

VALUTAZIONE DELL'ETÀ OSSEA IN PEDIATRIA

Coordinatori

Vincenzo Toscano & Renato Cozzi

Editor

Vincenzo Di Donna & Cecilia Motta

Introduzione

Nella valutazione auxologica in età pediatrica e/o adolescenziale la "maturazione biologica" viene definita da vari parametri, tra cui la maturazione scheletrica, lo sviluppo sessuale, l'eruzione dentaria, la comparsa di menarca o spermarche, il cambiamento della voce e l'accrescimento staturale. Molti di questi parametri correlano tra loro, in particolare l'accrescimento staturale e il menarca sono fortemente dipendenti dalla maturazione scheletrica piuttosto che dall'età anagrafica. La valutazione di tali parametri è molto importante per l'inquadramento diagnostico di patologie (endocrinologiche e non) che possano associarsi a ritardo o accelerazione dello sviluppo puberale e della crescita.

La radiografia dell'età ossea è uno strumento riconosciuto a livello internazionale per definire la maturazione scheletrica in età pediatrica, espressa in anni. Sono stati studiati molti segmenti ossei per definire quali fossero in grado di fornire maggiori informazioni sulla maturazione dell'osso: in alcuni segmenti ossei, infatti, la maturazione inizia alla nascita, mentre in altri solo durante lo sviluppo puberale. Per valutare l'età ossea **nella pratica clinica** si usano:

- bambini di età < 3 anni: radiografia del ginocchio;
- altre età: radiografia della mano e del polso.

Il rischio di **esposizione a radiazioni** è considerato **irrilevante**, poiché durante una radiografia della mano e del polso è < 0.00012 mSv.

Letture dell'età ossea

Questa mini-revisione sistematica è stata condotta per valutare l'utilizzo della radiografia dell'età ossea durante l'inquadramento auxologico di un bambino e per indagare i metodi standardizzati più accurati nella sua lettura. È stata eseguita una ricerca sistematica in PubMed per identificare studi randomizzati controllati (RCT), meta-analisi e studi retrospettivi e prospettici di diversi metodi per valutare l'età ossea, concentrandosi sui punti di forza e di debolezza di ciascuna procedura. Le parole chiave per la ricerca sono state "età ossea" e "maturazione scheletrica".

I metodi emersi più rappresentativi utilizzati nella lettura dell'età ossea sono tre: Greulich-Pyle, Tanner-Whitehouse e Fels. A questi metodi classici si aggiunge una tecnica computerizzata di analisi della radiografia e la metodica a ultrasuoni (tabella).

- **Metodo di Greulich e Pyle** (GP, 1930-40): si basa sul paragone tra la radiografia del paziente e una raccolta di 31 e 27 immagini radiografiche della mano e del polso, rispettivamente nel sesso maschile e femminile, che illustrano le fasi della maturazione ossea tra 0 e 18/19 anni. Si applica solo a soggetti di origine caucasica.
- **Metodo di Tanner-Whitehouse** (TW, 1930): a ogni segmento osseo viene assegnato un punteggio in base al grado di maturazione. Nel tempo è stato ottimizzato e modificato passando dalla TW1, che valutava 20 segmenti ossei, alla TW2, che esamina due gruppi ossei separati, "RUS" (radio, ulna, metacarpo) e "CARPAL". L'ultima versione, TW3, considera solo il segmento "RUS" e può essere analizzata tramite un *software*. Questo metodo è più complesso rispetto al precedente, ma ha il vantaggio di essere meno operatore-dipendente.
- **Metodo di Fels**: si basa su un sistema computerizzato che analizza 111 indicatori di maturità ossea a livello della mano e del polso, in relazione all'età, al sesso, alla morfologia e disposizione dei segmenti ossei. Si tratta di un metodo molto accurato, utilizzabile dal mese di vita fino ai 22 anni, ma troppo complesso per l'utilizzo clinico giornaliero.
- **BoneXpert** (2008): è una tecnica computerizzata completamente automatica, con tempi di lettura tra 1.5 e 4 minuti. Il sistema non valuta le ossa del carpo e permette di assegnare un'età ossea tra 2.5 e 17 anni nei maschi e tra 2 e 15 anni nelle femmine. Tale sistema correla molto bene con quello di Greulich-Pyle ed è validato per vari gruppi etnici. Permette inoltre di ottenere informazioni anche su difetti della mineralizzazione ossea, irregolarità della regione metafisaria, triangolarizzazione del radio e anomalie ossee associabili al gene *SHOX*.



- **BonAge:** il sistema utilizza una tecnica ecografica e include una sonda collegata ad un'unità principale. L'intera procedura dura circa 5 minuti, durante i quali vengono eseguiti 11 cicli di misurazione. Anche se i risultati sono incoraggianti e non utilizza radiazioni, questo metodo richiede ancora miglioramenti in termini di riproducibilità ed eliminazione dei fattori confondenti.

Comparazione dei vari metodi di analisi dell'età ossea			
	Tipologia	Svantaggi	Vantaggi
Greulich e Pyle	Valutazione visiva Buona corrispondenza	Operatore-dipendente	Veloce Usato dal 76% dei professionisti
Tanner-Whitehouse	Valutazione visiva e a punteggio	Valutazione soggettiva dei segmenti ossei Richiede tempo	Più affidabile di GP
Fels	Analisi computerizzata di vari indicatori	Esperienza limitata	Riduce l'errore nella valutazione Utile per uso forense
BoneXpert	Analisi computerizzata della radiografia	Analisi automatica	Accurata Precisa

Predizione staturale

Un altro impiego della radiografia della mano e del polso è la stima della statura definitiva di un soggetto, che può essere presa in considerazione nella gestione di pazienti con alta o bassa statura. Va sottolineato che **qualsiasi metodo può sotto-stimare o sovra-stimare l'altezza finale** e che quindi va utilizzato con attenzione, evitando di creare false aspettative nei pazienti. I metodi principali per la predizione staturale sono due.

- **Metodo di Bayley-Pinneau:** si basa sul fatto che l'età ossea (valutata con GP) correla con specifiche percentuali dell'altezza definitiva in specifici momenti dell'età cronologica.
- **Algoritmo Roche-Wainer-Thissen:** calcola la predizione staturale attraverso una combinazione di informazioni riguardanti il peso, la lunghezza, l'età ossea, l'altezza dei genitori, il sesso e l'età del paziente.

Il metodo di Bayley-Pinneau sembra predire una statura finale inferiore rispetto all'altro e sembra più accurato nella valutazione di pazienti con bassa statura di sesso maschile.

Conclusioni

La radiografia della mano e del polso sinistro è il *gold standard* nella valutazione dell'età ossea. La corretta esecuzione della radiografia con un'adeguata proiezione ed esposizione è fondamentale per l'interpretazione attendibile dell'età ossea.

Ci sono vari metodi di analisi dell'età ossea, più o meno accurati. Ad oggi il metodo più comunemente utilizzato è quello di Greulich-Pyle, scelto dal 76% degli endocrinologi pediatrici e dei radiologi, per la sua facilità e velocità di analisi (circa 1.4 minuti).

Bisogna sempre ricordare però che, per un'adeguata valutazione dell'età ossea, è indispensabile considerare anche le differenze etniche (non considerate da tutti i metodi) e le condizioni patologiche.

Bibliografia

1. Cavallo F, Mohn A, Chiarelli F, Giannini C. Evaluation of bone age in children: a mini-review. *Front Pediatr* [2021, 9: 580314](#).