



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea  
SCIENZE BIOLOGICHE

---

**TITOLO TESI (Italiano)**  
LA PINNA PETTORALE DEL TIKTAALIK ROSEAE E L' ORIGINE DEGLI ARTI NEI TETRAPODI  
**TITOLO TESI (Inglese)**  
THE PECTORAL FIN OF TIKTAALIK ROSEAE AND THE ORIGIN OF TETRAPOD LIMBS

Tesi di Laurea di:  
di: OLIVI GIANLUCA

Docente Referente  
Chiar.mo Prof. CAPUTO BARUCCHI VINCENZO

Sessione STRAORDINARIA SUPPLEMENTARE

Anno Accademico 2021/2022

# Indice

1. Introduzione	3
2. Transizione pinna-arto.	4
2.1 Differenze tra pinne e arti	
2.2 Ostacoli e importanza del Tiktaalik	
3. Anatomia delle articolazioni pettorali del Tiktaalik e funzioni	6
3.1 Cinto pettorale	
3.2 Pinna pettorale	
3.3 Postura e funzioni della pinna pettorale	
<b>4. Conclusioni</b>	<b>9</b>
5. Bibliografia	10

# Introduzione

Il Tiktaalik Roseae è un pesce appartenente alla classe dei sarcopterigi vissuto nel Devoniano.

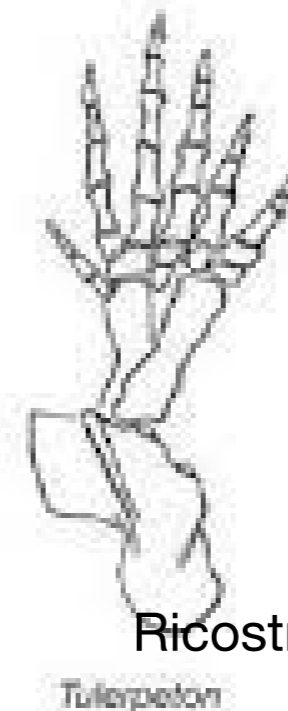
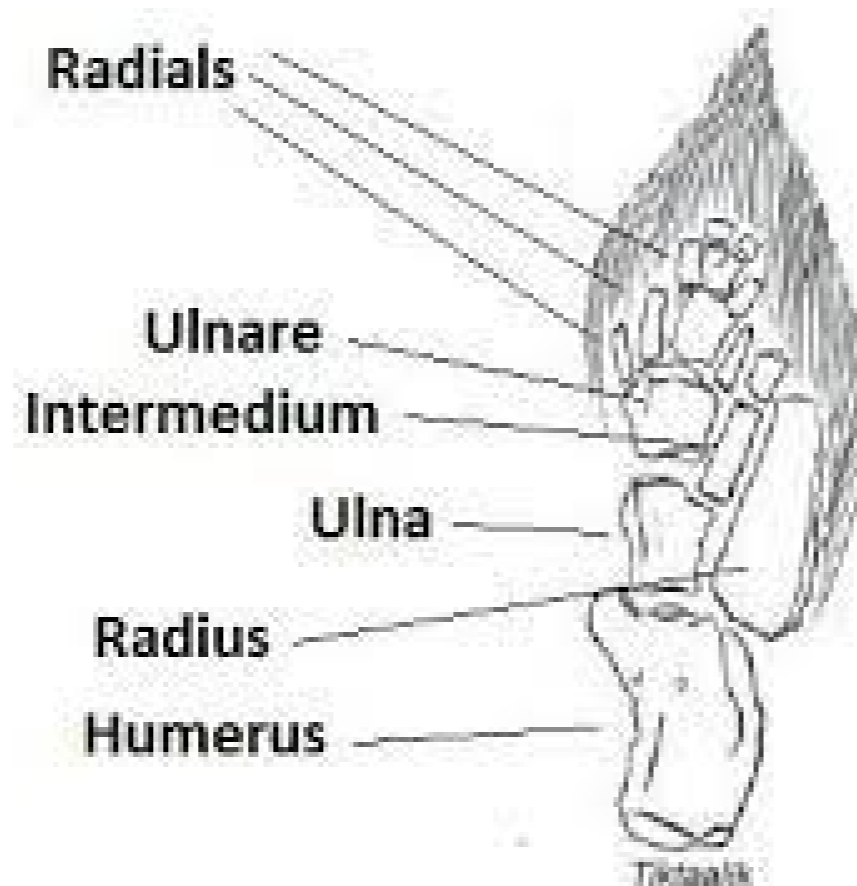
Si può dire che tale specie fosse molto particolare, in quanto presentava caratteristiche intermedie tra quelle di una pinna e quelle di un arto a livello delle sue appendici pettorali.



