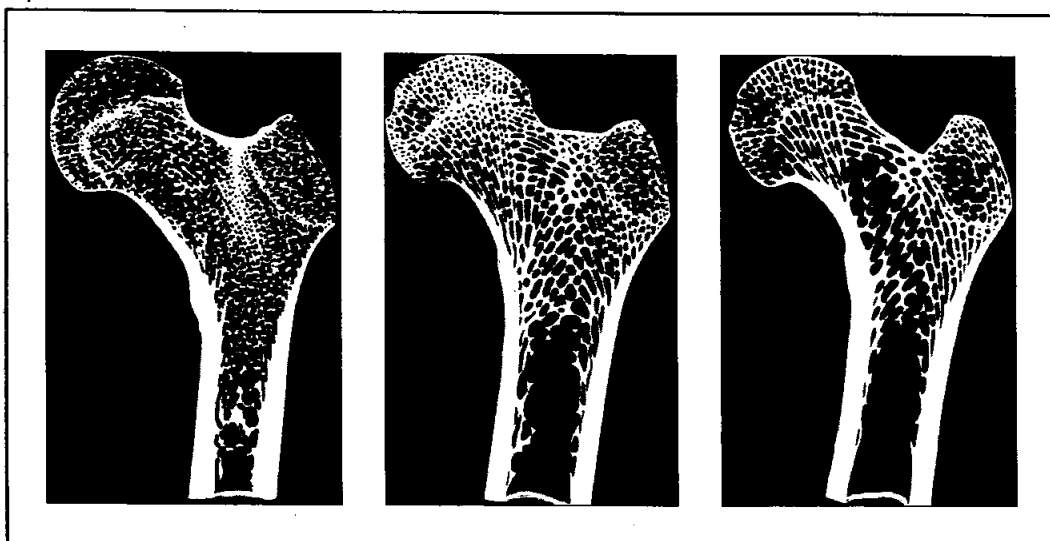


Francesco Introna • Alessandro Dell'Erba

Determinazione dell'età da resti scheletrici



ESSEBIEMME EDITORE

Francesco Introna • Alessandro Dell'Erba

**Determinazione
dell'età
da resti scheletrici**

ESSEBIEMME EDITORE

Francesco Introna - Alessandro Dell'Erba

Università degli Studi di Bari

Facoltà di Medicina e Chirurgia
Dipartimento di Medicina Interna e Medicina Pubblica
Sezione di Medicina Legale

Tutti i diritti riservati.
Riproduzione anche parziale vietata.
L'Editore, adempiuti i doveri, eserciterà
i diritti sanciti dalle leggi.

1ª edizione
© Copyright 2000
Essebiemme Edizioni
via Meucci, 17
43015 Noceto (PR)

*Un grazie di cuore al nostro Maestro,
Prof. Antonio Dell'Erba,
esempio di vita, serietà e rettitudine professionale,
costantemente prodigo di preziosi consigli e suggerimenti.*



Foto di gruppo degli Autori:

Dall'alto verso il basso da sinistra verso destra: Graziano Carvelli, Nicola Curci, Claudia Lopez, Antonio De Donno, Giuseppe Galati, Mirella Galati, Paolo L'Abbate, Anna Paola Rossi, Aldo Di Fazio, Pantaleo Bufo, Teresa Catacchio, Samuele Corniola, Maria Antonietta Malerba, Carlo Pietro Campobasso, Alessandro Dell'Erba, Francesco Introna, Giancarlo Di Vella.

Presentazione

Le richieste di indagine medico-legale sullo scheletro o su cadaveri comunque non riconoscibili hanno avuto netto incremento nel nostro paese agli inizi degli anni ottanta. Infatti a partire da tale periodo, azioni distruttive del cadavere nell'ambito di particolari tipologie criminali (criminalità organizzata, serial killer), flussi migratori anomali ed incontrollabili, catastrofi di vario tipo e, più recentemente, guerre hanno decisamente evidenziato la necessità di indagini dirette soprattutto alla identificazione personale di corpi irrisconoscibili.

La Medicina legale non si è fatta cogliere impreparata in quanto già a partire dagli anni settanta erano iniziati, anche se in pochi centri, programmi di ricerca nell'ambito dell'Antropologia e dell'Odontologia forense, con conseguente impiego delle tecnologie più avanzate correlate con tale tipo di indagine.

Successivamente, con la definizione di una apposita sezione nella S.I.M.L.A., l'Antropologia e l'Odontologia forense hanno acquisito lo status di "specialità" e ciò non solo nell'ambito della ricerca ma anche delle applicazioni pratiche.

L'esperienza acquisita nel campo dell'identificazione personale permette di affermare che, particolarmente in questo tipo di indagine, la procedura non deve trascurare nessuna delle possibilità offerte dal materiale scheletrico in esame ed anzi dovrà prendere in considerazione il maggior numero di elementi utilizzabili compatibilmente con le condizioni dei resti disponibili. Inoltre i protocolli di indagine devono prevedere passaggi ben definiti nell'ambito dei quali non si deve mai trascurare la valutazione di quel complesso di caratteri che Krogman definì "the big four" (sesso, età, razza, statura).

Da queste premesse deriva la necessità di trattazioni ampie e monotematiche delle diverse procedure utili per queste valutazioni ed applicabili nei vari casi.

Su queste direttive si pone opportunamente il lavoro promosso da Francesco Intronà e Alessandro Dell'Erba che hanno coordinato un gruppo di giovani ricercatori in una trattazione dell'importante e complesso capitolo della valutazione dell'età su resti scheletrici.

Ritengo che questo lavoro sia un contributo valido ed interessante per la completezza dell'approfondimento monotematico, per il profilo eminentemente pratico diretto anche a chiarire i limiti delle varie procedure e la loro attendibilità ai fini "forensi" e per l'entusiasmo dei giovani che l'hanno eseguito. Esso costituisce una delle revisioni più complete dell'argomento e si propone come utile strumento nelle applicazioni pratiche e soprattutto, spero, come ulteriore stimolo alla ricerca nell'ambito dell'antropologia forense per i giovani della nostra disciplina.

Prof. Massimo Colonna

*Si ringraziano il Prof. Domenico Massaro per la consulenza linguistica,
il Sig. Angelo Venosa per la collaborazione fotografica
e la video-elaborazione delle immagini.*

Indice

Presentazione	Pag. 5
Introduzione	Pag. 11
Capitolo 1 – I resti fetali	Pag. 15
<i>Alessandro Dell'Erba, Carlo Pietro Campobasso</i>	
Introduzione	Pag. 15
La determinazione dell'età gestazionale mediante tecniche ecografiche	Pag. 17
La determinazione dell'età gestazionale da resti scheletrici	Pag. 22
I metodi qualitativi descrittivi	Pag. 24
I metodi quantitativi	Pag. 28
I criteri empirici	Pag. 32
Capitolo 2 – I nuclei di ossificazione	Pag. 35
<i>Carlo Pietro Campobasso, Antonio De Donno</i>	
Introduzione	Pag. 35
Le procedure di indagine medico-legale per la determinazione dell'età	Pag. 36
La comparsa dei centri di ossificazione	Pag. 40
Allungamento diafisario	Pag. 50
La fusione dei centri di ossificazione	Pag. 57
Modalità e tempi di fusione dei principali centri di ossificazione	Pag. 69
<i>Clavicola</i>	Pag. 69
<i>Sterno</i>	Pag. 74
<i>Scapola</i>	Pag. 76
<i>Vertebre</i>	Pag. 78
<i>Omero</i>	Pag. 82
<i>Radio</i>	Pag. 84
<i>Ulna</i>	Pag. 85
<i>Anca</i>	Pag. 86
<i>Femore</i>	Pag. 90
<i>Tibia</i>	Pag. 91
<i>Fibula</i>	Pag. 91
<i>Ossa ioide</i>	Pag. 92
<i>Cartilagine tiroidea</i>	Pag. 95
Criteri osteologici e radiologici per la determinazione dell'età	Pag. 96
Capitolo 3 – I metodi dentari	Pag. 111
<i>Teresa Catacchio, Samuele Corniola</i>	
Introduzione	Pag. 111
Sviluppo anatomico dei denti e delle arcate	Pag. 112
Altri metodi di valutazione dell'età in rapporto allo sviluppo anatomico dei denti	Pag. 122
<i>Comparsa dei germi dentari (studio istologico)</i>	Pag. 122
<i>Tracce precoci della mineralizzazione (studio radiografico)</i>	Pag. 122
<i>Sviluppo e difetti di sviluppo dello smalto</i>	Pag. 122
<i>Variazioni di peso in rapporto allo sviluppo</i>	Pag. 123

Modificazioni dei denti nell'età adulta	Pag. 124
<i>Usura</i>	Pag. 125
<i>Dentina secondaria</i>	Pag. 125
<i>Retrazione del legamento periodontale e dell'attacco gengivale</i>	Pag. 126
<i>Apposizione di cemento</i>	Pag. 126
<i>Riassorbimento della radice</i>	Pag. 127
<i>Trasparenza della dentina</i>	Pag. 127
<i>Colorazione dei denti</i>	Pag. 128
<i>Gravità specifica e durezza dei denti</i>	Pag. 128
Metodi per la determinazione dell'età dentaria nell'adulto	Pag. 129
Metodo di Gustafson e metodi derivati	Pag. 129
Metodi basati sulla valutazione di un solo parametro dentario	Pag. 136
Metodi radiografici	Pag. 143
Metodi chimici	Pag. 146
Capitolo 4 – Il metodo Fels	Pag. 153
<i>Giancarlo Di Vella, Barbara Polo Grillo, Barbara Bucci</i>	
Introduzione	Pag. 153
Indicatori di maturità	Pag. 154
Ossa dell'avambraccio	Pag. 156
Ossa del carpo	Pag. 160
Ossa del metacarpo (MET I, MET III, MET V)	Pag. 169
Falangi delle dita	Pag. 173
Capitolo 5 – Le suture craniche	Pag. 187
<i>Giancarlo Di Vella, Nico Curci</i>	
Richiami anatomici	Pag. 187
Cenni storici	Pag. 190
Il metodo di G. Acsadi e J. Nemeskéri	Pag. 196
Gli schemi di Dérobert e Fully	Pag. 201
Il metodo di C. Masset	Pag. 203
Il metodo di R.K. Baker	Pag. 206
Il metodo di R.S. Meindl e C.O. Lovejoy	Pag. 207
La verifica effettuata da Galera e coll.	Pag. 209
Le suture mascellari	Pag. 210
Capitolo 6 – L'analisi delle coste	Pag. 215
<i>Carlo Pietro Campobasso, Paolo L'Abbate</i>	
Introduzione	Pag. 215
La determinazione dell'età	Pag. 217
I metodi radiologici	Pag. 218
I metodi osteologici	Pag. 220
La variabilità sessuale	Pag. 234
La variabilità razziale	Pag. 238
La variabilità tra coste	Pag. 240
L'approccio istomorfometrico	Pag. 241

Capitolo 7 – Le ossa del bacino	Pag. 245
<i>Giancarlo Di Vella, Graziano Carvelli, Anna Paola Rossi</i>	
Introduzione	Pag. 245
Metodo di T.W. Todd	Pag. 247
Metodo di T.W. McKern e T.D. Stewart	Pag. 252
<i>Fasi di trasformazione della I componente (emifaccia dorsale)</i>	Pag. 254
<i>Fasi di trasformazione della II componente (emifaccia ventrale)</i>	Pag. 255
<i>Fasi di trasformazione della III componente (orlo sinfisale)</i>	Pag. 255
Indicazioni di J. L. Angel sui metodi di Todd e di McKern-Stewart	Pag. 258
Metodo di B.M. Gilbert e T.W. McKern	Pag. 259
<i>Componente I (emifaccia dorsale): fasi di trasformazione</i>	Pag. 259
<i>Componente II (emifaccia ventrale): fasi di trasformazione</i>	Pag. 261
<i>Componente III (orlo sinfisale): fasi di trasformazione</i>	Pag. 261
Le formule di regressione di Snow	Pag. 263
Gli stadi di Meindl e Lovejoy	Pag. 266
Metodo di J.M. Suchey e S. Brooks	Pag. 266
Valutazione di Klepinger sui metodi di McKern-Stewart, Gilbert-McKern e Suchey-Brooks	Pag. 269
Determinazione dell'età mediante analisi morfologica della faccetta auricolare dell'ileo	Pag. 270
Cambiamenti morfologici della sinfisi pubica nel parto	Pag. 273
Capitolo 8 – Il metodo di Acsàdi e Nemeskéri ed altri metodi combinati	Pag. 279
<i>Aldo Di Fazio, Claudia Lopez</i>	
Introduzione	Pag. 279
Il metodo combinato di Acsàdi e Nemeskéri	Pag. 280
Valutazione delle modificazioni dei 4 indicatori	Pag. 281
Modificazioni morfologiche della superficie sinfisale del pube	Pag. 281
Modificazioni morfo-strutturali dell'epifisi e diafisi prossimale dell'omero	Pag. 283
Modificazioni morfo-strutturali dell'epifisi e diafisi prossimale del femore	Pag. 285
Grado di sinostosi delle suture craniche	Pag. 288
Determinazione dell'età in funzione del grado di sinostosi delle suture endocraniche	Pag. 290
Considerazioni valutative	Pag. 292
Note esplicative sulla metodologia applicativa del metodo combinato	Pag. 292
<i>Tavole di Sjøvold</i>	Pag. 293
<i>Sezione I: tutti gli indicatori di età disponibili</i>	Pag. 294
<i>Sezione II: un indicatore di età mancante</i>	Pag. 301
<i>Sezione III: due indicatori di età mancanti</i>	Pag. 307
Il metodo di Lovejoy e coll. (1985)	Pag. 310
Capitolo 9 – L'analisi computerizzata della sostanza spongiosa	Pag. 315
<i>Francesco Introna, Mirella Galati</i>	

