

Tierärztliche Ordination Tiergarten Schönbrunn¹, Wien; Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie², Veterinärmedizinische Universität Wien; Institut für Spezifische Prophylaxe und Tropenmedizin³, Medizinische Universität Wien; 3. Zoologische Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien⁴; Institut für Parasitologie, Veterinärmedizinische Universität Wien⁵

Hexametra angusticaecoides (Nematoda: Ascarididae) Infektion bei einem Pantherchamäleon (*Furcifer pardalis*): ein Fallbericht

K. REITL^{1*}, D. EBMER¹, A. KÜBBER-HEISS², J. WALOCHNIK³, H. SATTMANN^{4x} und H. PROSL^{1,5x}

* im Ruhestand

eingelangt am 3. September 2020
angenommen am 20. Dezember 2020

Schlüsselwörter: Reptilien, Spulwürmer, Ascarididae, Pantherchamäleon, DNA-Barcoding, Molekulargenetik.

Keywords: reptiles, ascarids, ascarididae, panther chameleon, DNA-barcoding, molecular genetics.

Zusammenfassung

Infektionen mit Spulwürmern sind klinisch bedeutende Endoparasitosen bei Reptilien und führen gelegentlich auch zu Erkrankungen und Todesfällen bei in menschlicher Obhut gehaltenen Exemplaren. Im vorliegenden Fallbericht wird eine letale Infektion eines vierjährigen männlichen Pantherchamäleons (*Furcifer pardalis*) mit der Spulwurmart *Hexametra (H.) angusticaecoides* beschrieben. Der Patient wurde mit vorberichtlicher Inappetenz und fadenförmigen, subkutanen Umfangsvermehrungen im Bereich der Kehle und des Thorax vorgestellt. Die chirurgische Eröffnung der Umfangsvermehrungen erlaubte die Entfernung von 3-4 cm langen Nematoden. Nach der erneuten Ausprägung von Schwellungen innerhalb einer Woche wurden an drei verschiedenen Terminen insgesamt weitere 26 Exemplare entfernt. Bei der koproskopischen Diagnostik aller abgesetzten Kotproben waren anfänglich keine Spulwurmeier nachweisbar. Erst nach der zweiten chirurgischen Entfernung, 10 Tage später, konnten erstmals vereinzelt *Hexametra*-Eier im Kot des Patienten detektiert werden, woraufhin der Patient zusätzlich mit Pyrantel (5 mg/kg KM) behandelt wurde und daraufhin 11 intakte Nematoden sowie Wurmbuchstücke mit dem Kot ausschied. Anhand morphologischer Merkmale wurden die entfernten Nematoden als *H. angusticaecoides* bestimmt. Ferner wurde *H. angusticaecoides* im Rahmen dieser Studie molekulargenetisch charakterisiert. Zusätzlich lagen Infektionen mit Oxyuriden und den Kokzidien

Summary

***Hexametra angusticaecoides* (Nematoda: Ascarididae) infection in a captive panther chameleon (*Furcifer pardalis*): a case report**

Ascarid infections constitute clinical important endoparasitoses in captive reptiles and can cause morbidity and mortality. We describe a fatal infection in a four-year-old captive panther chameleon (*Furcifer pardalis*) caused by the ascarid nematode *Hexametra (H.) angusticaecoides*. The panther chameleon was presented with a period of inappetence and the manifestation of several threadlike subcutaneous swellings near the throat and between anterior extremities. During surgery, several nematodes were removed from the subcutaneous tissue. After re-manifestation of swellings, 26 nematodes were surgically removed in three sessions. The first coproscopic examinations of continuously sampled faeces did not reveal the presence of ascarid eggs and the first positive sample was obtained after the second surgery. In addition to the mechanical removal of nematodes, the patient was treated with Pyrantel (5 mg/kg) and 11 nematodes were found in the faeces after deworming. Infections with oxyurids and the coccidian parasites *Isoospora brygooi* and *Choleoeimeria glawi* were also detected and were treated with toltrazuril and a combination of toltrazuril and clindamycin. After temporary improvement, the chameleon died one and a half months after the initial examination. Based on morphological characteristics, the nematodes were identified

*E-Mail: k.reitl@zoodoc.at

Isoospora brygooi und *Choleoimeria glawi* vor, die mittels Toltrazuril und folgend einer Kombination von Toltrazuril und Clindamycin behandelt wurden. Nach zwischenzeitlicher Besserung verstarb das Tier einhalb Monate nach Erstvorstellung. Bei der Sektion konnten zusätzlich 38 weitere Exemplare in unterschiedlichen Lokalisationen aufgefunden werden, sodass insgesamt mindestens 75 subadulte und adulte Exemplare in dem Chamäleon herangewachsen waren. Der vorliegende Fallbericht beschreibt die Pathogenese einer *H. angusticaecoides* Infektion und diskutiert mit Hilfe der ausführlichen Anamnese die Infektionsätiologie und den Lebenszyklus, sowie Präventiv- und Behandlungsmaßnahmen.

■ Einleitung

Spulwürmer (Nematoda: Ascarididae) stellen aufgrund ihrer ausgeprägten Pathogenität wichtige metazoäre Endoparasiten bei Reptilien dar. Infektionen führen bei Schlangen und Chamäleons, die in menschlicher Obhut gehalten werden, gelegentlich zu Erkrankungen und Todesfällen (KUTZER u. GRÜNBERG, 1965; KUTZER u. LAMINA, 1965; FRANK, 1981; ANDERSON, 2000; SCHNELLER u. PANTCHEV, 2011; BECK u. PANTCHEV, 2012). Oftmals sind sie für entzündliche Prozesse und massive Läsionen in den Schleimhautschichten an der Anheftungsstelle im Gastrointestinaltrakt des Endwirtes verantwortlich (KUTZER u. GRÜNBERG, 1965; FRANK, 1981, 1985; MUTSCHMANN, 2008) und können klinisch eine Verschlechterung des Allgemeinbefindens, Apathie, Anorexie und Gewichtsverlust verursachen (FRANK, 1981; MUTSCHMANN, 2008; BECK u. PANTCHEV, 2012). Larvale Stadien können durch ihre ausgeprägten Wanderbewegungen zudem auch mechanische Schäden an den inneren Organen bewirken (KUTZER u. GRÜNBERG, 1965; MUTSCHMANN, 2008; SCHNELLER u. PANTCHEV, 2011).

Dabei werden bei Schlangen vor allem die Gattungen *Hexametra*, *Ophidascaris* und *Polydelphis* angeführt, die nicht nur Krankheitssymptome auslösen, sondern auch zum Tod ihres Wirtstieres führen können (KUTZER u. GRÜNBERG, 1965; SPRENT, 1978; FRANK, 1981, 1985; MUTSCHMANN, 2008; SCHNELLER u. PANTCHEV, 2011; BECK u. PANTCHEV, 2012). Bei Chamäleons wird vor allem das Vorkommen der Gattung *Hexametra* berichtet (BECK u. PANTCHEV, 2012; ECKHARDT et al., 2019; STETS, 2019). In umfangreichen epidemiologischen Studien zur Endoparasitenfauna von in Deutschland gehaltenen Reptilien konnten Askariden in 0,2 % der untersuchten Kotproben von Schlangen (HALLINGER et al., 2020) und in knapp 1,2 % der untersuchten Schildkröten-Kotproben (HALLINGER et al., 2018) nachgewiesen werden. In einer auf Sektionen basierenden Studie aus Slowenien konnten bei 7,4 % der untersuchten

as *H. angusticaecoides*. *H. angusticaecoides* was also characterized molecularly. Necropsy revealed 38 nematodes in different localizations; including those isolated from subcutaneous swellings and from faeces after deworming, at least 75 (sub-)adults were found. The present report describes the pathogenesis of an *H. angusticaecoides* infection and discusses the aetiology and life cycle, as well as preventive and therapeutic measures.

Schlangen und 20,3 % der Schildkröten Askariden nachgewiesen werden (RATAJ et al., 2011).

Spulwürmer bei Schlangen weisen in der Regel einen indirekten Lebenszyklus auf, der die Einschaltung eines Zwischenwirtes (Nager, Amphibien, Reptilien) erfordert (KUTZER u. GRÜNBERG, 1965). Für Askariden, die in Chamäleons parasitieren, wird neben einem indirekten Übertragungsweg unter Einbindung eines Arthropoden-Stapelwirtes, auch über eine direkte Übertragungsweise durch larvenhaltige Eier aus der Umgebung berichtet (CHABAUD et al., 1962; COKE, 1997; ANDERSON, 2000).

Die Art *Hexametra angusticaecoides* wurde 1960 erstmalig beim Madagaskar-Riesenchamäleon, *Furcifer (F.) oustaleti*, und beim Warzenchamäleon (*F. verrucosus*) beschrieben (CHABAUD u. BRYGOO, 1960). In Folge wurde für diese Spezies eine erhebliche Anzahl weiterer Wirte erfasst, hauptsächlich madagassische Schlangenarten der Familien Boidae und Lamprophiidae, sowie madagassische Chamäleons (Chamaeleonidae), darunter auch das Pantherchamäleon (*Furcifer pardalis*) (MCALLISTER et al., 2011; MORTON u. KRYSKO, 2012).

