

# Synechodontiform sharks (Chondrichthyes, Neoselachii) from the Upper Cretaceous of Antarctica

Stefanie KLUG, Jürgen KRIWET, Juan M. LIRIO & Hector J. NUÑEZ

## Abstract

The taxonomy of Upper Cretaceous synechodontiform sharks from the James Ross Basin, northern Antarctica, is reviewed. All material is from the Santa Marta Formation (late Coniacian–latest Campanian) of James Ross Island and contributes significantly to our knowledge of synechodontiform diversity and biogeographic patterns. Synechodontiforms are represented by two taxa, *Sphenodus* and *Paraorthacodus*. The teeth of the Antarctic *Sphenodus* species differ from most known species assigned to this genus. However, the imperfect preservation does not allow any specific identification of this Antarctic shark. The size of its teeth indicates that this shark probably measured at least 5 m in total length. A new species, *Paraorthacodus antarcticus*, is introduced. *Paraorthacodus* is confined to the Santa Marta Formation (Santonian to early Campanian Lachman Crags and late Campanian to early Maastrichtian Herbert Sound members), whereas *Sphenodus* occurs in the Herbert Sound Member and the Maastrichtian López de Bertodano Formation. The occurrence of synechodontiform sharks in the James Ross Basin correlates with an interval of enlargement of the trans-equatorial Tethyan seaway within the Coniacian-Maastrichtian interval. The absence of all synechodontiforms in Antarctica after the K/T boundary, conversely, concurs with a drop in surface water temperatures.

## Introduction

Synechodontiform sharks are an extinct group of basal neoselachians (DUFFIN & WARD 1993) and include at least three families, Orthacodontidae, Palaeospinacidae and Pseudonotidanidae. The fossil history of these families ranges from the Early Triassic to the Late Palaeogene (e.g., DUFFIN 1982, THIES 1982, SIVERSON 1992, DUFFIN & WARD 1993). Recently, IVANOV (2005) described some isolated teeth of *Synechodus antiquus* from the lower Permian of the Ural region, making it the oldest documented record of a synechodontiform and extending the fossil record of *Synechodus* back into the Palaeozoic.

Remains of synechodontiform sharks, especially isolated teeth, are quite abundant in Mesozoic and Palaeogene strata of the Northern Hemisphere (e.g., MAISEY 1985, CAPPETTA 1987, 1992, DUFFIN & WARD 1993, BÖTTCHER & DUFFIN 2000, REES 2000, KRIWET 2003a, KRIWET & KLUG 2004, YAMAGISHI 2004, KLUG & KRIWET 2006). Conversely, their fossil record in the Southern Hemisphere is very incomplete and only few occurrences have been described to date (e.g., RICHTER & WARD 1990, SIVERSON 1997). The presence of *Sphenodus* and *Paraorthacodus* in Antarctica was already indicated by KLUG et al. (2005) and KRIWET et al. (2006), but no detailed systematic description has been presented to date. The few published records of synechodontiform sharks from the Southern Hemisphere reveal the still incomplete knowledge of Cretaceous selachians in high latitudes compared to those of other regions. It is, therefore, the purpose of this paper to present a thorough description of the Antarctic synechodontiform sharks.

## 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.