71	0,98	p < 0,001
18	IMF	57	28,55	1,97	0,66	p < 0,001
19	IMF	18	3,88	-0,26	1	p < 0,001
20	IMF	9	0	0	1	p < 0,001

Correlaciones múltiples por grupos de edades: $y = a + b1.x1 + b2.x2$.

y = talla adulta G = grupos de edad

x1 = índice IMF

x2 = talla a la edad

N.º = número de individuos

p = significatividad

Coefficientes de regresión: b1,b2

Ordenada en el origen: a.

Tabla 6 Ecuaciones de predicción de talla adulta a partir de dos variables: IMF, y talla de los niños, por grupos de edad. Mujeres

G	ÍNDICES	N.º	a	b1	b2	p
4	IMF	79	34,66	-1,48	1,33	p < 0,001
5	IMF	81	50,67	-0,8	1,07	p < 0,001
6	IMF	80	138,04	1,68	0,09	p < 0,001
7	IMF	85	33,75	-2,39	1,23	p < 0,001
8	IMF	85	79,84	-0,18	0,66	p < 0,001
9	IMF	85	37,4	-2,48	1,13	p < 0,001
10	IMF	81	82,41	-1,59	0,7	p < 0,001
11	IMF	79	72,94	-2,61	0,84	p < 0,001
12	IMF	87	70,79	-1,97	0,77	p < 0,001
13	IMF	82	30,45	-1,77	0,99	p < 0,001
14	IMF	87	-1,77	-0,81	1,1	p < 0,001
15	IMF	85	-2,35	-0,39	1,05	p < 0,001
16	IMF	79	1,34	-0,45	1,03	p < 0,001
17	IMF	74	-0,16	-0,21	1,02	p < 0,001
18	IMF	64	1,9	-0,05	0,99	p < 0,001
19	IMF	17	1,44	0,1	0,98	p < 0,001
20	IMF	5	0	0	1	p < 0,001

Correlaciones múltiples por grupos de edades: $y = a + b1.x1 + b2.x2$.

y = talla adulta G = grupos de edad

x1 = índice IMF

x2 = talla a la edad

N.º = número de individuos

p = significatividad

Coefficientes de regresión: b1,b2

Ordenada en el origen: a.

Tabla 7 Ecuaciones para predicción de talla adulta a partir de dos variables: IC y talla de los niños, por grupos de edad. Varones

G	ÍNDICES	N.º	a	b1	b2	p
4	IC	68	29,33	-0,26	1,4 1	p < 0,001
5	IC	69	40,45	0,02	1,22	p < 0,001
6	IC	72	37,33	-0,35	1,2	p < 0,001
7	IC	71	42,42	-0,3	1,1	p < 0,001
8	IC	66	38,45	-0,27	1,09	p < 0,001
9	IC	70	37,67	-0,53	1,08	p < 0,001
10	IC	72	41,29	-0,85	1,04	p < 0,001
11	IC	72	48,3	-1,04	0,99	p < 0,001
12	IC	71	62,03	-1,16	0,89	p < 0,001
13	IC	72	76,9	-1,63	0,82	p < 0,001
14	IC	72	79,72	-1,54	0,77	p < 0,001
15	IC	72	61,62	-1,71	0,88	p < 0,001
16	IC	66	48,34	-0,3	0,77	p < 0,001
17	IC	63	13,17	-0,46	0,98	p < 0,001
18	IC	57	34,24	1,33	0,64	p < 0,001
19	IC	18	3,23	-0,07	0,99	p < 0,001
20	IC	9	0	0	1	p < 0,001

Correlaciones múltiples por grupos de edades: $y = a + b1.x1 + b2.x2$.

y = talla adulta G = grupos de edad en años

x1 = índice IC

x2 = talla a la edad

N.º = número de individuos

p = significatividad

Coefficientes de regresión: b1, b2

Ordenada en el origen: a.