Auffallend bei *Hexametra* spp.-Infektionen bei Chamäleons ist das Auftreten subkutaner, oftmals fadenartiger Schwellungen (SCHNELLER u. PANTCHEV, 2011), deren Ätiologie durch Wanderbewegungen dieser Nematodenlarven zu erklären ist. In einer Studie, in welcher Chamäleons und Mäuse unter Versuchsbedingungen mit *H. angusticaecoides*-Zweitlarven (L2) infiziert wurden, zeigten diese Larven eine anschließende Wanderung in die Körperhöhle und in das subkutane Gewebe des Wirtstieres, häuteten sich dort und erreichten eine Länge von mehreren Zentimetern. Der endgültige Ansiedlungsort im Darm könnte nach Vorstellung mancher Autoren durch eine tracheale Wanderung dieser Larven über die Lunge erreicht werden (CHABAUD et al., 1962; ANDERSON, 2000). Zur Ermittlung möglicher Stapelwirte wurden *H. angusticaecoides*-Zweitlarven experimentell an Mückenlarven und Amerikanische Großschaben (*Periplaneta orientalis*) verfüttert, in denen sie sich in den Malpighischen

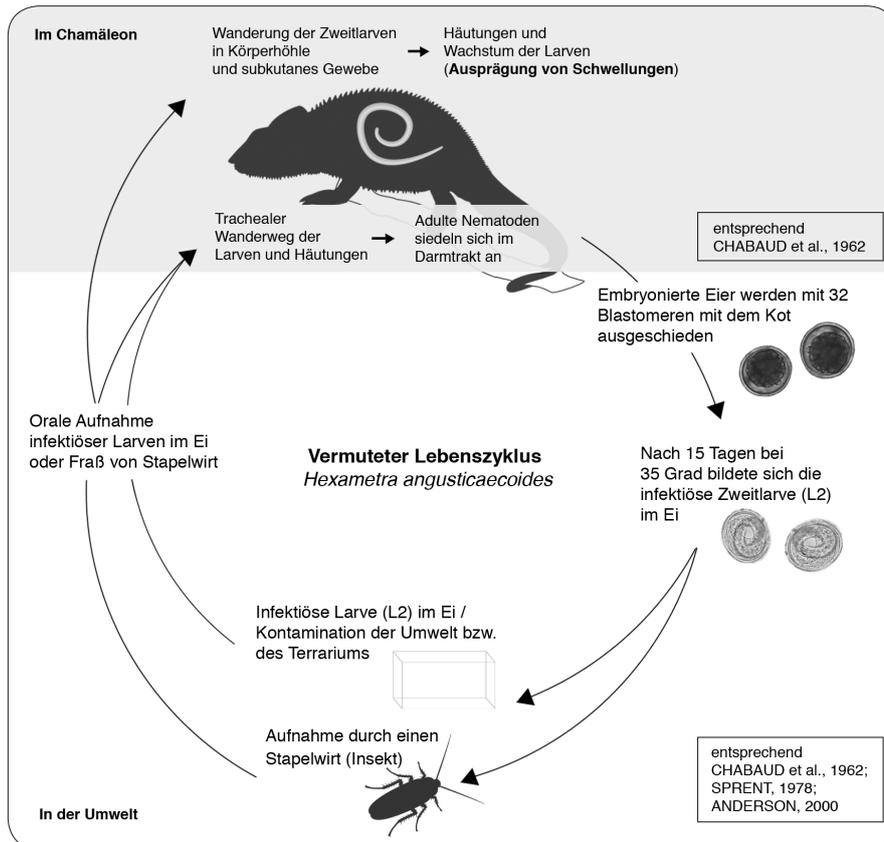


Abb. 1: Vermuteter Lebenszyklus von *Hexametra angusticaecoides* bei Chamäleons / Presumed life cycle of *Hexametra angusticaecoides* in chameleons

Gefäßen ansiedelten, aber nicht weiterentwickelten (CHABAUD et al., 1962) (Abb. 1).

Im vorliegenden Fallbericht beschreiben wir eine letale Infektion eines Pantherchamäleons mit *H. angusticaecoides* und diskutieren die mögliche Infektionsquelle, den (vermuteten) Lebenszyklus des Parasiten, sowie Präventivmaßnahmen und Behandlungsmöglichkeiten.

■ Fallbeschreibung

Im Dezember 2018 wurde uns ein 4 Jahre altes, 237 g schweres, männliches Pantherchamäleon mit vorberichtlicher Inappetenz und subkutanen Umfangsvermehrungen im Bereich der Kehle und der Vorderextremitäten in der Ordination vorgestellt. Anamnestisch hatte die Besitzerin das ursprünglich als Nachzucht aus Tschechien stammende Tier knapp 4 Monate zuvor, am 28. August 2018, von ihrem Bruder übernommen und hielt es seither in einem handelsüblichen Reptilienterrarium (Maße 120 x 90 x 60 cm), welches gebraucht gekauft worden war und in dem bereits ein Jemenchamäleon (*Chamaeleo calyptrotus*) und ein Madagaskar-Taggecko (*Phelsuma madagascariensis*) gehalten worden waren. Das Terrarium wurde vor der Neubelegung, mit Ausnahme der fixen Korkrückwand, entleert und mit Essigwasser gereinigt. Vor der Übernahme durch die Besitzerin war

das Pantherchamäleon in einem zuvor von Abgottschnagen (*Boa constrictor*) behausten Terrarium mit zwei weiblichen *F. pardalis* vergesellschaftet, die unerwartet verstarben. Über Herkunft und Todesursache der zuvor in den jeweiligen Terrarien gehaltenen Reptilien lagen keine Informationen vor, nur das Jemenchamäleon könnte an den Folgen eines Sturzes verendet sein, worauf der Madagaskar-Taggecko abgegeben wurde. Die Besitzerin gab zudem an, das gekaufte Lebendfutter (Grillen, Heimchen, Heuschrecken) mit selbst gefangenen Ohrwürmern (*Forficula auricularia*) sowie Heuschrecken angereichert zu haben. Zusätzlich durfte der Patient das Terrarium gelegentlich verlassen und auf einer Birkenfeige (*Ficus benjamina*) klettern.

Ab Mitte Oktober 2018 (etwa 60 Tage nach der Übernahme) verweigerte das Tier große Futtertiere. Aufgrund der Inappetenz wurde seit dem 14. Dezember 2018 Mariendistelextrakt (1 Messerspitze tgl. p.o., Legalon® 70 mg) zugefüttert, um so die Zeit bis zur erstmöglichen Vorstellung zu überbrücken.

Bei der klinischen Erstuntersuchung am 20. Dezember 2018 zeichneten sich die von der Besitzerin geschilderten Schwellungen als wurmförmig erhabene und subkutan liegende Strukturen ab, während die direkt über den geschwollenen Arealen liegenden Hautpartien deutliche dunkle Verfärbungen aufwiesen (Abb. 2).

Eine spontan abgesetzte Kotprobe wurde für die parasitologische Untersuchung an ein Untersuchungslabor eingesandt, wo sowohl ein Nativausstrich als auch eine kombinierte Sedimentation/Flotation mit Zuckerlösung durchgeführt wurden. Der koproscopische Befund ergab einen Befall des Tieres mit Oxyuriden (Nematoda: Oxyuroidea) sowie den Kokzidienspezies *Isoospora brygooi* und *Choleoeimeria glawi*. Um Reinfektionen mit Kokzidien zu verhindern, wurde das Tier in ein Quarantäne-Terrarium (SCHNELLER u. PANTCHEV, 2011) übersiedelt. Jeder abgesetzte Kot des Patienten wurde so rasch wie möglich entnommen, in einem Probenröhrchen mit etwas physiologischer NaCl-Lösung gekühlt aufbewahrt und der koproscopischen Untersuchung zugeführt. Diese wurde immer von einem von uns in dem der Ordination zugehörigen Labor (nativ, Sedimentation/Flotation mit Zuckerlösung nach PROSL u. JOACHIM, 2006) durchgeführt. Der koproscopische Nachweis eines patenten Befalls gelingt

