

**Wissenschaftliche Schriftenreihe
des Instituts für Evolutionsbiologie und Morphologie
Universität Witten/Herdecke**

herausgegeben von
Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Schad

Susanna Kümmell

Die Digi der Synapsida:

Anatomie, Evolution und Konstruktionsmorphologie

Shaker Verlag
Aachen 2009

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Universität Witten/Herdecke, Univ., Diss., 2009

Die vorliegende Publikation wurde auf 80g Motif Recycled Plus matt (100% Altpapier) gedruckt.

Kontakt:

Universität Witten/Herdecke
Institut für Evolutionsbiologie und Morphologie
Stockumer Straße 10-12
D - 58453 Witten

susanna.kuemmell@uni-wh.de

Copyright Shaker Verlag 2009

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8738-2

ISSN 1869-6120

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Autopodia und Längen anderer Skelettelemente von 96 Synapsida-Arten aus einer Zeitspanne zwischen Perm und Oberkreide vermessen. Thema der Arbeit ist die Evolution der Autopodia, insbesondere der Digiti der Synapsida basierend auf anatomischen und konstruktionsmorphologischen Untersuchungen. Anhand von 139 rezenten Säuger-Arten wurden Indizes der Digiti erarbeitet, mit denen die jeweilige Lokomotionsweise der Tiere kategorisiert wurde. Soweit dies aufgrund der unterschiedlichen Vorkonstruktion sinnvoll erschien, wurde anhand der an den Vergleichssäufern erarbeiteten Indizes die Lokomotion von 26 fossilen Arten rekonstruiert.

Für die fossilen Synapsida wurden die Freiheitsgrade und Exkursionswinkel der Digitalgelenke und des I. Distale-Metapodialgelenkes rekonstruiert (Teil I). Demnach besaßen die Therapsida einschließlich der mesozoischen Mammaliaformes, außer *Gobiconodon*, in den Digiti II-V einen Digitalbogen wie die meisten heutigen Säuger. Die Mittelgelenke wurden also während der Propulsionsphase nicht dorsal extendiert. Auch im I. Digitus war bei den meisten nicht-mammaliaformen Therapsida im I. Distale-Metapodialgelenk ein Digitalbogen vorhanden, bei den mesozoischen Mammaliaformes und bei einigen Therapsida jedoch nicht.

Die nicht-mammaliaformen Therapsida, insbesondere *Gorgonopsia* und *Titanophoneus*, besaßen Greifautopodia. Der I. Digitus konnte, außer vermutlich bei den Anomodontia, opponiert oder teilopponiert werden. Mit zunehmender Extensions- bzw. Dorsalextensionsoption in den Digitalgelenken wurden die Exkursionswinkel der Abduktions- und Rotationsfreiheitsgrade in den Digitalgelenken größer, vor allem im Grundgelenk. Durch die mögliche Abduktion und Rotation der Digiti wurde am Ende der Propulsionsphase die beim Spreizgang auftretende Rotation teilweise kompensiert und damit die Rotation der Endballen auf dem Substrat vermindert. Während der Evolution der Therapsida schränkten sich die Rotations- und Abduktionsfreiheitsgrade der Digitalgelenke immer mehr ein. Dies ist auf die Abnahme der Ab- und Adduktion der Gliedmaßen in der Propulsionsphase zurückzuführen.

Der Trend der Längenangleichung der Digiti wird in Teil II untersucht. Die Entstehung und das Verschwinden der disciformen Phalangen wird mit der Bildung und der Funktion des Digitalbogens bei der Lokomotion in Zusammenhang gebracht. Dafür spricht, dass die Phalangen der langen lateralen Digiti am Zenit des Digitalbogens verkürzt werden und nicht alle Phalangen eines Digitus gleichermaßen. Die proximal gelegenen Medialphalangen, die durch die Längenangleichung verschwinden, haben durch ihre Lage im Digitalbogen kaum Hebelwirkung. Durch die Verkürzung der lateralen Digiti entsteht jeweils ein etwa gleiches Verhältnis zwischen der Medial- und der Basalphalanx und damit etwa gleiche Hebelverhältnisse in den Digiti II-V der Autopodia.

Im Autopodium mit Digitalbogen kommt es zur Ausbildung von Sohlenballen, wodurch die Krallen zunehmend den Kontakt zum Substrat und damit ihre Bedeutung an der Propulsion verlieren. Sie blieben scharf und konnten z.B. zum Ergreifen und Fixieren von Beute genutzt werden. Die Evolution des Digitalbogens ermöglichte weiterhin die Ausbildung einer Z-Konfiguration von Metapodiale, Basal- und Medialphalanx. Diese Elemente bauen über Sehnenspannung elastische Energie auf, die am Ende der Propulsionsphase freigesetzt wird und die Propulsionsleistung verbessert. Der Digitalbogen führt zudem zur Abnahme der Rotation des Autopodium auf der Auflagefläche und damit zu einer verbesserten Haftleistung. Die Z-Konfiguration ist ökonomischer als die Bogenkonfiguration in den Digiti der Vorläuferkonstruktionen. Die Reduktion der Anzahl funktionaler Gelenke, durch die Evolution der disciformen Phalangen und ihrem anschließenden Verlust, stabilisierte die Z-Konfiguration. Die terrestrischen Therapsida mit der Säugerphalangenformel 2-3-3-3-3 und teilabduzierten Gliedmaßen weisen meist leicht ektaxone Akropodia auf mit nahezu gleichlangen Digiti. Die Längenangleichung der Digiti ist bei den vielen Gräbern unter den Therapsida am weitesten fortgeschritten. Für die Kratzgräber unter den frühen Therapsida waren etwa gleichlange Digiti besonders günstig.

Die Digiti lassen, wegen ihres Substratkontakts, in besonderer Weise Schlüsse über die Lokomotion von Tieren zu und liefern damit auch Hinweise auf die Lokomotion von fossilen Formen (Teil III). Indizes der Digiti, die an den Vergleichssäufern die Kategorisierung von Lokomotionstypen erlauben, werden auf die fossilen Synapsida, wenn möglich, übertragen und die Funktionsweise der Autopodia bei der Lokomotion und der Hauptlokomotionstyp rekonstruiert und überprüft.

Neu als Gräber identifiziert wurden *Procyonosuchus*, *Chiniquodon*, *Jeholodens*, *Kryptobaatar*, *Eodicynodon*, *Arctognathus* und *Glanosuchus*. *Lystrosaurus* und die Kannemeyeriiformes waren graviportal. *Lystrosaurus* lebte semiaquatisch und war vermutlich ein Kopfgräber, während die Kannemeyeriiformes mit den Manus graben konnten. *Henkelotherium* wurde als arborealer Krallenkletterer eingestuft.