

## **Análisis de los métodos radiológicos que predicen la edad ósea de los niños desde el punto de vista Antropológico**

*Analysis of radiological methods for the prediction of bone age from an anthropological point of view*

Juan M. Tristán Fernández<sup>1</sup>, Fernando Ruiz Santiago<sup>2</sup>, Miguel C. Botella López<sup>3</sup>, Rosa Maroto Benavides<sup>4</sup>, Silvia Jiménez Brobeil<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Profesor del departamento de enfermería de la Universidad de Granada.

<sup>2</sup>Profesor del Departamento de Radiología y Terapéutica Física de la Universidad de Granada. Jefe de la Sección de músculoesquelético del Servicio de Imagen para el Diagnóstico del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada.

<sup>3</sup>Director y profesor del Departamento de Antropología Física de la Universidad de Granada

<sup>4</sup>Profesoras del Departamento de Antropología Física de la Universidad de Granada

**Correspondencia:** Juan Miguel Tristán Fernández E-mail: [jtritan@ugr.es](mailto:jtritan@ugr.es)

**Palabras Clave:** Edad ósea, edad cronológica, métodos radiológicos de determinación de la edad ósea

**Keywords:** Bone age, chronological age, radiological methods for the determination of bone age.

### **Resumen**

El conocer con precisión cual es la edad ósea de los niños durante el periodo de crecimiento constituye un dato útil en múltiples situaciones, como en la antropología forense y en la monitorización del crecimiento en condiciones normales y patológicas.

En la actualidad, los métodos radiológicos más frecuentemente empleados en la medida o cálculo de la edad ósea de los niños de nuestro entorno fueron diseñados a mediados del siglo XX basándose en las radiografías de niños de otros países. Se desconoce si los cambios evolutivos de nuestra sociedad han restado validez a los métodos radiológicos tradicionales.

La hipótesis del estudio apunta a que los métodos radiológicos estándares de determinación de la edad ósea no siguen siendo válidos para los niños de nuestro entorno.

Los objetivos fueron verificar el grado de concordancia que muestran entre sí los métodos más usados en la medición de la edad ósea (Sempé, Tanner - Whitehouse y Greulich y Pyle) y determinar el grado de concordancia de la edad ósea determinada mediante dichos métodos con la edad cronológica en los niños de nuestro medio.

Se han incluido un total de 100 casos (43 niñas y 57 niños).

Nuestro trabajo ha demostrado que los métodos de Sempé y el atlas de Greulich y Pyle son los más concordantes entre sí y en la comparación con la edad cronológica. Esta correlación se mantiene muy alta incluso en la comparación de los estadios asignados a los huesos individuales.

### **Abstract**

Identifying with precision children's bone age during their growth period can be very useful in different situations, such as forensic anthropology and growth monitoring under standard and pathological conditions. Currently, the most frequent radiological methods in our country for the determination of children's bone age were designed in the middle of the 20<sup>th</sup> century on the basis of X-rays performed on children from other countries. We ignore whether evolution and changes in our society have invalidated traditional radiological methods.

The hypothesis of this study aims to prove that standard radiological methods for the determination of bone age are not suitable for children in our country.

The main objectives were to verify the degree of concordance shown by the most commonly used methods in bone age determination (Sempé, Tanner – Whitehouse and Greulich and Pyle) and to identify the degree of concordance between the bone age determined by such methods and the chronological age of children in our environment.

A total of 100 cases are included (43 girls and 57 boys).

Our study has shown that Sempé's methods and the atlas by Greulich and Pyle are the most concordant methods with each other as well as in comparison with chronological age. This correlation is still high even when comparing the stages of individual bones.

### **Introducción**

El conocer con precisión cual es la edad ósea de los niños durante el periodo de crecimiento constituye un dato útil en múltiples situaciones. Desde el punto de vista clínico es una herramienta diagnóstica que permite monitorizar los efectos del tratamiento.

Desde el punto de la Antropología Forense tiene marcada importancia el conocimiento de la edad ósea en el caso de los inmigrantes ilegales, donde la determinación de la mayoría de edad tiene repercusiones en el trato jurídico de los individuos.

De los métodos más ampliamente usados, el de Greulich-Pyle está basado en niños americanos (Greulich, 1959), el de Tanner-Whitehouse en niños anglosajones (Tanner, 1975) y el de Sempé en niños franceses (Sempé, 1994).

