



CRISTIANO DAL SASSO
Museo Civico di Storia Naturale - Milano

La storia
di *Scipionyx* :
però che fegato!

Ricostruzione del dinosauro di Pietraroia, effettuata con la massima attenzione ai dati scientifici. Foto e computergrafica di Franco Valoti, modello originale di Fabio Fogliazza. (© Museo di Storia Naturale di Milano)

J dinosauri non erano né animali a sangue freddo né animali a sangue caldo. Anzi, erano entrambe le cose. Una affermazione provocatoria che sintetizza, e quindi semplifica un po' troppo, i risultati di uno studio dal titolo "Pulmonary function and metabolic physiology in *Scipionyx* and other theropod dinosaurs", pubblicato venerdì 22 gennaio dalla prestigiosa rivista scientifica americana "Science" e condotto da una équipe di fisiologi americani e paleontologi italiani sul fossile di *Scipionyx samniticus*, il dinosauro "made in Italy" (trovato a Pietraroia, presso Benevento, e risalente a 110 milioni di anni fa) presentato lo scorso anno su "Nature" e ritenuto ormai uno dei vertebrati fossili più importanti. In realtà, grazie all'eccezionale conservazione degli organi interni del nostro "Ciro" si comincia veramente a capire qualcosa sulla fisiologia dei dinosauri. Il gruppo di ricercatori composto da John Ruben (Oregon State University), Cristiano Dal Sasso (Museo di Storia Naturale di Milano), Jaap Hillenius (College of Charleston), Nick Geist e Terry Jones (Oregon State University), e da Marco Signore (University of Bristol), studiando il fossile di *Scipionyx* in luce ultravioletta ha scoperto che il fegato, molto più voluminoso del previsto, ripartiva la massa dei visceri in due cavità separate. Quella ante-

riore, occupata dai polmoni, veniva alternatamente compressa e dilatata dai movimenti del fegato, che agiva sul diaframma come un vero e proprio pistone. Il risultato era una maggiore efficienza respiratoria che conferiva ai dinosauri un metabolismo unico, non comparabile né col "sangue freddo" dei rettili attuali né col "sangue caldo" dei mammiferi e degli uccelli. Ma vediamo più in dettaglio tutti gli indizi che hanno portato a formulare questa nuova teoria. *Scipionyx* è l'unico dinosauro al mondo in cui siano visibili trachea, fegato e intestino. Tutti e tre gli organi sono conservati "in situ" e per nulla deformati dalla fossilizzazione. Era verosimile che, in un tale contesto, ci fossero delle chances di rilevare la persistenza di residui organici dell'animale, per cui nel luglio del '98 la nostra équipe, recandosi in visita da *Scipionyx* presso la Soprintendenza Archeologica di Salerno, si era procurata una lampada fluorescente a raggi UV (lampada di Wood). I minerali formati da composti di origine organica sono particolarmente sensibili alle radiazioni ultraviolette, tanto da emettere una luce fluorescente. Sotto la lampada di Wood, il torace di *Scipionyx* rivelò una forte emissione di luce violacea in corrispondenza del fegato, che appariva molto più voluminoso che in luce naturale. Parte dell'organo era quindi scomparsa ma aveva



Sopra - Particolare del cranio di *Scipionyx*. Le grandi orbite circolari e il muso corto indicano che l'animale, quando morì, era ancora molto giovane. (© Soprintendenza Archeologica di Salerno, Avellino e Benevento per "Nature")

impregnato la matrice calcarea sottostante con tracce di biliverdina (un pigmento biliare presente nel fegato dei rettili).

Altri residui organici prima non visibili, dello stesso colore giallo oro emesso dai resti muscolari, apparivano tra le ossa pelviche e il fegato del dinosauro. La posizione e la struttura a ventaglio di queste fibre nonché la posizione e il volume del fegato, occupante il torace in tutta la sua profondità, erano forti indizi della presenza di muscoli diaframmatici addominali e di una "pompa epatica" simile a quella dei coccodrilli moderni.