Tabla 8 Ecuaciones para predicción de talla adulta a partir de dos variables: IC y talla de los niños, por grupos de edad. Mujeres

G	ÍNDICES	N.º	a	b1	b2	p
4	IC	79	34,23	-0,7	1,28	p < 0,001
5	IC	81	40,51	-0,91	1,17	p < 0,001
6	IC	80	144,73	0,64	0,1	p < 0,001
7	IC	85	27,47	-1,39	1,22	p < 0,001
8	IC	85	78,76	-0,3	0,68	p < 0,001
9	IC	85	30,22	-1,65	1,16	p < 0,001
10	IC	81	79,49	-1,32	0,74	p < 0,001
11	IC	79	68,44	-1,74	0,84	p < 0,001
12	IC	87	71,29	-0,78	0,69	p < 0,001
13	IC	82	27,93	-0,22	0,88	p < 0,001
14	IC	87	-5,4	-0,02	1,05	p < 0,001
15	IC	85	-5,45	0,12	1,02	p < 0,001
16	IC	79	-0,7	0,07	1	p < 0,001
17	IC	75	-1,04	0	1	p < 0,001
18	IC	64	1,46	0,01	0,99	p < 0,001
19	IC	17	1,54	0,03	0,98	p < 0,001
20	IC	5	0	0	1	p < 0,001

Correlaciones múltiples por grupos de edades: $y = a + b1.x1 + b2.x2$.

y = talla adulta G = grupos de edad en años

x1 = índice IC

x2 = talla a la edad

N.º = número de individuos

p = significatividad

Coefficientes de regresión: b1, b2.

Ordenada en el origen: a.

Tabla 9 Ecuaciones de predicción de talla adulta a partir de tres variables: IMF, talla de los niños y talla media paterna por grupos de edad. Varones

G	ÍNDICES	N.º	a	b1	b2	b3	p
4	IMF	68	1,74	-0,29	1,14	0,34	p < ,0,001
5	IMF	69	6,8	-0,38	1,02	0,35	p < ,0,001
6	IMF	72	2,67	-1	1,02	0,36	p < ,0,001
7	IMF	71	1,45	-1,09	0,94	0,41	p < ,0,001
8	IMF	66	8,84	-0,7	0,92	0,33	p < ,0,001
9	IMF	70	15,56	-1	0,93	0,27	p < ,0,001
10	IMF	72	15,59	-1,65	0,9	0,31	p < ,0,001
11	IMF	72	14,62	-1,91	0,82	0,39	p < ,0,001
12	IMF	71	21,45	-2,11	0,73	0,43	p < ,0,001
13	IMF	72	22,4	-2,67	0,69	0,49	p < ,0,001
14	IMF	72	33,16	-2,53	0,66	0,43	p < ,0,001
15	IMF	72	29,36	-2,41	0,73	0,35	p < ,0,001
16	IMF	66	12,62	-0,81	0,65	0,39	p < ,0,001
17	IMF	63	4,81	-0,71	0,93	0,11	p < ,0,001
18	IMF	57	15,27	1,78	0,59	0,17	p < ,0,001
19	IMF	18	5,4	-0,27	1,01	-0,02	p < ,0,001
20	IMF	9	0	0	1	0	p < ,0,001

Correlaciones múltiples por grupos de edades: $y = a + b1.x1 + b2.x2 + b3.x3$.

G = grupos de edad

y = talla adulta

x1 = índice IMF

x2 = talla a la edad

x3 = talla media paterna

N.º = número de individuos

p = significatividad

Coefficientes de regresión: b1, b2, b3

Ordenada en el origen: a

grupo de edad, que se suma al producto de multiplicar b1 (coeficiente de regresión), cuyo valor se encuentra en la tabla en cada grupo de edad por x1 (IMF o IC) calculado en el niño en cuestión. El valor obtenido a su vez se suma al producto de multiplicar b2 (coeficiente de regresión detallado en cada grupo de edad en la tabla) por x2 (talla del niño que hemos medido). El valor obtenido vuelve a sumarse al producto de multiplicar b3 (coeficiente de regresión cuyo valor se detalla en cada grupo de edad en la tabla) por x3 (talla media paterna), dándonos el resultado final que es la talla adulta.

