

Zeitschrift: Acta Tropica
Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)
Band: 8 (1951)
Heft: 3

Artikel: Analyse des Infektionsverlaufes bei *Ornithodoros moubata* (Murray) und der natürlichen Uebertragung von *Spirochaeta duttoni*
Autor: Burgdorfer, W.
Kapitel: III: Die verschiedenen Möglichkeiten der Uebertragung von Spirochaeten durch *Ornithodoros moubata*
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-310349>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Schon FENG & CHUNG (1938) haben die Wirkung tiefer Temperaturen (sie hielten die Zecken in einem Kühlschrank von 5—8 Grad C) auf die Spirochaeten im Zeckenkörper untersucht, konnten jedoch das Auftreten von «Granulae» als Entwicklungsformen von *Borrelia duttonii* auch nicht bestätigen. Eigenartig ist aber, daß diese Autoren eine Verzögerung des Infektionsverlaufes nur im Darmlumen, in welchem die Spirochaeten bis zum 65. Tage nachzuweisen waren, feststellen konnten. Im Gegensatz zu unsern Resultaten konnten FENG & CHUNG hingegen schon vom 2. Tage an im Cerebralganglion, vom 5. Tage an in den Speicheldrüsen und vom 8. Tage an in den Coxalorganen Recurrenserreger beobachten.

III. DIE VERSCHIEDENEN MÖGLICHKEITEN DER UEBERTRAGUNG VON SPIROCHAETEN DURCH ORNITHODORUS MOUBATA.

Für die Uebertragung von *Borrelia duttonii* auf den Warmblüter sind theoretisch 3 Wege möglich.

1. Die Uebertragung durch die zuweilen noch auf dem Warmblüter durch den After ausgeschiedenen *Exkrete der Malpighischen Gefäße*.

2. Die Uebertragung via *Speicheldrüsensekret*.

3. Die Uebertragung durch die zwischen den Coxen des ersten und zweiten Beinpaares beidseitig aus einem Porus ausfließende *Coxalflüssigkeit* (vgl. Abb. 2 und 4). Dabei besteht die Alternative, daß die Spirochaeten durch die Bißwunde oder durch die unverletzte Haut eindringen.

A. Die Uebertragung durch die Exkrete der Malpighischen Gefäße.

Bei der Untersuchung des Infektionsverlaufes in den Malpighischen Gefäßen (Kap. II, A, 3 c) hat es sich gezeigt, daß die Spirochaeten nie in das eigentliche Gefäßlumen eindringen. Das Ausscheiden infektiöser Exkrete ist somit unmöglich. Um dies auch experimentell zu bestätigen, wurden die aus den Malpighischen Gefäßen, bzw. aus den Rectalampullen ausgeschiedenen Exkrete sowohl mikroskopisch als auch im Mäuseversuch kontrolliert. Durch Druck mittels erwärmten Glasstabes auf die Ventralseite der infi-

zierten Zecken wurde das Ausscheiden der weißlichen, Konkreme enthaltenden Flüssigkeit provoziert. Diese wurden alsdann einerseits im Dunkelfeld ausgetestet, andererseits sofort mit Natriumcitratlösung verdünnt und weißen Mäusen intramuskulär injiziert. Mikroskopisch wurden die analen Ausscheidungen von mehr als 100, im Mäuseversuch jene von 23 stark infizierten Zecken ausgetestet. Auf keine der erwähnten Untersuchungsarten ist es jedoch gelungen, Spirochaeten nachzuweisen, so daß für die Uebertragung des Rückfallfiebers durch die Zecke *Ornithodoros moubata* dieser Weg nicht in Frage kommt.

B. Die Uebertragung durch das Sekret der Speicheldrüsen.

Wie in Kapitel II, A, 3 a festgestellt, weisen vor allem die Speicheldrüsen der in den Nymphenstadien infizierten Zecken einen lang andauernden Spirochaetenbefall auf, während diejenigen der Adulttiere nur vorübergehend und im allgemeinen eher schwach infiziert sind.

Sind solche Zecken nun imstande, das afrikanische Rückfallfieber durch den Biß allein, d. h. via Speichel auf den Warmblüter zu übertragen?

