

DIFERENCIAS EN LA INTERPRETACIÓN DE LA EDAD ÓSEA DE NIÑOS Y ADOLESCENTES ENTRE MÉDICOS ENDOCRINÓLOGOS Y RADIOLOGOS UTILIZANDO LOS ATLAS DE GREULICH-PYLE Y FUNDACREDESA.

Tomás Sinchigalo, Maryury Víneces, Mariela Paoli, Yajaira Briceño.

Servicio de Endocrinología, Instituto Autónomo Hospital Universitario de Los Andes, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Rev Venez Endocrinol Metab 2024;22(3): 165-176. DOI: <https://doi.org/10.53766/RVEM/2024.22.3.04>

RESUMEN

Objetivo: Determinar la concordancia y las diferencias en la interpretación de la edad ósea (EO) realizadas por médico endocrinólogo y radiólogo, con el atlas de Greulich-Pyle en comparación con el atlas de Fundacredesa, en niños y adolescentes del Servicio de Endocrinología del IAHULA.

Método: Estudio observacional, analítico, transversal. Se estudiaron 111 niños y adolescentes con patologías que afectan la maduración esquelética, 51,4% del sexo masculino y 48,6% del femenino. Se revisaron las historias clínicas y se utilizaron los reportes dados por médicos endocrinólogos y por radiólogos de instituciones públicas o privadas. La lectura de la EO se catalogó como adecuada si ésta oscila ± 1 año con respecto a la edad cronológica, retrasada si la edad ósea tiene más de 1 año de retraso y adelantada si tiene más de 1 año de adelanto.

Resultados: No hubo diferencias en los valores de EO reportadas entre los especialistas, sin embargo, hubo 34 pacientes (30,6%) que se catalogaron de manera diferente entre endocrinólogos y radiólogos, con una concordancia moderada-buena ($k: 0,605$). Se observó que los valores de EO reportados con Fundacredesa fueron significativamente mayores, y, aunque la concordancia en la interpretación en comparación con Greulich-Pyle fue buena ($k: 0,668$), hubo 31 pacientes (28%) clasificados de manera diferente.

Conclusión: La asociación de las patologías con la EO fue más acertada en los médicos endocrinólogos, ya que se aproximaron con mayor frecuencia a lo esperado para las diferentes enfermedades descritas. Hubo diferencia significativa al utilizar un atlas u otro.

Palabras claves: Edad ósea; atlas de Greulich y Pyle; atlas de Fundacredesa; maduración ósea.

DIFFERENCES IN THE INTERPRETATION OF BONE AGE IN CHILDREN AND ADOLESCENTS BETWEEN ENDOCRINOLOGY AND RADIOLOGY DOCTORS USING THE ATLAS OF GREULICH-PYLE AND FUNDACREDESA.

ABSTRACT

Objective: To determine the concordance and differences in the interpretation of bone age (BA) performed by endocrinologists and radiologist, using the Greulich-Pyle atlas compared to the Fundacredesa atlas, in children and adolescents of the Endocrinology Service of IAHULA.

Artículo recibido en: abril 2024. Aceptado para publicación en: julio 2024.
Dirigir correspondencia a: Yajaira Briceño. Email: bricenoyajaira91@gmail.com

Methods: Observational, analytical, cross-sectional study. One hundred and eleven (n=111) children and adolescents with pathologies that affect skeletal maturation were studied, 51.4% male and 48.6% female. Hospital medical records were reviewed and reports given by endocrinologists and radiologists from public or private institutions were used. The BA reading was classified as adequate if it oscillated ± 1 year with respect to the chronological age, delayed if the BA was more than 1 year late, and advanced if it was more than 1 year advanced.

Results: There were no differences in BA values reported between specialists, however, there were 34 patients (30.6%) who were classified differently between endocrinologists and radiologists, with a moderate-good concordance (k:0.605). It was observed that the BA values reported with Fundacredesa were significantly higher, and although the concordance in the interpretation by Greulich-Pyle and Fundacredesa was good (k:0.668), there were 31 patients (28%) classified differently.

Conclusion: The association of pathologies with BA was more accurate in endocrinologists, since they more frequently approximated what was expected for the different diseases described. There was a significant statistical difference when using one atlas or another.

Keywords: Bone age; Greulich and Pyle atlas; Fundacredesa atlas; bone maturation.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la madurez esquelética es un método común que se realiza en la práctica clínica con la radiografía de la mano y la muñeca izquierda, se considera un indicador importante de la edad biológica de los niños en comparación con su edad cronológica (EC)¹. La edad ósea (EO) se basa en la presencia de centros particulares de formación ósea, así como en la dimensión y estructura de los huesos, y representa un factor importante del proceso de maduración biológica^{2,3}.

La EO es una importante herramienta utilizada en la evaluación clínica de los pacientes que padecen trastornos del crecimiento, donde puede verse afectada por varios factores incluido el género, la nutrición, trastornos metabólicos, genéticos, sociales y por enfermedades agudas o crónicas, incluida la disfunción endocrina³. Se utiliza para confirmar el diagnóstico de variantes normales de crecimiento, como la talla baja familiar con maduración normal del esqueleto; se usa en niños con retraso constitucional del crecimiento, pequeños para la edad gestacional, déficit de hormona de crecimiento (GH), síndrome de Turner, hipotiroidismo, malnutrición, insuficiencia renal crónica y otras enfermedades crónicas, que cursan con EO retrasada^{1,4}.

Por el contrario, en condiciones de hiperandrogenismo, como la hiperplasia suprarrenal

congénita, así como en la pubertad precoz (PP), niños con talla alta, adrenarquia precoz, sobrepeso-obesidad y algunos síndromes genéticos, la EO está adelantada⁴.

La EO es de gran utilidad para el diagnóstico diferencial de PP con pubarquia y telarquia precoz. Además, es esencial para el seguimiento de la respuesta de la maduración esquelética al tratamiento con análogos de GnRH, de GH y para la predicción de la talla adulta⁵⁻⁷. La EO es un indicador biológico de madurez que está disponible desde el nacimiento hasta la edad adulta⁸.