Considerando che gli uccelli discendono dai celurosauri, cioè proprio da dinosauri carnivori bipedi come *Scipionyx*, il nostro "Ciro" appariva inaspettatamente più simile ad un coccodrillo che ad un uccello. E non solo per la posizione del fegato. Anche la trachea non è dove dovrebbe essere in un uccello ma in posizione più ventrale, lontana dalle vertebre e quindi troppo in basso per entrare nei polmoni senza strozzature (i polmoni degli uccelli sono attaccati alla colonna vertebrale). Infine, il colon di *Scipionyx* decorre dorsalmente lungo l'addome, occupando una posizione non compatibile con la presenza di sacche aeree addominali, che sono indispensabili per la ventilazione dei polmoni degli uccelli.

Tutto ciò non significa che gli uccelli non discendano dai dinosauri (conferme recenti sono venute dalla scoperta di dinosauri piumati), ma certamente solleva una serie di problemi su come sia potuto avvenire un passaggio evolutivo così rivoluzionario.

È opinione sempre più diffusa che i dinosauri fossero un gruppo eterogeneo, non solo per quanto riguarda le loro origini ma anche dal punto di vista del loro metabolismo: gli erbivori (sauropodi e ornitischii) erano probabilmente più simili agli animali a sangue freddo, mentre i carnivori (teropodi) dovevano essere un po' più "tiepidi" dei rettili attuali. Se fino a pochi anni fa si sottovalutavano i dinosauri pensando che fossero necessariamente lenti e impacciati, recentemente i dinosauri "troppo reali per essere finti" di Spielberg hanno creato una immagine di animali forse esageratamente efficienti.

Comunque sia, oggi sappiamo qualcosa in più. Poiché in biologia la forma indica la funzione, e poiché una funzione è sempre collegata ad un'altra, a partire dallo studio di un organo fossile si potrebbe dedurre il funzionamento e quindi la sua "paleofisiologia" all'interno del "paleometabolismo" dell'animale (termini, questi, piuttosto improbabili sino a poco tempo fa). La funzione respiratoria è strettamente legata al metabolismo di un essere vivente. Il dibattito sul sangue caldo nei dinosauri si sta quindi trasformando, grazie a *Scipionyx*, in un dibattito sulla fisiologia polmonare.

L'articolo che appare su Science non è che la punta di un iceberg che già da qualche mese aveva congelato molte certezze pregresse degli addetti ai lavori. All'ultimo congresso della *Society of Vertebrate Paleontology* (SVP), occasione di incontro mondiale tenutosi a fine

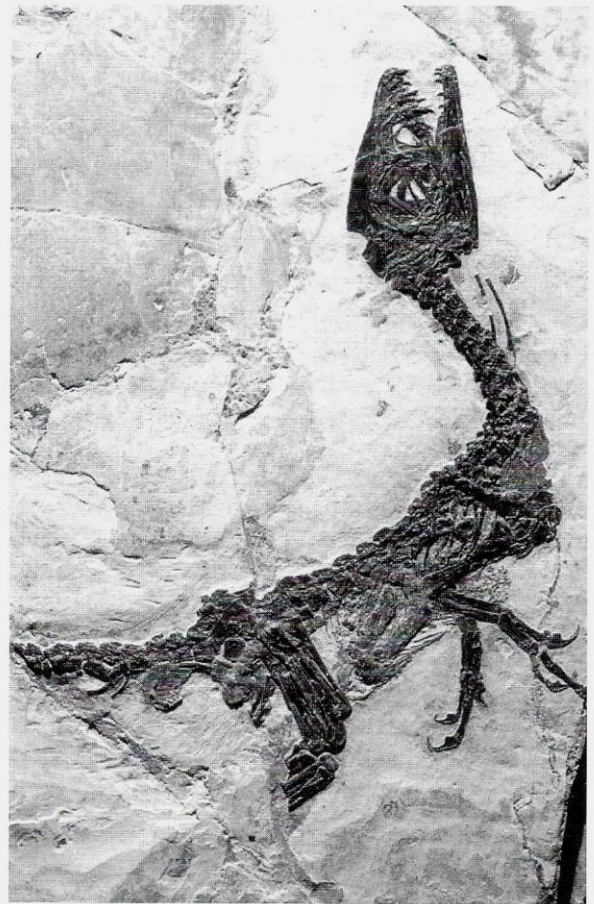


Foto del dinosauro di Pietraroia. Lo scheletro, con le ossa in perfetta connessione anatomica, manca soltanto dell'estremità della coda e degli arti posteriori. La lastra calcarea in cui è fossilizzato risale al Cretacico inferiore (circa 113 milioni di anni fa). Lunghezza dell'esemplare: 23,7 cm. (© Soprintendenza Archeologica di Salerno, Avellino e Benevento per "Nature")

