

edad carpal – carpal age

Authored by
memjavad

November 12, 2025

RECOMMENDED CITATION

memjavad (2025). *edad carpal – carpal age*. Spanish Psychological Databases. Retrieved from <https://spanish.arabpsychology.com/?p=3978>

Edad Carpal

Campo(s) Disciplinario(s) Primario(s): Radiología Pediátrica, Endocrinología, Antropología Forense

1. Definición Central y Relevancia Clínica

La edad carpal, o más precisamente, la **edad esquelética** determinada a partir de la maduración de los huesos del carpo y la mano, constituye un marcador biológico fundamental utilizado para evaluar el grado de desarrollo físico de un individuo, especialmente en la población pediátrica y adolescente. A diferencia de la edad cronológica, que es simplemente el tiempo transcurrido desde el nacimiento, la edad esquelética refleja el avance de la maduración biológica del sistema óseo. Esta evaluación se realiza típicamente mediante una radiografía simple de la mano y la muñeca izquierdas, debido a la estandarización de los métodos y la riqueza de centros de osificación presentes en esta región.

La discrepancia entre la edad cronológica y la edad esquelética es de gran interés clínico, ya que puede indicar la presencia de trastornos endocrinos, nutricionales o genéticos que afectan el crecimiento y el desarrollo. Por ejemplo, una edad esquelética significativamente mayor que la cronológica puede ser indicativa de pubertad precoz o hiperfunción adrenal, mientras que un retraso en la edad esquelética se asocia comúnmente con deficiencia de la [hormona del crecimiento](#) (GH), hipotiroidismo o retraso constitucional del crecimiento y la pubertad. La valoración precisa de la edad carpal permite a los clínicos predecir la talla adulta final del paciente y guiar las decisiones terapéuticas relacionadas con la administración de hormonas o la intervención quirúrgica en casos ortopédicos.

Es crucial entender que la maduración ósea es un proceso secuencial y predecible, aunque la velocidad a la que ocurre puede variar ampliamente entre individuos. La edad carpal no solo se basa en la aparición de los centros de osificación, sino también en los cambios morfológicos progresivos que experimentan los huesos, incluyendo la forma de las epífisis y la fusión eventual de estas con las diáfisis. La región de la muñeca y la mano es particularmente útil porque contiene 30 centros de osificación que maduran en una secuencia definida, proporcionando una escala de maduración detallada desde el nacimiento hasta la adolescencia tardía.

2. Bases Fisiológicas del Crecimiento Óseo

El proceso subyacente a la determinación de la edad carpal es la **osificación endocondral**, el mecanismo por el cual el cartílago de crecimiento (la fisis) es reemplazado gradualmente por hueso mineralizado. En los huesos largos de la mano y el antebrazo (radio, cúbito, metacarpos y falanges), la osificación se inicia en el centro de la diáfisis y progresa hacia las epífisis. La edad esquelética se considera completada cuando las placas de crecimiento se cierran, lo que

generalmente ocurre al final de la pubertad, momento en el cual el crecimiento longitudinal cesa.

La secuencia de aparición de los centros de osificación del carpo sigue un patrón específico. Los primeros huesos en osificarse suelen ser el [hueso grande](#) (capitatum) y el ganchoso (hamatum), que a menudo son visibles al nacer o poco después. Les siguen el piramidal, el semilunar, el escafoides, el trapecio y el trapecoide. El último hueso carpal en osificarse es generalmente el pisiforme, cuya aparición es un indicador de madurez avanzada. Esta secuencia ordenada, junto con la maduración de las falanges y los metacarpos, proporciona los hitos necesarios para la evaluación radiológica.

El control del proceso de maduración ósea está estrictamente regulado por el eje endocrino. Las hormonas tiroideas (T3 y T4) son esenciales para la diferenciación y maduración de los condrocitos. La hormona del crecimiento (GH) y el factor de crecimiento insulínico tipo 1 ([IGF-1](#)) regulan la proliferación de los condrocitos en la placa de crecimiento. Finalmente, los esteroides sexuales, particularmente los estrógenos (incluso en varones, a través de la aromatización de la testosterona), son los principales responsables del cierre de las placas de crecimiento, marcando el fin de la maduración esquelética. Un desequilibrio en cualquiera de estas vías hormonales resulta en una edad carpal acelerada o retrasada.