# Transizione pinna-arto

Lo scheletro di un arto differisce da quello di una pinna principalmente per la presenza di articolazioni sviluppate come polsi, caviglie e dita mobili.

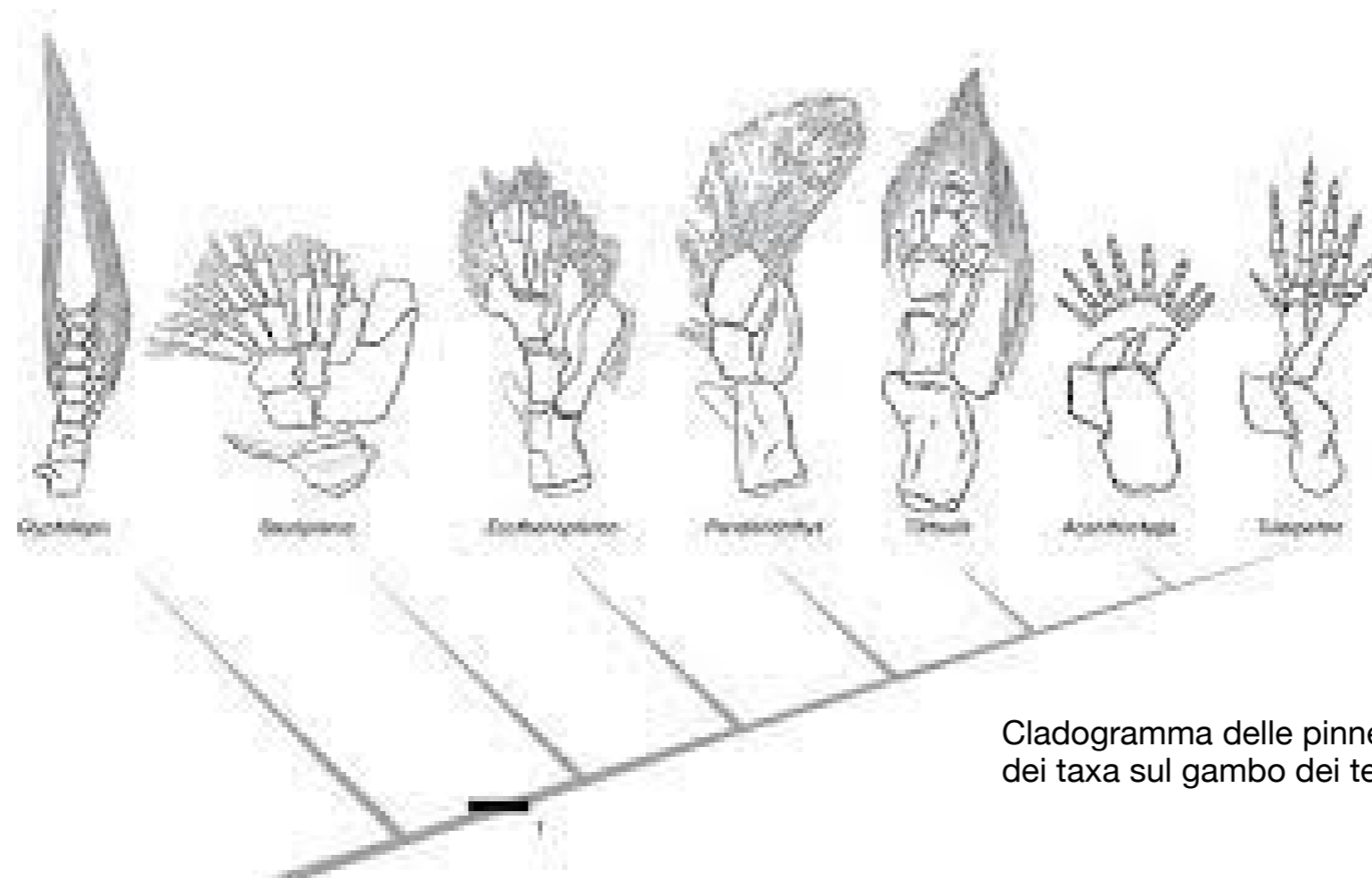
Inoltre, le pinne sono supportate da strutture di sostegno chiamate lepidotrichi, che sono dei raggi dermici che negli arti sono totalmente assenti.