Discusión

La valoración de la edad ósea se utiliza frecuentemente en patología endocrinológica de la nutrición y del crecimiento, además de servir de base para los modernos métodos de predicción de talla adulta, así como para poder comprobar la respuesta al tratamiento de aquellas patologías que pueden acelerarla o endentecerla. Así mismo, resulta interesante en el terreno antropológico, deportivo escolar, así como para el control de niños adoptados por instituciones¹⁸. De igual forma, y con repetidas valoraciones de las predicciones de talla adulta, se puede seguir controlando la respuesta terapéutica en determinadas endocrinopatías¹⁹⁻²².

Con las ecuaciones de predicción de EO que aportamos al clínico a partir de los dos índices, éste dispone de dos herramientas eficaces para el diagnóstico de la EO de niños

a estudio. Con la figura de equivalencias del IVO a EO, podemos afinar aún más el diagnóstico. Las tablas de medias y desviación típica de IMF y de EO completan el estudio para obtener la valoración osificativa del niño que presentamos al pediatra para que lo utilice en su práctica diaria. Así mismo, éste puede obtener la PTA a través de las ecuaciones predictivas que se ofrecen.

Como ya se ha comentado el método de Tanner experimentó duras críticas por diversos autores¹⁴, y aunque su método II resultó un gran avance al poder el método expresarse de forma matemática, en la opinión de algunos autores^{15,16} la puntuación alcanzada no posee una exactitud absoluta.

Para solventar las críticas a este método, ya Ebrí Torné introdujo un método numérico propio aplicado al carpo en población española mixta transversal de 5.225 individuos hasta los 17 años, que ofrecía según este autor una mayor objetividad para el cálculo de la edad ósea^{2-6,23}. Así mismo, aplicó su método específicamente a población infantil de recién nacidos españoles hasta 2 y 4 años²⁴.

El método de Greulich tampoco ha escapado a las críticas de Tanner que hemos hecho alusión. Recordemos como los estudios realizados en poblaciones normales muestran un retraso en relación a los valores que da el atlas, que puede ser de hasta 1 año. Ésto es debido a que los niños del atlas eran maduradores precoces. Un dato muy a tener en cuenta es que existe una disociación entre la maduración de los huesos del carpo y el resto de los huesos de la mano, que puede ser hasta de 2 años o más, y es aconsejable por ello dar un

Tabla 10 Ecuaciones de predicción de talla adulta a partir de tres variables: IMF, talla de los niños y talla media paterna por grupos de edad. Mujeres

G	ÍNDICES	N.º	a	b1	b2	b3	p
4	IMF	79	3,69	-1,52	1,21	0,26	p < 0,001
5	IMF	81	12,02	-1	0,98	0,3	p < 0,001
6	IMF	80	59,86	1,22	0,08	0,51	p < 0,001
7	IMF	85	9,4	-2,17	1,11	0,22	p < 0,001
8	IMF	85	44,99	-0,17	0,55	0,29	p < 0,001
9	IMF	85	17,02	-2,33	1,04	0,18	p < 0,001
10	IMF	81	45,94	-1,38	0,59	0,3	p < 0,001
11	IMF	79	32,23	-2,41	0,73	0,32	p < 0,001
12	IMF	87	33,3	-1,65	0,65	0,31	p < 0,001
13	IMF	82	9,57	-1,76	0,92	0,19	p < 0,001
14	IMF	87	-3,1	-0,81	1,09	0,01	p < 0,001
15	IMF	85	0,83	-0,4	1,07	-0,03	p < 0,001
16	IMF	79	3,82	-0,47	1,04	-0,02	p < 0,001
17	IMF	74	3,03	-0,2	1,03	-0,03	p < 0,001
18	IMF	64	3,06	-0,05	0,99	0	p < 0,001
19	IMF	17	2,21	0,1	0,98	0	p < 0,001
20	IMF	5	0	0	1	0	p < 0,001

Correlaciones múltiples por grupos de edades: $y = a + b1.x1 + b2.x2 + b3.x3$.

G = grupos de edad

y = talla adulta

x1 = índice IMF

x2 = talla a la edad

x3 = talla media paterna

N.º = número de individuos

p = significación

Coefficientes de regresión: b1, b2, b3.