Capitolo 10 – Le tecniche istologiche	Pag. 323
<i>Pantaleo Bufo, Maria Antonietta Malerba, Giuseppe Galati, Giancarlo Di Vella</i>	
Introduzione	Pag. 323
Cenni sulla struttura dell'osso	Pag. 323
Modificazioni della struttura dell'osso in rapporto all'età	Pag. 326
Metodi istomorfometrici	Pag. 329
Metodo di Kerley	Pag. 329
Metodo di Ahlqvist e Damsten	Pag. 336
Metodo di Singh e Gunberg	Pag. 339
Metodo di Thompson	Pag. 340
Metodo di Hauser	Pag. 349
Metodo di Ericksen	Pag. 351
Osservazioni di Lynnerup	Pag. 354
Fattori esogeni che possono influenzare la valutazione istologica dell'osso	Pag. 357

Capitolo 11 – Le tecniche biomediche.
Racemizzazione dell'acido aspartico:
nuova prospettiva per la diagnosi di età
in soggetti adulti

<i>Cristina Cattaneo</i>	Pag. 361
Introduzione	Pag. 361
Racemizzazione dell'acido aspartico	Pag. 362
Il metodo	Pag. 364
Vantaggi e limiti del metodo	Pag. 368

Introduzione

L'antropologia forense è una scienza relativamente giovane. Si tratta di un settore della antropologia fisica che si occupa elettivamente dell'impiego e del modellamento di tecniche osteologiche, anatomiche, antropometriche e fisionomiche per la soluzione dei problemi medico legali.

Storicamente, in ambito internazionale, si ritiene che il padre della Antropologia forense sia il Dott. Thomas Dwight che nel 1878¹ pubblicò un articolo dal titolo "The identification of Human Skeleton. A medico legal study". In realtà tali studi erano già da tempo radicati nel vecchio continente grazie alla profonda conoscenza anatomica ed osteologica che caratterizzava i medici legali di allora.

Già il Lombroso nel 1877², nel suo trattato sulla Medicina legale del cadavere dedicò l'ultima parte del capitolo sulla identità, ai criteri da applicare nelle indagini su resti scheletrici per la determinazione del sesso, età e statura. Lazzaretti poi nel 1879³, nel V volume del suo trattato di Medicina legale dedicò ben tre capitoli all'Antropologia forense, descrivendo in maniera sistematica tutta l'evolutivezza dei nuclei di ossificazione per "conoscere le varie epoche di vita extra-uterina". Il Lazzaretti effettuò anche un accurato "studio dello sviluppo dei denti allo scopo di determinare l'età" e descrisse in maniera puntigliosa le differenze morfometriche fra lo "scheletro dell'uomo e della donna", fornendo tavole per la determinazione dell'altezza del soggetto in vita dall'analisi su ossa lunghe.

A fronte pertanto di iniziali approfondimenti di antropologia forense che caratterizzavano gli Stati Uniti alla fine del secolo scorso, nello stesso periodo in Europa vi era abbondante trattatistica sull'argomento: vi erano riviste specializzate di Antropologia fisica, Società Scientifiche antropologiche, nonché un fervore di ricerche specifiche fra le quali, ricordiamo quelle del Broca^{4,5}, del Manouvrier⁶, del Rollet⁷ e di tanti altri ancora.

Che si trattasse di problemi per i quali già vi fosse un abbondante substrato conoscitivo lo si può poi evincere, indirettamente, dal fatto che già nel 1858 il Casper⁸ nel suo testo di Medicina legale riportava casi peritali di identificazione da frammenti scheletrici come eventi routinari nella pratica forense.

In realtà in Europa nella seconda metà del XIX secolo l'Antropologia, aveva intrapreso un percorso particolare specializzandosi nelle tecniche di identificazione del vivente mediante indagini antropometriche.

Come non ricordare Alphonse Bertillon che nel 1878 iniziò ad applicare l'antropologia fisica, ed in particolare l'antropometria, per la soluzione di problemi identificativi del vivente, sostituendo con una rigorosa tecnica scientifica ciò che prima era effettuato con metodi empirici e del tutto soggettivi.

Dalla misurazione fisica del vivente, alla descrizione sempre più dettagliata delle caratteristiche morfologiche individualizzanti il passo fu breve.

Emanazione diretta del "bertillonnage" (segnalamento antropometrico) fu il segnalamento descrittivo anatomico o "ritratto parlato" che trovò fautori e maestri in Italia nell'Ottolenghi⁹ e nel Falco¹⁰, padri della Polizia scientifica.

Il Falco, prima di diventare Direttore dell'Istituto di Medicina legale di Napoli, ebbe, come prima nomina, nel 1925 la Direzione del Istituto di Medicina legale dell'Università di Bari, subentrando al Romanese.

Lavori scientifici in Antropologia, nell'unico anno di permanenza a Bari del Falco, non furono effettuati, però ci piace comunque trovare nel Falco le nostre radici culturali in antropologia forense.

Prima con il Prof. Martino, poi con il Prof. Dell'Erba e con il Prof. Introna (allorché ancora a Bari) e quindi con i Prof.ri Colonna e Delfino Pesce, gli studi e le ricerche in antropologia forense si radicarono sempre più nell'Istituto di Medicina legale di Bari.

Gli indirizzi di ricerca in Antropologia forense che si sono succeduti dal 1980 in poi grazie anche alla acquisizione di una collezione scheletrica con caratteristiche note, possono sostanzialmente essere identificati in tre.

Il primo, storicamente il più innovativo e forse il più importante è stato quello volto alla identificazione personale mediante sovrapposizione televisiva computerizzata di un cranio con la foto del volto del soggetto a cui si ritenga i resti scheletrici in esame possano essersi appartenuti in vita.

Di pari passo si sono succeduti gli studi volti alla determinazione del sesso scheletrico mediante analisi delle caratteristiche morfologiche del cranio e del bacino, nonché tutta la produzione scientifica volta alla determinazione del sesso scheletrico e dell'altezza in vita mediante misurazioni dei principali segmenti scheletrici, anche frammentati, al fine di poter utilizzare i risultati delle indagini anche in caso di "mass disaster".

Il terzo settore di ricerca, ultimo cronologicamente ma non per questo meno importante per innovazione scientifica ed approfondimento tecnologico, è rappresentato dalla identificazione personale di soggetti viventi filmati e registrati su supporto magnetico (videocassetta) mediante elaborazione e misurazione delle immagini. Si tratta di un filone di ricerca, i cui risvolti applicativi trovano frequente riscontro nella identificazione di autori di rapine o di altri reati attuati in luoghi dotati di video sorveglianza.

Alla Scuola Medico legale barese può quindi storicamente riconoscersi una continuità di ricerca e di interessi in tema di antropologia forense al passo con l'evoluzione scientifica e con l'innovazione tecnologica.

Il fervore delle ricerche condotte in antropologia forense ha poi consentito, quale piacevole risvolto, la coagulazione di un gruppo di giovani ricercatori, fra loro ben affiatati, preparati scientificamente ed affidabili operativamente, già testato in situazioni di emergenza, pronto per costituire un nucleo operativo medico legale d'intervento in caso di mass disaster.

L'abbondante produzione scientifica, apparsa sulle principali riviste nazionali ed internazionali, ha trovato poi momento di apprezzamento in consessi specialistici internazionali quali, la Sezione di Forensic Anthropology dell'American Academy of Forensic Sciences, in Congressi specifici monotematici di identificazione personale e nei periodi-

ci convegni organizzati dal Gruppo Italiano di Antropologia ed Odontologia Forense.

Il livello di credibilità raggiunto in sede internazionale dalla Scuola Medico legale di Bari ha poi consentito di organizzare Seminari Internazionali in Antropologia Forense su specifici argomenti, potendo contare su relatori di fama internazionale quali William Rodriguez, Kathy Reichs e Robert Dorion, nonché l'inserimento dei suoi membri nelle specifiche commissioni del Dipartimento della Protezione Civile, della Croce Rossa e del Dipartimento Nazionale Antimafia.

La collaborazione scientifica con altri gruppi di ricerca in Antropologia Forense, fra cui quello operativo presso l'Istituto di Medicina legale dell'Università di Milano, coordinato dal Prof. Grandi e dalla Dott.ssa Cristina Cattaneo, ha poi favorito lo studio di fattibilità di progetti di ricerca comune finanziabili a livello comunitario.

Il background culturale si è poi ampiamente riversato nell'impegno della attività pratica forense in ambito identificativo. Dalla ricerca di cadaveri inumati o cementati in pilastri, alla identificazione personale delle vittime di lupara bianca della Sacra Corona Unita, dal riconoscimento di profughi privi di documenti identificativi, alla identificazione personale di rapinatori di banca, dal recupero ed identificazione delle vittime del naufragio della nave albanese "Kater I Radez" nel canale d'Otranto alla identificazione personale da resti scheletrici nei sequestri di persona.

Questo manuale non può pertanto essere considerato il frutto di una fugace infatuazione per il tema specifico ma rappresenta la sintesi delle ricerche e delle esperienze condotte in oltre venti anni di continua attività in antropologia forense.

Nell'identificazione di resti scheletrici, la determinazione dell'età è uno dei capisaldi irrinunciabili unitamente a sesso, razza, altezza del soggetto ("the big four" degli AA. di lingua inglese). Tra questi elementi di valutazione preliminare all'identificazione personale, proprio la determinazione dell'età appare spesso come la più complessa.

Le strutture ossee e dentarie subiscono infatti, durante tutto l'arco della vita, in rapporto a fattori endogeni ed esogeni, continue modificazioni e rimaneggiamenti. Tuttavia l'evoluzione di tali fenomeni non è legata esclusivamente all'età morfologica dell'organismo ma è dipendente anche da numerose altre variabili (condizioni ambientali, nutrizione, attività lavorativa, malattie, ecc.) per cui lo scheletro, così come le altre strutture organiche, avrà un'età biologica (nella specie età ossea o scheletrica) che sarà indubbiamente correlata con l'età cronologica, ma non necessariamente ad essa linearmente sovrapponibile. L'età biologica è d'altra parte l'unica determinabile all'esame dei resti scheletrici, ne deriva la necessità di utilizzare contemporaneamente diversi parametri di valutazione che siano correlati il più strettamente possibile all'età cronologica e scarsamente influenzati da fattori estrinseci.

Ci è sembrato pertanto opportuno un lavoro di riesame dei metodi di valutazione dell'età scheletrica. Riconsiderando sia quelli "classici" sia quelli di più recente impostazione (metodi biochimici), avendo il piacere di coordinare il lavoro di un gruppo di ricercatori a cui si sono affiancati giovani (dottorandi in ricerca, specialisti anche in formazione e, addirittura, laureandi) che operano già con entusiasmo e zelo nei vari settori della ricerca in Antropologia forense.

Francesco Introna

Bibliografia

1. Dwight T.: The identification of Human Skeleton. A Medicolegal Study. Massachusetts Medical Society. Boston 1878
 2. Lombroso C.: Medicina Legale del Cadavere. 1877
 3. Lazzaretti G. Corso Teorico Pratico di Medicina legale. Padova 1879
 4. Broca P.: Indice cubique du crane. Bull. Soc. Anthropol. Paris 5, 253. 1864
 5. Broca P.: Institutions craniologiques et craniometriques. Memoires de la Soc. d'Anthropol. Paris 2, 1-204, 1875.
 6. Manouvrier L. Indice cubique du Crane. Ass. Franc. pour l'Avancement des Sciences 1880.
 7. Rollet E. De la mensuration des os longs des membres Lyon 1888.
 8. Casper G.L.: Manuale Pratico di Medicina Legale. Torino. 1858.
 9. Ottolenghi S. Trattato di Polizia Scientifiche. Società Editrice Libreria Milano 1910.
 10. Falco G.: Identità. Maglione e Strini Ed. Roma 1923.
-

CAPITOLO 4**Il metodo Fels**

Giancarlo Di Vella, Barbara Polo Grillo, Barbara Bucci

Introduzione

La valutazione dell'età scheletrica mediante tecniche radiologiche costituisce un valido criterio per la stima della maturità biologica dell'individuo ed è solitamente impiegata nella formulazione di giudizi diagnostici, prognostici e terapeutici nello studio di patologie auxologiche di interesse pediatrico.

