

# The caudal skeleton of Acipenseriformes (Actinopterygii: Chondrostei): recent advances and new observations

Eric J. HILTON

## Abstract

The caudal morphology of Acipenseriformes (sturgeons, paddlefishes, and their fossil relatives) is often cited in broad scale comparisons as representative of the plesiomorphic condition for Actinopterygii, yet there is significant skeletal variation within the group that has not been fully appreciated. In this paper, the caudal skeletal morphology of Acipenseriformes is reviewed, and characters used in previous systematic analyses, as well as newly discovered and newly defined characters, are discussed in the context of current phylogenetic hypotheses. Characters identified and their suggested phylogenetic distribution include: 1) dorsal and ventral lobes of caudal fin being nearly equilobate (†*Protosephurus* and *Polyodon* + †*Crossopholis*, or Polyodontidae with a reversal in *Psephurus*; independently derived in †*Chondrosteus*); 2) elongation and flattening of the caudal peduncle (*Scaphirhynchus* + †*Protoscaphirhynchus*); 3) caudal peduncle completely armored (*Scaphirhynchus* + †*Protoscaphirhynchus*); 4) presence of a cercus or caudal fin filament (*Scaphirhynchini*); 5) absence of epaxial caudal fin rays (independently derived in †*Yanosteus* and *Scaphirhynchini*); 6) reduction in size and number of dorsal caudal fulcra (reduced in size in most †*Peipiaosteidae*, only a single dorsal caudal fulcrum in †*Peipiaosteus pani*); 7) forking of anterior dorsal caudal fulcra rounded (Polyodontidae, unknown or inapplicable in stem-group Acipenseriformes); 8) median ridge on the ventral surface of the first dorsal caudal fulcrum (Polyodontinae + †*Paleopsephurus*); 9) single ventral caudal fulcrum (Acipenseroidei); 10) lateral line sensory canal following the base of the caudal fin rays posteriorly (Acipenseroidei or Acipenseroidei + †*Chondrosteus*; also found in certain other basal actinopterygians); 11) lateral line sensory canal always enclosed in simple ossified tubes the entire length of caudal fin (Polyodontidae); 12) reduction or loss of rhombic caudal scales (†*Peipiaosteidae*); and 13) foraminae or notches for caudal vessels in cartilaginous portion of parhypural (independently derived in Polyodontinae or Polyodontinae + †*Paleopsephurus* and †*Peipiaosteidae*).

## Introduction

Acipenseriformes, the group of fishes that includes the sturgeons, paddlefishes, and their fossil relatives, consists of 27 extant species (BEMIS et al. 1997) and are often regarded as “living fossils” (GARDINER 1984a). This is the largest extant group of basal (i.e., non-neopterygian) actinopterygian fishes (PATTERSON 1982, GARDINER 1993) and is composed of four families (Fig. 1). By far the largest included family is Acipenseridae, the sturgeons, with 25 living species (see BIRSTEIN & BEMIS 1997, BEMIS et al. 1997) in four genera (*Huso*, two species; *Acipenser*, 17 extant species; *Pseudoscaphirhynchus*, three species; *Scaphirhynchus*, three species) and one monotypic extinct genus (†*Protoscaphirhynchus*). The other family with living representatives is Polyodontidae, the paddlefishes (*Polyodon*, one extant species, one fossil species; *Psephurus*, one extant species). There are three monotypic fossil genera of paddlefishes (†*Protosephurus*, †*Paleopsephurus*, and †*Crossopholis*; GRANDE et al. 2002). Two basal families are known only as fossils: †Chondrosteidae, with three species in two genera (†*Chondrosteus* and †*Stronglyosteus*); and †Peipiaosteidae, with four monotypic genera (†*Stichopterus*, †*Peipiaosteus*, †*Spherosteus*, †*Yanosteus*, sensu GRANDE & BEMIS 1996; JIN 1999 also included a fifth monotypic genus, †*Liaosteus*, in this family, and considered there to be two valid species in †*Peipiaosteus*). Acipenseriformes are the only living representatives of Chondrostei

## The whole contribution can be purchased as PDF file.

### Availability

Generally all our publications are available as PDF files; full publications as a general rule after the printed version is out of print. If you have questions concerning particular contributions please contact us by e-mail:

pdf@pfeil-verlag.de.