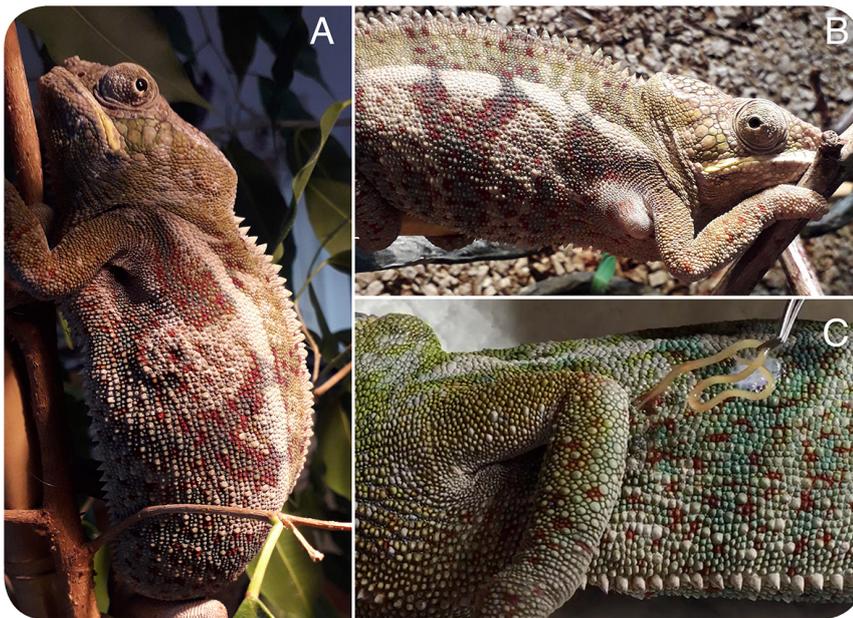


Abb. 2: Klinisches Erscheinungsbild der Umfangsvermehrungen des Pantherchamäleons im Behandlungsverlauf. (A) Deutlich sichtbare, fadenförmige subkutane Schwellung entlang der linken Thoraxwand; (B) Knotenförmige Schwellung caudal der rechten Achselhöhle; (C) Chirurgische Entfernung eines juvenilen *H. angusticaecoides* Individuums / Clinical presentation of subcutaneous swellings of a panther chameleon during treatment. (A) Macroscopically visible thread-like subcutaneous swelling along left thoracic wall; (B) Nodular swelling caudal of the right axilla; (C) Surgical removal of a juvenile *H. angusticaecoides*

anhand der typischen Eimorphologie (KUTZER u. GRÜNBERG, 1965) (siehe auch Abb. 4).

Am 31. Dezember 2018 erfolgte eine chirurgische Eröffnung der Schwellungen (verwendete Sedierung: 0,8 mg/kg KM Butorphanol i.m., und 10 mg/kg KM Alfaxolon i.m.) und es wurden insgesamt 4 Nematoden aus 3 verschiedenen Lokalisationen (entlang der Kehle und zwischen den Vorderextremitäten) entfernt. Die Nematoden wurden in 80 % Ethanol für morphologische und molekularbiologische Analysen aufbewahrt (Abb. 2). Zusätzlich zur Behandlung mit Legalon® wurde die Therapie des Kokzidienbefalles mit Toltrazuril (20 mg/kg KM p.o., Wiederholung in 14 Tagen) gestartet.

Nach der Erstbehandlung verbesserte sich das Allgemeinbefinden des Patienten (Färbung, Aktivität) und er zeigte normales Fress- und Trinkverhalten, jedoch erbrach das Chamäleon einmalig 20 h nach der Toltrazurilgabe.

Zehn Tage nach der ersten chirurgischen Entfernung berichtete die Besitzerin über die Bildung neuer Schwellungen an der rechten Thoraxwand, zwischen den Vorderextremitäten und caudal des Helms. Bei der Gewichtskontrolle wies der Patient mit 113 g einen deutlichen Gewichtsverlust auf (Vergleich: 237 g bei Erstvorstellung). Da die Nematoden bei der ersten Entnahme alle mit schleimiger Flüssigkeit umgeben und durch winzige Stichinzisionen leicht zu entfernen waren, erfolgte die Entfernung von weiteren 4 Nematoden am 12. Jänner 2019 nur unter Lokalanästhesie (Lidocain/Prilocain, Emla® Creme 5 %; Einwirkzeit 10 min) mit

anschließender lokaler Desinfektion (1:10 verdünnte Betaisodonalösung standardisiert).

Die Kotuntersuchung vom 12. Jänner 2019 war erstmalig geringgradig positiv auf Spulwurmeier der Gattung *Hexametra*. Weiters waren hochgradig Eier von Oxyuroidea und Oozysten von *Choleoeimeria* nachweisbar.

Wegen dieser hochgradigen Infektion mit *Choleoeimeria* wurde eine neuerliche Behandlung mit Toltrazuril (10 mg/kg KM p.o. am 15.1. und weitere 5 mg/kg am 17.1.) versucht. Eine zusätzliche anthelminthische Behandlung lehnte die Tierhalterin zu diesem Zeitpunkt wegen des geschwächten Allgemeinbefindens des Tieres ab. Die Intensität der Ausscheidung von *Choleoeimeria*-Oozysten konnte nur auf mittelgradig reduziert werden. Mit zunehmender Ausscheidung von *Hexametra*-Eiern nahm die Anzahl der Oxyuroidea-Eier im Kot kontinuierlich ab. Nach dem 24.1. waren ohne anthelminthische Therapie nie mehr Oxyuroidea-Eier in

den Fäzes dieses Tieres auffindbar.

Bereits weitere 9 Tage später äußerte die Besitzerin den Verdacht des erneuten Auftretens von Wanderlarven unter der Haut, da es wieder zur Bildung von Umfangsvermehrungen gekommen war. Unter starker Sedierung (26 mg/kg KM Alfaxolon i.m.) und lokaler Anästhesie (Emla® Creme 5 %) wurden am 25. Jänner 2019 aus Schwellungen an der linken Helmhälfte, ventral an der Brust zwischen den Vorderextremitäten, und vor allem im Rachen sowie unter der Rachenschleimhaut insgesamt 18 Nematoden mechanisch entfernt. Es zeigte sich weiters, dass das Wurmkonvolut den Rachenraum einengte und damit offensichtlich die Aufnahme größerer Futtertiere unmöglich machte.

Infolge der anhaltenden mittelgradigen Ausscheidung von *Choleoeimeria*-Oozysten wurde die Kombinationstherapie mit Toltrazuril (10 mg/kg KM p.o.) und Clindamycin (5 mg/kg KM p.o.) gemäß den Angaben von STÖHR und PANTCHEV (2011) gestartet. Damit konnte die Ausscheidung der Oozysten über 14 Tage weitestgehend reduziert werden, erst dann wurde wieder eine geringe bis mittelgradige Anzahl in den Kotproben nachgewiesen.

Hinsichtlich des Spulwurmbefalles waren in allen folgenden koproscopischen Untersuchungen mittel- bis hochgradig *Hexametra*-Eier enthalten. Aufgrund des verschlechterten Allgemeinzustandes des Patienten und der zuvor eingeleiteten Antikokzidientherapie erfolgte erst am 31. Jänner 2019 eine Behandlung mit Pyrantel (5 mg/kg KM p.o.).

Nach der anthelminthischen Therapie wurden von der Patientenbesitzerin elf mit dem Kot ausgeschiedene Nematoden, sowie einige Bestandteile zerplatzter Exemplare aufgefunden. Das Allgemeinverhalten des Patienten besserte sich täglich.

Am 16.02.2019 wurde der Patient tot im Terrarium vorgefunden. Im Rahmen der Obduktion konnten Kachexie und erhebliche Anämie, sowie 38 *H. angusticaecoides*-Exemplare in verschiedensten Lokalisationen nachgewiesen werden (Darm: 18; Leibeshöhle: 15; subkapsulär in der linken Niere: ein Individuum; subkutan: drei; zwischen Thoraxwand und Lunge: ein Individuum) (Abb. 3).

Die gesammelten Nematoden wurden in 80 % Ethanol konserviert. Zur morphologischen Bestimmung wurden einige Exemplare in Glycerin und einige in Berleselösung (bessere Durchsicht und Abgrenzung der Chitinstrukturen) eingelegt. Anhand der morphologischen Merkmale konnten die Nematoden als *Hexametra angusticaecoides* bestimmt werden (CHABAUD u. BRYGOO, 1960; HARTWICH, 1974; SPRENT, 1978; BARTON et al., 2020). Die morphologischen Details betreffen dabei vor allem die drei markanten Lippen an der Mundöffnung mit charakteristischer Innenstruktur (Abb. 4); den muskulösen Oesophagus und den am Übergang zum Darm positionierten Darmdivertikel; sechs Uterusäste und die hinter der Körpermitte gelegene Vulva bei Weibchen; bei den Männchen sind vor allem die am Hinterende (ohne Kaudalflügel) vorhandenen Spikula mit axialem Schaft und seitlichen Flügeln (ca. 1000 µm lang) sowie die Anordnung und Anzahl der Papillen am Hinterende, insbesondere das paranale Papillenpaar, ein Hinweis auf die Spezieszugehörigkeit (Abb. 4). Beide Geschlechter besitzen am Hinterende ein Makron (Abb. 4). Die Morphologie unserer Exemplare deckt sich weitestgehend mit der Originalbeschreibung von CHABAUD und BRYGOO (1960).