settembre '98 a Snowbird, presso Salt Lake City (Utah), *Scipionyx* era atteso con grande interesse, ma lo scrivente e il collega Marco Signore non si aspettavano certo di essere coinvolti in un dibattito così acceso. Dopo il nostro intervento, *Scipionyx* è stato citato in almeno altre cinque conferenze che vertevano inizialmente su altri temi, accendendo vivaci discussioni e creando notevole stupore anche tra specialisti di fama mondiale quali Bob Bakker, Phil Currie, Gregory Paul, Jack Horner e Paul Sereno.

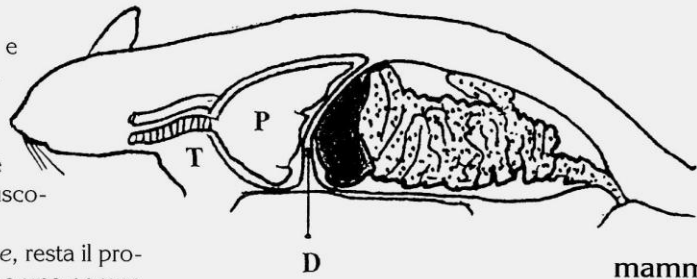
Prima di concludere, ancora un cenno di anatomia comparata che aiuterà a capire ancora meglio quali differenze avessero i dinosauri carnivori come *Scipionyx* rispetto ai vertebrati terrestri di oggi.

I polmoni dei rettili attuali sono suddivisi internamente in una serie di camere, chiamate faveoli, tramite setti che si irradiano dalle pareti. I setti sono poco vascolarizzati e il flusso di aria viene prodotto quasi esclusivamente dai movimenti dei muscoli della gabbia toracica, per

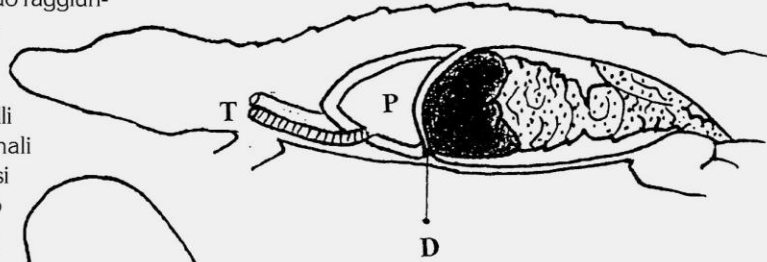
cui il tasso di scambio tra ossigeno e anidride carbonica è basso. Nei coccodrilli, però, la ventilazione è assistita anche dai muscoli addominali, che muovono il fegato il quale a sua volta preme sui polmoni con un diaframma non muscolare attaccato alla sua parete anteriore. Rispetto alla teoria pubblicata su *Science*, resta il problema del perché i coccodrilli possiedono una pompa respiratoria epatica e non siano in grado raggiungere i livelli metabolici degli uccelli e dei mammiferi. Una spiegazione plausibile potrebbe venire dalla loro storia evolutiva. Gli antenati dei coccodrilli moderni e dei dinosauri erano animali terrestri con lunghi arti posizionati quasi verticalmente sotto il corpo; erano quindi agili corridori che necessitavano di una alta efficienza respiratoria. Il passaggio ad una vita semiacquatica, più vantaggiosa in termini ecologici in una data epoca, ha comportato per i coccodrilli una specie di "regressione metabolica", per cui il pistone epatico, non più indispensabile, costituirebbe una struttura relitta, una sorta di ricordo della gloria passata.

I mammiferi hanno polmoni più efficienti perché costituiti da una ampia superficie spugnosa di scambio gassoso, formata da milioni di piccole camere (gli alveoli). I polmoni dei mammiferi sono ventilati bidirezionalmente da una pompa di aspirazione: l'aria entra per dilatazione combinata del torace ad opera dei muscoli intercostali e dei muscoli diaframmatici, e vi esce in seguito a contrazione degli stessi. Contrariamente ai rettili, il diaframma dei mammiferi ha tessuto muscolare e non è attaccato al fegato.