La metodologia di indagine tiene conto anche della influenza di quei fattori, quali le caratteristiche antropometriche individuali, le differenze sesso-correlate (nel sesso maschile ad esempio la maturazione scheletrica è più lenta rispetto al sesso femminile) o le malattie ricorrenti, che possono determinare un avanzamento (*ipertiroidismo, pubertà precoce, anemia falciforme, ecc.*) o un ritardo (*trisomie 18 e 21, ipopituitarismo, ecc.*) del processo di maturazione (*fase dinamica*) scheletrica, permettendo quindi la corretta interpretazione del livello di maturità raggiunto dal segmento osseo esaminato (*fase statica*) anche in condizioni morbose; temi questi che esulano dalla presente trattazione e per i quali si rinvia alla specifica letteratura di riferimento.

La esistenza quindi di una ottima correlazione tra età scheletrica ed età anagrafica in un individuo sano ha da tempo trovato applicazione anche in ambito forense, in particolar modo nel campo della identificazione personale. Infatti la definizione della età di un individuo è problema particolarmente cogente in quelle situazioni di interesse giudiziario in cui il soggetto attivo dell'evento antigiuridico sia un minore ma del quale incerti siano i dati anagrafici; circostanza che richiede precisazione ai fini, ad esempio, della stessa imputabilità dell'indagato o della pena da irrogare.

Le tecniche radiologiche a tutt'oggi disponibili consentono l'accurata individuazione dei nuclei di ossificazione ed il monitoraggio della loro evoluzione nel tempo; tuttavia il loro impiego nella definizione della età scheletrica, e di conseguenza di quella anagrafica, necessita di valori di riferimento con cui confrontare i risultati degli accertamenti di volta in volta espletati.

La stima della età scheletrica si basa infatti sullo studio di caratteristiche dell'immagine radiografica delle ossa, chiamate "*indicatori di maturazione*," idonee a rappresentare il livello di sviluppo scheletrico. Tali indicatori sono costituiti da aree di ossificazione o di radiodensità che compaiono e si modificano col progredire della maturazione ossea: fenomeno questo che, sotto il profilo anatomico-funzionale, equivale all'apposizione o al riassorbimento di tessuto osseo, e sotto il profilo radiografico si concreta nella comparsa di linee o zone radiopache. Queste ultime, tuttavia, per poter essere correttamente interpretate, richiedono l'applicazione di una tecnica rigorosamente standardizzata poiché anche minime variazioni della inclinazione del rag-

gio radiografico rispetto al piano di posizionamento dell'osso possono indurre erronee conclusioni.

Tra i vari indicatori di possibile impiego sono adoperati quelli comuni ad ogni processo evolutivo scheletrico e dei quali sono noti i tempi di permanenza nell'individuo, con preferenza per quelli a "breve durata". In tal modo, dunque, la individuazione e la stadiazione di una serie di indicatori nella radiografia in esame consentono la verifica della età scheletrica.

I metodi più diffusi nella determinazione dell'età scheletrica sono rappresentati da quello "ad atlante" di Greulich-Pyle e quello "a punteggio" di Tanner-Whitehouse. Il primo consiste nel confrontare la radiografia in esame con una serie di radiogrammi standard, divisi per sesso, rappresentativi di processi maturativi diversificati per età¹.

Col metodo "a punteggio" di Tanner-Whitehouse (TW1 e TW2) si assegna ai vari gradi di maturazione degli indicatori un punteggio, la cui somma consente la stima della età scheletrica con l'ausilio di specifiche tabelle, grafici o software².

Entrambi i metodi si riferiscono allo studio radiografico del distretto mano-polso il quale, pur essendo un'area di piccola estensione, offre rispetto ad altri segmenti scheletrici notevoli vantaggi: permette la minima irradiazione del soggetto, richiede un posizionamento radiografico semplice con poche proiezioni, contiene un rappresentativo numero di ossa.

Negli anni '80 ai due metodi ormai classici se ne è affiancato un terzo, messo a punto da Roche e coll. i quali hanno testato il "Fels Longitudinal Study on Growth and Development" iniziato nel 1929 su di un campione di popolazione statunitense (Ohio).

Tale metodo, denominato semplicemente *FELS*, prende in considerazione 98 indicatori di maturità del distretto mano-polso, scelti in base all'età ed al sesso del soggetto e valutati in funzione di caratteristiche morfologiche proprie dell'osso o di rapporti lineari dei segmenti ossei considerati³.

Il metodo, sebbene richieda tempi di lettura relativamente più lunghi, risulta particolarmente vantaggioso rispetto al metodo di Greulich-Pyle ed al TW2 poiché fornisce l'età ossea ma anche i limiti di confidenza di tale stima; inoltre è applicabile durante l'intero periodo evolutivo, ivi inclusi il primo anno di vita e l'ultima fase dell'adolescenza che con gli altri metodi sono più difficili da esplorare.

La metodica di valutazione *FELS* impiega radiografie di polso e mano di sinistra, riprese in proiezione postero-anteriore e comprendenti le estremità distali di radio ed ulna per una lunghezza di circa tre centimetri. L'avambraccio, il palmo e le dita sono in contatto con la lastra, le dita distese e leggermente separate tra loro, il terzo dito in linea con l'avambraccio, con il fascio di raggi centrato sull'estremità distale del III metacarpo; la distanza tra tubo e lastra deve essere orientativamente di circa cm 91.4.

Non sono considerate nella valutazione le ossa del secondo e del quarto metacarpo con le relative falangi, in quanto si è constatato che le informazioni da esse fornite sono sovrapponibili a quelle delle altre ossa.

Indicatori di maturità

Sono di seguito brevemente riassunte le descrizioni degli indicatori di ciascun osso del distretto mano-polso comprensive dei relativi intervalli di età durante i quali ciascun indicatore risulta utile nei due sessi.

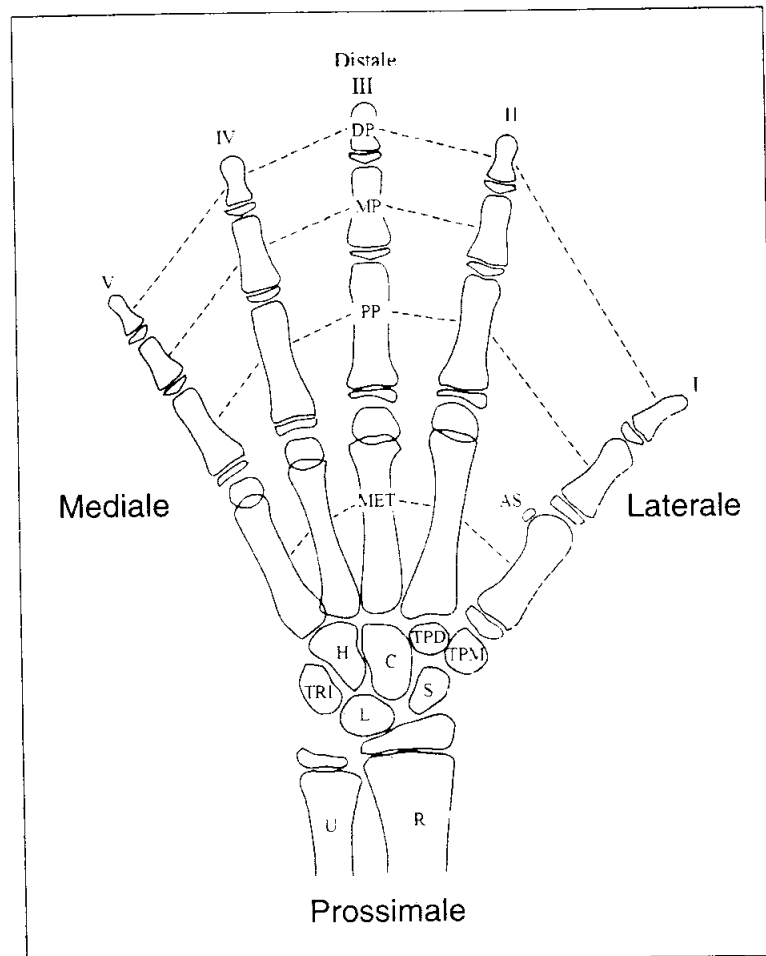


Fig. 4.1 - Raffigurazione schematica delle ossa mano-polso di sinistra come appaiono nel radiogramma standard della metodica (da Aicardi G., 1996, modificata).

Si può notare a questo proposito che gli intervalli di età relativi alle femmine risultano inferiori rispetto a quelli dei maschi, questo perché fisiologicamente le prime maturano più precocemente rispetto ai secondi di pari età cronologica.

Non sono riportate dagli autori informazioni circa un'eventuale variabilità intra ed inter-popolazioni riguardo le età di riferimento usate, anche se gli stessi sottolineano che differenze nella valutazione si possono presentare quando si applichi il metodo ad un gruppo etnico molto distante da quello americano testato.

Una prima verifica dell'affidabilità del metodo FELS su un campione di popolazione italiana è stata effettuata da Aicardi e collaboratori che hanno anche curato la edizione italiana del testo originale (*Assessing the skeletal maturity of the hand-wrist: Fels method*) illustrativo del metodo, allegando un utile dischetto per il calcolo computerizzato⁴.

Ossa dell'avambraccio

Radio (R): il centro primario di ossificazione si osserva a partire dalla settima settimana di età gestazionale circa, perifericamente e nella parte centrale del modello cartilagineo. Alla nascita, la metafisi possiede lieve inclinazione mediale, per poi appiattirsi fino al sesto mese di vita; gradualmente diventa prima convessa e poi, dopo il secondo anno, concava.

Il centro di ossificazione dell'epifisi distale compare intorno il primo anno di vita, in posizione centrale, lievemente spostato lateralmente; ha forma all'inizio rotondeggiante e, col passare del tempo (1.5 anni), diventa ovoidale, con estremità laterale più sviluppata rispetto a quella mediale. Dai 2,5 anni in poi, il margine prossimale comincia ad appiattirsi e, dopo un anno circa, si evidenzia su di esso una linea radiopaca denominata "piatto terminale"; a questo punto la zona compresa tra epifisi e metafisi (zona epifisaria) appare come una banda scura, di spessore caratteristico che rimane tale sino all'inizio della fusione epifisio-diafisaria. Nel contesto di tale banda si può osservare la comparsa di una linea radiopaca (bianca) che si estende progressivamente dal margine mediale a quello laterale della epifisi (sei anni) e rappresenta la evoluzione del margine palmare. L'estensione dell'ossificazione al processo stiloideo dell'epifisi radiale avviene intorno ai 6 anni: raramente questo può disporre di un centro di ossificazione diversificato⁵.

Contemporaneamente l'epifisi distale del radio si allarga e, intorno ai 13 anni, essa è larga tanto quanto la metafisi, mentre i rispettivi margini sono affrontati ed incurvati in maniera reciproca. Subito dopo l'epifisi comincia ad "incapsulare" la diafisi, la zona epifisaria si assottiglia progressivamente e, nella porzione centrale, comincia la fusione epifisio-diafisaria completata intorno ai 17 anni.

Si riportano di seguito gli indicatori di maturazione del radio.

Indicatori di maturazione del radio

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
R-1	Ossificazione e forma epifisaria	M: 0,25 - 4,5 anni F: 1 mese - 3,5 anni
R-2	Rapporto $\frac{\text{larghezza epifisi}}{\text{larghezza metafisi}}$ in mm	M: 0,5 - 12,5 anni F: 0,5 mesi - 12,5 anni
R-3	Piatto terminale dell'epifisi	M: 0,5 - 6,5 anni F: 0,75 - 4,5 anni
R-4	Linea radiopaca all'interno o sul margine distale dell'epifisi	M: 0,5 - 8 anni F: 0,75 - 6 anni
R-5	Processo stiloideo dell'epifisi	M: 2 - 11,5 anni F: 2 - 10,5 anni
R-6	Incapsulamento e fusione terzo mediale della giunzione epifisio-diafisaria	M: 10 - 22 anni F: 8,5 - 22 anni
R-7	Incapsulamento e fusione terzo laterale della giunzione epifisio-diafisaria	M: 11 - 22 anni F: 9 - 22 anni
R-8	Fusione terzo centrale della giunzione epifisio-diafisaria	M: 13,5 - 20 anni F: 12 - 20 anni

R-1: Ossificazione e forma epifisaria

grado 1: assente;

grado 2: presente, rotonda o ellittica (asse minore circa 1 mm);

grado 3: epifisi ovoidale, margine prossimale appiattito o concavo;

n.b.: in forme intergradi si attribuisce il grado di maturazione minore; indicatore non utilizzabile in caso di sovrapposizione epifisi-diafisi.