Ricostruzione dello scheletro della pinna  
Pettorale del Tiktaalik.

La transizione dalla pinna all'arto è uno degli eventi più importanti della storia dell'evoluzione, in quanto ha comportato importanti cambiamenti morfologici e funzionali a livello delle appendici.

Tuttavia la sua comprensione non fu immediata, poiché le famiglie di pesci più vicine ai tetrapodi non davano molte garanzie. Infatti spesso tali specie risultava vicine per alcune caratteristiche ma lontane per altre.

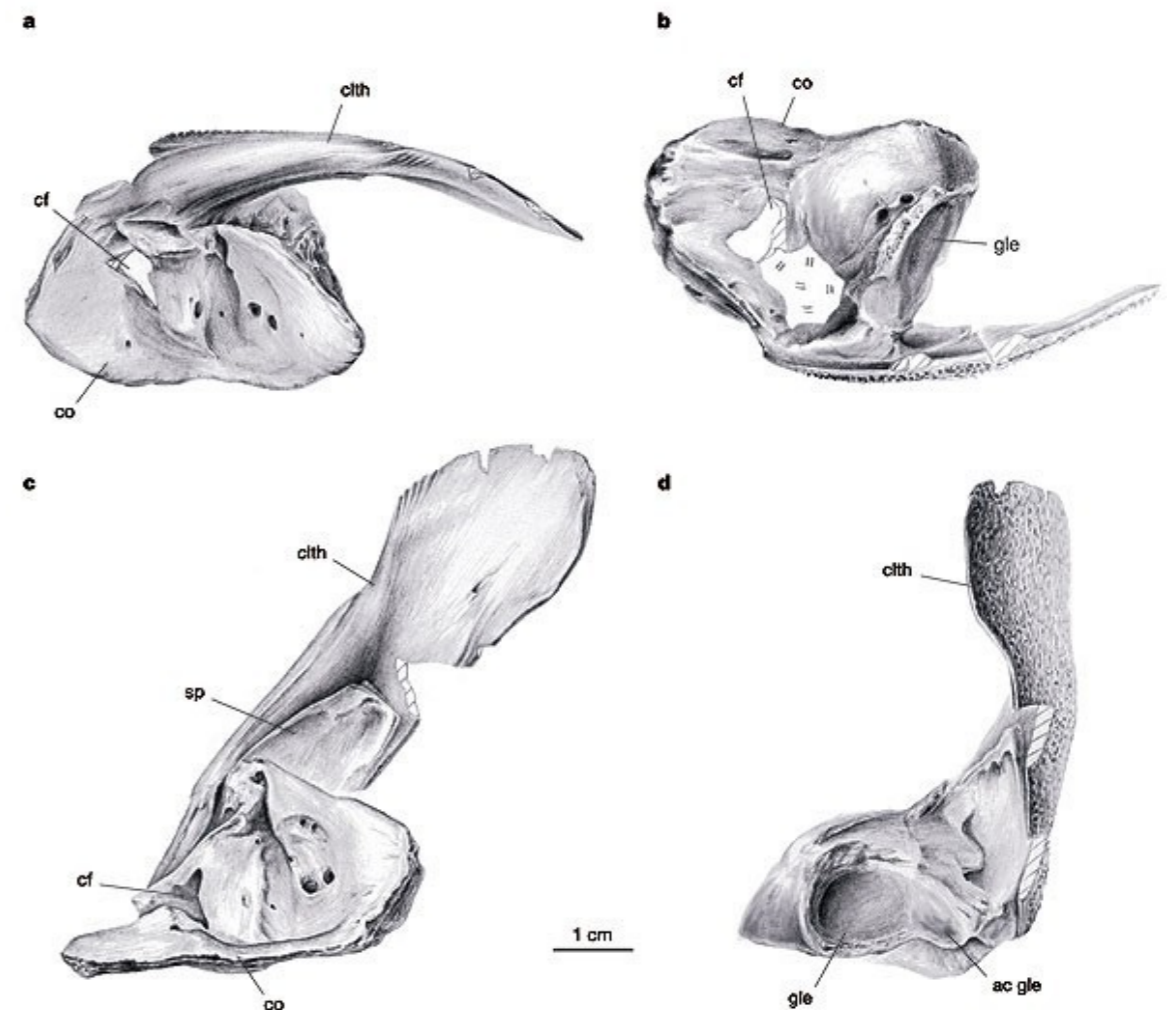


La scoperta del Tiktaalik fu fondamentale per chiarire questo tema, in quanto questa specie risultava simile sia filogeneticamente sia tridimensionalmente, inoltre presentava una grande abbinanza di reperti.