Um dies zu untersuchen, wurden ca. 500 Zecken im ersten, 300 im dritten und je 200 im vierten und fünften Nymphenstadium, sowie 200 Adultzecken infiziert (vgl. Seite 196).

Nach Wartezeiten von 9—600 Tagen wurden die Zecken in verschiedener Zahl weißen Mäusen angesetzt. Sobald ein deutliches Anschwellen des Zeckenkörpers die Blutaufnahme und damit auch die Speichelabgabe bestätigt, entfernt man die Zecken, um die Abgabe der Coxalflüssigkeit auf den weißen Mäusen zu verhindern. Tägliche Kontrollen des Mäuseblutes vom 3. bis 25. Tage erteilen Auskunft über eine eventuell stattgefundenene Spirochaetenübertragung.

Im Gegensatz zu den Befunden anderer Autoren (vgl. Kapitel I, 4 b) erwiesen sich in insgesamt 155 durchgeführten Versuchen alle Entwicklungsstadien von *Ornithodoros moubata* imstande, die Spirochaeten via Speichel zu übertragen. Die in Tabellen 17—21 zusammengestellten Resultate stimmen wiederum auffallend mit den Ergebnissen über den Infektionsverlauf in den Speicheldrüsen überein. Die Fähigkeit, das Rückfallfieber durch den Biß allein, d. h. via Speichel zu übertragen, kommt vorwiegend den Nymphen zu. Daß auch mit geschlechtsreifen Adulttieren hie und da positive Resultate erzielt werden können, war zu erwarten, schon deshalb, weil ja immer wieder unter diesen solche mit stark infizierten Speicheldrüsen zu finden waren.

TABELLE 17.

*Uebertragungsversuche ohne Abgabe der Coxalflüssigkeit.*a) *Zecken infiziert im 1. Nymphenstadium.*

Spirochaeten- stamm	Zahl der saugen- den Zecken	Infektionsalter der Zecken (in Tagen)	Befund der Mäuse nach Tagen	
« <i>Nairobi</i> »	2	9	+	6
	5	9	+	6
	10	9	+	6
	15	9	+	5
	10	11	+	5
	2	12	+	5
	5	12	+	6
	10	12	+	5
	2	14	+	6
	2	14	—	
	3	14	+	5
	3	14	+	17
	3	14	—	
	5	14	+	7
	4	14	+	5
	10	14	+	5
	12	14	+	7
	30	14	+	8
	5	16	+	6
	10	16	—	
	2	18	—	
	5	18	—	
	10	18	+	5
	10	20	+	6
	10	20	—	
	4	21	+	5
	30	21	+	6
	30	21	+	6
	40	21	+	5
	10	24	+	5
	35	28	+	6
	35	28	—	
	30	52	—	
	20	60	—	
	5	62	+	5
	15	72	+	5
	10	84	+	5
	20	87	+	6
	9	158	+	6

TABELLE 18.

Uebertragungsversuche ohne Abgabe der Coxalflüssigkeit.

b) Zecken infiziert im 3. Nymphenstadium.

Spirochaeten- stamm	Zahl der saugen- den Zecken	Infektionsalter der Zecken (in Tagen)	Befund der Mäuse nach Tagen	
« <i>Nairobi</i> »	10	15	+	5
	15	15	+	5
	3	20	+	8
	10	20	+	8
	10	20	+	12
	5	20	+	11
	7	20	+	8
	3	24	—	
	5	24	+	8
	10	24	+	10
	10	26	+	5
	20	26	+	5
	20	31	+	4
	20	31	+	4
	5	60	—	
	10	60	—	
	12	60	—	
	5	61	—	
	5	63	—	
	5	75	—	
	10	76	+	11
	25	80	+	5
	10	84	+	6
	5	88	+	5
	5	88	+	5
	3	92	—	
	5	92	—	
	10	92	—	
	5	139	+	6
	10	140	—	
	15	148	—	
	10	160	+	6
	10	160	—	
	4	189	+	6
	6	196	+	5
	4	250	—	
	7	269	—	

TABELLE 19.