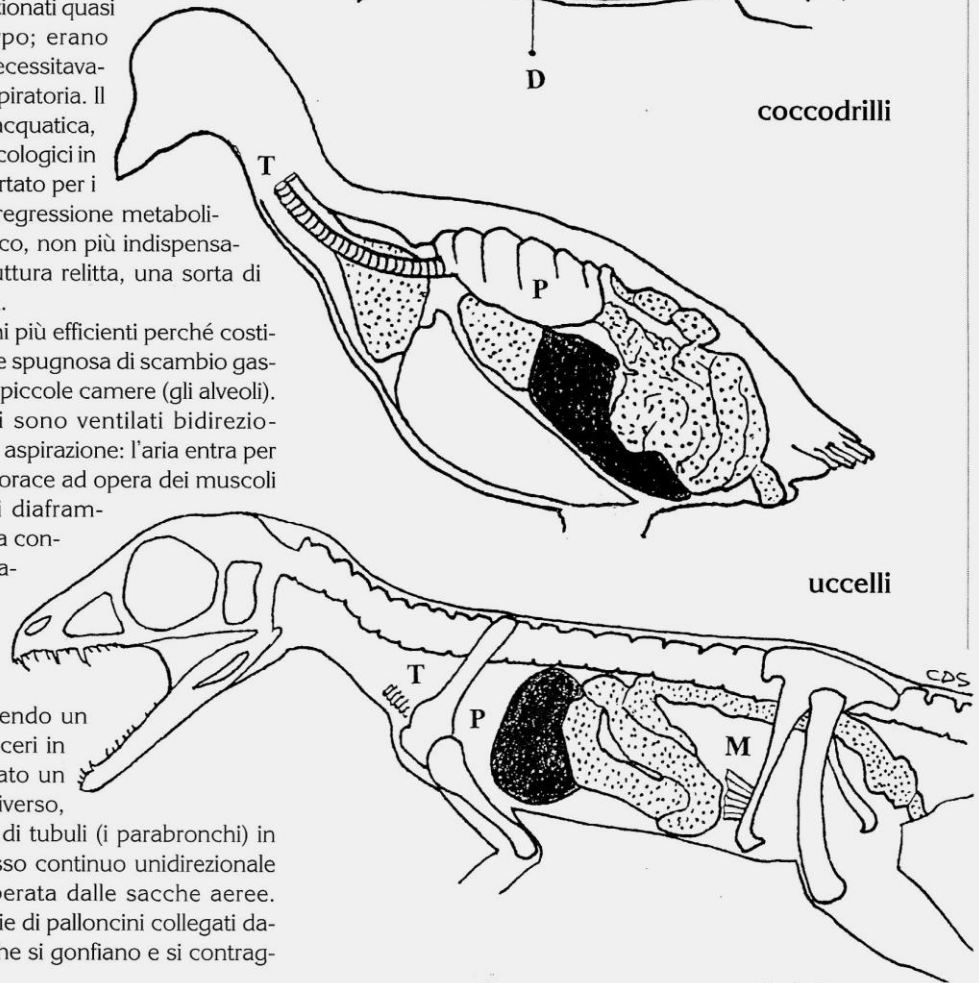
Gli uccelli, invece, non avendo un diaframma che divide i visceri in due cavità, hanno sviluppato un sistema completamente diverso, costituito da una fitta rete di tubuli (i parabronchi) in cui l'aria passa con un flusso continuo unidirezionale grazie alla ventilazione operata dalle sacche aeree. Queste sono come una serie di palloncini collegati davanti e dietro ai polmoni, che si gonfiano e si contraggono alternativamente.



mammiferi



coccodrilli



uccelli

Scipionyx

La separazione dei visceri in due cavità è presente, nei vertebrati attuali, solo in quelli che usano il diaframma per ventilare i polmoni: i mammiferi e i coccodrilli. La cavità anteriore, detta pleuropericardica, ospita i polmoni e il cuore; quella posteriore, detta peritoneale o addominale, contiene il fegato, l'apparato digerente e quello uro-genitale. La disposizione degli organi interni in *Scipionyx* indica una separazione delle cavità e quindi un analogo meccanismo respiratorio. Negli uccelli moderni e nei lepidosauri (lucertole e serpenti) vi è una unica cavità viscerale. T = trachea, P = polmoni, D = diaframma, M = muscoli diaframmatici addominali grigio = fegato, puntinato = apparato digerente. (disegno di Cristiano Dal Sasso)



Si è detto che i dinosauri (almeno *Scipionyx* e simili) dovevano avere un metabolismo unico, derivante da una maggiore versatilità dell'apparato respiratorio a "pompa epatica" oggi conservato nei coccodrilli.