# Anatomia delle articolazioni pettorali del Tiktaalik e funzioni

Sia il cinto pettorale che la pinna del Tiktaalik si distinguevano per avere un endoscheletro espanso e un esoscheletro dermico abbastanza ridotto.

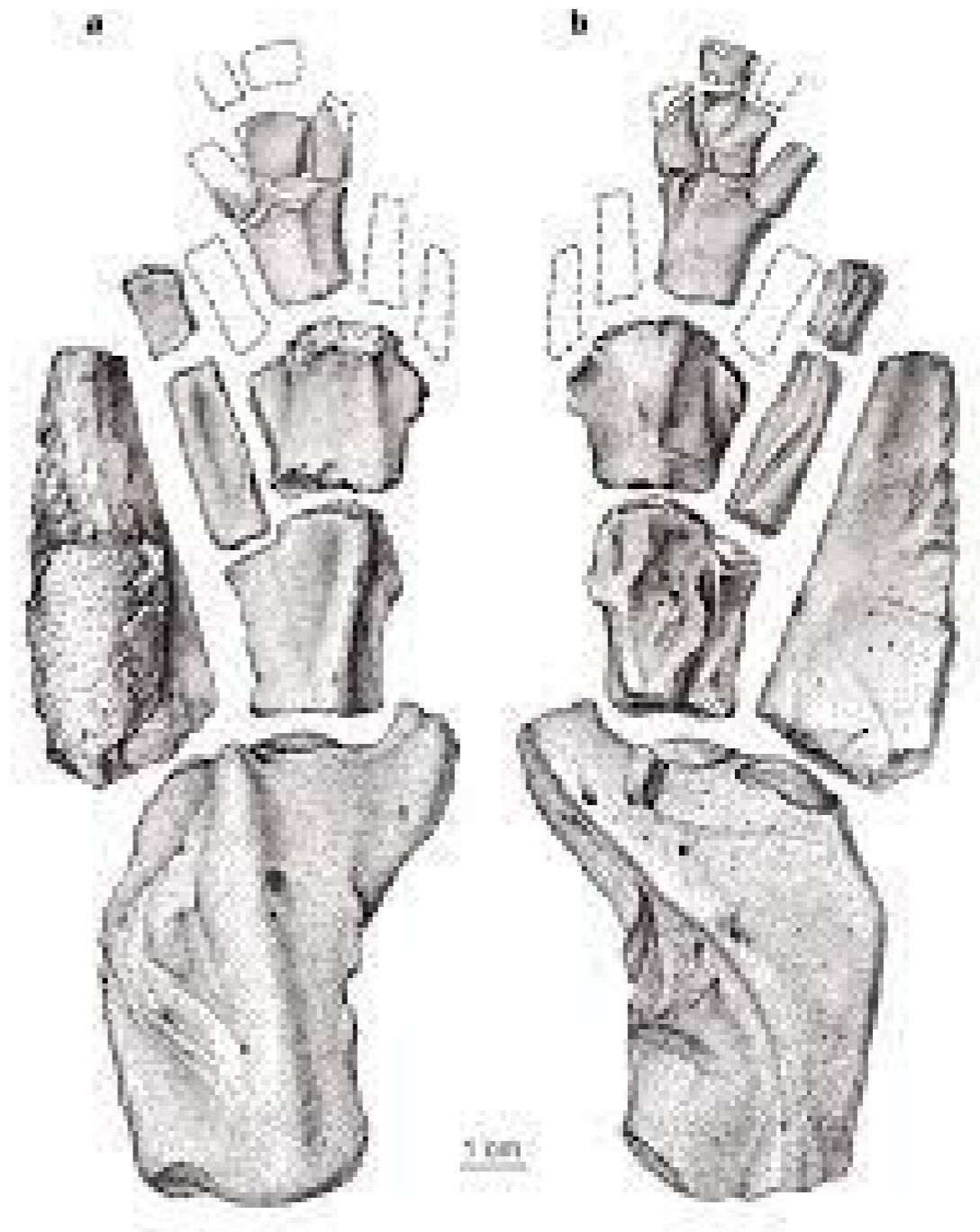
Il cinto era costituito da componenti cartilaginee come scapola e coracoide, componenti dermiche come cleitro, anocleitro, sopracleitro e caviglia, e da una cavità detta glenoide. La coracoide si presentava come una placca posizionata ventralmente e orientata orizzontalmente e presentava un foro delimitato sia internamente che esternamente da un solco che probabilmente ospitava un fascio muscolo-tendineo.