Ordenada en el origen: a.

valor para el carpo y otro para el resto, tomando como edad ósea a la media aritmética de ambos. Hasta una desviación de 1 año entre la edad cronológica y la edad ósea se acepta como normal a ciertas edades, comenzando ya aparte de los 1,5 años en los varones y 3 años en las niñas²⁵. Con frecuencia además ocurre que un núcleo de osificación difiere mucho en relación a los del resto de la mano. Marti Henneberg^{9,26} también comentó a este respecto cómo Greulich y Pyle utilizan en primer lugar como unidad de medida la edad cronológica, escondiendo este hecho que la maduración ósea tiene un ritmo propio que se acelera en determinadas edades como la pubertad, no siendo todos los años de maduración iguales. No es igual tampoco la maduración puberal que la maduración en la primera infancia; además el ritmo de maduración difiere en diversos niños, al producirse la aceleración de la pubertad en diversas edades y por ello los clasifica en maduradores normales, precoces o tardíos. El atlas de Greulich y Pyle nos ofrece además únicamente el promedio, pero no el margen de normalidad expresado en percentiles o desviaciones estándar, dentro del cual una radiografía no se puede considerar patológica. El atlas, afirmaba también Martí-Henneberg, nos sumerge en una visión estática que los métodos numéricos han hecho evolucionar. No obstante a este respecto, Ebrí Torné en 1988 publicó un atlas radiográfico de carpo y tarso² seleccionó la «imagen promedio modelo» del índice carpiano y tarsiano de cada intervalo de edad, creando una secuencia fotográfica de un teórico niño ideal, como si fueran un niño y niña real desde el nacimiento hasta los 16 años en el tarso y 17 en el carpo.

Un año más tarde que este autor comparase su metódica respecto a los mismos huesos estudiados por TWII-Rus¹ realizó también en la misma población suiza de 10 a 22 años un estudio comparativo de las edades óseas de estos niños por diferentes métodos: Tanner-carpal, Tanner-Rus, Ebrí carpal, ebrí-metacarpofalángico y Greulich y Pyle²⁷. Comprobó su concordancia aun existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ellas, de manera que cada una se comportaba de forma metodológicamente diferente según su propia originalidad. Así mismo evidenció como la metodología Ebrí salvaba las asincronías del Greulich-Pyle y los grandes saltos de puntuación en los estadios del carpo que asigna Tanner, así como la dificultad que apuntaba Andersen, para reconocer los indicadores de madurez en los últimos estadios.

La aplicación del IVO-IMF e IVO-IC en población longitudinal aragonesa suple la carencia de estudios de la edad ósea en nuestro país con métodos no foráneos. Además, hay que tener en cuenta que la maduración ósea al estar influenciada por diferentes factores: genéticos, ambientales, socioeconómicos..., es por lo que se recomienda al investigador la creación de estándares propios para cada población, a efectos de no utilizar estándares foráneos en nuestros niños que exigen una corrección de la EO, siendo éste uno de nuestros objetivos al crear esta serie. El potencial de ésta se revelará a medida que sea utilizado, así como sus posibles limitaciones, aunque creemos están relativizadas respecto a las presentadas por otros autores. Por estas razones es por lo que presentamos también en

Tabla 11 Ecuaciones para predicción de talla adulta a partir de tres variables: IC, talla de los niños y talla media paterna por grupos de edad. Varones

G	ÍNDICES	N.º	a	b1	b2	b3	p
4	IC	68	-0,45	-0,36	1,15	0,35	p < 0,001
5	IC	69	6,1	-0,16	1,01	0,35	p < 0,001
6	IC	72	1,82	-0,37	0,99	0,36	p < 0,001
7	IC	71	0,19	-0,39	0,9	0,41	p < 0,001
8	IC	66	5,94	-0,43	0,93	0,33	p < 0,001
9	IC	70	10,76	-0,65	0,95	0,27	p < 0,001
10	IC	72	10,45	-0,96	0,91	0,31	p < 0,001
11	IC	72	6,13	-1,19	0,85	0,39	p < 0,001
12	IC	71	10,36	-1,28	0,74	0,45	p < 0,001
13	IC	72	15,22	-1,57	0,66	0,51	p < 0,001
14	IC	72	23,3	-1,31	0,6	0,48	p < 0,001
15	IC	72	18,49	-1,51	0,73	0,39	p < 0,001
16	IC	66	10,07	-0,4	0,62	0,4	p < 0,001
17	IC	63	2,46	-0,46	0,93	0,11	p < 0,001
18	IC	57	19,09	1,23	0,57	0,18	p < 0,001
19	IC	18	4,6	-0,06	1	-0,02	p < 0,001
20	IC	9	0	0	1	0	p < 0,001

Correlaciones múltiples por grupos de edades: $y = a + b1.x1 + b2.x2 + b3.x3$.