Zusätzlich wurden ein Weibchen und ein Männchen molekularbiologisch untersucht. Hierzu wurde aus jeweils einem 5 mm langen Fragment DNA extrahiert. Nach Protease K-Verdau über Nacht und Homogenisierung (Precellys tissue homogenizer mit

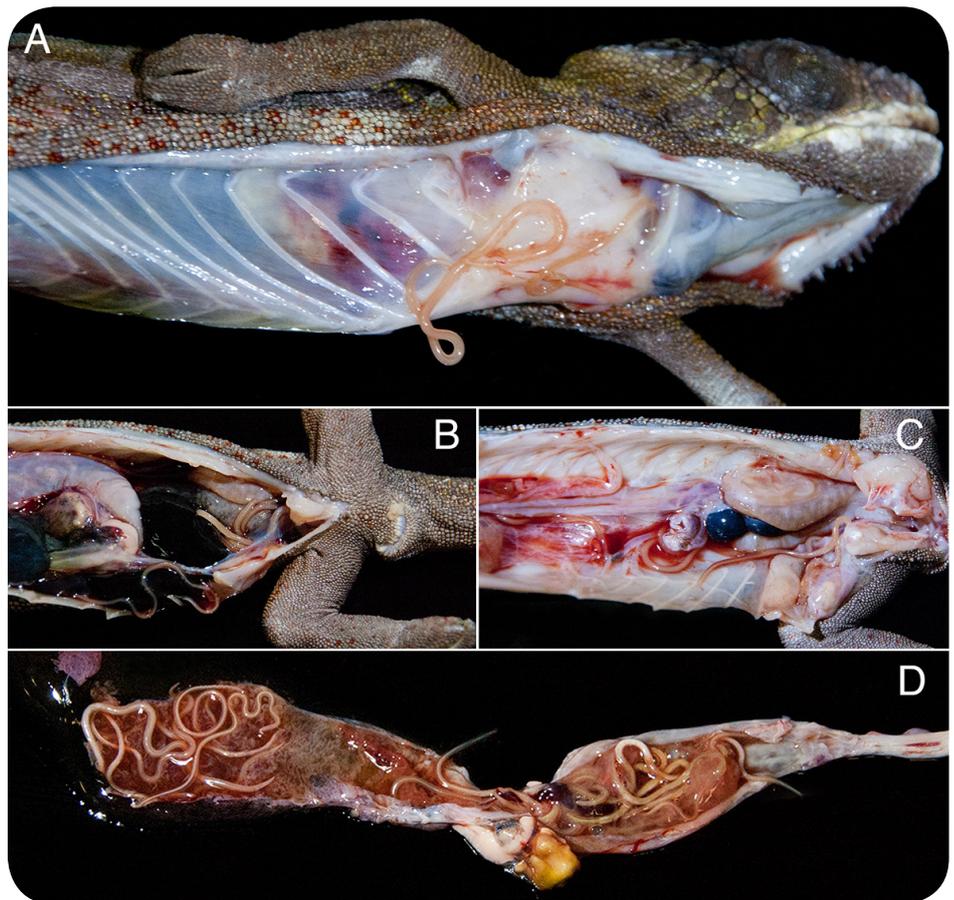


Abb. 3: Pathologische Befunde. (A) *H. angusticaecoides* Exemplare in subkutanem Gewebe und (B, C) in der Coelomhöhle zwischen Organen. (D) Geöffneter Darmtrakt, in welchem sich massenhaft adulte Nematoden befinden / Gross necropsy findings. (A) *H. angusticaecoides* individuals in subcutaneous tissue and (B, C) in coelomic cavity between viscera. (D) Opened intestines showing numerous adult nematodes.

beads) wurde mit dem QIAamp DNA Mini Kit DNA isoliert. Anschließend wurden jeweils mittels PCR drei unterschiedliche DNA-Fragmente amplifiziert, einmal das mitochondriale Gen für die Cytochrom C-Oxidase 1 (cox1) mit den Primern LCO-1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3') und Cox-UniEr (5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3') (FOLMER et al., 1994), dann ein Fragment der 28S rDNA mit den Primern NEMf (5'-GTGAACGGGGAGAAGCCCA-3') und NEMr (5'-CCTTCACAGTACTTGTGCT-3') und schließlich ein großes Fragment der ribosomalen DNA mit den Primern SS1 (5'-GTTTCCGTAGGTGAACCTGCG-3') und NC2 (5'-TTAGTTTCTTTTCTCCGCT-3') (BARTON et al., 2020). Da sich dieses große Fragment schlecht amplifizieren ließ, wurden kürzere Fragmente mit internen Primern NC13R (5'-GCTGCGTTCTTCATCGAT-3') (rückwärts) und SS2 (5'-TTGCAGACACATTGAGCACT-3') (vorwärts) (SHAMSI u. SUTHAR, 2016) amplifiziert und sequenziert. Die Banden wurden unter UV-Licht in einem 2%igen Agarose-Gel visualisiert, mit dem QIAquick® Gel Extraction Kit extrahiert und mit einem

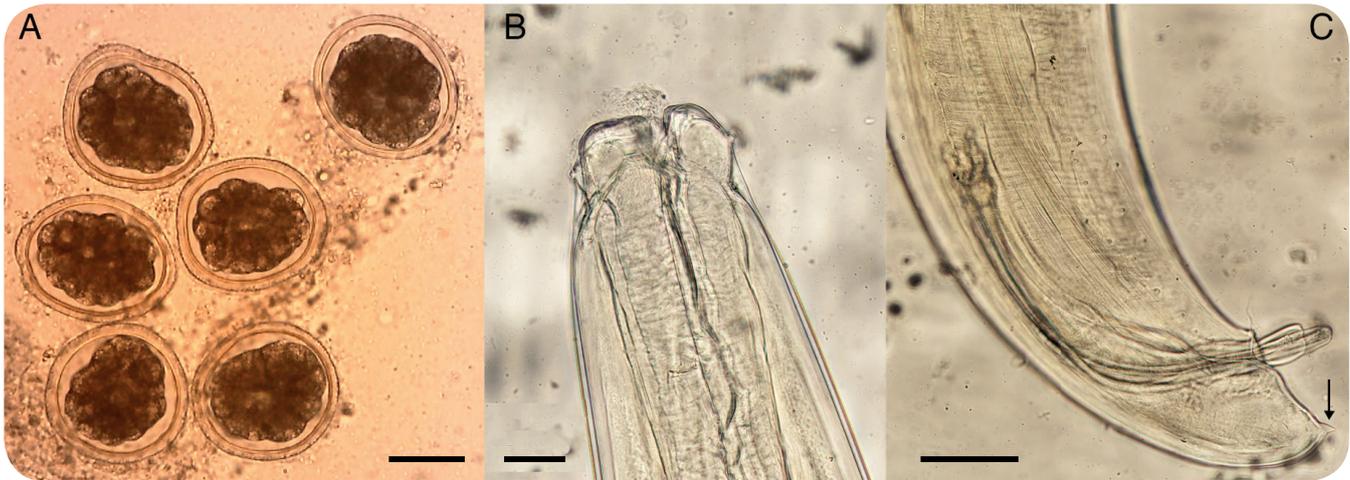


Abb. 4: Lichtmikroskopie verschiedener *H. angusticaecoides*-Stadien. (A) Eier, (B) Vorderende eines adulten Weibchens, (C) typisches Hinterende eines Männchens mit Spikula. Die Balken geben Längen von 50 μm (A) bzw. 100 μm (B, C) an. Der Pfeil zeigt auf das Makron./ Light microscopy of different stages of *H. angusticaecoides*. (A) Eggs, (B) anterior end of an adult female and (C) typical posterior end showing spicules. Scale bars: (A) 50 μm , (B, C) 100 μm . The arrow points to the Makron.

SeqStudio Genetic Analyzer sequenziert. Die erhaltenen Sequenzen wurden mit GeneDoc (NICHOLAS et al., 1997) zu Konsensus-Sequenzen assembliert, mit Sequenzen von verwandten Arten aus der GenBank verglichen und bei der GenBank eingereicht (MW386882, MW387515 und MW442159). Die Sequenzen des Weibchens und des Männchens waren jeweils identisch. Dies sind die ersten *cox1*- und *28S*-Daten zu *Hexametra angusticaecoides* und zu *Hexametra* insgesamt. Das sequenzierte Fragment der ribosomalen DNA ist 1042 bp lang, enthält den *internal transcribed spacer 1 (ITS1)*, das *5,8S*-Gen und den *ITS2*, und hat 92,55 % (870/940 bp) Übereinstimmung zu der einzigen Sequenz von *Hexametra angusticaecoides* (MN876031), die in der GenBank verfügbar ist.