Si potrebbe paragonare la pompa epatica al compressore "turbo" delle auto moderne. In un motore sovralimentato, nella marcia a bassi regimi è sufficiente un apporto d'aria a pressione atmosferica per alimentare la combustione, ma quando si effettua una brusca accelerazione o si supera una certa velocità, il motore richiede una maggiore quantità di aria, che viene fornita dall'entrata in funzione della turbina di compressione.

Analogamente, per ventilare i polmoni in condizioni di riposo ai dinosauri bastava contrarre e dilatare il torace con i muscoli intercostali, mentre quando uno sforzo fisico richiedeva maggiore ossigeno essi potevano contare sull'attivazione dei muscoli diaframmatici addominali; questi, muovendo ritmicamente avanti e indietro

il fegato, agivano sul diaframma come un vero e proprio pistone, iperventilando così i polmoni.

In questo modo il polmone settato dei dinosauri avrebbe potuto raggiungere livelli di scambio gassoso addirittura superiori a quelli del polmone alveolare di molti mammiferi attuali.

In poche parole, anche se fossero stati animali a sangue freddo, come i rettili attuali, i dinosauri (almeno quelli carnivori) avrebbero potuto raggiungere tassi metabolici da animali a sangue caldo. Questa camaleontica strategia fisiologica, che non ha equivalenti tra i vertebrati viventi, conferiva loro una efficienza straordinaria perché possedevano "il meglio di entrambi": non dovevano sprecare energia come gli animali endotermi per mantenere costante la loro temperatura corporea, ma potevano economizzare sui costi d'esercizio senza per questo avere le limitazioni degli animali ectotermi. Perché, all'occorrenza, potevano contare su una marcia in più. Anzi, su un turbo...

CARTA D'IDENTITÀ

Nome: *Scipionyx samniticus* (detto *Ciro*)

Significato: dal latino **Scipio** e dal greco **onyx**, "Artiglio di Scipione". Dedicato a Scipione Breislak, il geologo che nel 1798 descrisse per primo i fossili di Pietraroia. **Samniticus** significa "che viene dal Sannio"; Sannio è il nome latino della regione comprendente la provincia di Benevento e la cività di Pietraroia.

Famiglia: sconosciuta. Probabilmente *Scipionyx* è il primo – e finora unico – rappresentante di una nuova famiglia di dinosauri. Dagli studi, tuttora in corso, pare che si tratti di un lontano parente del *Velociraptor*.

Dimensioni: circa 50 centimetri. L'esemplare di Pietraroia è un individuo immaturo che aveva da poco lasciato il nido. La sua giovane età ci è indicata dalla grandezza della testa (quasi esagerata rispetto al corpo), dagli enormi occhi e dal muso corto, oltreché dalla incompleta ossificazione dello scheletro. Una volta adulto, forse avrebbe raggiunto il metro e mezzo di lunghezza.

Peso: mezzo chilo. Per gli adulti, 15-20 chili.

Età geologica: Cretacico inferiore (Albiano). circa 113 milioni di anni fa.

Distribuzione geografica: terre emerse nel Mare di Tetide, al centro dell'attuale bacino del Mediterraneo.

Ambiente di vita: *Scipionyx* viveva non lontano dal mare, in penisole o addirittura su vere e proprie isole. Forse era un dinosauro nano, con caratteristiche uniche evolutesi proprio grazie all'isolamento geografico in cui si trovava.

Stile di vita: *Scipionyx* era un agile predatore, capace di afferrare le prede con gli arti anteriori oltreché con la robusta dentatura. Probabilmente si nutriva di piccole lucertole o di grossi invertebrati.

Segni particolari: denti superiori assai più sviluppati degli inferiori, con il quarto dente mascellare eccezionalmente lungo.