En estudios posteriores, el grado de concordancia de la edad ósea con la cronológica no ha sido uniforme, indicando que existen variaciones evolutivas que pueden achacarse al tiempo, a la diferente localización geográfica, a diferencias étnicas, socioeconómicas o, incluso, a los variados patrones de alimentación (Loder, 1993; Groel, 1999). Algunas de estas diferencias han sido también encontradas en trabajos realizados sobre la población infantil española (Jiménez Castellanos, 1996).

Los estudios sobre la validez de estos métodos en los niños de un entorno geográfico o cultural próximo al nuestro son reducidos. Muchos de ellos tampoco cuestionan la validez de los métodos, sino que simplemente los utilizan como estándar de referencia (Groell, 1999; Jiménez Castellanos, 1996).

Este trabajo parte de las siguientes hipótesis:

1. Los métodos tradicionales de medición de la edad ósea muestran un grado de concordancia dispar entre sí.
2. Los métodos tradicionales de determinación de la edad ósea no son aplicables a los niños de nuestro medio.

Por tanto, los objetivos del presente trabajo son:

1. Verificar el grado de concordancia que muestran entre sí los métodos más usados en la medición de la edad ósea (Sempé, Tanner - Whitehouse y Greulich y Pyle).

2. Determinar el grado de concordancia de la edad ósea determinada mediante dichos métodos con la edad cronológica en los niños de nuestro medio.

## Material y métodos

### *Diseño*

Es un estudio transversal sobre el desarrollo esquelético y antropométrico de niños y adolescentes realizado en el ámbito hospitalario de Granada.

Para la realización del estudio, aprovechamos la petición de estudio radiológico de mano y muñeca por traumatismos banales en pacientes con edades inferiores a los 18 años. Se incluyen sólo las radiografías que no distorsionaban los elementos óseos.

### *Pacientes y tamaño muestral*

Se ha incluido un total de 100 niños, 43 niñas y 57 niños, con una edad media de 14,59 años. En la tabla 1 se recogen las edades de la muestra.

Para el cálculo del error intraobservador se han elegido 30 casos que también superan el tamaño mínimo necesario.

edad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
niñas		1	1	1		1		1	3	4	6	3	5	8	1	4	1		2
niños	1			2	1	2	2	3	2	5	7	4	4	10	6	5	3		

**Tabla 1.** Muestra estudiada según el sexo y la edad.

**Table 1.** Studied sample according to sex and age.

### *Variables a estudiar*

1. Edad cronológica. Variable continua que se expresa en años.
2. Edad ósea con el método Sempé. Variable continua que se expresa en años, resultado de la aplicación del método de este autor (Sempé 1994).
3. Edad ósea con el método de Tanner. Variable continua que se expresa en años, resultado de la aplicación del método de este autor. Siguiendo dicho método se han obtenido 3 valores, correspondientes a la valoración del carpo, el denominado RUS (radio, cúbito y huesos cortos) y el sistema 20 huesos.
4. Edad ósea con el sistema de Greulich y Pyle. Variable continua que se expresa en años, resultado de la aplicación del método de este autor. Se han obtenido 2 valores, uno resultado de la aplicación del sistema numérico de los autores y otro por comparación directa en las imágenes del atlas.
5. Edad diferencial. Variable continua que se expresa en años y que resulta de restar la edad cronológica de la edad ósea. Como edad ósea se consideró la media estadística de la edad ósea determinada mediante los diferentes métodos incluidos en este trabajo.

Para el Análisis Bivariante se recodificó en tres categorías:

Edad ósea retrasada: (0). La edad ósea es inferior a un año a la edad cronológica.

Edad ósea concordante: (1). La edad ósea se corresponde a la cronológica  $\pm$  1 año.

Edad ósea adelantada: (2). La edad ósea es mayor de 1 año con respecto a la cronológica.

6. Se han estudiado todos y cada uno de los núcleos de osificación del carpo y mano, un total de 30 núcleos. Estas variables se han tratado como categóricas policotómicas con los siguientes valores en cada método:

A. Método de Tanner: A, B, C, D, E, F, G, H, I.

Se considera como "A" la no visualización del núcleo, mientras que "I" es el estadio final del desarrollo.

B. Método de Sempé: 0, Ø, X, Q, P, N, M, L, K, R, S, T.

De nuevo el estadio "0" representa la no visualización del núcleo, y "T" el grado de desarrollo final.