No existe un método universalmente aceptado para la evaluación manual de la EO, y se observa variabilidad entre las personas que realizan las evaluaciones. El personal de atención médica que realiza la calificación puede diferir en capacitación, experiencia y motivación, y se puede introducir un sesgo si el calificador conoce la EC y los antecedentes clínicos del paciente. La variabilidad puede ocurrir debido a las diferencias étnicas, el uso de datos de referencia antiguos o inapropiados y la falta de validación de los métodos^{8,9}.

Los atlas de Greulich-Pyle (1959) y de Fundacredesa son los más utilizados en nuestro medio⁹⁻¹¹. El método de Greulich-Pyle tiene una precisión y reproducibilidad aceptable para

el diagnóstico y seguimiento de pacientes con trastornos del crecimiento; la desviación estándar de la EO utilizando este atlas se estima en 15 meses^{12,13}. El Atlas de Maduración Ósea Fundacredesa evalúa el comportamiento de la maduración ósea del venezolano; existen diferencias significativas con los patrones de referencia internacional, especialmente en los huesos largos, las cuales responden a la influencia hormonal y reflejan la maduración adelantada de los venezolanos. Por el contrario, se encontró retardo en la maduración de los huesos del carpo, lo cual parece ser una característica particular de nuestra población¹⁴. Se usa radiografía de la mano izquierda porque la mayoría de las personas son diestras y es más probable que la mano derecha sufra más lesiones que la mano izquierda^{15,16}.

Eitel y Eugster reportaron que los médicos radiólogos interpretaron la EO de manera diferente a los endocrinólogos pediátricos en la mayoría de las imágenes, con una discrepancia en el 68% de las imágenes. En los pacientes remitidos por pubertad precoz, los radiólogos reportaron las edades óseas de mayor edad que los endocrinólogos pediátricos, tal vez debido al sesgo del motivo de la derivación; respaldan las lecturas de EO realizadas por parte de los endocrinólogos pediatras⁷.

Kaplowitz y col refieren que los endocrinólogos y radiólogos pediátricos mostraron consistencias casi idénticas en la lectura de la edad ósea. El atlas de Greulich-Pyle funcionó de manera similar al atlas de Gilsanz-Ratib⁹.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la concordancia y las diferencias en la interpretación de las lecturas de EO realizadas por médicos endocrinólogos y médicos radiólogos, con el atlas de Greulich-Pyle en comparación con el atlas de Fundacredesa, en niños y adolescentes del Servicio de Endocrinología del IAHULA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sujetos: Se realizó un estudio observacional,

analítico de corte transversal. Se incluyeron 111 niños y adolescentes del Servicio de Endocrinología, IAHULA, en el periodo 2020-2022, con patologías que afectan la maduración esquelética, como talla baja, pubertad retrasada, pubertad precoz, sobrepeso, obesidad, telarquia y pubarquia precoz. Los datos se obtuvieron de las historias clínicas de los archivos del hospital.

Procedimiento: Se obtuvo información sobre edad, sexo, peso, talla, índice de masa corporal (IMC), diagnóstico, edad ósea determinada por el Endocrinólogo y por el Radiólogo, edad ósea determinada por el Atlas de Greulich y Pyle y por Fundacredesa. Esta información se incluyó en una ficha de recolección de datos elaborada para este fin. Se utilizaron los reportes de EO dados por parte de dos médicos endocrinólogos del Servicio de Endocrinología del IAHULA, y por 4 médicos radiólogos provenientes de instituciones públicas o privadas, dependiendo del caso. La lectura de la edad ósea se catalogó como adecuada si ésta oscila ± 1 año con respecto a la edad cronológica, retrasada si la edad ósea tiene más de 1 año de retraso y adelantada si tiene más de 1 año de adelanto¹².

El estado nutricional se determinó mediante la estratificación del IMC, según el percentil correspondiente, utilizando las curvas de Fundacredesa por edad y sexo; se consideró bajo peso a niños con IMC por debajo del percentil 10, normopeso entre el percentil 10 y 90, sobrepeso mayor del percentil 90 al 97 y obesidad sobre el percentil 97. Así mismo, en cuanto a la estatura, se catalogó como talla baja con un percentil inferior a 3, talla normal baja entre 3 y <10 , talla normal entre 10 y 90, talla normal alta de >90 a 97 y talla alta un percentil mayor a 97.

El desarrollo puberal se evaluó según los estadios de Tanner. Se denominó pubertad precoz a la aparición de caracteres sexuales secundarios antes de los 8 años en niñas y de los 9 en niños; pubertad adelantada, al inicio de desarrollo puberal entre los 8-9 años en niñas y 9-10 años en niños¹⁷; pubertad retrasada en las niñas si no presentan desarrollo mamario u otra característica sexual secundaria a los 13 años, y en los varones

si no muestran un volumen testicular de 4 ml a los 14 años¹⁸.

Análisis estadístico: Los resultados se presentan en tablas y gráficos. Las variables continuas se muestran en promedio y desviación estándar y las variables categóricas en número absoluto y porcentaje. Para establecer las diferencias entre las medias de las variables continuas se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, ya que estas variables presentaron una distribución normal. Para establecer la asociación entre las variables categóricas se aplicó el chi cuadrado. Se determinó la concordancia entre las lecturas de edad ósea por Endocrinólogos y Radiólogos, y del atlas de Greulich-Pyle en comparación con Fundacredesa, con el índice kappa (k), considerando una concordancia pobre si el valor k es menor a 0,20; débil de 0,21-0,40; moderada de 0,41-0,60; buena si el valor obtenido es de 0,61-0,80 y muy buena si va de 0,80 a 1. Se estableció un valor p <0,05 como significativo. Los datos se procesaron con el programa Statistical Package for The Social Sciences, Versión 23.0 (S.P.S.S.).