G = Grupos de Edad en años

y = talla adulta

x1 = índice IC

x2 = talla a la edad

x3 = talla media paterna

N.º = número de individuos

p = significación

Coefficientes de regresión: b1, b2, b3.

Ordenada en el origen: a.

este trabajo ecuaciones específicas para edades de los niños por debajo de los 4 años para afinar el diagnóstico óseo.

Dada la importancia que tiene hoy día, especialmente para el pediatra y padres de familia, como ya comentaron Sobradillo et al²⁸ el poder conocer la talla futura de los niños, hemos aportado a este estudio ecuaciones de PTA. A este respecto, y con esta misma metodología pero aplicada a población suiza, Ebrí Torné en 1997 publicó en una casuística longitudinal desde los 10 hasta los 22 años su método de PTA, pero desarrollado en esta ocasión a partir de la edad ósea metacarpofalángica²⁹. Este mismo autor estableció un estudio comparativo de las PTA en población suiza entre diferentes métodos (índice metacarpofalángico, Bayley-Pinneau y Tanner II) donde se valoraron todas las predicciones por el método de Student, así como sus errores absolutos y relativos. Se encontraron menos errores por el método de predicción IMF, mientras Bayley-Pinneau tendía a dar estimaciones más altas sobre todo en los varones, y Tanner subestimaba las predicciones en ambos sexos³⁰.

Respecto a la metodología PTA a través del IC, recordemos como antecedentes históricos a Ebrí Torné, que en 1995 publicó unas ecuaciones de PTA para niño español basadas en este índice y en las mismas variables actuales, procedentes de 836 niños españoles, cuyos datos de talla adulta se obtuvieron al cabo de los años de realizar el estudio primigenio de 1980. Estos niños ya adultos procedían del estudio general de 5.225 niños realizado por el autor y publicado en 1988². Las ecuaciones de regresión de estos 836

niños ya adultos se agruparon por grupos de edades desde los 4 hasta los 18 años³¹. Comprobó este autor también que existía también una correlación estadísticamente significativa entre el número de pie adulto y la talla adulta. Destacó entonces el interés de seguir realizando estudios longitudinales de maduración ósea y de predicción de talla adulta con sus métodos en futuras series como las realizadas en la actualidad.

Un año antes, Ebrí Torné había publicado un nuevo método para PTA, basado en la EO carpiana, aplicado en población longitudinal suiza desde los 10 hasta los 18 años. Empleó ecuaciones multiregresión confeccionadas a partir de EO carpales y tallas obtenidas en el momento de efectuar el estudio radiológico, además de constantes de talla y de EO³².

En este trabajo, las ecuaciones de PTA, expuestas en Resultados, se ofrecen al pediatra en dos y tres variables, de tal forma que las PTA pueden obtenerse con y sin la talla media paterna. Las predicciones de estos niños aragoneses respecto a la talla adulta conocida no dan diferencias estadísticamente significativas, hecho que avala la validez de estas ecuaciones para ser utilizadas por el clínico.

Creemos que nuestro estudio, desarrollado en niño zaragozano, dada su diversidad étnica, puede aplicarse también a niño español, tanto respecto al cálculo de la EO como para la PTA.

Se infiere la utilidad de aplicar esta metodología predictiva de EO y PTA a nuevas series prospectivas de estudio a efectos de ir creando diversos estándares poblacionales.