C. Método numérico de Greulich y Pyle. Considera todas las variables descritas previamente, excepto la 16 (sesamoideos del pulgar), con un intervalo de valores que oscila del I al XXXI.

La lectura de las imágenes se ha realizado por el mismo observador, siendo evaluado el trabajo por un segundo observador y analizando por ambos las posibles discrepancias. El orden de lectura ha variado en función del patrón marcado por cada método.

### ***Análisis estadístico***

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS para Windows, versión 11.0 (Production Facility).

#### ***Análisis univariante***

El tratamiento univariante de los resultados consistió en un análisis descriptivo de las variables cualitativas (frecuencia y porcentajes) y de las variables cuantitativas (media y error estándar de la media).

#### ***Análisis bivariante. Cálculo del error intraobservador***

Se determinó en primer lugar la concordancia intraobservador de la edad ósea asignada mediante los diferentes métodos radiológicos y de los diferentes estadios asignados a los núcleos de osificación individuales, en un grupo aleatorio de 30 casos de la muestra

Se realizaron dos determinaciones de la edad ósea separadas en el tiempo y obtenidas con cada método radiológico individual. Se hizo mediante el test de la t de Student para muestras relacionadas, considerando la ausencia de significación como indicativa de concordancia de valores medios.

Para averiguar la posible repercusión clínica de estas discrepancias se determinó el grado de dispersión en años de las diferencias en las determinaciones repetidas de la edad ósea, considerando que el valor de 2 desviaciones típicas de la media contenía el 95% de los valores de las diferencias en años.

La concordancia entre la asignación de los diferentes estadios a los núcleos de osificación individuales mediante los diferentes métodos se midió con el índice de Kappa (Cohen, 1960). Sus valores oscilan entre 0 y 1, interpretándose los resultados de la siguiente forma: 0-0.20 = ligera concordancia; 0.21-0.40 = mediana concordancia; 0.41-0.60 = Moderada concordancia; 0.61-0.80 = importante concordancia; 0.81-1.00 = concordancia casi perfecta (Landis, 1977).

#### ***Análisis bivariante de las hipótesis***

La concordancia entre la edad cronológica y la edad ósea, determinada mediante diferentes métodos radiológicos, se hizo mediante el test de la t de Student para muestras relacionadas, considerando la ausencia de significación como indicativa de concordancia entre los métodos.

Con la V de Kendall hemos determinado el grado de concordancia de la distribución de los diferentes estadios asignados a los huesos individuales con los diferentes métodos. Sus valores oscilan entre 0 (ausencia de concordancia) y 1 (Máxima concordancia) (Ferran, 2001).

## **Resultados**

### ***Análisis univariante***

#### ***Variable dependiente principal***

La variable dependiente principal, la concordancia entre edad ósea y cronológica, ha presentado la frecuencias mostradas en la tabla 2.

En la tabla 3 se representan los valores descriptivos de la edad cronológica de los niños y de la edad calculada a través de los diversos métodos de estudio de la edad ósea incluidos en este trabajo.

	FRECUENCIA
EDAD ÓSEA ATRASADA	18
EDAD ÓSEA CONCORDANTE	59
EDAD ÓSEA ADELANTADA	23
TOTAL	100

**Tabla 2.** Concordancia de la edad ósea cronológica considerando 3 categorías.

**Table 2.** Concordance of chronological bone age considering 3 categories.

VARIABLE	MEDIA $\pm$ E. S.	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO
EDAD CRONOLÓGICA	11,30 $\pm$ 0,36	11,56	18,20	0,88
E.O. SEMPÉ	11,46 $\pm$ 0,35	12,00	19	0,60
E. O. TANNER 20HUESOS	11,58 $\pm$ 0,37	12,10	18	0,88
E. O. TANNER METACARPO	12,23 $\pm$ 0,38	12,60	18,20	0,88
E. O. TANNER CARPO	10,63 $\pm$ 0,33	11,15	15,00	0,00
E.O. GREULICH NUMÉRICO	10,89 $\pm$ 0,38	11,48	18,00	0,00
E. O. GREULICH ATLAS	11,31 $\pm$ 0,39	11,48	18,00	0,48