RESULTADOS

El estudio incluyó 111 niños y adolescentes, el 51,4% de sexo masculino y el 48,6% de femenino; el 50,5% eran niños de 1 a 9 años y 49,5% adolescentes de 10 a 18 años, con una media de edad de $9,29 \pm 3,35$ años. La mayoría se encontraba en normopeso (67,6%) seguido de bajo peso y sobrepeso, 14,4% y 11,7% respectivamente, y solo 7 casos de obesidad, representando un 6,3% (Tabla I).

En la figura 1 se representan los diagnósticos del grupo de estudio, que fueron talla normal (36%), talla baja y normal-baja (18,9%), pubertad precoz, talla alta y normal-alta, déficit ponderal, cada uno con 8,1%, pubertad precoz central (7,2%), pubertad temprana (6,3%), sobrepeso-obesidad (4,5%) y telarquia precoz (2,7%). Se evidencia un porcentaje considerable de niños y adolescentes sin patologías, sin embargo, el 64,3% tiene algún tipo de alteración pondoestatural. Se debe aclarar que, si alguno de los participantes presentaba más de una patología, solo se tomó en cuenta con una de ellas.

Tabla I. Características clínicas de los niños y adolescentes incluidos.

Variables	n=111
Sexo	
Masculino	57 (51,4)
Femenino	54 (48,6)
Edad (años)	$9,29 \pm 3,35$
Grupos de edad	
Niños (1 a 9 años)	56 (50,5)
Adolescentes (10 a 18 años)	55 (49,5)
Peso (kg)	$30,47 \pm 12,68$
Talla (cm)	$130,57 \pm 18,58$
IMC (kg/m²)	$17,16 \pm 3,31$
Estado nutricional	
Bajo peso	16 (14,4)
Normo peso	75 (67,6)
Sobrepeso	13 (11,7)
Obesidad	7 (6,3)

Datos de variables categóricas en n (%) y variables continuas en X \pm DE.

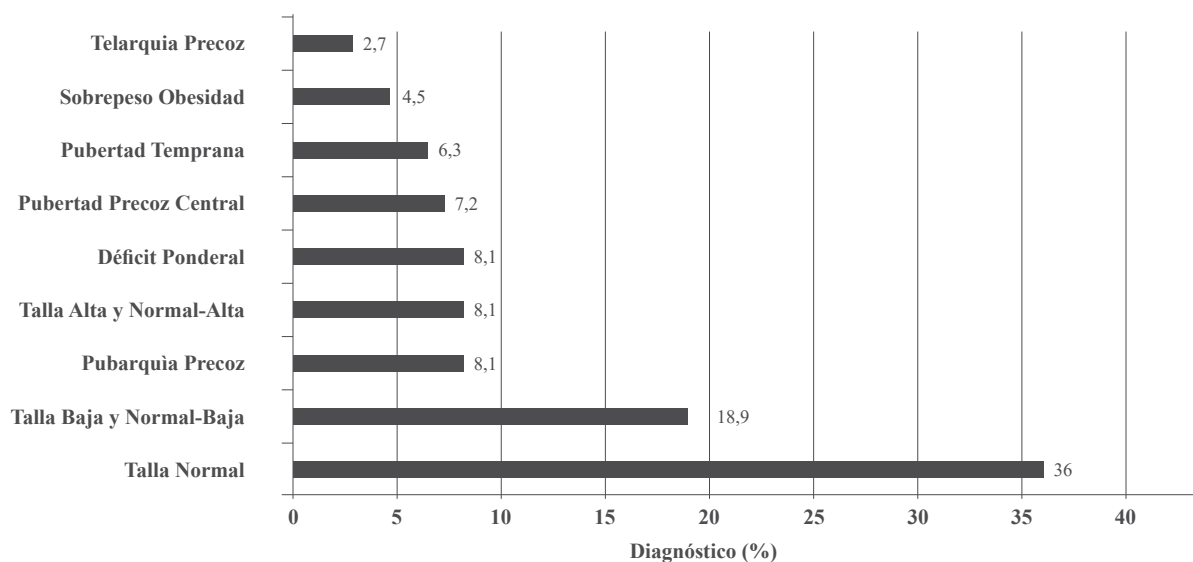


Fig. 1. Diagnósticos de los niños y adolescentes incluidos. Porcentajes.

En la Tabla II se muestran los valores de edad ósea determinados por el médico endocrinólogo y el médico radiólogo en los niños y adolescentes según sexo y grupos de edad, usando el mismo método, sea Greulich-Pyle o Fundacredesa, o el promedio de la edad ósea si la lectura fue realizada con los dos métodos. Los datos recopilados demuestran que las medias de las edades óseas no fueron diferentes estadísticamente entre los especialistas, tanto en el total de los pacientes como clasificados según sexo y grupos de edad. La diferencia de la lectura en los 111 pacientes fue de $0,09 \pm 1,21$ años.

Al clasificar los reportes de la edad ósea de ambos especialistas en retrasada, adecuada o adelantada, con respecto a la edad cronológica, se observa que la concordancia es moderada-buena (κ : 0,605), sin embargo, es de hacer notar que el endocrinólogo reporta con menor frecuencia la edad ósea adecuada (40,5 vs 55,9%), y con mayor frecuencia edad ósea retrasada (33,3 vs 27,9%) y adelantada (26,1 vs 16,2%), en comparación con el radiólogo (Ver Figura 2). Hubo 34 pacientes, esto es un 30,6%, que fueron clasificados de manera diferente entre el médico endocrinólogo y el radiólogo.

Tabla II. Valores de edad ósea determinados por el médico endocrinólogo y el médico radiólogo en los niños y adolescentes según sexo y grupos de edad.