Tabla 12 Ecuaciones de predicción de talla adulta a partir de tres variables: IC, talla de los niños y talla media paterna por grupos de edad. Mujeres

G	ÍNDICES	N.º	a	b1	b2	b3	p
4	IC	79	5,92	-0,63	1,15	0,25	p < 0,001
5	IC	81	7,18	-0,85	1,05	0,27	p < 0,001
6	IC	80	60,92	0,51	0,08	0,53	p < 0,001
7	IC	85	7,67	-1,23	1,11	0,19	p < 0,001
8	IC	85	44,46	-0,26	0,57	0,29	p < 0,001
9	IC	85	12,14	-1,56	1,07	0,17	p < 0,001
10	IC	81	43,12	-1,23	0,63	0,3	p < 0,001
11	IC	79	30,23	-1,56	0,73	0,31	p < 0,001
12	IC	87	31,61	-0,69	0,58	0,32	p < 0,001
13	IC	82	6,81	-0,25	0,81	0,2	p < 0,001
14	IC	87	-7,26	-0,02	1,04	0,01	p < 0,001
15	IC	85	-2,82	0,11	1,04	-0,02	p < 0,001
16	IC	79	0,99	0,07	1	-0,01	p < 0,001
17	IC	75	2,27	-0,01	1,02	-0,03	p < 0,001
18	IC	64	2,56	0	0,99	0	p < 0,001
19	IC	17	2,19	0,02	0,99	0	p < 0,001
20	IC	5	0	0	1	0	p < 0,001

Correlaciones múltiples por grupos de edades: $y = a + b1.x1 + b2.x2 + b3.x3$.

G = grupos de edad en años

y = talla adulta

x1 = índice IC

x2 = talla a la edad

x3 = talla media paterna

N.º = número de individuos

p = significación

Coefficientes de regresión: b1, b2, b3.

Ordenada en el origen: a.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos al Doctor Ferrández Longás (Servicio de Pediatría del Hospital Miguel Servet) su inestimable colaboración por la aportación de las radiografías de los niños, actualmente adultos que han servido de base al Estudio Longitudinal de niño aragonés (Centro Andrea Prader).

Bibliografía

- Ebrí Torné B. Índice de valoración Ósea Metacarpofalángico. Estudio Longitudinal Suizo. Estudio comparado con Tanner II Rus. *Acta Pediatr Esp.* 1996;54:94-102.
- Ebrí Torné B. Maduración Ósea sobre carpo y tarso. Estudio clínico radiológico infantil de 5225 niños. Zaragoza: Editorial Heraldo de Aragón, Septiembre 1988.
- Ebrí Torné B. Maduración Ósea en niños aragoneses del libro. En: Bueno Sánchez M. Crecimiento y desarrollo Humanos y sus trastornos. Editorial Ergón. Madrid 1993; pág: 60-1.
- Ebrí Torné B. Nuevo método para la valoración de la edad ósea en el carpo de 5225 niños españoles. *Barcelona Quirúrgica.* 1995;38:37.
- Ebrí Torné B. Exposición por percentiles del Índice carpiano. *Acta Pediatr Esp.* 1989;47:573-6.
- Ebrí Torné B. Nuevo índice carpiano para el cálculo de la edad ósea. *Acta Pediatr Esp.* 1990;48:289-94.
- Ebrí Torné B. Estudio estadístico y descriptivo en niño suizo de la edad ósea en el carpo por los métodos de Tanner y Ebrí. *Rev Esp Quir Mano.* 1994;21:67-75.
- Ferrández Longás A. Estudio longitudinal de niños españoles normales desde nacimiento hasta la edad adulta. Datos antropométricos, puberales, radiológicos e intelectuales. Fundación Andrea Prader. Zaragoza 2005.
- Marti Henneberg C, Roy MP, Passe NP. El análisis de la maduración esquelética en el hombre. *Metodología. Med Clin.* 1975;2:49.
- Tanner J, Whitehouse R. Standards for skeletal maturation. Paris: International Children's Center; 1959.
- Greulich W, Pyle SJ. Radiographic atlas of skeletal development of the hand wrist. 2 Ed. California: Stanford University Press; 1959.
- Tanner JM, Whitehouse RH, Healy MR. A new system for estimating the maturity of the hand and wrist with standards derived from 2600 healthy British children. Part II: The scoring system. Paris: International Children's Center; 1962.
- Tanner JM, Whitehouse RM, Marshall WA, Healy MJ, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW II method). Londres: Academic Press; 1975.
- Andersen E. Comparison of Tanner-Whitehouse and Greulich-Pyle methods in a large scale Danish survey. *Amer J Phys Anthropol.* 1971;35:373-8.
- Sauvegrain J, Nahum H, Carle F. La maturation osseuse. Interêt de la détermination de l'âge osseux. *Méthodes d'évaluation. Ann Radiol.* 1962;5:535-41.
- Sizonenko PC. Détermination et interprétation de l'âge osseux. *Rev Pediatr.* 1972;8:587-98.