*Uebertragungsversuche ohne Abgabe der Coxalflüssigkeit.*c) *Zecken infiziert im 4. Nymphenstadium.*

Spirochaeten- stamm	Zahl der saugen- den Zecken	Infektionsalter der Zecken (in Tagen)	Befund der Mäuse nach Tagen	
« <i>Nairobi</i> »	3	14	+	6
	4	14	+	5
	7	14	+	5
	12	14	+	7
	30	14	+	7
	3	18	—	
	5	18	+	6
	5	18	+	8
	5	64	+	5
	5	68	+	5
	2	105	—	
	5	105	—	
	10	111	+	7
	10	111	+	5
	10	111	—	
	5	127	—	
	10	132	—	
	5	137	—	
	3	144	—	
	9	144	—	
	5	223	—	
	10	223	—	
	15	225	—	
	10	225	—	

Diese Beobachtung weist eindeutig darauf hin, daß die Uebertragung durch den Biß von der Intensität des Speicheldrüsenbefalles abhängig ist. Zecken mit schwach befallenen Speichelorganen (dies ist vor allem bei den Adulttieren der Fall) sind nicht in der Lage, die Infektion via Speichel zu übertragen. Zweifellos gelangen aber auch von solchen Zecken vereinzelte Spirochaeten in den Warmblüter. Die Tatsache, daß letztere aber nicht an Recurrens erkranken, läßt vermuten, daß für die Infektion der Tiere eine bestimmte Erregermenge notwendig ist.

Obwohl in keiner Versuchsserie regelmäßig positive Ergebnisse erzielt werden konnten, gelang die Uebertragung, ganz unabhängig von der Zahl der saugenden Zecken, am häufigsten während einer 4—5monatigen Infektionsdauer, eine Zeitspanne, in der die Tiere

TABELLE 20.

*Uebertragungsversuche ohne Abgabe der Coxalflüssigkeit.**d) Zecken infiziert im 5. Nymphenstadium.*

Spirochaeten- stamm	Zahl der saugen- den Zecken	Infektionsalter der Zecken (in Tagen)	Befund der Mäuse nach Tagen	
«Nairobi»	10	15	+	5
	20	15	+	5
	20	15	+	6
	5	22	+	7
	5	22	—	
	3	43	+	6
	5	50	+	5
	10	50	+	6
	10	76	—	
	3	100	+	6
	8	112	—	
	8	198	—	
	6	240	—	
	5	265	+	11
	30	454	—	

auch in der Natur wiederholt Blut aufnehmen und dabei das Rückfallfieber übertragen können.

Der erste Erregernachweis im Blut natürlich infizierter Mäuse gelingt in der Regel nach einer 4- bis 8tägigen, selten mehr als 10-tägigen Inkubationszeit. Im Verlaufe der Untersuchungen hat es sich aber gezeigt, daß die Blutkontrolle, auch wenn längere Zeit durchgeführt, zu falschen Resultaten führen kann. Die Tatsache, daß immer wieder Versuchsmäuse, in deren peripherem Blut keine Spirochaeten zu finden waren, eingingen, hat mich bewogen, kurz vor Exitus solcher Tiere deren Leber zu Suspensionen zu verarbeiten und gesunden Mäusen intraperitoneal zu injizieren.

In 12 Fällen ist es auf diese Weise gelungen, im Blut der frisch geimpften Mäuse nach 5- bis 7tägiger Inkubationszeit Spirochaeten nachzuweisen. Demnach können die Warmblüter während längerer Zeit Spirochaetenträger sein, ohne daß das periphere Blut befallen wird (vergleiche R. GEIGY & W. BURGDORFER [1951]).

Von dieser Beobachtung ausgehend wurde nun auch untersucht, wann die ersten Spirochaeten in der Mäuseleber festzustellen sind. Dabei hat es sich gezeigt, daß die Recurrenserreger bei natürlicher wie auch experimenteller Injektion schon nach 24 Stunden in die

TABELLE 21.