R-2: Rapporto larghezza epifisi/larghezza metafisi (in mm)

Indicatore non valutabile in caso di fusione completa epifiso-diafisaria, richiede l'uso di un righello trasparente, con approssimazione delle misure ai 0.5 mm, ed un lucido; il rapporto tra le misure è effettuato dal computer.

La larghezza massima metafisaria è misurata perpendicolarmente all'asse longitudinale del radio e comprende anche il margine mediale.

La larghezza epifisaria è la misura massima della epifisi misurata secondo un piano parallelo a quello utilizzato per il diametro della metafisi.

In caso di centri di ossificazione multipli, si sommano le larghezze delle singole unità misurate sempre secondo un asse parallelo a quello del diametro metafisario, includendo solo una volta le zone di sovrapposizione delle larghezze dei singoli centri.

R-3: Piatto terminale dell'epifisi

Indicatore non utilizzabile se il margine prossimale dell'epifisi si sovrappone a quello della metafisi; corrisponde al margine prossimale dell'epifisi giustapposto a quello distale della metafisi;

grado 1: assenza di linea radiopaca;

grado 2: presenza di linea radiopaca sul margine prossimale dell'epifisi che appare più opaca del margine laterale dell'epifisi.

R-4: Linea radiopaca all'interno o sul margine distale dell'epifisi

grado 1: linea assente;

grado 2: linea presente;

se è sul margine distale è più opaca del margine laterale;

se è all'interno del margine. opacità maggiore della trabecolatura.

Ha progressione latero-mediale.

R-5: Processo stiloideo dell'epifisi

grado 1: assenza di proiezione distale sulla parte laterale del margine distale epifisario;
grado 2: presenza di proiezione distale (linea radiopaca sul margine o all'interno della parte laterale); il grado 2 si attribuisce anche in assenza della linea radiopaca sul margine laterale quando il margine laterale si proietta distalmente alla linea retta ideale, tracciata su di un lucido e posizionata parallelamente all'estremo mediale piatto del margine distale sino a raggiungere l'estremo laterale del predetto margine.

R-6: Incapsulamento e fusione del terzo mediale della giunzione epifiso-diafisaria

grado 1: assenti;
grado 2: presenza di incapsulamento ed assenza di fusione;
n.b.: l'incapsulamento è dato dal modo in cui gli angoli prossimali dell'epifisi si pongono rispetto alla metafisi; solitamente, ad esempio l'angolo mediale è acuminato, rivolto prossimalmente e vicino ad un'area smussa del margine metafisario. L'assenza di fusione è data dalla linea radiotrasparente che si estende per l'intero terzo mediale della giunzione;
grado 3: incapsulamento con fusione incompleta (presenza di limitato ponte osseo);
grado 4: fusione completa: talora può persistere una piccola area di radiotrasparenza sull'osso corticale al terzo mediale della zona epifisaria.

R-7: Incapsulamento e fusione del terzo laterale della giunzione epifiso-diafisaria

grado 1: assenti;
grado 2: presenza di incapsulamento ed assenza di fusione;
n.b.: l'incapsulamento è dato dal modo in cui gli angoli prossimali dell'epifisi si pongono rispetto alla metafisi; solitamente, ad esempio, l'angolo laterale è acuminato e rivolto prossimalmente; il margine metafisario viciniore può non essere smusso. L'assenza di fusione è data dalla linea radiotrasparente che si estende per l'intero terzo laterale della giunzione;
grado 3: incapsulamento con fusione incompleta (presenza di ponte osseo in una zona limitata del terzo laterale);
grado 4: fusione completa: talora può persistere una piccola area di radiotrasparenza sull'osso corticale al terzo laterale della zona epifisaria; la linea di fusione può permanere come stria radiopaca.

R-8: Fusione del terzo centrale della giunzione epifiso-diafisaria

grado 1: assente;
grado 2: presenza di fusione incompleta o parziale;

grado 3: incapsulamento con fusione incompleta (presenza di ponte osseo in una zona limitata del terzo laterale);

grado 4: fusione completa; non esiste alcuna stria radiotrasparente al terzo centrale, ma può rilevarsi la linea di fusione radiopaca.

Ulna (U): il centro di ossificazione diafisario dell'ulna compare intorno alla settima settimana di gestazione. Alla nascita, la metafisi ulnare è più corta di quella radiale, e presenta un margine piatto; a 7 mesi tale margine si presenta ondulato.

Il centro di ossificazione dell'epifisi distale, di forma rotonda, compare intorno ai 6 anni. La sua forma si modifica col passare del tempo, estendendosi in senso latero-mediato con margine prossimale appiattito.

Il margine mediale rapidamente si ispessisce, dando luogo al processo stiloideo. Intorno ai 9 anni, sulla parte laterale dell'epifisi si forma la superficie articolare per il radio, mentre il margine prossimale si incurva in modo reciproco rispetto alla metafisi. La larghezza dell'epifisi nel frattempo aumenta fino ad eguagliare quella della metafisi (15 anni): è a questo punto che inizia la fusione epifisio-diafisaria. Quest'ultima è completa verso i 17 anni.

Indicatori dell'ulna

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
U-1	Ossificazione e forma dell'epifisi	M: 2,5 - 14,5 anni F: 1,5 - 42,5 anni
U-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (mm)	M: 7 - 13,5 anni F: 5,5 - 12 anni
U-3	Fusione epifisio-diafisaria	M: 15,5 - 22 anni F: 13,5 - 22 anni

U-1: Ossificazione e forma dell'epifisi ulnare

grado 1: assenza di ossificazione;

grado 2: centro di ossificazione ovoidale, di circa 2 mm di diametro;

grado 3: proiezione distale della parte ossificata dell'epifisi (processo stiloideo lungo il margine mediale); analogo grado si assegna per centro di ossificazione accessorio di circa 1 mm, sito in sede di processo stiloideo.

U-2: Rapporto larghezza epifisi/metafisi (mm)

Larghezza metafisaria: diametro massimo ortogonale all'asse longitudinale dell'ulna; la larghezza epifisaria è misurata parallelamente al piano metafisario; indicatore non valutabile in caso di fusione completa.

U-3: Fusione epifiso-diafisaria

grado 1: assenza o incompleta fusione con persistenza di area di radiotrasparenza nella giunzione epifiso-diafisaria;

grado 2: fusione completa; è possibile la persistenza di modeste incisure radiotrasparenti agli estremi della giunzione epifiso-diafisaria.

Ossa del carpo

Ogni osso del carpo deriva da un precursore cartilagineo, anche se la forma definitiva è notevolmente diversa da quella iniziale. La posizione di ciascun osso all'interno dell'area carpale è il criterio identificativo migliore dei vari nuclei di ossificazione, specie nelle prime fasi di maturazione quando la forma è poco differenziata; meno utile è l'ordine di comparsa che può essere fallace (**Fig. 4.2**).

Capitato (C): il centro di ossificazione è visibile pochi mesi prima della nascita, vicino al margine prossimale del terzo metacarpo. Inizialmente esso è rotondo, ma in pochi mesi diventa ovale con diametro maggiore parallelo all'asse longitudinale dell'avambraccio. Il margine mediale progressivamente si appiattisce, all'età di 7 anni circa diviene concavo e comincia a sovrapporsi al margine laterale dell'uncinato. Contemporaneamente, si vengono a creare le faccette articolari per il secondo ed il quarto metacarpo. Il capitato raggiunge lo stadio adulto di maturità a 16 anni circa.

C-1: Ossificazione del capitato

grado 1: centro di ossificazione assente;

grado 2: centro di ossificazione presente.

C-2: Forma del capitato

grado 1: morfologia rotonda;

grado 2: ovale, con diametro maggiore sullo stesso asse longitudinale dell'avambraccio.

Indicatori del capitato

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
C-1	Ossificazione del capitato	M: 1 mese – 2 anni F: 1 mese – 1 anno
C-2	Forma del capitato	M: 1 mese – 3,5 anni F: 1 mese – 3 anni
C-3	Forma del margine mediale	M: 1 mese – 13 anni F: 1 mese – 10 anni
C-4	Proiezione verso il IV metacarpo	M: 8 – 22 anni F: 6 – 22 anni

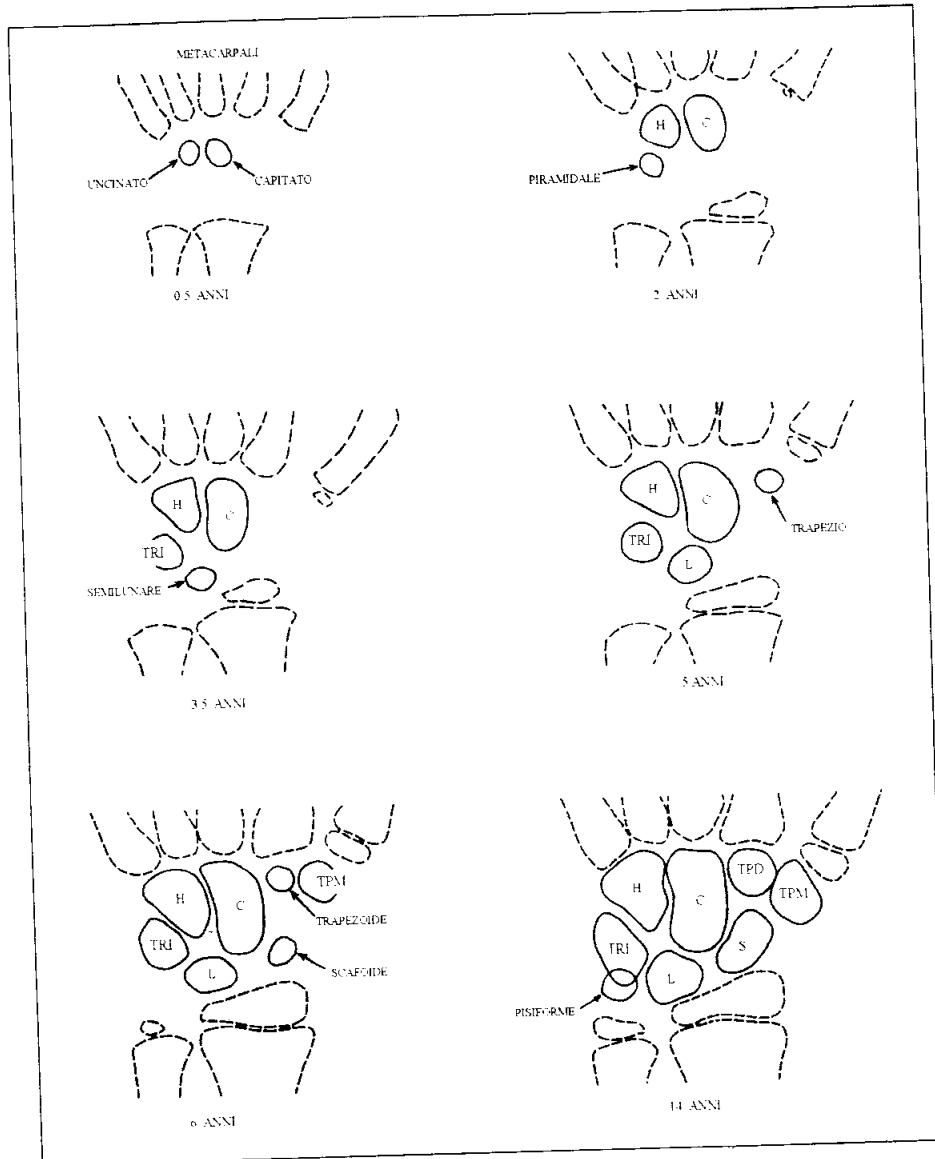


Fig. 4.2 - Rappresentazione della posizione delle ossa carpali in varie fasi di maturazione con approssimazione delle età (da Aicardi G., 1996, modificata).

C-3: Forma del margine mediale

- grado 1: convesso;
- grado 2: piatto per oltre la metà della lunghezza dell'osso;
- grado 3: presenza di concavità nel margine mediale o di proiezione mediale del margine distale.

C-4: Proiezione verso il IV metacarpo

grado 1: proiezione senza incontro o sovrapposizione con il margine del IV metacarpo;
 grado 2: proiezione con incontro o sovrapposizione.

Uncinato (H): il centro di ossificazione dell'uncinato compare pochi mesi dopo la nascita, medialmente al capitato, come area tondeggiante. A circa 1,5 anni il margine mediale (che si artolerà con il piramidale) comincia ad appiattirsi, fino a diventare concavo all'età di 7 anni. A 8 anni si rende evidente la proiezione distale verso il quinto metacarpo. Il bordo distale dell'uncino si ossifica tra i 10 e i 12 anni. Variabili sono le dimensioni, la forma e la posizione dell'uncino. L'uncinato raggiunge lo stadio adulto di maturazione a 16 anni circa.