Bezugsquellennachweis

Alfaxolon: Alfaxan®, Jurox (UK) Limited, Worcestershire, UK; Butorphanol: Butomidol®, Richter Pharma AG, Wels, Österreich; Clindamycin, Zodon®, Ceva Santé Animale, Louvèrne, Frankreich; Lidocain/Prilocain: Emla® Creme 5 %, Aspen Pharma Trading Limited, Dublin, Irland; Mariendistelextrakt: Legalon® 70 mg, MADDAUS GmbH, Köln, Deutschland; Povidon-Jod: Betaisodonlösung standardisiert, Mundipharma GmbH, Limburg, Deutschland; Precellys tissue homogenizer mit beads, Bertin Instruments, Frankfurt am Main, Deutschland; Pyrantel: Banminth®, Zoetis Belgium SA, Louvain-la-Neuve, Belgien; QIAamp DNA Mini Kit, Qiagen, Wien, Österreich; QIAquick® Gel Extraction Kit, Qiagen, Wien, Österreich; SeqStudio Genetic Analyzer, ThermoFischer Scientific, Wien, Österreich; Toltrazuril: Baycox® 5%ig, Bayer Animal Health, Leverkusen, Deutschland

■ Diskussion

Diagnostik

Der vorliegende Fallbericht zur *H. angusticaecoides*-Infektion eines Pantherchamäleons bestätigt die ausgeprägte Pathogenität dieser Spulwurmart und steht hinsichtlich der beschriebenen Pathogenese im Einklang mit Berichten mit tödlichem Ausgang (COKE, 1997; PANTCHEV et al., 2008; BARTON et al., 2020). Wenn subkutane Umfangsvermehrungen mit wurmähnlichem, beweglichem Inhalt bei Chamäleons entstehen, dann sollte in erster Linie an das Auftreten parasitärer Infektionen mit Filarien oder Askariden gedacht werden (IRIZARRY-ROVIRA et al., 2002; PANTCHEV et al., 2008). Zur Abklärung sollten unverzüglich Blut- und Kotproben labordiagnostisch untersucht werden (PANTCHEV et al., 2008). Während bei einem subkutanen Spulwurmbefall die Koproskopie nicht zwingend positiv sein muss, bestätigt der Nachweis von 160 μm langen Mikrofilarien in gefärbten Blutaussstrichen eine Infektion mit adulten Filarien. Bislang wurden ausschließlich bei aus dem Freiland entnommenen Chamäleons Filarien der Gattung *Foleyella* festgestellt, da der Entwicklungszyklus blutsaugende Arthropoden erfordert. Nur sehr vereinzelt könnte es sich auch um subkutan gelagerte Larven von Zestoden oder Akanthozephalen handeln (FRANK, 1981; MUTSCHMANN, 2006). Differenzialdiagnostisch sollten Neoplasien, Abszesse, aber auch, je nach Lokalisation, Ödembildungen ausgeschlossen werden.

Ätiologie, Anamnese, Biologie und Haltung

Hinsichtlich des „Lebenszyklus“ von Spulwürmern bei Chamäleons wurde bislang sowohl die indirekte Übertragung, bei welcher ein (Arthropoden-)Stapelwirt

eingeschaltet ist, als auch ein direkter Weg über infektiösfähige, Zweitlarven enthaltende Eier aus der Umwelt beschrieben (CHABAUD et al., 1962; SPRENT, 1978). Im vorliegenden Fall ergaben sich mehrere Theorien zur Infektionsquelle des Patienten: Vor der Übernahme durch die Besitzerin war das Männchen kurzfristig für einen Zuchtversuch mit zwei adulten Weibchen vergesellschaftet worden, die ohne klinische Symptomatik verstarben. In diesem Falle könnten die beiden weiblichen *F. pardalis*, über deren Herkunft keine Angaben vorliegen, das Terrarium mit *H. angusticaecoides*-Eiern kontaminiert haben. Leider waren weder Kotproben dieser Tiere untersucht worden, noch war eine pathologische Untersuchung erfolgt. *H. angusticaecoides*-Eier benötigten unter Laborbedingungen knapp 15 Tage bei 35 °C zur Entwicklung der infektiösfähigen Zweitlarve (CHABAUD et al., 1962). Unter experimentellen Bedingungen betrug die Zeitspanne zwischen der Aufnahme larvenhaltiger Stapelwirte bis zur zweiten Häutung 30, bis zur dritten Häutung 60 und bis zur vierten Häutung in der Körperhöhle und dem subkutanen Gewebe knapp 120 Tage. Nach der dritten Häutung erreichten die Larven bereits eine Länge von 2,5 cm (CHABAUD et al., 1962; ANDERSON, 2000). Zur Wanderung in den Darmtrakt sowie zur Entwicklung zu Adulten liegen in dieser Studie keine Zeitangaben vor.

Im vorliegenden Fall verweigerte das Tier ab etwa dem 60. Tag nach der Übernahme die Aufnahme größerer Futtertiere. Wanderstadien im Oesophagusbereich erlangten zu diesem Zeitpunkt wahrscheinlich bereits eine Länge von 2 cm, die allerdings im Rahmen der Erstuntersuchung bei der Inspektion des Rachens noch nicht erkannt werden konnten. Die Besitzerin wurde nach 96 Tagen auf Schwellungen am Tierkörper aufmerksam. Am 125. Tag erfolgte die erste Entnahme von subadulten *Hexametra*-Exemplaren aus der Subkutis. Erst 137 Tage nach der Übernahme konnten im Rahmen der kontinuierlich durchgeführten koproskopischen Diagnostik erstmals vereinzelt Spulwurmeier im Kot des Patienten nachgewiesen werden. In allen weiteren Kotproben waren mittel- bis hochgradig *Hexametra*-Eier enthalten. Damit wurde die Patenz beginnend mit dem Tag 137 nach Übernahme des Tieres erfasst. Basierend auf dem Abgleich dieser Zeitspannen mit den oben erwähnten Laborstudien könnte die Infektion des Tieres somit vor der Übernahme stattgefunden haben.

Eine weitere mögliche Infektionsquelle könnte das Terrarium der Besitzerin gewesen sein, in welchem zuvor ein Jemenchamäleon und ein Madagaskar-Taggecko gehalten worden waren.

Die Besitzerin gab an, das Terrarium, mit Ausnahme der Rückwand, vor der Neubelegung mit Essigwasser gereinigt zu haben. Askarideneier weisen eine sehr hohe Tenazität auf und können mehrere Monate infektiös in der Umwelt überdauern (DAUGSCHIES et al., 2013). Der Patient könnte somit auch unmittelbar nach der Umsiedelung in das neue Terrarium larvenhaltige

Eier aufgenommen haben, da der Besitzerin knapp 96 Tage nach der Übernahme erstmalig Schwellungen auffielen. Weder für das Jemenchamäleon noch für den Madagaskar-Taggecko, die Herkunft beider Tiere war unbekannt, lagen Hinweise auf einen *H. angusticaecoides*-Befall vor. Beim Jemenchamäleon, das vorwiegend auf der arabischen Halbinsel lebt, ist *H. applanata* als mögliche Spulwurmart beschrieben (PANTCHEV et al., 2008).

Eine Ansteckung durch selbstgefangene Heuschrecken, die die Besitzerin zur Fütterung verwendete und welche möglicherweise als Stapelwirt fungierten, halten wir für unwahrscheinlich, da keine Nachweise von mit *H. angusticaecoides*-befallenen Reptilien aus Mitteleuropa bekannt sind.

Wirtsspektrum und Taxonomie

Erstmals beschrieben wurde *H. angusticaecoides* 1960 beim Madagaskar-Riesenchamäleon und beim Warzenchamäleon auf Madagaskar (CHABAUD u. BRYGOO, 1960), welche zu den größten Chamäleon-Spezies der Welt zählen (GLAW u. VENCES, 2007). In der Erstbeschreibung wurde sowohl über adulte Würmer in unterschiedlichen Darmabschnitten, als auch über juvenile Stadien in der Körperhöhle der Chamäleons berichtet, nicht jedoch im subkutanen Gewebe (CHABAUD u. BRYGOO, 1960). BARTON et al. (2020) beschrieben erstmalig eine *H. angusticaecoides*-Infektion bei Neukaledonischen Kronengeckos (*Correlophus ciliatus*) in einem Zoo in Hong Kong, bei der 5 von 10 Geckos starben. Die Tiere bildeten ebenfalls subkutane Umfangsvermehrungen aus, und bei der Sektion konnten massenhaft Nematoden an unterschiedlichen Lokalisationen, darunter in der Coelomhöhle, im Verdauungstrakt und in der Augenhöhle gefunden werden. Die aus extraintestinalen Lokalisationen stammenden *H. angusticaecoides*-Exemplare wurden morphologisch untersucht, und trotz der Anwesenheit adulter Weibchen und Männchen konnten keine graviden Weibchen nachgewiesen werden. Die Autoren vermuteten den Grund in der hohen Mobilität der Nematoden, sodass diese keine Gelegenheit zur Paarung fanden. Schlüssig wäre, dass Paarung und Reproduktion bei Askariden nur im Verdauungstrakt sinnvoll erscheinen, da nur von dort die Eier mit dem Kot ins Freie gelangen. Die präadulten extraintestinalen Stadien können andererseits nach Aufnahme durch einen Endwirt rasch im Darm geschlechtsreif werden und mit der Reproduktion beginnen (verkürzte Präpatenz).

Zu berücksichtigen ist auch, dass die aus Neukaledonien stammenden Kronengeckos keine natürlichen Endwirte für *H. angusticaecoides* sein können. Damit bleiben als Infektionsquelle, wie auch die Autoren vermuten, nur die madagassischen Blattschwanzgeckos (*Uroplatus sikorae*, Wildfänge), die zuvor und gemeinsam mit 5 Kronengeckos ein

Terrarium teilten und bald nach dem Import verendeten (BARTON et al., 2020). Aus der Studie ist ersichtlich, dass vereinzelt *Hexametra*-Eier in untersuchten Kotproben nachweisbar waren, also auch einzelne Kronengeckos einen patenten Befall haben mussten.