Variables	EO Endocrinólogo	EO Radiólogo	Valor p
Sexo			
Masculino	$9,45 \pm 3,78$	$9,47 \pm 3,91$	0,902
Femenino	$8,82 \pm 2,66$	$8,61 \pm 2,46$	0,268
Grupos de edad			
Niños	$7,04 \pm 2,69$	$6,82 \pm 2,44$	0,215
Adolescentes	$11,29 \pm 2,31$	$11,32 \pm 2,40$	0,812
Total (n=111)	$9,14 \pm 3,29$	$9,05 \pm 3,30$	0,409

Datos en $X \pm DE$

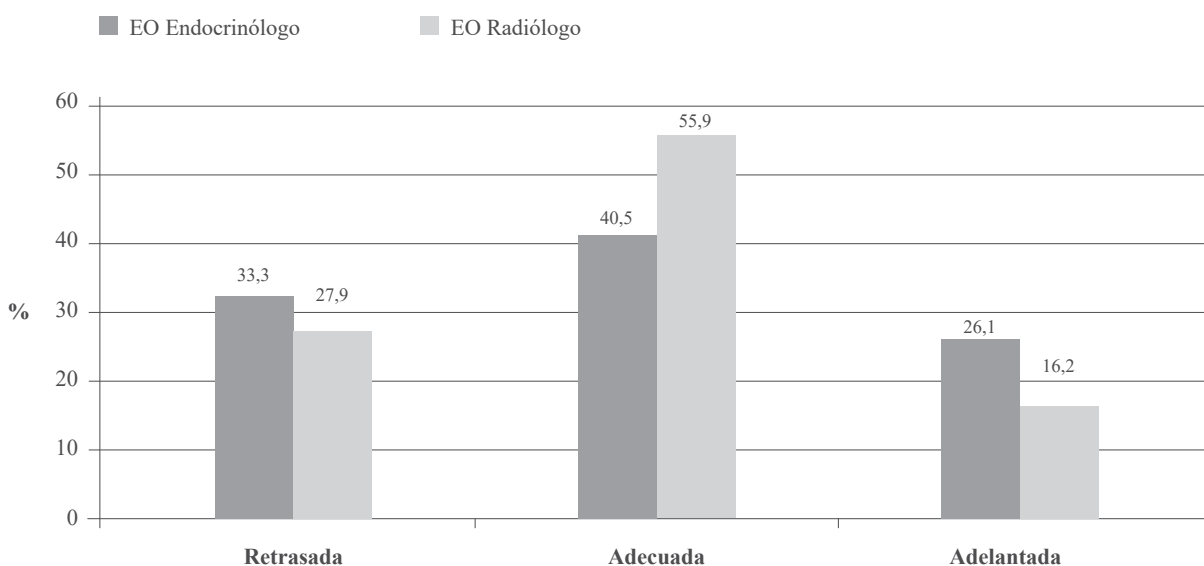


Fig. 2. Distribución de los niños y adolescentes según la edad ósea (retrasada, adecuada o adelantada) determinada por el médico endocrinólogo y el médico radiólogo. Kappa: 0,605 (Concordancia moderada-buena). Diferencia: 30,6%.

En la distribución de los niños y adolescentes según los diferentes grupos de diagnóstico y la edad ósea determinada por el endocrinólogo y el radiólogo, clasificada en retrasada, adecuada o adelantada se presenta en la Tabla III. Con respecto a los diagnósticos relacionados con la talla, se observa que en la valoración por el endocrinólogo, hubo una asociación significativa en los casos de talla baja y normal baja, con una edad ósea retrasada (57,1%; $p=0,0001$), y en los casos de talla alta y normal alta, con una edad ósea adelantada (100%; $p=0,0001$); en los casos de talla normal, el 42,5% presentaron edad ósea retrasada y el 40% adecuada, sin una asociación significativa. En la valoración por el radiólogo, también hubo una mayoría de casos con talla alta y normal alta que tuvieron una edad ósea adelantada (66,7%; $p=0,0001$), mientras que no hubo asociación significativa en los pacientes con talla baja y normal-baja.

Según el diagnóstico de la alteración puberal, en la valoración por el endocrinólogo se observa una asociación significativa del diagnóstico de pubertad precoz central con una mayor frecuencia

de edad ósea adelantada (62,5%; $p=0,0001$) y de la pubarquia precoz con edad ósea adecuada (66,7%; $p=0,0001$); en los pacientes con pubertad temprana hubo una mayoría con edad ósea adelantada (57,1%), y todos aquellos con telarquia precoz tuvieron edad ósea adecuada, sin embargo no fue significativo, probablemente por el escaso número de pacientes. Fue diferente la valoración por el radiólogo donde hubo una asociación significativa de los casos de pubertad temprana (71,4%) y de pubarquia precoz (88%) con una edad ósea adecuada ($p=0,0001$); en la pubertad precoz central, también hubo mayoría con edad ósea adecuada (87,5%), aunque no fue significativa (Tabla III).

En los casos de alteración del estado nutricional, se observa que la valoración por ambos especialistas fue similar, hubo una asociación significativa del déficit ponderal con una edad ósea retrasada, 77,8% de los casos para el endocrinólogo y 66,7% para el radiólogo ($p=0,0001$); con respecto al sobrepeso-obesidad, ambos mostraron una mayoría no significativa de edad ósea adecuada (80% y 60%; Tabla III).

Tabla III. Distribución de los niños y adolescentes según diagnóstico de su talla y edad ósea determinada por médico endocrinólogo y radiólogo clasificada en retrasada, adecuada o adelantada.