3. Métodos Estándar de Evaluación Radiológica

La evaluación de la edad carpal requiere la comparación de la radiografía del paciente con estándares de referencia previamente establecidos. Históricamente, se han desarrollado dos metodologías principales que dominan la práctica clínica y la investigación: el método del Atlas (Greulich y Pyle) y el método de Puntuación (Tanner y Whitehouse). Aunque ambos buscan cuantificar la madurez esquelética, difieren significativamente en su enfoque, complejidad y la información detallada que proporcionan sobre la maduración individual de los huesos.

El requisito fundamental para ambos métodos es una radiografía posteroanterior (PA) de la mano y muñeca izquierdas. La estandarización de la proyección es vital, ya que la angulación y la técnica radiográfica pueden influir en la apariencia de los centros de osificación y, por lo tanto, en la determinación de la edad. La elección de la mano izquierda se debe a que, en la mayoría de las poblaciones, la mano dominante (derecha) puede presentar ligeras variaciones en la maduración debido a microtraumatismos o uso diferencial, aunque en la práctica estas diferencias suelen ser mínimas.

La principal limitación de la evaluación manual radica en la subjetividad inherente a la interpretación visual y la posible variabilidad interobservador e intraobservador. Para mitigar esto, los radiólogos y endocrinólogos deben recibir entrenamiento específico en el método elegido y calibrar regularmente sus evaluaciones. La precisión diagnóstica de la edad carpal depende directamente de la adhesión estricta a los criterios morfológicos definidos en los atlas o los

sistemas de puntuación, lo que subraya la importancia de la experiencia del evaluador.

4. El Método Greulich y Pyle (G&P)

El método de [Greulich y Pyle](#) (G&P), publicado por primera vez en 1959, es el estándar de oro más utilizado a nivel mundial debido a su simplicidad y rapidez. Este método se basa en un atlas de referencia que contiene imágenes radiográficas representativas de manos y muñecas de niños y adolescentes de cada sexo, agrupadas en intervalos de edad cronológica de tres meses o seis meses.

El procedimiento de G&P es esencialmente un proceso de coincidencia visual (*matching*). El evaluador compara la radiografía del paciente con las imágenes del atlas hasta encontrar aquella que muestre el grado de maduración esquelética más similar. La edad asignada a esa imagen de referencia se convierte en la edad esquelética del paciente. El atlas G&P cubre el rango desde el nacimiento hasta los 19 años en varones y hasta los 18 años en mujeres, utilizando criterios morfológicos clave como la forma de los huesos carpales, el grado de fusión de las epífisis del radio y el cúbito, y los cambios en las falanges.

A pesar de su popularidad, el método G&P presenta una crítica fundamental: los datos normativos originales se derivaron de un estudio longitudinal de niños de clase media alta de Cleveland, Ohio, realizado entre 1931 y 1942. Esto plantea preocupaciones sobre su aplicabilidad universal, ya que la nutrición, la salud y la velocidad de maduración han cambiado significativamente (fenómeno conocido como tendencia secular) y pueden diferir entre poblaciones étnicas y geográficas. Sin embargo, su facilidad de uso lo mantiene como la herramienta preferida para la evaluación clínica rápida, siempre que se reconozcan sus limitaciones poblacionales.

5. El Método Tanner y Whitehouse (TW)

El método de Tanner y Whitehouse (TW), desarrollado inicialmente en la década de 1960 y revisado posteriormente (TW2 y TW3), ofrece una alternativa más detallada y estadísticamente robusta al método G&P. En lugar de basarse en una coincidencia global con una única imagen de referencia, el método TW evalúa la maduración de múltiples huesos individuales y asigna una puntuación numérica a cada uno.

El sistema TW3, la versión más reciente, evalúa 20 huesos diferentes en la mano y la muñeca (incluyendo el radio, el cúbito, los metacarpianos, las falanges y siete huesos carpales). Cada hueso se evalúa en una escala de maduración que va desde A (inmaduro) hasta I (maduro o fusionado). A cada etapa de maduración se le asigna un peso numérico. La suma de las puntuaciones individuales genera una puntuación total de madurez esquelética (Skeletal Maturity Score, SMS), la cual se convierte en la edad esquelética utilizando tablas de conversión específicas para el sexo y la población.