*Uebertragungsversuche ohne Abgabe der Coxalflüssigkeit.**e) Zecken infiziert im Adultstadium.*

Spirochaeten- stamm	Zahl der saugen- den Zecken	Infektionsalter der Zecken (in Tagen)	Befund der Mäuse nach Tagen	
« <i>Nairobi</i> »	4	9	—	
	5	9	—	
	1	10	—	
	3	12	—	
	1	14	—	
	1	14	+	5
	3	14	+	6
	7	14	+	5
	5	20	—	
	5	20	—	
	3	30	—	
	3	30	—	
	10	30	—	
	5	50	—	
	3	51	—	
	7	51	—	
	10	51	—	
	4	67	—	
	9	115	—	
	3	119	—	
	5	130	—	
	2	130	—	
	5	135	—	
	5	160	+	6
	2	160	—	
	8	175	+	6
	5	175	—	
	4	189	+	6
	3	190	—	
	6	190	—	
	6	199	+	6
	5	212	—	
	3	220	—	
	4	251	—	
	3	618	—	

Leber gelangen und von hier aus erst nach mehreren Tagen das periphere Blut befallen ⁶.

⁶ Ueber diese Untersuchungen wird in einer späteren Publikation berichtet werden.

Für die bisher beschriebenen Uebertragungsversuche wurde ausschließlich der Laboratoriumsstamm «*Nairobi*» verwendet. Kontrollversuche (vgl. Tabelle 22) mit andern Spirochaetenstämmen (vgl. Seite 195) führten zu keinen abweichenden Resultaten, indem auch diese via Speichel auf den Warmblüter übertragen wurden.

TABELLE 22.

Uebertragungsversuche ohne Abgabe der Coxalflüssigkeit.

f) *Kontrollversuche mit anderen Spirochaetenstämmen.*

Spirochaeten- stamm	Alter		Infektionsalter der Zecken (in Tagen)	Befund der Mäuse nach Tagen	
	Zahl der Zecken	der Zecken			
«Ifakara»	2	adult	?	+	6
	3		?	+	5
«Mkasu»	3	2. Ny.	21	+	5
	5		21	+	6
«Itete»	5	4. Ny.	15	+	5

C. Die Uebertragung durch die Coxalflüssigkeit.

Nach den Befunden über den Infektionsverlauf im Coxalorgan (siehe Kapitel II, A, 3 b) stellt dieses sowohl bei Nymphen als auch bei Adultzecken ein stark befallenes Zeckenorgan dar. Ob die während einer Blutmahlzeit ausgestoßene Coxalflüssigkeit überhaupt Spirochaeten enthält, soll nun vorerst untersucht werden. Zu diesem Zweck nimmt man die an Mäusen saugenden Zecken kurz vor Abgabe der Coxalflüssigkeit weg und legt sie auf einen Objektträger. Nach einer Wartezeit von 5—10 Minuten beginnt das Ausfließen der Coxalflüssigkeit, die tropfenweise aufgenommen und im Dunkelfeldmikroskop untersucht werden kann.

In Uebereinstimmung mit BONÉ's Befunden (1939 a, 1939 c) weisen vor allem nur die ersten Coxaltropfen viel Spirochaeten auf; je mehr Flüssigkeit ausgestoßen wird, um so mehr erschöpft sich der Erregergehalt. Zudem konnte festgestellt werden, daß die Menge der ausgeschiedenen Spirochaeten bei gleichaltrigen und unter gleichen Bedingungen infizierten Zecken großen Schwankungen unterworfen ist. Einerseits gibt es Tiere, in deren Coxalflüssigkeit sehr viele aktive Erreger gefunden werden können, andererseits aber finden sich auch solche, die mehrheitlich inaktive, abgestorbene

Formen ausscheiden. Diese letzte Beobachtung gilt vor allem für Zecken mit langen Infektionszeiten.

Morphologisch lassen sich die ausgestoßenen Spirochaeten etwa mit den im Filterkanal des Coxalorgans gefundenen Formen vergleichen. Neben langen, oft in Teilung begriffenen Erregern kommen mehrheitlich kleine, 4—5 μ messende Spirochaeten vor.

Werden die Zecken kurz nach der Coxalflüssigkeitsabgabe seziiert und ihre Ausscheidungsorgane mikroskopisch untersucht, so findet man im Gewebe der Filterkammer, in den Wandungen des Filterkanals wie auch in der akzessorischen Drüse einen normalen, starken Spirochaetenbefall — im Lumen des Filterkanals hingegen sind nur noch wenig Rückfallfiebererreger nachzuweisen.