17. Ebrí Torné B, Altarriba Farrán J. Presentación de un nuevo método biométrico (I. V. O.) para la valoración de la edad ósea en niños. *Medizinische Klinik*. 1979;214:50-6.
18. Sarria A, Moreno L, Bueno M. Métodos de valoración de la Maduración ósea. *Rev Esp Pediatr*. 1985;41:911.
19. Hunziker U, Largo R, Zachman M. Compensatory maturational deceleration of growth or catch-down growth in patients with congenital adrenal hyperplasia after delayed initiation of therapy. *Eur J Pediatr*. 1986;144:550-3.
20. Hermanussen M, Geiger-Benoit K, Partsch CJ. Predictive criteria for successful growth promotion in growth hormone therapy of short stature: A comparison between common endocrine parameters knemometry. *Acta Paediatr*. 1989;78:555-61.
21. Nera R, Eiken M, Legarth EG. Prediction of final height in Turner's syndrome. A comparative study. *Acta Paediatr*. 1990;79:776-83.
22. Mortensen HB, Main K, Michaelsen KF. Predicting and monitoring of growth in children with short stature during the first year of growth hormone treatment. *Acta Paediatr*. 1991;80:1150-7.
23. Ebrí Torné B. Nouvelle Indice de Valorisation de Liössification du Carpe (IVOC) Étude sur 5225 Enfants Espagnoles. *Pédiatr*. 1993;48:813-7.
24. Ebrí Torné B. Nuevas Ecuaciones para el cálculo de la Edad Ósea en el Carpo por el Método Ebrí carpiano, en niños recién nacidos hasta los dos y cuatro años. *Acta Pediatr Esp*. 1994;52:79-82.
25. Prader A, Budliger H. Körpemasse, wachstumgeschwindigkeit und kônochenalter gesunder kinder in des ersten zwôlf, Jahren (Longitudinale Wachstumsstudie, Zürich). *Paediatr Acta Suppl*. 1977:37.
26. Marti-Henneberg C, y Vilardell Latorre E. La maduración ósea de una población infantil (niños de 8 a 17 años y niñas de 6 a 16 años) de Barcelona (España). Curvas standard a partir de un método numérico. *Med Clin*. 1975;2:73-8.
27. Ebrí Torné B. Estudio comparativo de las edades óseas Tanner-Rus, Tanner Carpal, Ebrí carpal, Ebrí Metacarpofalángica, y Greulich y Pyle. *Acta Pediatr Esp*. 1997;55:369-74.
28. Sobradillo B, Zachmann M, Frisch H, Prader A. Bayley-Pinneau, Roche and Tanner, height prediction in various conditions. *Annual Meet of European Society for Paediatric Endocrinology*; Cambridge 1977.
29. Ebrí Torné B. Nuevo Método predictivo de Talla Adulta basado en la edad ósea Ebrí Metacarpofalángica. *Acta Pediatr Esp*. 1997;55:165-8.
30. Ebrí Torné B. Estudio Comparativo entre los métodos de Predicción de Talla adulta de Bayley-Pinneau, Tanner II y Ebrí Metacarpofalángico en niño suizo. *Acta Pediatr Esp*. 1997;55:261-7.
31. Ebrí Torné B. Predicción de Talla adulta en población española (836 niños) a través del método de valoración osificativo Ebrí-carpal. *Acta Pediatr Esp*. 1995;53:424-7.
32. Ebrí Torné B. Predicción de Talla Adulta: en Población Longitudinal Suiza, a través del método Ebrí-Carpal. *Acta Pediatr Esp*. 1994;52:155-8.