**Tabla 3.** Edad cronológica y edad en los tres métodos.**Table 3.** Chronological age and age in the three methods.

### *Análisis bivalente de la reproducibilidad y de la concordancia de los diferentes métodos* *Error intraobservador*

El cálculo del error intraobservador encontró diferencias significativas en la determinación de la edad ósea mediante el atlas de Greulich y Pyle. En el resto de los métodos empleados no hubo diferencias entre la primera y la segunda lectura de las placas (Tabla 4)

	DIFERENCIAS RELACIONADAS		SIG. (BILATERAL)
	Media	Error típ. de la media	
EDAD ÓSEA-SEMPÉ	12,7080	,55768	
SEMPE 2ª MEDIDA	13,0137	,51912	,076
E. O. TANNER 20 HUESOS	13,0853	,58650	
E. O. TANNER 20 HUESOS 2ª MEDIDA	13,3033	,60398	,346
E. O. TANNER METACARP.	13,7233	,56525	
E. O. TANNER METACARP. 2ª MEDIDA	13,7700	,56235	,737
E. O. TANNER CARPO	11,8770	,50851	
E. O. TANNER CARPO 2ª MEDIDA	12,2567	,51539	,056
EDAD GP. MÉTODO NUMÉRICO	12,2013	,53988	
EDAD GP MÉTODO NUMÉRICO 2ª MEDIDA	12,2707	,53964	,511
EDAD GP. EN EL ATLAS	12,7047	,61800	
GP. EN EL ATLAS 2ª MEDIDA	13,0427	,58576	,010

**Tabla 4.** Error intraobservador en la edad ósea asignada con diferentes métodos.**Table 4.** Intraobserver error in bone age determined by different methods.

Las determinaciones duplicadas de los métodos por un solo observador demostraron que el 95% de las diferencias entre medidas caían dentro de los rangos siguientes (equivalentes a 2 desviaciones típicas).

Método de Sempé:  $\pm$  0,91 años. Tanner 20 huesos:  $\pm$  1,24 años. Tanner RUS:  $\pm$  0,73. Tanner Carpo:  $\pm$  1,04 años. Greulich y Pyle numérico:  $\pm$  0,57. Greulich y Pyle Atlas:  $\pm$  0,66.

Como puede verse, el rango de las diferencias o dispersión entre 2 mediciones distintas es inferior para el método de Greulich y Pyle (1,14 años para el método numérico y 1,32 años para la comparación directa con el atlas) y mayor para el Tanner 20 huesos (2,48 años).

Esto debe de interpretarse como que el método de Greulich y Pyle tiene una menor variabilidad o dispersión en sus medidas, lo que ha podido influir en que pequeñas diferencias en las medias de las medidas separadas en el tiempo, hayan alcanzado un valor significativo, a pesar de que estas diferencias no sean relevantes desde el punto de vista clínico.

### *Calculo del error intraobservador en el estadiaje individual de los núcleos de osificación.*

La concordancia entre la segunda asignación de un estadio de desarrollo a los diferentes huesos de la mano y muñeca se evaluó mediante el índice Kappa (Tabla 5).

### *Concordancia de la edad cronológica con métodos de determinación de la edad ósea*

La tabla 6 muestra los grados de concordancia determinados mediante la t de Student de los distintos métodos de determinación de la edad ósea con respecto a la edad cronológica. Aquellos que no han mostrado diferencias significativas son los que muestran mejor grado de concordancia entre edad ósea y cronológica. Estos serían el método de Sempé y el Atlas de Greulich y Pyle.

	TANNER	SEMPE	G y P NUMERICO
GRANDE	0,492	0.417	0.274
GANCHOSO	0,519	0.577	0.345
PIRAMIDAL	0,712	0.777	0.640
SEMILUNAR	0,658	0.375	0.310
ESCAFOIDES	0,873	0.278	0.269
TRAPECIO	0,436	0.413	0.407
TRAPEZOIDE	0,620	0.446	0.524
RADIO	0,861	0.561	1.000
CUBITO	0,819	0.600	0.383
1º METACARP.	0,784	0.527	0.438
METACA. 2-4	0,774	0.765	0.477
1 FALANG PULGAR	0,691	0.623	0.765
1 FALANG DEDO	0,821	0.699	0.645
FALANGES MEDIAS	0,781	0.662	0.546
FAL DIST PULGAR	0,568	0.708	0.700
FAL DIST DEDOS	0,731	0.700	0.506

**Tabla 5.** Grado de concordancia en el estadiaje individual de los núcleos de osificación en cada uno de los métodos. 0 sería ausencia de concordancia y 1 la concordancia máxima.