H. angusticaecoides ist wahrscheinlich eine autochthone Spulwurmspezies von Schlangen und Chamäleons in Madagaskar, die sich hier in den letzten 90 Millionen Jahren in isolierter Evolution entwickelten. Andererseits lässt die große morphologische Varianz innerhalb der *Hexametra*-Arten, die zu Überschneidungen auch zwischen den Arten führt, grundsätzlich an der Validität der früher zahlreich beschriebenen *Hexametra*-Spezies zweifeln (PETTER, 1968).

So kann derzeit auch nicht einwandfrei geklärt werden, ob es sich bei den *Hexametra*-Exemplaren aus den Kronengeckos (BARTON et al., 2020) und den im vorliegenden Fallbericht erfassten Würmern tatsächlich um dieselbe Art handelt. Zwar sprechen die morphologischen Daten bei beiden Studien eindeutig für *H. angusticaecoides*, jedoch zeigten die untersuchten Individuen deutliche Sequenzunterschiede im analysierten DNA-Fragment, insbesondere in den Spacer-Regionen 1+2, welche allerdings für ihre hohe Variabilität bekannt sind. Da leider weder von anderen Individuen dieser Art noch von anderen Arten dieser Gattung Sequenzdaten zur Verfügung stehen, lässt sich die Frage, ob es sich bei den untersuchten Individuen der beiden Studien tatsächlich um dieselbe Art handelt, leider nicht eindeutig beantworten.

Biologie und Lebenszyklus

Nach oraler Aufnahme infektionsfähiger *H. angusticaecoides*-Zweitlarven beschrieben CHABAUD et al. (1962) die Ansiedelung, Häutung und ein starkes Wachstum der Larven im subkutanen Gewebe und in der Leibeshöhle von Pantherchamäleons. Die Autoren meinen, dass der finale Ansiedelungsort im Darmtrakt durch einen trachealen Weg über die Lunge erreicht wird. Aufgrund der enormen Größe der Larven (bereits 2,5 cm nach der dritten Häutung; vgl. CHABAUD et al. (1962)) halten wir einen trachealen Wanderweg von L4 für unwahrscheinlich, da diese Wanderung einen nicht unerheblichen Gewebsschaden verursachen müsste. Wahrscheinlicher ist für uns, dass subkutan gelegene Larven und solche aus der Leibeshöhle den Ansiedelungsort nicht mehr verlassen. Der Darmtrakt dürfte durch die Wanderung von L3 erreicht werden, die nicht bereits durch Häutungen und Ansiedelung im subkutanen Gewebe oder in anderen Organen solch eine erhebliche Größe erreicht haben. Aufgrund des sehr breiten Wirtsspektrums von *H. angusticaecoides*, welches sowohl madagassische Schlangen als auch Chamäleons einschließt (MORTON u. KRYSKO, 2012), scheint das Pantherchamäleon einerseits eine Zwischenwirtfunktion und andererseits auch eine Endwirtfunktion mit adulten, fertilen Nematoden im Darm einzunehmen.

ANDERSON (2000) bezeichnete dieses Phänomen als „frühreife Entwicklung“, welches die ungewöhnlich weite Entwicklung von Nematoden in ihrem Zwischenwirt beschreibt, und führte Chamäleons als Zwischenwirt und Boas als Endwirt für *H. angusticaecoides* an. Molekulargenetische Befunde verorten den Ursprung der Überfamilie Ascaridoidea im Unteren Karbon und die Differenzierung der Familie Ascarididae in die Trias-Jura (LI et al., 2018). In diesen Perioden dominierten unter den Wirbeltieren die „Reptilien“ die terrestrischen Nahrungsketten. Möglicherweise sind derartige duale Entwicklungswege bei Askariden in diesen Erdperioden entstanden, in denen räuberische Reptilien vornehmlich Reptilien erbeuteten bzw. von Reptilien erbeutet wurden. Das Nebeneinander intestinaler adulter und extraintestinaler präadulter Stadien begünstigte auf diese Weise das Überleben der Parasiten. Das ist noch immer an der Tatsache erkennbar, dass auch Schlangen massenhaft extraintestinale Askaridenstadien beherbergen können (PEICHOTO et al., 2016), insbesondere, weil größere Schlangen auch kleinere fressen (CUNDALL u. GREENE, 2000).

In einer umfangreichen Studie zur Biologie von insgesamt sieben verschiedenen Chamäleonarten auf Madagaskar sammelte LUTZMANN (2006) auch 53 frisch abgesetzte Kotproben, 22 davon von Pantherchamäleons. In keiner Probe konnten Eier von *Hexametra* nachgewiesen werden. Vereinzelt wurden Eier von *Heterakis* bei Panther- und Kapuzenchamäleons (*Callumma cucullatum*) aufgefunden, die mit Askarideneiern verwechselt wurden. Interessanterweise deckte sich das Untersuchungsgebiet mit dem Ort der Erstbeschreibung von *H. angusticaecoides*, jedoch konnte kein patent Befall mit *H. angusticaecoides* bei freilebenden Chamäleons in dieser Studie nachgewiesen werden (LUTZMANN, 2006). BIALLAS (2013) konnte bei ihrer ausführlichen Studie zum Parasitenbefall bei Chamäleons in menschlicher Obhut (Deutschland) auf insgesamt 212 Kotproben, 55 davon von Pantherchamäleons zurückgreifen. Leider wurden letztere nicht getrennt ausgewertet. Es liegt nur die Information vor, dass bei 29,2 % (14 Individuen) der Wildfänge und bei 1,2 % (2 Individuen) der Nachzuchten aller erfassten Chamäleons eine Infektion mit Askariden/Heterakiden beobachtet werden konnte ($p=0,0001$), womit Wildfänge häufiger befallen waren als Nachzuchten. Dies wird auch durch die Studie von STETS (2019) bestätigt, in der Kotproben von 646 Pantherchamäleons (410 Wildfänge, 236 Nachzuchten; Ukraine) analysiert wurden. Bei 16,34 % der Wildfänge waren *Hexametra*-Eier nachweisbar, alle Proben von Nachzuchtieren waren dagegen hinsichtlich einer Askarideninfektion negativ.

Ko-Infektionen und deren Therapie

Infektionen mit Kokzidien der Gattung *Choleoimeria*, welche häufig bei Panther- und Jemen-

chamäleons auftreten, stellen aufgrund der geringen Therapiemöglichkeiten eine Herausforderung in der Reptilien-Medizin dar. Im Gegensatz zu Kokzidien der Gattung *Isoospora* führt eine alleinige Behandlung mit Toltrazuril (10 bis 25 mg/kg KM) nicht zum Behandlungserfolg (STÖHR u. PANTCHEV, 2011). Auch im vorliegenden Fallbericht brachte die alleinige Toltrazurilgabe (anfänglich 20 mg/kg KM p.o. im Abstand von 14 Tagen, später 10 mg/kg) keinen Therapieerfolg. STÖHR und PANTCHEV (2011) berichteten über die Möglichkeit einer Kombinationstherapie mit Toltrazuril (10 mg/kg KM, 3 Tage in Folge p.o. mit einer Wiederholung nach einer Woche) und Clindamycin (5 mg/kg, 1x tgl. p.o. für eine Woche), welche zu einer Sistierung der *Choleoeimeria*-Ausscheidung führte. Im vorliegenden Fall wurde dieses Regime nach der anfänglich alleinigen Toltrazurilgabe übernommen, jedoch konnten 14 Tage nach Abschluss der Therapie nach vorübergehender Reduktion bis Sistierung wieder gering- bis mittelgradig Oozysten im Kot nachgewiesen werden. Die *Isoospora*-Infektion bei dem hier vorgestellten Fall konnte mit Toltrazuril erfolgreich behandelt werden. Die Ineffektivität einer Toltrazurilbehandlung bei *Choleoeimeria*-Infektionen wird mit der unterschiedlichen phylogenetischen Stellung dieser Parasiten im Vergleich zu *Eimeria*-Arten bei Warmblütern, mit unterschiedlichen morphologischen Eigenschaften und mit der Lokalisation der Parasiten in der Gallenblase erklärt (SCHNELLER u. PANTCHEV, 2011; STÖHR u. PANTCHEV, 2011).

Therapie von *Hexametra* spp.