Variables	EO Retrasada	EO Adecuada	EO Adelantada
Médico Endocrinólogo			
Talla Baja y Normal-Baja (n=21)	12 (57,1)	7 (33,3)	2 (9,5)*
Talla Normal (n=40)	17 (42,5)	16 (40,0)	7 (17,5)
Talla Alta y Normal-Alta (n=9)	0 (0,0)	0 (0,0)	9 (100,0) *
Pubertad Precoz Central (n=8)	00 (0,0)	3 (37,5)	5 (62,5)*
Pubertad Temprana (n=7)	1 (14,3)	2 (28,6)	4 (57,1)
Pubarquia Precoz (n=9)	0 (0,0)	6 (66,7)	3 (33,3)*
Telarquia Precoz ((n=3)	0 (0,0)	3 (100,0)	0 (0,0)
Sobrepeso-Obesidad (n=5)	0 (0,0)	4 (80,0)	1 (20,0)
Déficit Ponderal (n=9)	7 (77,8)	2 (22,2)	0 (0,0)*
Médico Radiólogo			
Talla Baja y Normal-Baja (n=21)	10 (47,6)	10 (47,6)	1 (4,8)
Talla Normal (n=40)	12 (30,0)	23 (57,5)	5 (12,5)
Talla Alta y Normal-Alta (n=9)	0 (0,0)	3 (33,3)	6 (66,7)*
Pubertad Precoz Central (n=8)	1 (12,5)	7 (87,5)	0 (0,0)
Pubertad Temprana (n=7)	0 (0,0)	5 (71,4)	2 (28,6)*
Pubarquia Precoz (n=9)	0 (0,0)	8 (88,0)	1 (11,1)*
Telarquia Precoz ((n=3)	0 (0,0)	3 (100,0)	0 (0,0)
Sobrepeso-Obesidad (n=5)	1 (20,0)	3 (60,0)	1 (20,0)
Déficit Ponderal (n=9)	6 (66,7)	3 (33,3)	0 (0,0)*

Datos en n (%). *p=0,0001

Para comparar los atlas de Greulich-Pyle y de Fundacredesa, se analizaron las edades óseas reportadas únicamente por parte de los endocrinólogos, ya que este grupo cuenta con reportes para los dos métodos, mientras que los radiólogos únicamente utilizaban uno de los dos (Tabla IV). Los valores de las medias de edad ósea en el total de los pacientes, y también clasificados

según el sexo y la edad, fueron significativamente menores con el método de Greulich-Pyle, siendo para el grupo total de $8,88 \pm 3,37$ años frente a $9,48 \pm 3,21$ años usando el atlas de Fundacredesa, una diferencia de $0,6 \pm 0,5$ años y un valor de $p=0,0001$. Por lo tanto, si existen diferencias significativas entre los atlas.

Tabla IV. Valores de edad ósea determinados por los atlas de Greulich-Pyle y de Fundacredesa en los niños y adolescentes según sexo y grupos de edad.

Variables	EO Greulich-Pyle	EO Fundacredesa	Valor p
Sexo			
Masculino	$9,19 \pm 3,88$	$9,85 \pm 3,70$	0,0001
Femenino	$8,61 \pm 2,72$	$9,15 \pm 2,58$	0,0001
Grupos de edad			
Niños	$6,73 \pm 2,75$	$7,40 \pm 2,70$	0,0001
Adolescentes	$11,02 \pm 2,45$	$11,55 \pm 2,18$	0,0001
Total (n=111)	$8,88 \pm 3,37$	$9,48 \pm 3,21$	0,0001

Datos en $X \pm DE$

Al clasificar los reportes de la edad ósea en retrasada, adecuada o adelantada, con respecto a la edad cronológica, determinados por el atlas de Greulich-Pyle y de Fundacredesa (Figura 3), se observa que, aunque la concordancia es buena (kappa: 0,668), con el atlas de Fundacredesa se obtiene con mayor frecuencia una edad ósea

adecuada (47 vs 40%) y adelantada (30 vs 22,7%) mientras que con el atlas de Greulich-Pyle se observa con mayor porcentaje una edad ósea retrasada (37,3 vs 22,7%). Hubo 31 pacientes, un 28%, que fueron clasificados de manera diferente entre los atlas de Greulich-Pyle y Fundacredesa.

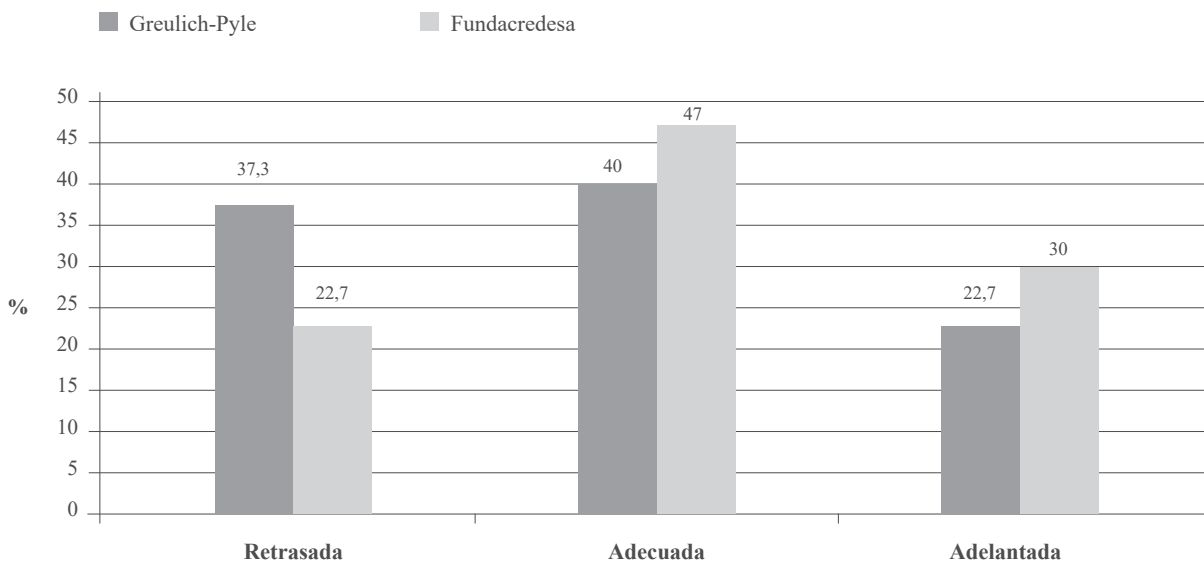


Fig. 3. Distribución de los niños y adolescentes según la edad ósea (retrasada, adecuada o adelantada) determinada por el método de Greulich-Pyle y Fundacredesa en médicos endocrinólogos. Kappa: 0,668 (Concordancia buena). Diferencia: 28%.