**Table 5.** Degree of concordance in the individual staging of ossification centers in every method. 0 would mean no concordance and 1 the highest concordance.

	MEDIA	ERROR TÍP. DE LA MEDIA	SIGNIFICACIÓN
EDAD CRONOLÓGICA	11,2728	.36762	
EDAD ÓSEA-SEMPÉ	11,4386	.34820	0,205
EDAD CRONOLÓGICA	11,2728	.36762	
E. O. TANNER 20 HUESOS	11,5695	.37434	0,022
EDAD CRONOLÓGICA	11,2728	.36762	
EO. TANNER METACARP.	12,2181	.38171	0,000
EDAD CRONOLÓGICA	11,2728	.36762	
EO. TANNER CARPO	10,6397	.32997	0,000
EDAD CRONOLÓGICA	11,2728	.36762	
GP MÉTODO NUMÉRICO	10,8568	.38548	0,002
EDAD CRONOLÓGICA	11,2728	.36762	
EDAD GP EN EL ATLAS	11,2948	.39593	0,860

**Tabla 6.** Comparación entre la edad cronológica y las diversas determinaciones de la edad cronológica.

**Table 6.** Comparison between the chronological age and different determinations of the chronological age.

#### *Concordancia entre los distintos métodos*

Al relacionar los distintos métodos entre sí, encontramos que sólo existió concordancia entre el Sempé y Tanner 20 huesos ( $p=0,185$ ), Sempé y el atlas de Greulich y Pyle ( $p=0,165$ ), Tanner carpo y Greulich y Pyle numérico ( $p=0,140$ ).

#### *Concordancia entre los estadios asignados a los huesos individuales en los diferentes métodos*

Carpo y antebrazo con los métodos Sempé-Tanner.

Las siguientes tablas muestran el grado de concordancia por hueso individual entre los métodos de Sempé y de Tanner.

En la tabla 7 se recoge la concordancia entre los huesos del carpo y las extremidades distales del radio y cúbito. Se demuestra que las significaciones más bajas, según la V de Kendal, corresponden a los huesos trapecio y trapecoides que muestran mayor dispersión entre los estadios equivalentes de los métodos de Tanner y Sempé.

HUESOS	KENDALL
GRANDE	0,930
GANCHOSO	0,880
PIRAMIDAL	0,950
SEMILUNAR	0,910
ESCAFOIDES	0,840
TRAPECIO	0,658
TRAPEZOIDES	0,810
RADIO	0,910
CUBITO	0,830

**Tabla 7.** Concordancia entre los métodos de Sempé y Tanner a nivel de los huesos del carpo y extremidad distal del antebrazo.

**Table 7.** Concordance of Sempé and Tanner's methods at the level of carpal bones and distal extremity of the forearm.

#### Metacarpo y dedos Sempé-Tanner

En los huesos de la mano cabe destacar las significaciones más bajas de la falange distal del primer dedo, seguida de las falanges distales de los dedos y la primera falange del primer dedo, lo que sugiere mayor disparidad entre los estadios asignados a estos huesos (Tabla 8).

HUESOS	KENDALL
1º METACARP.	0,930
EPIFISIS MET.	0,970
1º FALNGE PUL.	0,750
FAL. PROX. DED	0,840
FAL. MEDIAS	0,850
FAL. DISTAL 1º	0,516
FAL. DIST. DED.	0,672

**Tabla 8.** Distribución comparativa entre los diferentes estadios mediante los métodos de Sempé y Tanner a nivel de los huesos de la mano.

**Table 8.** Comparative distribution of different stages with Sempé and Tanner's methods at the level of hand bones.

#### Concordancia Sempé y Greulich a nivel de los huesos del carpo y antebrazo

En las tablas siguientes se expresa el grado de concordancia entre el método de Sempé y el método numérico de Greulich y Pyle. Todos los huesos del carpo y antebrazo distal han mostrado una concordancia elevada según la "V de Kendall" (Tabla 9).

También en este caso la concordancia entre ambos sistemas de determinación de la edad ósea ha sido muy elevada.

HUESOS	KENDALL
GRANDE	0,960
GANCHOSO	0,960
PIRAMIDAL	0,970
SEMILUNAR	0,920
ESCAFOIDES	0,940
TRAPECIO	0,950
TRAPEZOIDES	0,960
RADIO	0,990
CUBITO	0,990

**Tabla 9.** Concordancia del carpo y antebrazo en los métodos Sempé y Greulich. Concordancia Sempé y Greulich a nivel de los huesos de la mano (Tabla 10).

