

EMBRIOLOGIA DEL PIEDE

(O'RAHILLY - 1960)

L'abbozzo degli arti appare alla 4° settimana post-ovulatoria negli embrioni (3-6 mm di lunghezza - stadio 13). Ciascuno arto si sviluppa in senso prossimo-distale ed il piede appare circa a 4.5 settimane (stadio 15). Lo scheletro in abbozzo cartilagineo e i muscoli diventano visibili in pochi giorni e poco dopo possono essere osservate le dita (stadio 18-19). Gli elementi scheletrici sono visti dapprima come condensazioni mesodermiche che poi condrificano in un ordine definito; l'ossificazione, sottoforma di un collare periostale nelle ossa tubulari si verifica successivamente.

L'invasione vascolare delle ossa tarsali si verifica durante il periodo fetale, mentre l'ossificazione endocondrale non inizia in alcune ossa tarsali fin dopo la nascita.

Fase di condificazione del piede.

Il tarso può essere distinto come mesenchima condensato nella 5° settimana post-ovulatoria di vita (stadio 17-18). In pochi giorni (stadio 18-19) le ossa tarsali singole cominciano a condrificare in una sequenza definita.

Un gran numero di elementi scheletrici accessori sono stati descritti per il piede. Alcuni di questi sono stati osservati nello stato cartilagineo in embrioni e feti, e alcuni possono svilupparsi indipendentemente da centri di ossificazione della vita post-natale.

Le cosiddette fusioni astragalo-calcaneari e calcaneo-scafoidee sono di notevole interesse clinico. Aspetti della loro formazione sono stati trovati in embrioni di 28 mm e in un feto di 73 mm.

E' stato sottolineato che la fase di condificazione iniziale e la formazione preliminare delle articolazioni nel piede si verifica proprio nel periodo embrionale. Infatti di solito tutti gli elementi caratteristici del piede hanno cominciato a condrificare nella 7° settimana post-ovulatoria; perciò, il numero e la formazione di questi elementi è determinata prima di questo momento. Ne consegue che anomalie in cui il numero degli elementi scheletrici è aumentato si verifica molto presto nella vita intrauterina e che i fattori causali debbano agire prima della 7° settimana di sviluppo.

Fase di ossificazione prenatale del piede

Il periodo durante il cui l'ossificazione comincia nel piede si estende dalla fine del periodo embrionale fino alla vita postnatale.

Il relativo ritardo nello sviluppo scheletrico prenatale del piede comparato con quello della mano può essere valutato comparando una radiografia della mano con una del piede corrispondente. Diversamente dal carpo l'ossificazione incomincia in alcune delle ossa tarsali prima della nascita.

Il primo osso ad ossificarsi è il calcagno ed esso appare intorno alla 13esima settimana post-ovulatoria e, come nel caso di un osso lungo, la formazione di osso pericondrile o periosteale è seguita dalla comparsa di un centro endocondrale. Talvolta appaiono due centri di ossificazione endocondrale.

Il secondo osso tarsale ad ossificare è l'astragalo durante l'ultimo trimestre di vita intrauterina. Comunque un centro di ossificazione per l'astragalo non è sempre

presente alla nascita. E' stato affermato che l'astragalo sembra originare da parecchi punti di ossificazione che si uniscono rapidamente in un unico centro e perciò facilmente sfuggono all'osservazione.

Il cuboide talvolta comincia ad ossificare prima della nascita. Il suo centro si sviluppa da parecchi foci.

Inoltre il cuneiforme laterale raramente presenta un centro alla nascita.

Fase postnatale

Centri di ossificazioni appaiono durante l'infanzia nei tre cuneiformi e nello scafoide. Il cuneiforme mediale e lo scafoide possono sviluppare da due centri di ossificazione ciascuno. I centri epifisari appaiono nei metatarsi e nelle falangi durante la prima infanzia nella seconda infanzia.

Dei centri secondari appaiono durante la seconda infanzia nel tubercolo del calcagno e nel tubercolo laterale del processo posteriore dell'astragalo. Un centro addizionale è trovato al vertice del tubercolo del calcagno circa un'anno o due prima della pubertà. E' stato chiarito che frequentemente un centro può essere riscontrato nel tubercolo mediale del processo posteriore dell'astragalo ed un'altro nella porzione posteriore del cuneiforme mediale.