Indicatori dell'uncinato

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
H-1	Ossificazione e forma dell'uncinato	M: 1 mese – 3,5 anni F: 1 mese – 3 anni
H-2	Concavità del margine mediale	M: 2,5 – 10 anni F: 1,5 – 7,5 anni
H-3	Proiezione dell'uncinato verso il V metacarpo	M: 4 – 13,5 anni F: 3 – 10,5 anni
H-4	Ossificazione dell'uncino	M: 9,5 – 15,5 anni F: 7,5 – 17,5 anni

H-1: Ossificazione e forma dell'uncinato

grado 1: assente;
 grado 2: presente, di forma rotonda, del diametro di almeno 2 mm;
 grado 3: ovale e posizionato su di una linea ideale tracciata tra radio e V metacarpo.

H-2: Concavità del margine mediale

È rivolto medialmente e prossimalmente; l'indicatore è valutato posizionando una linea retta sovrapposta al margine mediale;
 grado 1: assenza di concavità;
 grado 2: presenza di concavità anche minuta.

H-3: Proiezione dell'uncinato verso il V metacarpo

grado 1: proiezione della parte disto-mediale senza sovrapposizione o giustapposizione al margine prossimale del V metacarpo;
 grado 2: proiezione con giustapposizione o sovrapposizione.

H-4: Ossificazione dell'uncino

L'uncino è una linea radiopaca, a forma di C rovesciata, corrispondente ad una proiezione della superficie palmare dell'osso;

grado 1: assente;

grado 2: presente e più visibile della trabecolatura dell'osso.

Piramidale (TRI): il centro di ossificazione compare a 2 anni circa, posizionandosi tra uncinato ed estremità distale dell'ulna. È piccolo ed arrotondato all'inizio, si allunga progressivamente con asse maggiore diretto medialmente e distalmente; i margini laterale e mediale si appiattiscono a cinque anni: verso i 7 anni si delineano le superfici articolari per l'uncinato (margine laterale) ed il semilunare (margine prossimale), estremità prossimale piatta.

A 10 anni, il margine laterale diventa concavo, si forma una linea radiopaca e quindi un angolo o una proiezione tra i margini laterale e prossimale.

Il piramidale raggiunge il livello di maturità a 16 anni circa, epoca in cui il margine mediale non articolare è concavo nella parte distale.

Indicatori del piramidale

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
TRI-1	Ossificazione e forma del piramidale	M: 1 mese – 8 anni F: 1 mese – 7 anni
TRI-2	Forma del margine laterale	M: 2,5 – 13,5 anni F: 2 – 14,5 anni
TRI-3	Angolo o proiezione tra margine laterale e prossimale	M: 3 – 13,5 anni F: 2 – 12 anni
TRI-4	Linea o zona radiopaca all'interno del margine laterale	M: 6,5 – 16 anni F: 2,5 – 12,5 anni

TRI-1: Ossificazione e forma del piramidale

grado 1: assente il centro di ossificazione;

grado 2: presente e rotondo con diametro di 2 mm;

grado 3: osso allungato con asse maggiore parallelo a quello dell'uncinato ed estremità distale più stretta di quella prossimale.

TRI-2: Forma del margine laterale

grado 1: margine convesso;

grado 2: margine o linea radiopaca all'interno piatta per gran parte;

grado 3: margine o linea radiopaca concava.

TRI-3: Angolo o proiezione tra i margini laterale e prossimale

grado 1: i margini si uniscono formando un bordo arrotondato;

grado 2: presenza di angolo (anche arrotondato o piatto) o di proiezione tra i margini.

TRI-4: Linea o zona radiopaca all'interno del margine laterale

grado 1: assente;

grado 2: presente; da non confondere con aree di sovrapposizione con il pisiforme.

Pisiforme (P): il centro di ossificazione del pisiforme compare verso i 9 anni e si presenta, inizialmente, come una piccola area irregolare sovrapposta al piramidale o all'articolazione tra piramidale e uncinato.

Non essendo possibile evidenziare ulteriori modificazioni maturative, la classificazione di tale indicatore si limita a valutarne la sola presenza.

Indicatori del pisiforme

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
P-1	Ossificazione del pisiforme	M: 6,5 – 14,5 anni F: 5 – 10,5 anni

P-1: Ossificazione del pisiforme

grado 1: assente;

grado 2: presente e di almeno 2 mm di diametro.

Semilunare (L): il centro di ossificazione del semilunare si forma all'età di 3 anni circa, in posizione intermedia tra l'epifisi del radio e l'articolazione tra capitato ed uncinato. A 4 anni la superficie articolare per il radio si appiattisce, mentre quella per il capitato diviene visibile come linea radiopaca.

A 11 anni è riconoscibile la superficie articolare per lo scafoide, mentre verso i 12 anni è evidente un angolo ottuso tra i margini laterale e prossimale dell'osso. Il semilunare raggiunge la maturità a 16 anni circa.

Indicatori del semilunare

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
L-1	Ossificazione e forma del semilunare	M: 1 mese – 14 anni F: 0,25 – 11,5 anni
L-2	Angolo tra i margini laterale e prossimale	M: 4,5 – 15,5 anni F: 3,5 – 17,5 anni

L-1: Ossificazione e forma del semilunare

- grado 1: assente;
 grado 2: presente a morfologia rotondeggiante, di circa 2 mm di diametro;
 grado 3: ovalare con asse maggiore a direzione medio-laterale;
 grado 4: estensione verso l'osso capitato, al di là di una linea radiopaca interna al semilunare stesso;
 grado 5: estensione verso il capitato con sovrapposizione al margine di questo.

L-2: Angolo tra i margini laterale e prossimale

- grado 1: giunzione arrotondata;
 grado 2: giunzione ad angolo ottuso o acuto, con margine prossimale convesso e margine laterale piatto o concavo.

Scafoide (S): il centro di ossificazione dello scafoide si rende evidente, verso i 6 anni, come area radiopaca rotondeggiante sita distalmente all'estremità laterale dell'epifisi del radio. Durante la sua maturazione si allunga con asse maggiore diretto lateralmente e distalmente, mentre la sua estremità distale diviene più ampia di quella prossimale (10 anni circa).

A 11 anni la superficie articolare per il capitato (margine mediale) diviene concava, mentre le superfici articolari per il radio, il trapezio ed il trapezoide si appiattiscono.

A 15 anni, sull'estremità distale del margine laterale dell'osso si forma il tubercolo dello scafoide. La completa maturità viene raggiunta verso i 16 anni.

S-1: Ossificazione e forma dello scafoide

- grado 1: centro di ossificazione non apprezzabile;
 grado 2: presente, rotondeggiante, di circa 2 mm di diametro;
 grado 3: ovalare, con asse maggiore a direzione distale-laterale;
 grado 4: estremità distale più ampia di quella prossimale.

Indicatori dello scafoide

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
S-1	Ossificazione e forma dello scafoide	M: 2,5 - 12 anni F: 2 - 8,5 anni
S-2	Forma del margine mediale	M: 5 - 12,5 anni F: 2,5 - 10,5 anni
S-3	Tubercolo dello scafoide	M: 7 - 15,5 anni F: 5,5 - 15 anni

S-2: Forma del margine mediale

grado 1: margine convesso;
 grado 2: interamente piatto;
 grado 3: presenza di concavità;
 grado 4: presenza di linee radiopache espressione dei margini della faccia palmare o dorsale.

S-3: Tubercolo dello scafoide

grado 1: assenza di proiezione sulla estremità distale del margine laterale;
 grado 2: presenza di tubercolo all'estremità distale del margine laterale o di linea radiopaca che non superi il margine.

Trapezio (TPM): il centro di ossificazione si evidenzia in sede prossimale e mediale rispetto all'epifisi del primo metacarpo verso i 4,5 anni. Inizialmente piccolo e rotondo, si allunga poi in direzione disto-mediale fino a sovrapporsi al trapezoide ed incontrare il secondo metacarpo.

A 10 anni si sviluppa sul margine distale una piccola incisura che servirà per articolarsi poi con il primo metacarpo. A circa 13,5 anni si evidenziano delle linee radiopache sui margini distale e prossimale che rappresentano le superfici articolari rispettivamente per il primo metacarpo e per lo scafoide.

Poco prima di raggiungere la completa maturazione, si forgiato angoli acuti tra il margine laterale e le superfici articolari per lo scafoide (a sede prossimale) e per il primo metacarpo (a sede distale).

Indicatori del trapezio

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
TPM-1	Ossificazione e forma del trapezio	M: 1 – 14 anni F: 1,5 – 11 anni
TPM-2	Proiezione disto-mediale	M: 4,5 – 15,5 anni F: 3,5 – 12,5 anni
TPM-3	Linea o zona radiopaca all'interno del margine distale	M: 7 – 15,5 anni F: 5,5 – 14 anni
TPM-4	Linea o zona radiopaca all'interno del margine prossimale	M: 7 – 20 anni F: 6,5 – 22 anni
TPM-5	Angolo tra margine distale e margine laterale	M: 8,5 – 17,5 anni F: 7 – 14 anni

TPM-1: Ossificazione e forma del trapezio

grado 1: assente il centro di ossificazione;
 grado 2: presente, rotondeggiante, di circa 2 mm di diametro;

- grado 3: centro di ossificazione ovalare con asse maggiore parallelo all'estremità prossimale della diafisi del I metacarpo;
grado 4: appiattimento del margine giustapposto all'epifisi del primo metacarpo;
grado 5: il margine opposto all'epifisi del I metacarpo è concavo.

TMP-2: Proiezione disto-mediale del trapezio

- grado 1: assente;
grado 2: presenza della proiezione dell'angolo disto-mediale che si giustappone all'estremità prossimale del II metacarpo;
grado 3: sovrapposizione della proiezione alla estremità prossimale del II metacarpo.

TMP-3: Linea o zona radiopaca all'interno del margine distale

- grado 1: assenti;
grado 2: presenti.

TMP-4: Linea o zona radiopaca all'interno del margine prossimale

- grado 1: assenti;
grado 2: presenti;
n.b.: non si utilizzano come indicatori eventuali linee radiopache site lungo il margine prossimale del trapezio.

TMP-5: Angolo tra i margini distale e laterale del trapezio

- grado 1: giunzione arrotondata;
grado 2: giunzione ad angolo acuto.

Trapezoide (TPD): il nucleo di ossificazione del trapezoide compare a circa 6 anni, lateralmente alla porzione distale del capitato. A 8 anni, la superficie articolare per il capitato (margine mediale) si appiattisce e contemporaneamente l'ombra del trapezoide si sovrappone a quella del trapezio.

A 10 anni, sono evidenti linee radiopache all'interno dei margini mediale e distale, l'appiattimento della superficie articolare per lo scafoide (margine prossimale). A partire da 11 anni, acquista morfologia angolare tra le superfici articolari per il trapezio e per lo scafoide, e poi tra quelle per lo scafoide, per il capitato e per il secondo metacarpo.

Il trapezoide raggiunge la maturità a circa 15,5 anni.

Indicatori per il trapezoide

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
TPD-1	Ossificazione del trapezoide	M: 2 – 10 anni F: 1 – 8,5 anni
TPD-2	Linea o zona radiopaca all'interno del margine mediale	M: 4,5 – 12,5 anni F: 3 – 10,5 anni
TPD-3	Forma del margine mediale	M: 4,5 – 16 anni F: 2,5 – 15,5 anni
TPD-4	Forma del margine prossimale	M: 5 – 13,5 anni F: 3 – 11,5 anni
TPD-5	Linea o zona radiopaca all'interno del margine distale	M: 5,5 – 12,5 anni F: 4 – 10 anni
TPD-6	Sovrapposizione al secondo metacarpo	M: 6,5 – 16,5 anni F: 4,5 – 15 anni
TPD-7	Linea o zona radiopaca all'interno del margine prossimale	M: 7,5 – 15,5 anni F: 5,5 – 14 anni

TPD-1: Ossificazione del trapezoide

grado 1: assente;

grado 2: presente, rotondeggiante od ovale.

TPD-2: Linea o zona radiopaca all'interno del margine mediale

grado 1: assente;

grado 2: presente e parallela al margine.

TPD-3: Forma del margine mediale

grado 1: convesso;

grado 2: appiattito o concavo.

TPD-4: Forma del margine prossimale

grado 1: convesso;

grado 2: appiattito o concavo.

TPD-5: Linea o zona radiopaca all'interno del margine distale

grado 1: assente;

grado 2: presente.