### The PDF files are protected by copyright.

The PDF file may be printed for personal use.

The reproduction and dissemination of the content or part of it is permitted.

It is not allowed to transfer the digital personal certificate or the password to other persons.

### Prices

Books: Prices are to be found in the catalog.

Articles in journals and single contributions or chapters in books:

10 EURO basic price per order (including the first 10 pages),  
and

0.50 EURO per page, beginning with the 11<sup>th</sup> page.

Page numbers are found in the contents of the publications.

### Orders

Use our order form for PDF files or send your order informal per e-mail (pdf@pfeil-verlag.de). The only accepted payment is by credit card. While using the order form for PDF files, your data will be transmitted by secure link (ssl). You also may send the informations informally by e-mail, fax, phone or mail.

### Handling

As soon as possible, depending on our business hours and your order, you will receive your PDF file together with the certificate and password by e-mail.

Larger PDF files can be downloaded from our webpage, if necessary.

Your invoice will be sent out by e-mail after we charged your credit card.

To open the encrypted PDF files you have to install your personal certificate after your first order. All PDF files with the same certificate can be opened from that time on.

## Dieser Beitrag kann als PDF-Datei erworben werden.

### Verfügbarkeit von PDF-Dateien

Prinzipiell sind von allen unseren Publikationen PDF-Dateien erhältlich. Komplette Publikationen in der Regel erst nachdem die gedruckte Version vergriffen ist. Anfragen bezüglich bestimmter Beiträge richten Sie bitte per E-Mail an pdf@pfeil-verlag.de.

### Die PDF-Dateien sind urheberrechtlich geschützt.

Ein Ausdruck der PDF-Dateien ist nur für den persönlichen Gebrauch erlaubt.

Die Vervielfältigung von Ausdrucken, erneutes Digitalisieren sowie die Weitergabe von Texten und Abbildungen sind nicht gestattet.

Das persönliche Zertifikat und das Passwort dürfen nicht an Dritte weitergegeben werden.

### Preise

Bücher: Die Preise sind dem Katalog zu entnehmen. Zeitschriftenbeiträge und einzelne Kapitel aus Sammelbänden bzw. Büchern:

10 EURO Grundbetrag pro Bestellung (einschließlich der ersten 10 Seiten),  
und

0,50 EURO pro Seite ab der 11. Seite.

Den Umfang der Beiträge entnehmen Sie bitte den Inhaltsverzeichnissen.

### Bestellungen

Bestellungen sind mit dem PDF-Bestellformular oder formlos per E-Mail (pdf@pfeil-verlag.de) an uns zu richten. Die Bezahlung ist ausschließlich per Kreditkarte möglich. Bei Verwendung unseres Bestellformulars werden die Kreditkartendaten über eine gesicherte Verbindung (ssl) übermittelt. Sie können die Daten aber auch formlos per E-Mail, Fax, Post oder telefonisch übermitteln.

### Abwicklung

So bald wie möglich, aber abhängig von unseren Bürozeiten und der gewünschten Bestellung, schicken wir Ihnen die PDF-Datei(en) zusammen mit Ihrem persönlichen Zertifikat und dem zugehörigem Passwort per E-Mail. Größere Dateien bieten wir Ihnen gegebenenfalls zum Herunterladen an.

Der fällige Betrag wird von Ihrer Kreditkarte abgebucht und Sie erhalten die Rechnung ebenfalls per E-Mail.

Um die verschlüsselten PDF-Dateien öffnen zu können, muss bei der ersten Bestellung das passwortgeschützte persönliches Zertifikat installiert werden, welches anschließend auf dem Rechner verbleibt. Alle mit diesem Zertifikat verschlüsselten Dateien können anschließend auf diesem Rechner geöffnet werden.