En la distribución de los niños y adolescentes según los diferentes grupos de diagnóstico y la edad ósea determinada por los atlas de Greulich-Pyle y Fundacredesa clasificada en retrasada, adecuada o adelantada (Tabla V), se observa que la evaluación mediante Greulich-Pyle reportó una asociación significativa de edad ósea retrasada con talla baja y normal baja (66,7%; $p=0,0001$), y en los casos de talla alta y normal alta se puede apreciar que hubo mayor porcentaje de evaluaciones con edad ósea adelantada (77,8%; $p=0,0001$). En las valoraciones mediante el atlas de Fundacredesa, se observa que hubo asociación de la talla alta y normal alta con la edad ósea adelantada (100%; $p=0,0001$).

En las alteraciones puberales, se observa que al usar el atlas de Greulich-Pyle, hubo una asociación significativa de pubertad precoz central y de pubertad temprana con edad ósea adelantada

(62,5% y 71,4%, respectivamente; $p=0,001$). En los reportes mediante el atlas de Fundacredesa, hubo un gran porcentaje de edades óseas adelantadas para pubertad precoz central (62,5%; $p=0,0001$) y pubertad temprana (66,7%), sin embargo, ésta última no tuvo un nivel de asociación significativo (Tabla V).

En la distribución de los niños y adolescentes según alteración del estado nutricional, al utilizar Greulich-Pyle, hubo, en cuanto al déficit ponderal un reporte con edades óseas retrasadas en su gran mayoría (88,9%), teniendo una asociación significativa ($p=0,0001$); el sobrepeso-obesidad no mostró asociación significativa. Al utilizar Fundacredesa se observa que el sobrepeso-obesidad reportó un 80% con edad ósea adecuada, y el déficit ponderal una edad ósea retrasada en el 44,4% y adecuada en el 55,6%, sin asociación significativa (Tabla V).

Tabla V. Distribución de los niños y adolescentes según diagnóstico de su talla y edad ósea determinada por los métodos de Greulich-Pyle y Fundacredesa clasificada en retrasada, adecuada o adelantada.

VARIABLES	EO Retrasada	EO Adecuada	EO Adelantada
EO Greulich-Pyle			
Talla Baja y Normal-Baja (n=21)	14 (66,7)	6 (28,6)	1 (4,8)*
Talla Normal (n=40)	19 (47,5)	16 (40,0)	5 (12,5)
Talla Alta y Normal-Alta (n=9)	0 (0,0)	2 (22,2)	7 (77,8)*
Pubertad Precoz Central (n=8)	0 (0,0)	3 (37,5)	5 (62,5)*
Pubertad Temprana (n=7)	0 (0,0)	2 (28,6)	5 (71,4)*
Pubarquia Precoz (n=9)	0 (0,0)	7 (77,8)	2 (22,2)
Telarquia Precoz ((n=3)	0 (0,0)	3 (100,0)	0 (0,0)
Sobrepeso-Obesidad (n=5)	0 (0,0)	4 (80,0)	1 (20,0)
Déficit Ponderal (n=9)	8 (88,9)	1 (11,1)	0 (0,0) *
EO Fundacredesa			
Talla Baja y Normal-Baja (n=21)	8 (38,1)	11 (52,4)	2 (9,5)
Talla Normal (n=40)	13 (32,5)	19 (47,5)	8 (20,0)
Talla Alta y Normal-Alta (n=9)	0 (0,0)	0 (0,0)	9 (100,0)*
Pubertad Precoz Central (n=8)	0 (0,0)	3 (37,5)	5 (62,5)*
Pubertad Temprana (n=7)	0 (0,0)	2 (33,3)	4 (66,7)
Pubarquia Precoz (n=9)	0 (0,0)	5 (55,6)	4 (44,4)
Telarquia Precoz ((n=3)	0 (0,0)	3 (100,0)	0 (0,0)
Sobrepeso-Obesidad (n=5)	0 (0,0)	4 (80,0)	1 (20,0)
Déficit Ponderal (n=9)	4 (44,4)	5 (55,6)	0 (0,0)

Datos en n (%). *p=0,0001

DISCUSIÓN

Se determinaron la concordancia y las diferencias en la interpretación de las lecturas de edad ósea realizadas por médicos endocrinólogos y médicos radiólogos, con el atlas de Greulich y Pyle en comparación con el atlas de Fundacredesa, en niños y adolescentes del Servicio de Endocrinología del IAHULA. Se demostró que la interpretación de las lecturas de edad ósea entre endocrinólogos y radiólogos tienen una concordancia moderada-buena, sin embargo, al clasificar la EO en retrasada, adecuada o adelantada con respecto a la edad cronológica, hubo una interpretación diferente de las lecturas en un porcentaje alto, el 30,6% de los pacientes. Al respecto, Kaplowitz y col⁹, al comparar las lecturas de edad ósea por endocrinólogos pediátricos y radiólogos pediátricos utilizando dos atlas de edad ósea, Greulich-Pyle y Gilsanz-Ratib, concluyeron que ambos grupos tuvieron una concordancia buena y solo un 10 al 15% de las lecturas difería de la media en más de 1 año,

y alrededor del 2% diferían en más de dos años, mucho menor del 30,6% de nuestros resultados.

Por otra parte, para Eitel y Eugster⁷, los radiólogos interpretaron las edades óseas de manera diferente a los endocrinólogos pediátricos en el 68% de las imágenes estudiadas, más del doble de nuestro hallazgo (30,6%); refieren que la discrepancia osciló entre -1,5 y 3,5 años, con una media de 4±12 meses; de estas imágenes evaluadas, el 6% tenía más de 2 años de discrepancia, el 38% tenía entre 1 y 2 años y el 56% menos de 1 año de discrepancia; observaron además que en el sexo femenino la discrepancia fue mayor que en el sexo masculino. Es por ello que Prokop-Piotrkowska y col¹⁰ resaltan que la edad ósea es una importante herramienta utilizada en la evaluación clínica de los pacientes, y debe ser determinada correctamente, principalmente en aquellos que padecen trastornos del crecimiento y la pubertad; muchos parámetros se correlacionan mejor con la edad ósea que con la edad cronológica. Cabe mencionar que no se encontraron

otros estudios similares que comparen las diferencias o similitudes en la apreciación de edad ósea por parte de endocrinólogos y radiólogos, en contraste, si se pudo apreciar que existen más estudios basados en la comparación de métodos manuales y tradicionales de evaluación de edad ósea con respecto a métodos automatizados.