TPD-6: Sovrapposizione al secondo metacarpo

grado 1: assenza di giustapposizione o sovrapposizione del margine distale con il margine prossimale del II metacarpo;

grado 2: presenza dei predetti caratteri.

TPD-7: Linea o zona radiopaca all'interno del margine prossimale

grado 1: assente;
 grado 2: presente.

Sesamoide dell'adduttore (AS).

Con tale termine si definisce l'osso compreso nel capo obliquo dell'adduttore del pollice, che sul radiogramma compare vicino all'estremità distale del margine mediale del primo metacarpo: non deve confondersi con il sesamoide del tendine del flessore breve del pollice che si sovrappone all'estremità distale del I metacarpo nei radiogrammi polso-mano dorso-palmari.

La comparsa del nucleo di ossificazione del sesamoide dell'adduttore si verifica attorno agli 11 anni, ed è la sua unica caratteristica considerata come indicatore di maturità.

Indicatori del sesamoide dell'adduttore

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
AS-1	Ossificazione del sesamoide dell'adduttore	M: 8,5 – 16 anni F: 7,5 – 13 anni

AS-1: Ossificazione del sesamoide dell'adduttore

grado 1: assente;
 grado 2: presente.

Ossa del metacarpo (MET I, MET III, MET V)

Alla nascita, le diafisi delle ossa del metacarpo si presentano a raggiera al di sopra dell'area carpale, hanno forma cilindrica, con un lieve restringimento nella porzione centrale. L'allungamento e l'ampliamento subito dalle stesse col passare degli anni non sono considerati quali indicatori di maturità, dal momento che le dimensioni finali raggiunte in età adulta variano da individuo ad individuo. Nel metodo FELS è preso in considerazione solo lo sviluppo del I, III e V metarcarpale.

Per quanto riguarda le epifisi, ricordiamo che quella del primo metacarpo si forma alla estremità prossimale, le altre quattro all'estremità distale della corrispondente diafisi. Alla nascita, l'estremità epifisaria delle diafisi si presenta svasata ed appiattita. Il nucleo di ossificazione delle epifisi compare tra il 1° ed il 2° anno di età, al davanti della metafisi, in sede centrale: è più precoce nel I rispetto al III e V metacarpo. Inizialmente è rotondo, ma ben presto assume forma ovale con il margine rivolto verso la diafisi liscio, quello articolare convesso. Dopo i 3 anni, anche il margine articolare assume forma appiattita.

Verso i 4 anni e mezzo, i margini mediale e laterale dell'epifisi del terzo e del quinto metacarpo si appiattiscono, mentre i margini distali si arrotondano lasciando intravedere zone di giunzione tra margini mediali o laterali e quelli distali.

A 7 anni, la porzione centrale del margine prossimale dell'epifisi del primo metacarpo assume forma piana per poi incavarsi con una incisura. La parte mediale dell'epifisi si appiattisce e si assottiglia, mentre l'epifisi stessa si incurva in modo reciproco rispetto alla sua metafisi ed al trapezio. Contemporaneamente sul margine distale dell'epifisi del primo metacarpo si evidenzia il piatto terminale.

Verso gli 11 anni, si rendono inoltre evidenti linee radiopache a livello dei margini mediale e laterale delle epifisi del terzo e quinto metacarpo.

A 12 anni circa, le epifisi dei tre metacarpi sono larghe quanto le corrispondenti metafisi. Nello stesso tempo, l'epifisi del primo metacarpo e il trapezio risultano sovrapposti. A 15- 16 anni si osserva l'incapsulamento e comincia, sul lato mediale di ciascun metacarpo, la fusione epifiso-diafisaria: questa si completa velocemente, osservandosi prima nel terzo metacarpo e poi negli altri (primo e quinto).

Indicatori del I metacarpo

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
MET I-1	Ossificazione e forma epifisaria	M: 0,75 – 7 anni F: 0,5 – 4 anni
MET I-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (in mm)	M: 3,5 – 13 anni F: 1,5 – 13 anni
MET I-3	Piatto terminale dell'epifisi	M: 1,5 – 8 anni F: 1,5 – 9,5 anni
MET I-4	Incisura margine prossimale dell'epifisi	M: 3,5 – 13,5 anni F: 2 – 10,5 anni
MET I-5	Sovrapposizione dell'epifisi al trapezio	M: 8,5 – 22 anni F: 7 – 22 anni
MET I-6	Incapsulamento mediale	M: 10,5 – 16,5 anni F: 10 – 20 anni
MET I-7	Fusione epifiso-diafisaria	M: 13 – 20 anni F: 10 – 20 anni

MET I-1: Ossificazione e forma epifisaria

grado 1: assente;

grado 2: presente, rotonda, diametro circa 2 mm;

grado 3: larghezza epifisi maggiore della distanza tra margine distale e prossimale (liscio).

MET I-2: Rapporto larghezza epifisaria/metafisaria (in mm)

Larghezza metafisaria: distanza massima tra i due margini (laterale e mediale) ed ortogonale all'asse maggiore;

larghezza epifisaria: diametro massimo parallelo alla larghezza diafisaria; indicatore non utilizzabile in caso di fusione.

MET I-3: Piatto terminale dell'epifisi

grado 1: assente;

grado 2: presente e visibile come linea o zona radiopaca sopra o all'interno del margine distale epifisario.

MET I-4: Incisura sul margine prossimale dell'epifisi

grado 1: assente; margine piatto o convesso;

grado 2: presente, per lo più sul lato centro-mediale del margine prossimale.

MET I-5: Sovrapposizione dell'epifisi I metacarpo al trapezio

grado 1: assente;

grado 2: sovrapposizione del margine prossimale epifisario al trapezio; ha sede per lo più alla estremità mediale.

MET I-6: Incapsulamento mediale

grado 1: assenza di proiezione distale della epifisi verso il I metacarpo;

grado 2: proiezione appuntita della estremità mediale del margine distale epifisario a direzione distale;

l'indicatore non si adopera in caso di sovrapposizione o di fusione.

MET I-7: Fusione epifiso-diafisaria

grado 1: assente; diafisi ed epifisi possono sovrapporsi ma i margini epifisari restano evidenti;

grado 2: presente ma incompleta;

grado 3: fusione completa.

Indicatori del III metacarpo

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
MET III-1	Ossificazione e forma epifisaria	M: 0,5 – 6,5 anni F: 0,25 – 5,5 anni
MET III-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (in mm)	M: 3 – 13,5 anni F: 2,5 – 13 anni
MET III-3	Linea o zona radiopaca all'interno del margine laterale dell'epifisi	M: 5,5 – 22 anni F: 6 – 15 anni
MET III-4	Proiezione prossimo-mediale dell'epifisi	M: 4,5 – 14,5 anni F: 3,5 – 12,5 anni
MET III-5	Fusione epifiso-diafisaria	M: 13,5 – 22 anni F: 8,5 – 18 anni

Indicatori V metacarpo

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
MET V-1	Ossificazione e forma epifisaria	M: 0,5 – 4,5 anni F: 0,5 – 3 anni
MET V-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (in mm)	M: 1,5 – 16 anni F: 1 – 15 anni
MET V-3	Linea o zona radiopaca all'interno del margine laterale dell'epifisi	M: 7,5 – 15,5 anni F: 5 – 13 anni
MET V-4	Proiezione prossimo-mediale dell'epifisi	M: 8 – 15,5 anni F: 6 – 15 anni
MET V-5	Fusione epifiso-diafisaria	M: 10,5 – 20 anni F: 10 – 20 anni
MET V-6	Incisura sul margine mediale dell'epifisi	M: 5,5 – 14,5 anni F: 3 – 12 anni

III-V metacarpo**MET III-1: Ossificazione e forma epifisaria**

grado 1: assente;
 grado 2: presente, rotonda, diametro circa 2 mm;
 grado 3: forma ovale con diametro maggiore trasversale, insolita (trapezoidale);
 grado 4: margine prossimale più piatto di quello distale.

MET V-1: Ossificazione epifisaria

grado 1: assente;
 grado 2: presente (rotonda, ovale, cuneiforme, multipla).

MET III-2 e V-2: Rapporto larghezza epifisaria/metafisaria (in mm)

Larghezza metafisaria: distanza massima tra i margini (laterale e mediale) ortogonale all'asse maggiore;
 larghezza epifisaria: diametro massimo parallelo alla larghezza diafisaria;
 indicatore non utilizzabile in caso di fusione.

MET III-3 e V-3: Linea o zona radiopaca all'interno del margine laterale dell'epifisi

grado 1: assente;
grado 2: presente e determinata da una cresta della superficie palmare dell'epifisi;
n.b. nel III metacarpo il grado 1 vale per linee lunghe meno della metà della distanza tra margine prossimale e distale; nel V metacarpo il grado 2 richiede solo la presenza della linea.

MET III-4 e V-4: Proiezione prossimo-mediale dell'epifisi

grado 1: assente;
grado 2: presente e serve ad incapsulare il margine mediale della diafisi; più centralmente ricorre un'area concava.

MET III-5 e V-5: Fusione epifiso-diafisaria

grado 1: assente;
grado 2: presente ma incompleta; talora è parziale con piccola incisura dal lato mediale o laterale;
grado 3: fusione completa; possono persistere linee di "fusione".

MET V-6: Incisura sul margine mediale dell'epifisi del V metacarpo

grado 1: assente;
grado 2: presente; talora è mascherata da linea radiopaca concava medialmente.

Falangi delle dita

Prima falange prossimale (PP I): alla nascita, l'estremità prossimale (epifisaria) della prima falange si presenta appiattita. Il nucleo di ossificazione dell'epifisi si rende evidente in prossimità della metafisi intorno ai 2 anni di età, a forma di disco sottile con margini lisci ed asse maggiore trasversale. Ai 4 anni, l'epifisi raggiunge una larghezza pari ai 3/4 della metafisi e presenta una estremità mediale ispessita rispetto al resto dell'osso; il margine articolare è piatto. Intorno agli 8 anni circa, l'epifisi si presenta più ampia della metafisi, estendendosi oltre il suo margine mediale. A 11 anni, la superficie articolare assume forma concava e complementare all'estremità distale del primo metacarpo. Si forma una proiezione epifisaria a direzione distale e mediale; i margini laterale e mediale dell'epifisi si ispessiscono tanto da osservare l'incapsulamento epifisario della metafisi (13 anni). La fusione epifiso-diafisaria è completa verso i 16 anni.

L'estremità distale della falange è tondeggiante alla nascita, assume una forma "a spalle" intorno all'anno e mezzo, a 9 anni diventa concava e quindi di forma complementare a quella del margine prossimale dell'epifisi della prima falange distale.

Terza e quinta falange prossimale (PP III, PP V): le estremità prossimali delle diafisi della terza e quinta falange prossimale sono piatte alla nascita e, dopo un anno circa, compaiono nello spazio antistante i centri di ossificazione delle epifisi. Le epifisi si estendono in senso trasversale sino a superare in larghezza la metà delle estremità diafisarie ai 3 anni.

L'epifisi della terza falange prossimale assume (4 anni circa) la forma di cuneo, con estremità laterali più sottili rispetto a quelle mediali. Tale cambiamento non si verifica a carico della quinta falange prossimale.

Verso i 5 anni di età, i margini prossimali di entrambe le falangi diventano concavi ed a forma complementare a quella delle teste dei rispettivi metacarpi.

Una volta raggiunta la larghezza della metafisi, intorno ai 13 anni, le epifisi incapsulano le metafisi, cominciando dal polo laterale. La fusione epifiso-diafisaria avviene a 17 anni circa, prima a carico della terza e poi della quinta falange prossimale.

Le estremità distali delle falangi prossimali diventano progressivamente concave per permettere l'articolazione con le rispettive falangi medie.