Die Behandlung der Nematodeninfektion erfolgte vorerst nur durch manuelle Entfernung aller sichtbaren subkutanen Larven. Erst die Bestimmung der Exemplare ermöglichte Hinweise auf die Pathogenese des Parasiten und weitere Behandlungsschritte. Eine sofortige antiparasitäre Behandlung wurde bewusst nicht durchgeführt, da ein Massensterben von Wanderlarven befürchtet wurde. Allerdings wurde das Tier in ein Quarantänebecken umgesetzt und frisch abgesetzter Kot, zur Verhinderung der direkten Reinfektion, sofort entfernt. Bereits davor wurde das Chamäleon penibel sauber gehalten, sodass eine Reinfektion zum damaligen Zeitpunkt sehr unwahrscheinlich war. Nachdem das Tier gut Wasser und Breinahrung von der Spritze annahm und Chamäleons sehr oft nach Injektionen jeglicher Art zu bleibenden Hautverfärbungen neigen, wurde von einer Infusionstherapie abgesehen. Die Therapie mit nicht-steroidalen Entzündungshemmern wurde ange-dacht. Nachdem das Reptil aber nach der Entfernung der Larven jeweils eine deutliche Verbesserung des Allgemeinbefindens wie aktiveres Verhalten, „grünere“ Hautfärbung, besseres Fressverhalten zeigte, wurde auf die Gabe verzichtet. Das einmalige Erbrechen nach der Toltrazurilgabe (einmalig 20 mg/kg KM), lässt

sich eventuell auf eine zu hohe Dosierung zurückführen. Das Problem trat nach einer Dosisreduktion auf 10 mg/kg und täglicher Gabe nicht wieder auf. Nach dem Versuch, die *Choleoeimeria*-Infektion mittels Toltrazuril und Clindamycin zu behandeln, wurde keine weitere antibiotische Therapie angeschlossen.

Da die Kotproben ab dem 22.1. hochgradig *Hexametra*-Eier enthielten und somit auch von einer Darmbesiedelung ausgegangen wurde, entschieden wir uns zur Gabe von einem vorrangig lokal im Verdauungstrakt wirkenden Anthelminthikum (5 mg/kg KM Pyrantel) zur selektiven Abtötung der im Darm parasitierenden Stadien (REHBEIN, 2006). Eine Abtötung aller Stadien erschien uns zu riskant, zuerst aufgrund der unklaren Infektionslage, um welchen Parasiten es sich tatsächlich handelte; danach aufgrund des gehäuften Auftretens von neuerlichen Wanderlarven und der Vermutung, dass viele von ihnen nicht lokalisierbar waren. Im Nachhinein stellt sich die Frage, ob ein unverzügliches systemisches Entwurmen mit Fenbendazol (100 mg/kg KM) unmittelbar nach dem Auftreten und sofortigen Entfernen der ersten subkutanen Nematoden eine bessere Chance auf Erfolg gehabt hätte. BECK und PANTCHEV (2012) wiesen darauf hin, dass diese Dosis wahrscheinlich nur die intestinalen Stadien abtötet und zur Erfassung der extraintestinalen Stadien wiederholte Gaben von Fenbendazol erforderlich sein dürften. COKE (1997) berichtete, dass die von ihm importierten Pantherchamäleons vor dem Transport 3-malig mit Fenbendazol (100 mg/kg KM) und 1-mal mit Ivermectin (0,2 mg/kg KM) vorbe-handelt waren und trotzdem plötzlich und ohne vorherige klinische Symptomatik verstarben. Im Intestinum waren adulte *H. angusticaecoides* enthalten. Nach BARTON et al. (2020) wurde ein patent befallener Kronengecko mit Fenbendazol (25 und 50 mg/kg KM) und anschließend mit Pyrantel (10 mg/kg KM) behandelt, ohne dass eine Reduktion der Ausscheidung von *Hexametra*-Eiern eintrat. Dies entspricht unseren Beobachtungen, wobei bei unserer Dosierung nur ein Teil der vorhandenen intestinalen Stadien ausgeschieden wurde.

Besondere Vorsicht ist bei der Gabe von Anthelminthika an Chamäleons immer angebracht. Zum Beispiel verendete ein Pantherchamäleon nach zwei Gaben von Levamisol (5 mg/kg KM und 10 mg/kg KM), obwohl sich das Tier scheinbar zuerst erholte (IRIZARRY-ROVIRA et al., 2002). Ein Gracefulchamäleon (*Chamaeleo gracilis*) verendete nach einer Gabe von Selamectin (12 mg/kg KM) ebenfalls zur Behandlung eines Filarienbefalles (PELLET et al., 2014). Ebenso verlief ein Therapieversuch mit Ivermectin (0,2 mg/kg KM, s.c.) letal für ein Senegalchamäleon (*Chamaeleo senegalensis*) (SZÉLL et al., 2001). Allerdings wurde in den Studien nicht immer eindeutig abgeklärt, ob die Chamäleons direkt durch die Gabe des Anthelminthikums oder erst in Folge der zu effizienten Abtötung der Filarien verendeten.

Neben der Behandlung stellen die Übersiedelung des Patienten in ein Quarantäne-Terrarium sowie die Sanierung des ursprünglichen Terrariums bei Parasitenbefall zur Vermeidung von Reinfektionen entscheidende Faktoren dar, um Therapieerfolge zu erzielen (SCHNELLER u. PANTCHEV, 2011). Besonders bei Endoparasiten mit direktem Lebenszyklus kann die Verhinderung einer permanenten Reinfektion durch Umweltstadien die Therapie absichern. Auf die Sicherstellung der Minimalbedingungen (Temperatur und Luftfeuchtigkeit für den jeweiligen Patienten), einfache Reinigungsmöglichkeiten (Zeitungs- oder Küchenrolle als Bodensubstrat) und die regelmäßige und gründliche Entfernung von Kot aus dem Ausweichterrarium ist dabei besonders zu achten. Die Sanierung des eigentlichen Terrariums sollte nach fachmännischer Anleitung (SCHNELLER u. PANTCHEV, 2011) und in Absprache mit einem/r spezialisierten Tierarzt/Tierärztin durchgeführt werden, um den Eintrag von infektiösen Parasitenstadien zu vermeiden.

Im Falle einer *Hexametra*-Infektion bei Chamäleons sollte stets auch eine kritische Evaluierung der möglicherweise vorliegenden Befallsintensität, unter Berücksichtigung des klinischen Allgemeinzustandes des Patienten, versucht werden. Bei einem nachgewiesenen patenten Befall muss stets mit zahlreichen Larvenstadien in der Leibeshöhle und in

inneren Organen gerechnet werden, deren chirurgische Entfernung sehr schwierig erscheint. Vor allem, wenn es zu rezidivierendem Auftreten von subkutan gelegenen Askaridenlarven kommt und so von einer nicht beherrschbaren Situation ausgegangen werden muss, sollte eine Euthanasie in Betracht gezogen werden. Bei unklaren Situationen zur Befallsintensität kann in jedem Fall eine sofortige Behandlung mit Pyrantel durchgeführt werden. Das Medikament zeigt eine gute Verträglichkeit, weiters gibt es anhand der ausgeschiedenen Würmer einen guten Überblick über den Grad des Befalles. Auch kann die Darmschleimhaut abheilen, die Verdauung normalisiert und die Resorption von Nährstoffen verbessert werden, was zu einer Steigerung des Allgemeinbefindens führt. Vorab jedoch sollte ein Besitzergespräch über die Schwierigkeit der Prognosestellung und die Komplikation eines Therapieversuches ohne ausreichende Diagnostik geführt werden.

Danksagung

Wir möchten uns herzlichst bei der Patientenbesitzerin für die umfangreiche Mithilfe bei der Erhebung der Anamnese, der bildlichen Dokumentation und die kooperative Zusammenarbeit und die Zustimmung der Verwendung der Daten zur Veröffentlichung bedanken. Bei zwei anonymen Gutachtern bedanken wir uns für die konstruktive Kritik am eingereichten Manuskript.

Fazit für die Praxis

Bei subkutanen Umfangsvermehrungen bei Reptilien sollte differentialdiagnostisch primär an parasitäre Infektionen mit Filarien und Askariden gedacht werden. Subkutan liegende Helminthen können durch Stichinzisionen entfernt werden. Zusätzlich durchgeführte Blut- und Kotuntersuchungen sichern die Diagnose ab. Grundsätzlich sind die vorübergehende Haltung in einem Quarantäne-Terrarium, die rechtzeitige Entsorgung von Kot und die Sanierung des Terrariums (SCHNELLER u. PANTCHEV, 2011) grundlegende Faktoren, um einen Therapieerfolg zu erzielen und Reinfektionen zu vermeiden. Bei Chamäleons mit *Hexametra*-Befall ist die Prognose jedoch kritisch zu beurteilen, vor allem, wenn Larven rezidivierend subkutan auftreten. Eine rasch erfolgte Entwurmung mit Fenbendazol oder Pyrantel beseitigt intestinale Stadien. Nur wenn die Anzahl der extraintestinalen Stadien gering ist, gibt es eine Chance auf Genesung.

Literatur

- ANDERSON, R.C. (2000): Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission. 2nd ed., CABI Publishing, Wallingford.
- BARTON, D.P., MARTELLI, P., LUK, W., ZHU, X., SHAMSI, S. (2020): Infection of *Hexametra angusticaecoides* Chabaud & Brygoo, 1960 (Nematoda: Ascarididae) in a population of captive crested geckoes, *Correlophus ciliatus* Guichenot (Reptilia: Diplodactylidae). Parasitology **147**, 673–680.
- BECK, W., PANTCHEV, N. (2012): Praktische Parasitologie bei Heimtieren: Kleinsäuger-Vögel-Reptilien-Bienen. 2. Aufl., Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 290–297.