Cinto scapolare destro isolato di Tiktaalik (NUFV 112). a, vista dorsale; b, vista ventrale; c, vista mediale; d, vista posteriore.

La pinna del Tiktaalik aveva invece delle componenti cartilaginee intermedie rispetto a quelle di alcuni dei tetrapodi basali.

Nella parte basale era presente l'omero, il quale si divideva in radio e ulna. Quest'ultima si divideva in innumeremoli radiali che potevano essere di tipo prossimale, intermedio e distale. Questa struttura garantiva un asse centrale alla pinna.

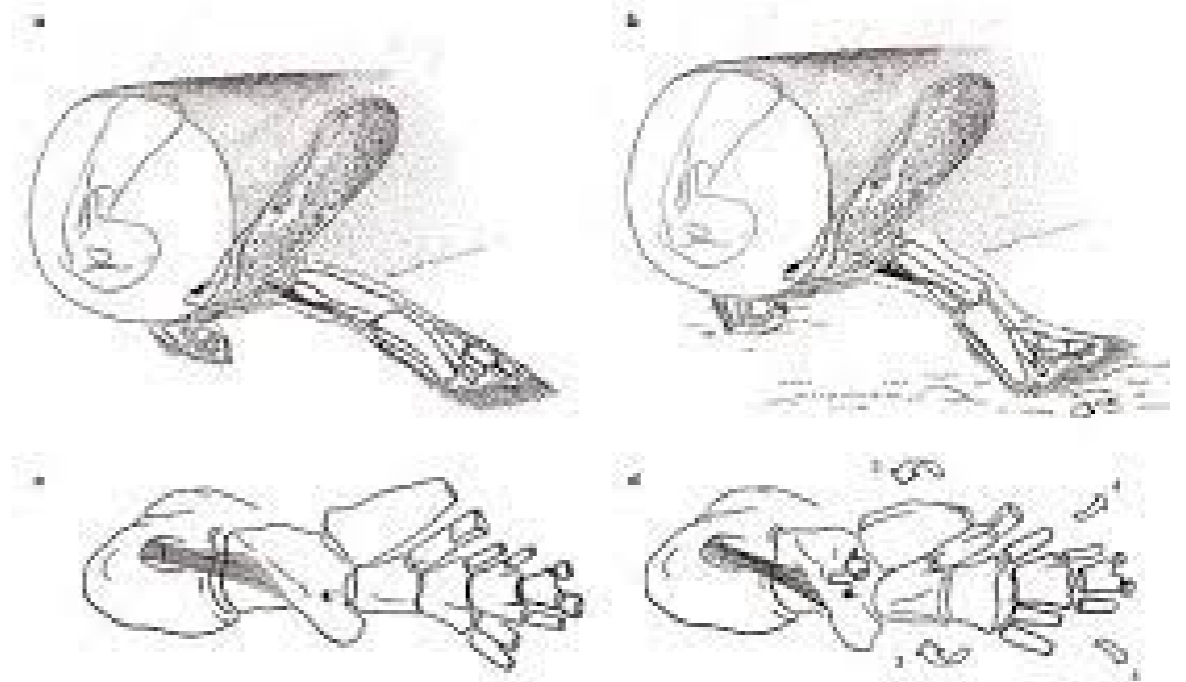


Ricostruzione della pinna pettorale destra di Tiktaalik.  
a, vista dorsale; b, vista ventrale.