Al determinar la asociación entre las lecturas de edad ósea de pacientes con las diferentes patologías endocrinas, se obtuvo que los diagnósticos de Talla Baja y Normal-Baja, Pubertad Precoz Central y Déficit Ponderal son los que más varían y presentan la mayor proporción de las estimaciones en edades óseas retrasadas y adelantadas; en la valoración por el endocrinólogo, hubo una asociación significativa en los casos de talla baja y normal baja, con una edad ósea retrasada (57,1%), y en los casos de talla alta y normal alta, con una edad ósea adelantada ($p=0,0001$), que es lo esperado; por parte del radiólogo, la mayoría de casos con talla alta y normal alta tuvieron una edad ósea adelantada (66,7%; $p=0,0001$). En cuanto al estado puberal, el endocrinólogo asocia la pubertad precoz central con una edad ósea adelantada (62,5%), la pubarquia precoz con edad ósea adecuada (66,7%), en pacientes con pubertad temprana su edad ósea fue adelantada (57,1%) aunque no fue significativo. La valoración por el radiólogo fue diferente, donde la pubertad temprana (71,4%) y pubarquia precoz (88%) se asoció a una edad ósea adecuada ($p=0,0001$), y en la pubertad precoz central, también a una edad ósea adecuada (87,5%), aunque no fue significativa. Para los casos de alteración del estado nutricional, la valoración por ambos especialistas fue similar, hubo una asociación significativa del déficit ponderal con una edad ósea retrasada, 77,8% de los casos para el endocrinólogo y 66,7% para el radiólogo.

En ese mismo sentido, para Eitel y Eugster⁷, los pacientes remitidos por pubertad precoz tenían más probabilidades de tener interpretaciones discrepantes que los remitidos por baja estatura, con 8,4 meses frente a 0,8 meses respectivamente; el 34% de los niños remitidos por talla

baja fueron leídos con una edad ósea mayor, en comparación con el 56% que fueron leídos como mayores en los niños remitidos por pubertad precoz; curiosamente, los radiólogos interpretaron las edades óseas como mayores, en comparación con los endocrino-pediatras, probablemente debido al sesgo de la indicación del estudio, y que se ha comprobado que el conocimiento previo de la edad cronológica influye considerablemente en la interpretación de las lecturas, utilizando el método de Greulich-Pyle.

Parte de estas variabilidades muy probablemente pueden obedecer a que en nuestro estudio se tomaron en cuenta lecturas brindadas únicamente por dos médicos endocrinólogos, en comparación con los reportes dados por parte de 4 radiólogos que provenían de varias instituciones; esto, sumado al hecho de que el análisis clínico de los médicos endocrinólogos, tratantes directos, pudo haber sido mucho más exhaustivo con respecto a los radiólogos, en el contexto de cada una de las patologías que se presumía como diagnóstico, determinando una limitante en nuestro estudio.

Al comparar los resultados de edad ósea entre los atlas, se obtuvo que el atlas de Fundacredesa tiene tendencia a sobreestimar las edades óseas de los pacientes en comparación al atlas de Greulich-Pyle; se encontraron valores de EO significativamente mayores con el atlas de Fundacredesa tanto en mujeres como en varones, y se cumple también tanto en niños como en adolescentes, así como en todas las patologías estudiadas. Al usar un método u otro si hay diferencia significativa entre las asignaciones de la edad ósea. El nivel de concordancia entre estos dos métodos es bueno, sin embargo hubo un 28% de imágenes con interpretación diferente entre los métodos.

En un estudio donde analizaron 1493 casos, los niveles de correlación entre las lecturas de edad ósea dadas por radiólogos pediatras mediante Greulich-Pyle, y la edad ósea automatizada Bone Xpert, variaron en 0,91 y 0,93, con una diferencia promedio entre los dos métodos de 0,19 años;

concluyen que el método de Greulich-Pyle guarda una baja variabilidad y alta concordancia con respecto al análisis automatizado computacional Bone Xpert¹⁵.

Uno de los factores a considerar en este estudio es que el atlas de Greulich-Pyle fue realizado con radiografías de mano izquierda de niños estadounidenses de clase media de ambos sexos de 0 a 18 años, estos niños reclutados estaban por encima del promedio tanto económico como educativo, libres de problemas físicos, mentales, nutricionales y de factores ambientales perjudiciales para el crecimiento¹⁵; en tanto que el método de Fundacredesa, tuvo una muestra con niños comprendidos entre 0 y 19,9 años procedentes de la investigación Proyecto Venezuela y del estudio longitudinal del Área Metropolitana de Caracas, y que pertenecían a estratos socioeconómicos altos¹⁴. Este hecho explicaría la diferencia entre estos métodos y la variabilidad al reportar la edad ósea, considerando que en Venezuela existe una población con tendencia a una maduración más temprana, y, por lo tanto, las edades óseas se predisponen a estar adelantadas.

Mediante Greulich-Pyle se reportó una asociación significativa de edad ósea retrasada con talla baja y normal baja (66,7%; $p=0.0001$), y en los casos de talla alta y normal alta hubo mayor porcentaje de evaluaciones con edad ósea adelantada (77,8%; $p=0.0001$). Según el estado puberal, hubo asociación significativa de pubertad temprana y pubertad precoz central con edad ósea adelantada; en cuanto al déficit ponderal las edades óseas se reportaron como retrasadas en su gran mayoría (88,9%), teniendo una asociación significativa. Por otro lado, en las valoraciones mediante el método Fundacredesa, la edad ósea adelantada tiene asociación significativa con talla alta y normal alta (100%; $p=0,0001$) y con pubertad precoz central (62,5%). No se encontró en la literatura revisada algún estudio para comparar estos resultados.