**Table 9.** Concordance of carpus and forearm in Sempé and Greulich's methods.

HUESOS	KENDALL
1º METACARP.	0,980
EPIFISIS MET.	0,990
1º FALNGE PUL.	0,990
FAL. PROX. DED	0,990
FAL. MEDIAS	0,990
FAL. DISTAL 1º	0,990
FAL. DIST. DED.	0,980

**Tabla 10.** Concordancia entre los métodos de Sempé y Greulich y Pyle a nivel del metacarpo y dedos.

**Table 10.** Concordance of Sempé and Greulich and Pyle's methods at the level of metacarpus and fingers.

### Discusión

De los métodos utilizados en este trabajo, todos han sido cuantitativos, salvo la comparación subjetiva realizada en el atlas de Greulich y Pyle. Aunque clásicamente se han considerado más fiables los métodos numéricos (Cánovas, 2000), esto sólo ha sido refrendado parcialmente en nuestro trabajo, donde no se han demostrado diferencias significativas entre la edad ósea y cronológica con el método de Sempé, y con la comparación en el atlas de Greulich y Pyle. Sin embargo, con el método numérico de estos autores y los métodos numéricos aislados de Tanner hemos encontrado diferencias significativas con respecto a la edad cronológica. Nuestro trabajo coincide con revisiones recientes que no han demostrado diferencias significativas entre el método de Sempé y el atlas de Greulich y Pyle (Dimeglio, 2001). Por tanto, ambos métodos serían igual de válidos para la determinación de la edad ósea en un contexto clínico.

En el caso del método de Tanner esta divergencia ha sido más acentuada en la valoración independiente de los metacarpianos (método RUS) y del carpo. Aunque ambos influyen en el método de Tanner-20 huesos, este ha mostrado menor discrepancia debido que las divergencias de los huesos individuales se anulan. Esta ausencia de correlación entre la maduración esquelética determinada mediante el método RUS y carpiano de Tanner ya ha sido observada por otros autores, que encuentran la edad ósea determinada por el sistema RUS mayor que la determinada mediante los huesos del carpo (Benso, 1997).

La comparación desfavorable del método de Tanner con respecto al método de Sempé, pudiera deberse a que este último considera un estadio más en el desarrollo de los huesos de la mano y a que recoge la valoración de los indicadores terciarios de la maduración, como el sesamoideo del pulgar y el pisiforme, siendo estos datos especialmente útiles durante el periodo de la adolescencia (Sempé 1994). La posible influencia de la discordancia cronológica en la realización de los trabajos de Tanner, en 1962, y de Sempé, en 1978, podría ser otro efecto a considerar.

También resulta sorprendente que el método subjetivo de Greulich y Pyle ha resultado mejor estimador de la edad cronológica que el método numérico de los mismos autores. En cualquier caso, a este último se le ha achacado que la progresión numérica es ordinal como si la maduración esquelética fuese uniforme cuando la realidad es diferente (Sempé, 1994).

Cuando se ha estudiado la concordancia de los distintos métodos en la asignación de estadios de maduración a los huesos individuales, hemos encontrado que no se aprecian diferencias altamente significativas, sobre todo con los métodos de Sempé y Greulich y Pyle donde la concordancia es máxima, por encima de 0,90 en todos los casos. En cambio al hacer la comparación entre el método de Sempé, como más concordante con la edad cronológica, con el de Tanner, hemos encontrado cierta dispersión en dos de los huesos del carpo (trapecio y trapecoides), en las falanges distales de los dedos y en la primera del pulgar. De nuevo se corrobora que los métodos de Sempé y Greulich y Pyle son igualmente válidos para su uso clínico en la valoración de la edad ósea.

Hemos encontrado que todos los sistemas de valoración no aportan una información concordante, por lo que probablemente la consideración conjunta de varios de ellos aporte una información más precisa.

Entre los métodos de valoración de la edad ósea, el de Tanner recoge un número reducido de estadios con respecto a los otros métodos, que ofrecen un abanico más amplio de imágenes y probabilidades para poder cotejar.