L'articolazione gleno-omerale era dunque composta dalla testa omerale di forma sferica e dalla glenoide di forma ovoidale concava. Questo tipo di struttura poteva generalmente garantire ben tre gradi di libertà di movimento: rotazione, flessione ed retrazione. Tuttavia a causa delle estensioni craniali presenti nell'anatomia del Tiktaalik sia a livello della testa omerale sia a livello della glenoide questi movimenti risultavano limitati.

È probabile dunque che questi movimenti fossero gestiti dal grande apparato muscolo-tendineo che attraversava posterolateralmente il frame coracoideo e si inseriva sulla superficie ventrale dell'omero. Inoltre, la simultanea presenza di strutture concave e convesse nelle parti anteriori e posteriori delle articolazioni, dava loro più stabilità.

Si pensa infine che le pinne del Tiktaalik potessero garantire sia movimenti a livello della colonna d'acqua sia a livello del substrato, ciò avveniva grazie all'architettura di tipo assiale dello scheletro e alle molteplici strutture in grado di dare stabilità.



Ricostruzione delle posture delle pinne di Tiktaalik.  
 a, b, vista anterolaterale. c, d, vista ventrale.  
 a, c, postura di riposo con la pinna parzialmente flessa all'antebrachio.



# Conclusioni

La presenza di specie come il Tiktalik rivela che la robustezza e la mobilità dello scheletro distale si siano sviluppate ben prima dell'origine dei tetrapodi. Infatti nello scheletro delle appendici del Tiktaalik sono presenti strutture che si possono confrontare direttamente con quelle dei più famosi animali a quattro zampe, come le articolazioni apicali come carpo, metacarpo e falangi, oppure come le ossa del polso provviste di intermedio e ulnare.

La trasformazione delle pinne in arti, dunque, ha probabilmente comportato l'elaborazione e la proliferazione di strutture, articolazioni e funzioni già presenti nelle pinne di pesci come il Tiktaalik.



shutterstock.com · 2131597377

# Bibliografia

1. Sordino, P. & Duboule, D. A molecular approach to the evolution of vertebrate paired appendages. *Trends Ecol. Evol.* 11, 114–119 (1996).
2. Sordino, P., Hoeven, F. V. D. & Duboule, D. Hox gene expression in teleost fins and the origin of vertebrate digits. *Nature* 375, 678–681 (1995).
3. Zakany, J., Fromental-Ramain, C., Warot, X. & Duboule, D. Regulation of number and size of digit by posterior Hox genes: a dose dependent mechanism with potential evolutionary implications. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 94, 13695–13700 (1997).
4. Shubin, N., Tabin, C. & Carroll, S. Fossils, genes, and the evolution of animal limbs. *Nature* 388, 639–648 (1997).
5. Capdevila, J. & Izpisua-Belmonte, J. C. in *Perspectives on the Evolutionary Origin of Tetrapod Limbs. The Character Concept in Evolutionary Biology* (ed. Wagner, G. P.) 531–558 (Academic, San Diego, 2001).
6. Wagner, G. P. & Chiu, C.-H. The tetrapod limb: a hypothesis on its origin. *J. Exp. Zool. Mol. Dev. Evol.* 291, 226–240 (2001).
7. Shubin, N. The evolution of paired fins and the origin of the tetrapod limb: phylogenetic and transformational approaches. *Evol. Biol.* 28, 39–86 (1995).
8. Coates, M. I., Jeffery, J. E. & Ruta, M. Fins to limbs: what the fossils say. *Evol. Dev.* 4, 390–401 (2002).
9. Andrews, S. M. & Westoll, T. S. The postcranial skeleton of *Eustenopteron foordi* Whiteaves. *Trans. R. Soc. Edinb.* 68, 207–329 (1968).
10. Vorobyeva, E. I. The role of development and function in formation of “tetrapod-like” pectoral fins. *J. Comm. Biol.* 53, 149–158 (1992).
11. Vorobyeva, E. I. & Kuznetsov, A. in *Fossil Fishes as Living Animals* (ed. Mark-Kurik, E.) 131–140 (Academy of Sciences of Estonia, Tallinn, 1992).
12. Daeschler, E. B. & Shubin, N. Fish with fingers? *Nature* 391, 133 (1998).
13. Ahlberg, P. E. & Johanson, Z. Osteolepiforms and the ancestry of tetrapods. *Nature* 395, 792–794 (1998).
14. Davis, M. C., Shubin, N. & Daeschler, E. B. A new specimen of *Sauripterus taylori* (Sarcopterygii; Osteichthyes) from the Famennian Catskill Formation of North America. *J. Vert. Paleontol.* 24, 26–40 (2004).
15. Ahlberg, P. E., Luksevics, E. & Mark-Kurik, E. A near-tetrapod from the Baltic Middle Devonian. *Palaeontology* 43, 533–548 (2000).
16. Cloutier, R. & Ahlberg, P. E. in *Interrelationships of Fishes* (eds Stiassny, M. L. J., Parenti, L. R. & Johnson, G. D.) 445–479 (Academic, New York, 1996).
17. Vorobyeva, E. I. Observations on two rhipidistian fishes from the Upper Devonian of Lode, Latvia. *Zool. J. Linn. Soc.* 70, 191–201 (1980).