(Kawashima T)

16 casi di ponti astragalo-calcaneari cartilaginei in 142 piedi di 119 embrioni e feti (età 7-20 settimane).

I ponti cartilaginei erano posizionati soprattutto extrarticolari tra la porzione posteromediale del subentaculo tali e la parte corrispondente dell'astragalo. L'incidenza di tali ponti era più alta nel periodo prenatale 9-10 settimana, meno comune nei campioni più vecchi.

Questa condizione è attribuita sia ad una mancanza che ad un ritardo nella differenziazione di un tessuto mesenchimale in tessuti specializzati tra la porzione posteriore del subentaculo tali e la parte posteriore dell'astragalo durante la 7,5-8,5 settimana post-ovulatoria.

Una condensazione cellulare tra gli abbozzi cartilaginei dell'astragalo e calcagno si verifica al livello del subentaculo tali nello stadio 21. La condificazione all'interno di questa condensazione cellulare si verifica allo stadio 22 (fine dell'8° settimana) e subito dopo diventa parte della formazione cartilaginea del calcagno. Il subentaculo tali è uno degli ultimi segmenti del tarso a condificare.

La condificazione del tubercolo posteriore dell'astragalo si verifica contemporaneamente con quello del subentaculo tali e più tardi di quella della testa talare.

La differenziazione del tessuto mesenchimale tra le formazioni cartilaginee della parte posteriore del subentaculo tali e la parte corrispondente dell'astragalo in cartilagine o tessuto simil cartilagineo tra le settimane 7,5 - 8,5 è anormale in questo livello ed è la principale causa dei ponti astragalo-calcaneari.

La discrepanza tra l'incidenza di ponti astragalo-calcaneari nel periodo precoce fetale e l'incidenza di coalizione nell'adolescenza può essere dovuta a una ritardata trasformazione fibrosa di ponti cartilaginei che ad una rottura dei ponti cartilaginei indotta da forze biomeccaniche.

 Table 4. C.R. Lengths and times during which ossification may first occur prenatally in the tarsal

Ossification	Periosteal	Ossification	Endochondral
		Lunar	
	mm.	Month	mm.
Lunar			
Month			
----- ----- Calcaneus	93	4th	150-180
5th			
Talus	-	-	253 on 8th-
after birth			
Cuboid	-	-	359 on 10th-
after birth			

-
 Table 5 Time of appearance of postnatal ossific centers in the foot. Median ages in years.

Bone complete radiographic fusion	appearance		
	female	male	
Tibia, distal end	1/3	1/3	15
16			
Fibula, distal end	3/4	1	15
16			
Tuber calcanei	5	7-8	14
16			
Top of tuber	11	13	14
?			

Talus, lateral tubercle	8	10	10
12			
of posteropr process			
Lateral cuneiform	1/3	1/3	
Medial cuneiform	1	2	
Intermediate cuneiform	2	2	
Navicular	2	3	
Metatarsal epiphyses	2-4	2-4	
Tuberosity of 5th metatarsal		10	12
Phalangeal epiphyses	1-4	1-4	
Sesamoids	9	12	

 (O'Rahilly R. - 1960)

BIBLIOGRAFIA

- O'Rahilly R., Gardner E., Gray D.J.: The skeletal development of the foot. Clin. Orthop, 16, pag. 7-14, 1960;
 Gardner E., Gray D.J., O'Rahilly R.: The prenatal development of the skeleton and joints of the human foot. J. Bone Joint Surg., 41A, pag. 847-876, 1959;
 McDougall A.: The Os trigonum. J. Bone Joint Surg., 37B, pag. 257-265, 1955;
 Kawashima T., Uhthoff H.K.: Prenatal development around the sustentaculum tali and its relation to talocalcaneal coalitions. J. Ped. Orthop., 10, pag. 238-243, 1990;
 De Palma L., Coletti V., Santucci A., Tulli A.: Seno del tarso ed articolazione sottoastragalica: rilievi embriogenetici. Arch. Putti, 36, pag. 163-169, 1986;
 De Palma L., Coletti V., Santucci A., Tulli A.: Aspetti embriogenetici della coxa pedis. Arch. Putti, 36, pag. 113-121, 1986;