En el método de Sempé, tan sólo se muestran dibujos de los distintos huesos, con lo que a la hora de hacer la valoración el grado de dificultad es mayor. Lo mismo ocurre en el sistema numérico de Greulich y Pyle, que también se realiza con dibujos.

El atlas de Greulich y Pyle es el más utilizado en la clínica por su facilidad y rapidez. Sin embargo muchos estudios de investigación se soportan en los métodos de Tanner, Sempé o Greulich numérico por ser considerados como aproximaciones más científicas.

Nuestro trabajo ha demostrado que los métodos de Sempé y Greulich y Pyle son los más concordantes entre si y en la comparación con la edad cronológica. Esta correlación se mantiene muy alta incluso en la comparación de los estadios asignados a los huesos individuales.

En cambio el método de Tanner muestra una mayor disparidad en su comparación con otros métodos, no sólo en sus resultados globales, sino en la comparación pormenorizada de los huesos individuales.

Por tanto, en la actualidad la valoración de la edad ósea de los niños de nuestro medio debería hacerse con los métodos de Sempé o Greulich y Pyle.

Este último es el que ha mostrado menor dispersión de resultados entre dos medidas comparativas, con un 95% de las diferencias incluidas en un rango menor de 1.5 años, diferencias que no se consideran clínicamente relevantes.

Esto unido a la rapidez de su realización, convierte al atlas de Greulich y Pyle como el método idóneo a seguir en la valoración de la edad ósea de los niños de nuestro entorno. En aquellos casos, en los que de esta decisión se derivase un tratamiento o cambio de actitud clínico, la edad ósea se podría corroborar con el método de Sempé.

### **Conclusiones**

De los diferentes métodos de determinación de la edad ósea han aportado resultados concordantes entre si los siguientes:

- El método de Sempé con el Atlas de Greulich y Pyle y el método de Tanner 20 huesos.
- El método de Tanner del carpo con el método de Greulich y Pyle numérico.

1. De los métodos de valoración de la edad ósea estudiados, han mostrado una mayor concordancia con la edad cronológica el método numérico de Sempé y la valoración subjetiva en el atlas de Greulich y Pyle.
2. La dispersión entre los valores de medidas repetidas es menor con el método de Greulich y Pyle, por lo que debe de seguir considerándose como un método adecuado para la práctica clínica.
3. En el método de Tanner, los metacarpianos y falanges aportan una edad ósea adelantada y el carpo una edad ósea atrasada con respecto a la edad cronológica, por lo que no es recomendable su uso en los niños de nuestro entorno.

### **Bibliografía**

- Benso, L., Vannelli, S., Pastorin, L., *et al*. 1997, Variation of bone age progression in healthy children. *Acta Paediatr Suppl*; 423: 109-112.
- Canovas, F., Jaeger, M., Dimeglio, A., *et al*. 2000, L'évaluation de la maturation des os du carpe par analyse d'image: une alternative à l'âge oseux ou un outil complémentaire?. *Arch Pediatric*; 7: 976-981.
- Cohen, J., 1960, A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas*; XX: 37-46.
- Dimeglio, A., 2001, Growth in pediatric orthopaedics. *J Ped Orthop*; 21: 549-555.
- Ferrán Aranaz, M., 2001, SPSS para Windows. Análisis estadístico. Osborne McGraw-Hill. Madrid.
- Greulich, W.W., y Pyle, S.I., 1959, Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist (2<sup>nd</sup> ed). Stanford University Press. Stanford, CA.
- Groell, R., Lindbichler, F., Riepl, T., *et al*. 1999, The reliability of bone age determination in central European children using the Greulich and Pyle method. *Br J Radiol*; 72: 461-464.
- Jiménez Castellanos, J., Carmona, A., Catalina Herrera, C.J., *et al*. 1996, Skeletal maturation of wrist and hand ossification centers in normal spanish boys and girls: a study using the Greulich-Pyle methods. *Acta Anat*; 155: 206-211.

- Landis, J.R., Koch, G.G., 1977, The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*; 33: 159-174.
- Loder, R.T., Estle, D.T., Morrison, K., *et al.*, 1993, Applicability of the Greulich-Pyle skeletal age standards to black and white children of today. *Am J Dis Children*; 147: 1329-1333.
- Sempé, M., Pavía, C., 1994, *Maduración ósea. Método auxorradiográfico*. Ed Díaz de Santos. Madrid.
- Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., Marshall, W.A., *et al.*, 1975, *Assesment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*. Academic Press, New York.