De acuerdo con el objetivo y los resultados obtenidos, se puede concluir que no hubo di-

ferencia en los valores de EO reportadas entre los endocrinólogos y radiólogos, con una concordancia moderada-buena, sin embargo, el 30,6% de los sujetos se clasificaron de manera diferente. Los valores de EO reportadas por el atlas de Fundacredesa fueron significativamente mayores, y, aunque la concordancia en comparación con Greulich-Pyle fue buena, el 28% de los pacientes fueron clasificados de manera diferente. La asociación de las patologías con las edades óseas fue más acertada en los médicos endocrinólogos, ya que se aproximaron más a lo esperado para las diferentes enfermedades descritas. Se recomienda que los reportes de EO sean dados por personal con adecuada experiencia ya que es una prueba donde interviene mucho la subjetividad. Se debe hacer un resumen clínico de la patología del paciente al médico radiólogo, para que éste tenga otras herramientas al momento de realizar la lectura de edad ósea.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no presentan conflictos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Umer M, Eshawi A, Alnowaiser K, Mohamed A, Alrashidi H, Ashraf I. Skeletal age evaluation using hand X-rays to determine growth problems. *PeerJ Comput Sci* 2023;9:1512. Doi: 10.7717/peerj-cs.1512.
2. Cavallo F, Mohn A, Chiarelli F, Giannini C. Evaluation of bone age in children: a mini-review. *Front Pediatr* 2021;9:580314. Doi:10.3389/fped.2021.580314.
3. Satoh M. Bone age: assessment methods and clinical applications. *Clin Pediatr Endocrinol* 2015;4:143-152. Doi: 10.1297/cpe.24.143.
4. Navarro MM, Tejedor BM, López Siguero JP. El uso de la edad ósea en la práctica clínica. *An Pediatr Contin* 2014;6:275-83. Doi:10.1016/S1696-2818(14)70204-5.
5. Wenyong W, Xiaoyun Z, Yun C, Xiao Hong Y, Ying Z, Ruimin C. Development and validation of a model for predicting the adult height of girls with idiopathic central precocious puberty. *Eur J Pediatr* 2023;182:1627-1635. Doi: 10.1007/s00431-023-04842-3.
6. Alshamrani K, Offiah AC. Applicability of two commonly used bone age assessment methods to twenty-first century UK children. *Eur Radiol* 2020;1:504-513. Doi: 10.1007/s00330-019-06300-x.
7. Eitel KB, Eugster EA. Differences in bone age readings between pediatric endocrinologists and radiologists. *Endocr Pract* 2020;3:328-331. Doi: 10.4158/EP-2019-0438.

8. Labarta JI, Ranke MB, Maghnie M, Martin D, Guazzarotti L, Pfäffle R, Koledova E, Wit JM. Important tools for use by pediatric endocrinologists in the assessment of short stature. *J Clin Res Pediatr Endocrinol* 2021;13:124-135. Doi: 10.4274/jcrpe.galenos.2020.2020.0206.
9. Kaplowitz P, Srinivasan S, He J, McCarter R, Hayeri MR, Sze R. Comparison of bone age readings by pediatric endocrinologists and pediatric radiologists using two bone age atlases. *Pediatr Radiol* 2011;41:690-693. Doi: 10.1007/s00247-010-1915-0.
10. Prokop-Piotrkowska M, Marszałek-Dziuba K, Moszczyńska E, Szalecki M, Jurkiewicz E. Traditional and new methods of bone age assessment-an overview. *J Clin Res Pediatr Endocrinol* 2021;13:251-262. Doi: 10.4274/jcrpe.galenos.2020.2020.0091.
11. Shah N, Khadilkar V, Lohiya N, Prasad HK, Patil P, Gondhalekar K, Khadilkar A. Comparison of bone age assessments by Grulich-Pyle, Gilsanz-Ratib, and Tanner Whitehouse methods in healthy Indian children. *Indian J Endocrinol Metab* 2021; 25:240-246. Doi: 10.4103/ijem.IJEM_826_20.
12. Boitsios G, De Leucio A, Preziosi M, Seidel L, Aparisi Gómez MP, Simoni P. Are automated and visual Greulich and Pyle-based methods applicable to Caucasian European children with a Moroccan ethnic origin when assessing bone age? *Cureus* 2021;13:13478. Doi: 10.7759/cureus.13478.
13. Dahlberg PS, Mosdøl A, Ding Y, Bleka Ø, Rolseth V, Straumann GH, Skjerven-Martinsen M, Møller GJ, Vist GE. A systematic review of the agreement between chronological age and skeletal age based on the Greulich and Pyle atlas. *Eur Radiol* 2019; 29:2936-2948. Doi: 10.1007/s00330-018-5718-2.
14. Espinoza II, Macias C, Castañeda M, Moira, Méndez H. Atlas de maduración ósea del venezolano. *An Venez Nutr* 2003;16:23-30.
15. Pose Lepe G, Villacrés F, Silva Fuente-Alba C, Guiloff S. Correlación en la determinación de la edad ósea radiológica mediante el método de Greulich y Pyle versus la evaluación automatizada utilizando el software BoneXpert. *Rev Chil Pediatr* 2018;89:606-611. Doi: 10.4067/S0370-41062018005000705.
16. Subramanian S, Viswanathan VK. Bone Age. StatPearls [Internet] 2024. Accesado en enero 2024. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537051/>.
17. Martínez-Aedo MJ, Godoy E. Pubertad precoz y variantes de la normalidad. *Protoc Diagn Ter Pediatr* 2019;1:239-252.
18. Cañete Estrada R, Gil Campos M, Cañete Vázquez MD. Pubertad retrasada. Hipogonadismos. *Protoc Diagn Ter Pediatr* 2019;1:253-266.