- BIALLAS, S. (2013): Zur Bedeutung von Endoparasiten bei Chamäleons (Sauria: Chamaeleonidae) aus Wildfängen und Nachzuchten. Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig.
- CHABAUD, A.G., BRYGOO, E.R. (1960): Nématodes parasites de caméléons malgaches. Memoires de l'Institut scientifique de Madagascar, Serie A **14**, 125–159.
- CHABAUD, A.G., BRYGOO, E.R., PETTER, A.J. (1962): Parasitologie – démonstration expérimentale de différents types de cycles évolutifs potentiels chez un ascaride de cameleon. C R Hebd Seances Acad Sci **255**, 2320–2321.
- COKE, R.L. (1997): *Hexametra* transmission between wild caught panther chameleons (*Chamaeleo pardalis*) and captive born veiled chameleons (*Chamaeleo calyptrotus*): A case report. Proceedings of the Association of Reptilian and Amphibian Veterinarians **4**, 25–27.

- CUNDALL, D., GREENE, H.W. (2000): Feeding in Snakes. In: SCHWENK, K. (Ed.): Feeding. Form, Function, and Evolution in Tetrapod Vertebrates. Academic Press, London, 293–333.
- DAUGSCHIES, A., BANGOURA, B., LENDNER, M. (2013): Inactivation of exogenous endoparasite stages by chemical disinfectants: current state and perspectives. *Parasitol Res* **112**, 917–932.
- ECKHARDT, F., STRUBE, C., MATHES, K.A., MUTSCHMANN, F., THIESLER, H., KRAUS, C., KAPPELER, P.M. (2019): Parasite burden in a short-lived chameleon, *Furcifer labordi*. *Int J Parasitol Par Wildl* **10**, 231–240.
- FOLMER, O., BLACK, M., HOEH, W., LUTZ, R., VRIJENHOECK, R. (1994): DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol Mar Biol Biotechnol* **3**, 294–299.
- FRANK, W. (1981): Endoparasites. In: COOPER, J.E., JACKSON, O.F. (Eds.): Diseases of the Reptilia. Vol 1. Academic Press, London, 291–350.
- FRANK, W. (1985): Infektion (Invasionen) mit Parasiten (Parasitosen). In: ISENBÜGEL, E., FRANK, W. (Hrsg.): Heimtierkrankheiten. Ulmer, Stuttgart, 226–320.
- GLAW, F., VENCES, V. (2007): A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar. 3rd ed., Vences & Glaw, Köln.
- HALLINGER, M.J., TAUBERT, A., HERMOSILLA, C., MUTSCHMANN, F. (2018): Occurrence of health-compromising protozoan and helminth infections in tortoises kept as pet animals in Germany. *Par Vect* **11**, 352. doi:10.1186/s13071-018-2936-z
- HALLINGER, M.J., TAUBERT, A., HERMOSILLA, C. (2020): Occurrence of *Kaliocephalus*, *Strongyloides*, and *Rhabdias* nematodes as most common gastrointestinal parasites in captive snakes of German households and zoological gardens. *Parasitol Res* **119**, 947–956.
- HARTWICH, G. (1974): Keys to genera of the Ascaridoidea. In: ANDERSON, R.C., CHABAUD, A.G., WILLMOTT, S. (Eds.): CIH Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. 2nd ed., CAB International, London, 1–15.
- IRIZARRY-ROVIRA, A.R., WOLF, A., BOLEK, M., CHRISTIAN, J.A., DENICOLA, D.B. (2002): Blood smear from a wild-caught panther chameleon (*Furcifer pardalis*) – What is your diagnosis? *Vet Clin Pathol* **31**, 129–132.
- KUTZER, E., GRÜNBERG, W. (1965): Parasitologie und Pathologie der Spulwurmkrankeheit der Schlangen. *Zentralbl Vet Reihe B* **12**, 155–175.
- KUTZER, E., LAMINA, J. (1965): Zur Biologie einiger Schlangen-Ascariden. *Z Parasitenk* **25**, 211–230.
- LI, L., LU, L., NADLER, S.A., GIBSON, D.I., ZHANG, L-P., CHEN, H-X., ZHAO, W-T., GUO, J-N. (2018): Molecular Phylogeny and Dating Reveal a Terrestrial Origin in the Early Carboniferous for Ascaridoid Nematodes. *Syst Biol* **67**, 888–900.
- LUTZMANN, N. (2006): Untersuchungen zur Ökologie der Chamäleonfauna der Masoala-Halbinsel, Nord-Ost Madagaskar. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- McALLISTER, C.T., BURSEY, C.R., FREED, P.S. (2011): *Oochoristica chavenoni* (Cestoidea: Linstowiidae), *Abbreviata madagascariensis* (Nematoda: Physalopteridae), and *Hexameta angusticaecoides* (Nematoda: Ascarididae) in Malagasy Lizards (Sauria: Chamaeleonidae: Gekkonidae). *Comp Parasitol* **78**, 208–211.
- MORTON, J.J., KRYSKO, K.L. (2012): Known hosts of the nematode endoparasite (Ascarididae: *Hexameta angusticaecoides*), including the Madagascar leaf-nosed snake (Lamprophiidae: *Langaha madagascariensis*). *Manag Biol Inv* **3**, 57–59.
- MUTSCHMANN, F. (2006): Parasitosen der Reptilien. In: SCHNIEDER, Th. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Parasitologie. 6. Aufl., Parey Verlag, Stuttgart, 736–764.
- MUTSCHMANN, F. (2008): Praxis Ratgeber, Erkrankungen bei Schlangen. Chimaira, Frankfurt am Main, 149–151.
- NICHOLAS, K.B., NICHOLAS, H.B., DEERFIELD, D.W. II. (1997): GeneDoc: analysis and visualization of genetic variation. *EMBNW News* **4**, 14.
- PANTCHEV, N., KLEIN, M., BULANTOVA, J. (2008): Subkutane Helminthosen bei Reptilien und Amphibien. 30. Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft Amphibien- und Reptilien-Krankheiten der DGHT, 8. November 2008, Gera, Deutschland.
- PEICHOTO, M.E., SÁNCHEZ, M.N., LÓPEZ, A., SALAS, M., RIVERO, M.R., TEIBLER, P., DE MELO TOLEDO, G., TAVARES, F.L. (2016): First report of parasitism by *Hexameta boddertii* (Nematoda: Ascaridae) in *Oxyrhopus guibeii* (Serpentes: Colubridae). *Vet Parasitol* **224**, 60–64.
- PELLET, S., COPE, I., FIDDES, M. (2014): *Foleyella furcata* from a wild-caught Graceful Chameleon. *Comp Animal* **19**, 218–221.
- PETTER, A. (1968): Observation sur la systématique et le cycle de l'Ascaride *Hexameta quadricornis* (WEDL 1862). *Ann Parasitol Hum Comp* **43**, 655–691.
- PROSL, H., JOACHIM, A. (2006): Veterinärmedizinische Diagnostik. In: HIEPE, T., LUCIUS, R., GOTTSTEIN, B. (Hrsg.): Allgemeine Parasitologie, Parey Medizinverlage, Stuttgart, 355–377.
- RATAJ, A.V., LINDTNER-KNIFIC, R., VLAHOVIĆ, K., MAVRI, U., DOVČ, A. (2011): Parasites in pet reptiles. *Acta Vet Scand* **53**, 33. doi:10.1186/1751-0147-53-33.
- REHBEIN, S. (2006): Antiparasitäre Wirkstoffe und Zielstrukturen. In: HIEPE, T., LUCIUS, R., GOTTSTEIN, B. (Hrsg.): Allgemeine Parasitologie, Parey Medizinverlage, Stuttgart, 404–418.
- SCHNELLER, P., PANTCHEV, N. (2011): Parasitologie bei Schlangen, Echsen und Schildkröten: Ein Handbuch für die Reptilienhaltung. 2. Aufl., Chimaira, Frankfurt am Main, 102–111.
- SHAMSI, S., SUTHAR, J. (2016): Occurrence of *Terranova* larval types (Nematoda: Anisakidae) in Australian marine fish with comments on their specific identities. *PeerJ* **4**:e1722. doi: 10.7717/peerj.1722.
- SPRENT, J.F.A. (1978): Ascaridoid nematodes of amphibians and reptiles: *Polydelphis*, *Travassosascaris* n.g. and *Hexameta*. *J Helminthol* **52**, 355–384.
- STETS, O.V. (2019): Parasites of panther chameleons (*Furcifer pardalis*) grown in captivity and brought from the wild. *J Vet Med Biotechnol Biosafety* **5**, 15–17.
- STÖHR, A., PANTCHEV, N. (2011): *Choleoeimeria* – gibt es neue Therapieansätze? 35. Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft Amphibien- und Reptilien-Krankheiten der DGHT. 02. April 2011, Bonn, Deutschland.
- SZÉLL, Z., SRÉTER, T., VARGA, I. (2001): Ivermectin toxicosis in a chameleon (*Chamaeleo senegalensis*) infected with *Foleyella furcata*. *J Zoo Wildl Med* **32**, 115–117.