Indicatori della prima falange prossimale

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
PP I-1	Ossificazione dell'epifisi	M: 1 – 5,5 anni F: 1 mese – 3,5 anni
PP I-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (in mm)	M: 2,5 – 13 anni F: 2,5 – 11 anni
PP I-3	Margine prossimale epifisario concavo	M: 1,5 – 10 anni F: 1 – 10 anni
PP I-4	Linea o zona radiopaca all'interno del margine prossimale dell'epifisi	M: 6,5 – 16,5 anni F: 4 – 14 anni
PP I-5	Fusione epifiso-diafisaria	M: 13,5 – 20 anni F: 10,5 – 16,5 anni
PP I-6	Forma dell'estremità distale della falange	M: 5,5 – 15 anni F: 3,5 – 12,5 anni
PP I-7	Proiezione disto-mediale dell'epifisi	M: 11 – 16,5 anni F: 8 – 14,5 anni

Indicatori della terza falange prossimale

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
PP III-1	Ossificazione dell'epifisi	M: 0,25 – 3 anni F: 0,25 – 2 anni
PP III-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (in mm)	M: 2,5 – 11,5 anni F: 2 – 12 anni
PP III-3	Margine prossimale dell'epifisi concavo	M: 0,5 – 8 anni F: 0,5 – 7 anni
PP III-4	Linea o zona radiopaca all'interno del margine prossimale dell'epifisi	M: 6 – 14 anni F: 4 – 14,5 anni
PP III-5	Fusione epifiso-diafisaria	M: 13,5 – 22 anni F: 10,5 – 16,5 anni
PP III-6	Forma dell'estremità distale della falange	M: 2,5 – 14,5 anni F: 0,75 – 11,5 anni

Indicatori della quinta falange prossimale

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
PP V-1	Ossificazione dell'epifisi	M: 1 mese – 3,5 anni F: 0,5 – 3 anni
PP V-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (in mm)	M: 1,5 – 14,5 anni F: 0,75 – 14 anni
PP V-3	Margine prossimale dell'epifisi concavo	M: 0,75 – 4,5 anni F: 0,5 – 3,5 anni
PP V-4	Linea o zona radiopaca all'interno del margine prossimale dell'epifisi	M: 8 – 16,5 anni F: 7 – 14,5 anni
PP V-5	Fusione epifiso-diafisaria	M: 13 – 20 anni F: 10,5 – 17,5 anni

PP I-1, PP III-1, PP V-1: Ossificazione dell'epifisi

grado 1: assente;
 grado 2: presente, rotonda, ovale o a cuneo.

PP I-2, III-2, V-2: Rapporto larghezza epifisaria/metafisaria (in mm)

Larghezza metafisaria: distanza massima tra i margini (laterale e mediale) ortogonale all'asse maggiore;
 larghezza epifisaria: diametro massimo parallelo alla larghezza diafisaria.

PP I-3, PP III-3, PP V-3: Margine prossimale epifisario concavo

grado 1: non concavo;
 grado 2: concavo.
 In PP I il grado è 2 anche per margine prossimale piatto con angoli squadrati.
 In PP III e V talora sono presenti linee di radiopacità legate al contorno dorsale o palmare del margine prossimale che possono essere adoperate per la graduazione.

PP I-4, III-4, V-4: Linea o zona radiopaca all'interno del margine prossimale dell'epifisi

grado 1: assente;
 grado 2: epifisi larga almeno quanto la metafisi e una linea radiopaca è vicina ma sul margine della epifisi.

PP I-5, PP III-5, PP V-5: Fusione epifiso-diafisaria

- grado 1: assente;
grado 2: presente ma incompleta; talora è parziale con piccola incisura dal lato mediale o laterale;
grado 3: fusione completa; possono persistere linee di "fusione";

PP I-6, PP III-6: Forma della estremità distale

- grado 1: arrotondata o piatta;
grado 2: concavo; nella III PP la concavità è al centro o nella parte laterale della estremità distale.

PP I-7: Proiezione disto-mediale dell'epifisi I falange prossimale

- grado 1: assente;
grado 2: presente + epifisi larga almeno quanto la diafisi;
la proiezione può incapsulare il margine mediale della diafisi.

Terza e quinta falange media (MP III, MP V): alla nascita, le estremità prossimali della terza e quinta falange media sono leggermente arrotondate e più ampie di quelle distali; la porzione centrale delle diafisi è ristretta.

L'ossificazione delle epifisi si rende evidente vicino all'estremità prossimale di ciascuna diafisi ai 18 mesi circa per la terza falange media ed a 3 anni per la quinta. Dopo un anno circa, le epifisi assumono forma a disco con margini lisci e risultano essere larghe più della metà delle rispettive diafisi.

Intorno ai 9 anni, l'epifisi della terza falange media si adatta nella forma alla superficie articolare della corrispondente falange distale; un uguale cambiamento si verifica a carico della quinta falange media intorno agli 11 anni.

A 12 anni, le epifisi sono larghe quanto le diafisi corrispondenti ed inizia il processo di incapsulamento.

La fusione epifiso-diafisaria si completa intorno a 17 anni.

La crescita e la maturazione della quinta falange media sono soggette a variazioni, che interessano principalmente la diafisi. Infatti quest'ultima può risultare alquanto tozza e corta (condizione denominata *brachimesofalangia del quinto*) e se contemporaneamente vi è una epifisi a forma di cono, la valutazione dell'indicatore non può essere presa in considerazione.

Indicatori della terza falange media

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
MP III-1	Ossificazione dell'epifisi	M: 0,5 – 4 anni F: 1 mese – 3 anni
MP III-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (in mm)	M: 1,5 – 13,5 anni F: 0,75 – 12 anni
MP III-3	Proiezione epifisaria	M: 1,5 – 10,5 anni F: 1,5 – 10,5 anni
MP III-4	Forma dell'estremità distale della falange	M: 7,5 – 22 anni F: 5 – 15,5 anni
MP III-5	Fusione epifiso-diafisaria	M: 13 – 20 anni F: 10,5 – 16,5 anni

Indicatori della quinta falange media

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
MP V-1	Ossificazione dell'epifisi	M: 0,75 – 7 anni F: 0,25 – 4,5 anni
MP V-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (in mm)	M: 3,5 – 14 anni F: 1 – 11 anni
MP V-3	Proiezione epifisaria	M: 2,5 – 10 anni F: 1,5 – 8,5 anni
MP V-4	Forma dell'estremità distale della falange	M: 8,5 – 22 anni F: 8 – 22 anni
MP V-5	Fusione epifiso-diafisaria	M: 13 – 22 anni F: 10,5 – 20 anni

MP III-1, MP V-1: Ossificazione dell'epifisi

grado 1: assente;
grado 2: presente, rotonda, ovale o a cuneo; multipli.

MP III-2, MP V-2: Rapporto larghezza epifisaria/metafisaria (in mm)

Larghezza metafisaria: distanza massima tra i margini (laterale e mediale) ortogonale all'asse maggiore;
larghezza epifisaria: diametro massimo parallelo alla larghezza diafisaria.

MP III-3, MP V-3: Proiezione epifisaria

grado 1: assente;
grado 2: presente al centro del margine prossimale che si estende oltre la linea radiopaca dovuta al bordo dorsale dell'epifisi; la proiezione corrisponde al margine palmare epifisario.

MP III-4, MP V-4: Forma dell'estremità distale

grado 1: arrotondata o piatta;

grado 2: concava al centro.

MP III-5, MP V-5: Fusione epifiso-diafisaria

grado 1: assente;

grado 2: presente ma incompleta: talora è parziale con piccola incisura dal lato mediale o laterale;

grado 3: fusione completa; possono persistere linee di "fusione".

Prima, terza e quinta falange distale (DP I, DP III, DP V): a differenza delle altre ossa del distretto mano-polso, le falangi distali si formano, per lo più prima della nascita, a partire da tessuto fibroso anziché da tessuto cartilagineo. L'ossificazione inizia dalle estremità distali; in seguito si forma il processo subungueale per ossificazione all'interno di una capsula cartilaginea. Questi aspetti particolari dell'ossificazione sono responsabili della presenza di falangi incomplete in alcuni bambini.

Alla nascita, la diafisi della prima falange distale presenta una estremità prossimale appiattita e più ampia rispetto a quella distale, che risulta invece tondeggiante. All'età di un anno circa compare il centro di ossificazione dell'epifisi, che si sviluppa successivamente in senso trasversale, fino ad assumere la forma di un disco. La forma dell'epifisi non è comunque considerata tra gli indicatori di maturità data la grande variabilità a cui è soggetta. Intorno agli 8 anni, l'epifisi raggiunge la larghezza della diafisi. A 13 anni inizia il processo di incapsulamento della diafisi, mentre la fusione epifiso-diafisaria è completa attorno ai 14 anni.

Il modello di maturazione per la terza e la quinta falange è simile, procede solo più velocemente per la terza. Alla nascita le diafisi presentano estremità prossimali appiattite e distali arrotondate; il centro di ossificazione dell'epifisi compare, per la terza falange, all'età di 2 anni, mentre quello per la quinta a 2,5 anni circa. Attorno ai 4 anni le epifisi raggiungono i 2/3 di larghezza delle diafisi. Intorno ai 7 anni sono larghe tanto quanto le rispettive metafisi; a 9 anni assumono forma complementare a quella delle estremità distali delle falangi medie con cui si articolano. A 10 anni risultano più larghe tanto delle loro metafisi che delle superfici articolari delle falangi medie; il processo di incapsulamento inizia verso i 12 anni. A 14 anni inizia la fusione epifiso-diafisaria, che si completa un anno dopo. Il processo di incapsulamento non viene utilizzato quale indicatore data la sua notevole variabilità.

Indicatori per la prima falange distale

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
DP I-2	Rapporto larghezza epifisi/metafisi (in mm)	M: 1 - 12 anni F: 1,5 - 11 anni
DP I-4	Fusione epifiso-diafisaria	M: 12 - 18 anni F: 10,5 - 15,5 anni

Indicatori della terza falange distale

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
DP III-1	Ossificazione dell'epifisi	M: 0,5 – 5 anni F: 0,25 – 4 anni
DP III-2	Rapporto larghezza epifisi/ metafisi (in mm)	M: 2,5 – 10,5 anni F: 1,5 – 10 anni
DP III-3	Proiezione epifisaria	M: 2,5 – 13 anni F: 2 – 11,5 anni
DP III-4	Fusione epifiso-diafisaria	M: 13 – 20 anni F: 10,5 – 17 anni

Indicatori della quinta falange distale

Indicatore	Descrizione	Intervallo di età
DP V-1	Ossificazione dell'epifisi	M: 1 – 6 anni F: 0,75 – 4,5 anni
DP V-2	Rapporto larghezza epifisi/ metafisi (in mm)	M: 2,5 – 11 anni F: 1,5 – 10,5 anni
DP V-3	Proiezione epifisaria	M: 3,5 – 13,5 anni F: 3 – 12 anni
DP V-4	Fusione epifiso-diafisaria	M: 13 – 22 anni F: 10 – 16,5 anni

DP III-1, PP V-1: Ossificazione dell'epifisi

grado 1: assente;

grado 2: presente, rotonda, ovale o a cuneo; multipla.

DP I-2, DP III-2, PP V-2: Rapporto larghezza epifisaria/metafisaria (mm)

Larghezza epifisaria: diametro massimo parallelo alla larghezza diafisaria;
larghezza metafisaria: distanza massima tra i margini (laterale e mediale) ortogonale all'asse maggiore.

DP III-3, DP V-3: Proiezione epifisaria

grado 1: assente;

grado 2: esiste una proiezione centrale del margine prossimale epifisario che supera la linea radiopaca del bordo epifisario; origina dal margine palmare epifisario.

DP I-4, DP III-4, DP V-4: Fusione epifiso-diafisaria

grado 1: assente;

grado 2: presente ma incompleta; talora è parziale con piccola incisura dal lato mediale o laterale;

grado 3: fusione completa; possono persistere linee di "fusione".

L'impiego del metodo FELS richiede materialmente la disponibilità di un righello, di un lucido trasparente e di eventuali schemi predisposti per registrare i vari indicatori.

Il software "*FELShw*" per computer IBM-PC compatibile accelera i calcoli per la determinazione della maturità scheletrica: è un programma interattivo che consente anche stime RWT per l'età ossea del ginocchio nonché una stima correlata con entrambi i metodi (FELS-RWT)⁶. Nel procedere alla valutazione, nella videata iniziale il programma richiede come dati di ingresso l'età cronologica ed il sesso del soggetto in esame, in modo da fornire l'elenco degli indicatori da classificare diversificati in base ai suddetti parametri. Per ciascuna fascia di età cronologica il programma richiede una serie diversa di indicatori che andranno letti dalla lastra radiografica secondo le indicazioni fornite ed immessi, a richiesta, nel computer. Al termine della immissione dei dati richiesti, sullo schermo apparirà l'età scheletrica ottenuta con il relativo errore standard.

Ad eccezione della età cronologica, non è necessario che tutti gli indicatori richiesti dal programma in ogni singolo caso siano immessi; tuttavia la omissione di qualcuno di questi induce una stima dell'età scheletrica meno precisa, con maggior valore dell'errore standard.

Nelle **tabelle 4.1** (a e b) e **4.2** (a e b) sono riportati gli indicatori di mano e polso da adoperare alle differenti età ed in base al sesso nella valutazione della maturità ossea.

Il metodo FELS dunque, se opportunamente utilizzato, può rappresentare un valido criterio nella verifica della età del soggetto. Infatti, immettendo la presunta età cronologica dell'individuo da identificare, ricavata mediante lo studio comparato di altri centri di ossificazione epifisaria (quali ad esempio quelli della spalla e del bacino) o dall'analisi dei parametri dentari, si potrà ottenere una conferma numerica, su base statistica, dell'età presunta già attribuita. Si allega uno schema per la raccolta dei dati ottenuti dalla lettura della radiografia (**Tabb. 4.3a e 4.3b**).