Una de las grandes ventajas del método TW es su capacidad para separar la maduración de diferentes grupos óseos. Por ejemplo, el TW3 permite calcular la puntuación de los huesos radio, cúbito y falanges (RUS, Radio, Ulna, Short bones) por separado de la puntuación de los huesos carpales. Esto es útil porque la maduración de la mano (RUS) y la maduración del carpo pueden verse afectadas de manera diferente por ciertas patologías. Además, debido a que TW utiliza puntuaciones numéricas, facilita el análisis estadístico y la creación de estándares específicos para diversas poblaciones, ya que los pesos de las puntuaciones pueden ajustarse.

A pesar de su precisión superior, el método TW es considerablemente más laborioso y requiere más tiempo y entrenamiento que el G&P. Esta complejidad ha limitado su uso en la práctica clínica diaria, donde a menudo se prefiere el G&P, más rápido, mientras que el TW se reserva para estudios de investigación, ensayos clínicos o casos complejos donde se requiere la máxima precisión en la predicción del crecimiento residual.

6. Aplicaciones Clínicas y Forenses

La evaluación de la edad carpal tiene aplicaciones críticas en múltiples disciplinas médicas y legales. En **Endocrinología Pediátrica**, es indispensable para el diagnóstico y manejo de los trastornos del crecimiento. Permite diferenciar entre un retraso constitucional del crecimiento (donde la edad esquelética está retrasada, pero la talla final será normal) y una deficiencia patológica (donde la edad esquelética está severamente retrasada y requiere tratamiento, como la administración de GH).

En el campo de la **Ortopedia**, la edad carpal es crucial para determinar el momento óptimo para realizar ciertos procedimientos quirúrgicos que buscan corregir deformidades esqueléticas, como la escoliosis o la discrepancia en la longitud de las extremidades. Muchos procedimientos ortopédicos deben realizarse antes del cierre de las placas de crecimiento para aprovechar el potencial de crecimiento residual o, por el contrario, después de la madurez esquelética para asegurar la estabilidad a largo plazo de la corrección.

En **Antropología Forense y Medicina Legal**, la edad carpal adquiere una relevancia ética y legal significativa. Se utiliza para la estimación de la edad en [menores no acompañados](#), inmigrantes o víctimas de trata que carecen de documentación de nacimiento. Determinar si un individuo es legalmente un menor de edad (generalmente menor de 18 años) tiene profundas implicaciones para su estatus legal, protección y procesamiento judicial. Aunque la precisión disminuye considerablemente al acercarse a la edad de 18 años (debido a la variabilidad en el cierre epifisario), la radiografía de la mano y muñeca sigue siendo uno de los métodos biológicos más aceptados para esta determinación.

7. Limitaciones, Variabilidad y Nuevas Tecnologías

A pesar de su utilidad, la edad carpal presenta varias limitaciones inherentes. La principal es la **variabilidad biológica**: incluso en individuos sanos, la edad esquelética puede desviarse hasta dos años de la edad cronológica sin que exista patología. Esta variabilidad se acentúa en la pubertad, cuando los ritmos de crecimiento son más dispares. Además, la precisión de la evaluación manual está sujeta a la experiencia del observador, generando la ya mencionada variabilidad interobservador, que puede ser significativa, especialmente en las etapas de transición de la madurez.

Otra limitación importante es la **dependencia poblacional** de los estándares. El uso del atlas G&P en poblaciones étnicas o geográficas distintas a la muestra original puede llevar a una sobreestimación o subestimación sistemática de la edad esquelética. Aunque el método TW es más adaptable, la recopilación de datos normativos para cada población específica es un proceso costoso y lento, lo que limita la disponibilidad de estándares verdaderamente globales.

Para abordar estas limitaciones, las **Nuevas Tecnologías**, especialmente la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (Machine Learning, ML), están revolucionando la determinación de la edad carpal. Los sistemas automatizados de evaluación (Automated Skeletal Age Assessment, ASAA) pueden analizar radiografías y calcular la edad esquelética con una velocidad y reproducibilidad que superan consistentemente a los observadores humanos. Estos sistemas no solo reducen la variabilidad interobservador a casi cero, sino que también pueden entrenarse con bases de datos mucho más amplias y diversas, potencialmente creando estándares más universales y precisos que los métodos manuales históricos.

8. Lecturas Adicionales

[Edad Ósea \(Wikipedia\)](#)

[Greulich and Pyle method for skeletal age assessment \(Radiopaedia\)](#)

[The Tanner-Whitehouse \(TW\) Method of Skeletal Maturity Assessment \(NCBI Review\)](#)

[Osificación Endocondral \(Wikipedia\)](#)