18. Vorobyeva, E. I. & Schultze, H.-P. in *Origins of the Higher Groups of Tetrapods* (eds Schultze, H.-P. & Trueb, L.) 68–109 (Cornell Univ. Press, Ithaca, 1991).
19. Schultze, H.-P. & Arsenault, M. The panderichthyid fish *Elpistostege*: a close relative of tetrapods? *Palaeontology* 28, 292–309 (1985).
20. Schultze, H.-P. in *Devonian Fishes and Plants of Miguasha, Quebec, Canada* (eds Schultze, H.-P. & Cloutier, R.) 316–327 (Friedrich Pfeil, Munchen, 1996).
21. Daeschler, E. B., Shubin, N. H. & Jenkins, F. A. Jr. A Devonian tetrapod-like fish and the evolution of the tetrapod body plan. *Nature* doi:10.1038/nature04639 (this issue).
22. Coates, M. I. The Devonian tetrapod *Acanthostega gunnari* Jarvik: postcranial anatomy, basal tetrapod interrelationships and patterns of skeletal evolution. *Trans. R. Soc. Edinb. Earth Sci.* 87, 363–421 (1996).
23. Daeschler, E. B., Shubin, N. H., Thomson, K. S. & Amaral, W. W. A Devonian tetrapod from North America. *Science* 265, 639–642 (1994).
24. Vorobyeva, E. I. The shoulder girdle of *Panderichthys rhombolepis* (Gross) (Crossopterygii), Upper Devonian, Latvia. *GeoBios.* 19, 285–288 (1995).
25. Shubin, N. H., Daeschler, E. B. & Coates, M. I. The early evolution of the tetrapod humerus. *Science* 304, 90–93 (2004).
26. Shubin, N. H. & Alberch, P. A. Morphogenetic approach to the origin and basic organization of the tetrapod limb. *Evol. Biol.* 20, 319–387 (1986).
27. Ahlberg, P. E., Clack, J. A. & Blom, H. The axial skeleton of the Devonian tetrapod *Ichthyostega*. *Nature* 437, 137–140 (2005).
28. Davis, M. C., Shubin, N. H. & Force, A. Pectoral fin and girdle development in the basal Actinopterygians *Polyodon spathula* and *Acipenser transmontanus*. *J. Morphol.* 262, 608–628 (2004).
29. Mabee, P. M. & Noordsy, M. Development of the paired fins in the paddlefish, *Polyodon spathula*. *J. Morphol.* 261, 334–344 (2004).
30. Metscher, B. D. et al. Expression of *Hoxa-11* and *Hoxa-13* in the pectoral fin of a basal ray-finned fish, *Polyodon spathula*: implications for the origin of tetrapod limbs. *Evol. Dev.* 7, 186–195 (2005).
31. Ahlberg, P. E. Paired fin skeletons and relationships of the fossil group *Porolepiformes* (Osteichthyes: Sarcopterygii). *Zool. J. Linn. Soc.* 96, 119–166 (1989).
32. Vorobyeva, E. I. Morphology of the humerus in the Rhipidistian *Crossopterygii* and the origin of tetrapods. *Paleontol. J.* 34, 632–641 (2000).
33. Lebedev, O. A. & Coates, M. I. The postcranial skeletal of the Devonian tetrapod *Tulerpeton curtum* Lebedev. *Zool. J. Linn. Soc.* 114, 307–348 (1995).