Tale verifica appare particolarmente utile per scopi forensi nella determinazione della età in epoche infantili, giovanili e nelle fasce di passaggio (12-14 anni e 16-18 anni).

Tab. 4.1a - Indicatori di mano e polso da valutare nei soggetti di sesso maschile di età compresa tra 0-9 anni (da Aicardi G., 1996, modificata).

anni ossa	<1	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9
R	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	2,3,4,5	2,3,4,5	2,3,4,5	2,3,4,5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	2,5	2,5
U	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
C	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,4	3,4	3,4
H	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
TRI	1	1	1	1	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2	1,2	1,2,4	1,2,4	1,2,4	1,2,4	2,4	2,4
P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1
L	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
S	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
TPM	x	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1-5	1-5
TPD	x	x	x	1	1	1	1	1	1,2,3	1,2,3,4	1-5	1-5	1-6	1-6	1-7	1-7	1-7	1-7
AS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1
MET-I	1	1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,4,5	2,4,5
MET-III	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2,4	1,2,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4
MET-V	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6
PP-I	x	1	1,3	1,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3,6	2,3,6	2,3,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6
PP-III	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2,3,6	1,2,3,6	2,3,6	2,3,6	2,3,6	2,3,6	2,3,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,4,6	2,4,6
PP-V	1,3	1,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2	2	2	2	2	2	2,4	2,4	2,4
MP-III	1	1	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4
MP-V	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3,4	2,3,4
DP-I	x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
DP-III	1	1	1	1	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
DP-V	x	1	1	1	1,2	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3

Legenda: x = non valutato a questa età.

Tab. 4.1b – Indicatori di mano e polso da valutare nei soggetti di sesso maschile con range di età compresa tra 9,5 anni e 18 anni (da Aicardi G., 1996, modificata).

anni ossa	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17-17.5	18	>18
R	2.5	2.5,6	2.5,6	2.5,6,7	2.5,6,7	2.6,7	2.6,7	6,7	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8
U	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1	1	x	3	3	3	3	3	3
C	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
H	2,3,4	2,3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	4	4	4	4	x	x	x	x	x
TRI	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	4	4	4	4	4	x	x	x	x
P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x
L	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	2	2	x	x	x	x	x
S	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	3	3	3	3	3	3	x	x	x	x	x
TPM	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	2,3,4,5	2,3,4,5	2,3,4,5	4,5	4,5	4,5	4	4
TPD	1-7	1-7	2-7	2-7	2-7	2-7	2-7	3,4,6,7	3,4,6,7	3,6,7	3,6,7	3,6,7	3,6,7	3,6	6	x	x	x
AS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x	x	x	x
MET-I	2,4,5	2,4,5	2,4,5,6	2,4,5,6	2,4,5,6	2,4,5,6	2,4,5,6,7	2,4,5,6,7	4,5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,7	5,7	5,7
MET-III	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4,5	3,4,5	3,4,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
MET-V	2,3,4,6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2,3,4,5	2,3,4,5	2,5	5	5	5	5
PP-I	2,3,4,6	2,4,6	2,4,6,7	2,4,6,7	2,4,6,7	2,4,6,7	2,4,6,7	2,4,6,7	4,5,6,7	4,5,6,7	4,5,6,7	4,5,6,7	4,5,6,7	4,5,7	4,5,7	5	5	5
PP-III	2,4,6	2,4,6	2,4,6	2,4,6	2,4,6	4,6	4,6	4,6	4,5,6	4,5,6	5,6	5	5	5	5	5	5	5
PP-V	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4,5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
MP-III	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4,5	2,4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
MP-V	2,3,4	2,3,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4,5	2,4,5	2,4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
DP-I	2	2	2	2	2	2,4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DP-III	2,3	2,3	2,3	3	3	3	3	3,4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DP-V	2,3	2,3	2,3	2,3	3	3	3	3,4	3,4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Legenda: x = non valutato a questa età.

Tab. 4.2a -- Indicatori di mano e polso da valutare nei soggetti di sesso femminile di età sino a 9,5 anni (da Aicardi G., 1996, modificata).

anni ossa	<1	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9-9.5
R	1.2,3,4	1.2,3,4	1.2,3,4	1-5	1-5	1-5	1-5	2-5	2-5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5,6	2,5,6,7
U	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1-1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
C	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3	3	3	3	3	3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
H	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3,4	3,4	3,4	3,4
TRI	1	1	1	1,2,3	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4
P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	1	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
S	x	x	x	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3
TPM	x	x	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,3	1,2,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1-5
TPD	x	1	1	1	1,3	1-4	1-4	1-5	1-6	1-6	1-7	1-7	1-7	1-7	1-7	1-7	1-7	2-7
AS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	1
MET-I	1	1	1,2,3	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	2-4	2-4	2-4	2,3,4	2,3,4	2,5	2,5	2,3,4,5	2,3,4,5	2,3,4,5
MET-III	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2,4	1,2,4	1,2,4	1,2,4	1,2,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4,6	2,5	2-5
MET-V	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,6	2,6	2,6	2,6	2,3,6	2,3,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6
PP-I	1	1,3	1,3	1,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6,7	2,3,4,6,7	2,3,4,6,7
PP-III	1,3,6	1,3,6	1,3,6	1,2,3,6	2,3,6	2,3,6	2,3,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,3,4,6	2,4,6	2,4,6	2,4,6	2,4,6
PP-V	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2	2	2	2	2	2	2	2,4	2,4	2,4	2,4
MP-III	1,2	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4
MP-V	1	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3,4	2,3,4	2,4
DP-I	x	x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
DP-III	1	1	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
DP-V	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3

Legenda: x = non valutato a questa età.

Tab. 4.2b – Indicatori di mano e polso da valutare nei soggetti di sesso femminile di età compresa tra 10 e 18 anni (da Aicardi G., 1996, modificata).

anni ossa	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16-16,5	17	17,5	18	>18
R	2,5,6,7	2,5,6,7	2,6,7	2,6,7	2,6,7,8	2,6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8	6,7,8
U	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	x	x	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
C	3,4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
H	3,4	3,4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	x
TRI	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,3,4	2,4	2	2	2	2	x	x	x	x	x	x	x
P	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
L	1,2	1,2	1,2	1,2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	x
S	2,3	2,3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	x
TPM	1-5	1-5	1-5	2-5	2-5	2-5	3,4,5	3,4,5	3,4,5	4	4	4	4	4	4	4	4
TPD	2,7	2,3,4,6,7	3,4,6,7	3,4,6,7	3,6,7	3,6,7	3,6,7	3,6,7	3,6,7	3,6	3,6	3	x	x	x	x	x
AS	1	1	1	1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MET-I	2,4,7	2,5,6,7	2,5,6,7	2,5,6,7	2,5,6,7	2,5,6,7	2,5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7	5,6,7
MET-III	2-5	2-5	2-5	2-5	2-5	2-5	2,3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	5	5	5	5	5	5
MET-V	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-5	2-5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	5	5	5	5	5	5
PP-I	2,3,4,6,7	2,4,7	2,4,7	4,7	4,7	4,5,6,7	4,5,7	4,5,7	4,5,7	5,7	5	5	5	5	5	5	x
PP-III	2,4,6	2,4-6	2,4-6	2,4-6	2,4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5	5	5	5	5	x
PP-V	2,4	2,4,5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	4,5	5	5	5	5	5	5	x
MP-III	2,3,4	2-5	2,4,5	2,4,5	2,4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
MP-V	2,4	2,4,5	2,4,5	2,4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
DP-I	2	2,4	2,4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	x
DP-III	2,3	3,4	3,4	3,4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	x
DP-V	2,3,4	2,3,4	3,4	3,4	3,4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	x

Legenda: x = non valutato a questa età.

Tab. 4.3a – Schema per la registrazione degli indicatori di età scheletrica col metodo Fels di mano-polso
 Legenda: LE (larghezza epifisaria); LM (larghezza metafisaria).

RADIO		SEMILUNARE		MET I - 7	.....
R - 1	.....	L - 1	.....	III METACARPO	
R - 2	mm	L - 2	.....	MET III - 1	.....
(LE)	.....			
(LM)	.....			
R - 3	.....	SCAFOIDE		MET III - 2	mm
				(LE)	.....
				(LM)	.....
R - 4	.....	S - 1	.....	MET III - 3	.....
R - 5	.....	S - 2	.....	MET III - 4	.....
R - 6	.....	S - 3	.....	MET III - 5	.....
R - 7	.....	TRAPEZIO		V METACARPO	
R - 8	.....	TPM - 1	.....	MET V - 1	.....
ULNA		TPM - 2	.....	MET V - 2	mm
				(LE)	.....
				(LM)	.....
U - 1	.....	TPM - 3	.....	MET V - 3	.....
U - 2	mm	TPM - 4	.....	MET V - 4	.....
(LE)	.....			
(LM)	.....			
U - 3	.....	TPM - 5	.....	MET V - 5	.....
CAPITATO		TRAPEZOIDE		MET V - 6	.....
C - 1	.....	TPD - 1	.....	FALANGE PROSSIMALE I DITO	
C - 2	.....	TPD - 2	.....	PP I - 1	.....
C - 3	.....	TPD - 3	.....	PP I - 2	mm
				(LE)	.....
				(LM)	.....
C - 4	.....	TPD - 4	.....	PP I - 3	.....
UNCINATO		TPD - 5	.....	PP I - 4	.....
H - 1	.....	TPD - 6	.....	PP I - 5	.....
H - 2	.....	TPD - 7	.....	PP I - 6	.....
H - 3	.....	SESAMOIDE ADDUTTORE		PP I - 7	.....
H - 4	.....	AS - 1	.....	FALANGE PROSSIMALE III DITO	
PIRAMIDALE		I METACARPO		PP III - 1	.....
TRI - 1	.....	MET I - 1	.....	PP III - 2	mm
				(LE)	.....
				(LM)	.....
TRI - 2	.....	MET I - 2	mm	PP III - 3	.....
		(LE)	.....	
		(LM)	.....	
TRI - 3	.....	MET I - 3	.....	PP III - 4	.....
TRI - 4	.....	MET I - 4	.....	PP III - 5	.....
PISIFORME		MET I - 5	.....	PP III - 6	.....
P - 1	.....	MET I - 6	.....	Esame n.:	

Tab. 4.3b – Schema per la registrazione degli indicatori di età scheletrica col metodo Fels di mano-polso
Legenda: LE (larghezza epifisaria); LM (larghezza metafisaria).

<i>FALANGE PROSSIMALE V DITO</i>		<i>FALANGE MEDIA V DITO</i>		DP III	.....
PP V - 1	.....	MP V - 1	.....	DP III - 4	.....
PP V - 2 (LE) (LM)	mm	MP V - 2 (LE) (LM)	mm	<i>FALANGE DISTALE V DITO</i>	
PP V - 3	.....	MP V - 3	.....	DP V - 1	.....
PP V - 4	.....	MP V - 4	.....	DP V - 2 (LE) (LM)	mm
PP V - 5	.....	MP V - 5	.....	DP V - 3	.....
<i>FALANGE MEDIA III DITO</i>		<i>FALANGE DISTALE I DITO</i>		DP V - 4	.....
MP III - 1	.....	DP I - 2 (LE) (LM)	Mm	data radiografia:	
MP III - 2 (LE) (LM)	mm	DP I - 4	.....	sesso:	
MP III - 3	.....	<i>FALANGE DISTALE III DITO</i>		età presunta:	
MP III - 4	.....	DP III - 1	.....	età scheletrica: errore standard:	
MP III - 5	.....	DP III - 2 (LE) (LM)	Mm	data:	
				esame n. esaminatore:	

Bibliografia

1. Greulich W., Pyle S.I. Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. (2nd edition) Stanford, Stanford University Press, 1959.
2. Tanner J.M., Whitehouse R.H., Marshall W.A., Healy M.J.R., Goldstein H. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method). London, Academic Press, 1975.
3. Roche A.F., Chumlea C., Thissen D. Valutazione della maturità scheletrica di mano e polso: il metodo FELS. Edizione italiana a cura di Aicardi G. G.C. Edizioni Medico Scientifiche, Torino, 1996.
4. Aicardi G., Vignolo M., Cerbello G., Coroli P., Gattorno M., Di Battista E., Naselli A. Il nuovo metodo FELS per la determinazione dell'età ossea a livello del distretto mano-polso. Primi risultati relativi al confronto con i metodi Greulich-Pyle (modificato) e Tanner - Whitehouse in un campione di bambini e adolescenti italiani. Riv. Ital. Pediatr., 17, 289 1991.
5. Borovanskoy L., Hněvkovskoy O. The growth of the body and the process of ossification in Prague boys from 4 years to 19 years. Anthropologie, 7, 169, 1929.
6. Roche A.F., Wainer H., Thissen D. Skeletal maturity: the knee joint as a biological indicator. New York, Plenum, 1975.