Bei den ausgeschiedenen Spirochaeten handelt es sich demnach zweifellos um die je nach Zecke mehr oder weniger häufig im Lumen des Filterkanals vorkommenden Formen. Die ruckartig durch den Filter- und Ausführkanal ausgestoßene Coxalflüssigkeit schwemmt diese aktiven wie inaktiven Erreger mit. Es wird nun auch verständlich, weshalb nur die ersten Coxaltropfen jeweils am meisten Spirochaeten enthalten; je mehr Flüssigkeit ausgeschieden wird, um so geringer ist die Zahl der Spirochaeten, die noch mitgeführt werden können. Ungeklärt bleibt die Frage, ob auch aus den ihrer Funktion nach unbekannten akzessorischen Drüsen Erreger in den Ausführkanal gelangen.

Nachdem wir nun wissen, daß die Coxalflüssigkeit infektiös ist, bleibt noch die Frage zu erörtern, wie die Spirochaeten in den Warmblüter hineingelangen. In erster Linie erfolgt die Infektion dadurch, daß die Coxalflüssigkeit, die zuweilen als Tropfen beiderseits unter dem Zeckenkörper hervorquillt (vgl. Abb. 2 und 20 D), mit der Bißstelle in Berührung kommt und sich mit dem aus dem Einstichkanal ausfließenden Blut mischt. Die Spirochaeten können dabei in die Bißstelle gelangen und auf diese Weise den Warmblüter infizieren.

Im weiteren wird nun aber für die Recurrensübertragung eine erstmals von MANTEUFEL (1907) beschriebene Beobachtung verantwortlich gemacht, wonach die Spirochaeten allgemein die Fähigkeit besitzen sollen, durch die unverletzte Haut eindringen zu können. Diese *percutane Infektionsmöglichkeit* soll im folgenden für den Fall der spirochaetenhaltigen Coxalflüssigkeit untersucht werden.

Vorerst wurden einige Kontrollversuche mit infiziertem Mäuseblut an kurz geschorenen Mäusen, Ratten und einem Affen (*Cercocebus galeritus agilis*) durchgeführt. Um zu verhindern, daß die Spirochaeten durch kleine, beim Schneiden der Haare entstandene Epithelverletzungen eindringen können, wurden die genannten Tiere jeweils erst 3 Tage später für die Versuche verwendet. Eine

TABELLE 23.

Untersuchung der percutanen Infektionsmöglichkeit durch Aufträufeln infizierten Blutes auf verschiedene Versuchstiere.

Versuchstier	Nr.	Zahl der Spirochaeten pro mikroskopisches Blickfeld (Vergr. 540×)	Befund der Tiere nach Tagen	
<i>Mäuse</i>	1	6	+	4
	2		+	5
	3		+	5
<i>Ratten</i>	4		—	
	5		+	5
	6		+	6
<i>Affe</i>	7		—	
			—	
			—	
<i>Mäuse</i>	8	3	—	
	9		+	5
	10		+	8
<i>Ratten</i>	11		+	5
	12		—	
	13		—	
<i>Mäuse</i>	14	0/1	—	
	15		+	7
	16		—	
<i>Ratten</i>	17		—	
	18		—	
	19		—	

annähernd gleich große Menge infektiösen Blutes wurde auf die geschorene Bauchseite der Tiere geträufelt und trocknen gelassen.

Sowohl bei Mäusen als auch bei Ratten, nicht aber beim Affen, konnte festgestellt werden, daß die Spirochaeten durch die unverletzte Haut eindringen und nach 4—5tägiger Inkubationszeit im peripheren Blut nachgewiesen werden können (vgl. Tabelle 23). Die Infektion kann auch dann noch gelingen, wenn nur schwach infiziertes Blut auf die Haut gebracht wird.

Somit bestätigt sich die Möglichkeit der percutanen Infektion, und es wurden nun die gleichen Versuche mit infizierter Coxalflüssigkeit durchgeführt.

Wiederum wurden hungrige infizierte Zecken an weißen Mäusen angesetzt, kurz vor der Coxalflüssigkeitsabgabe weggenommen

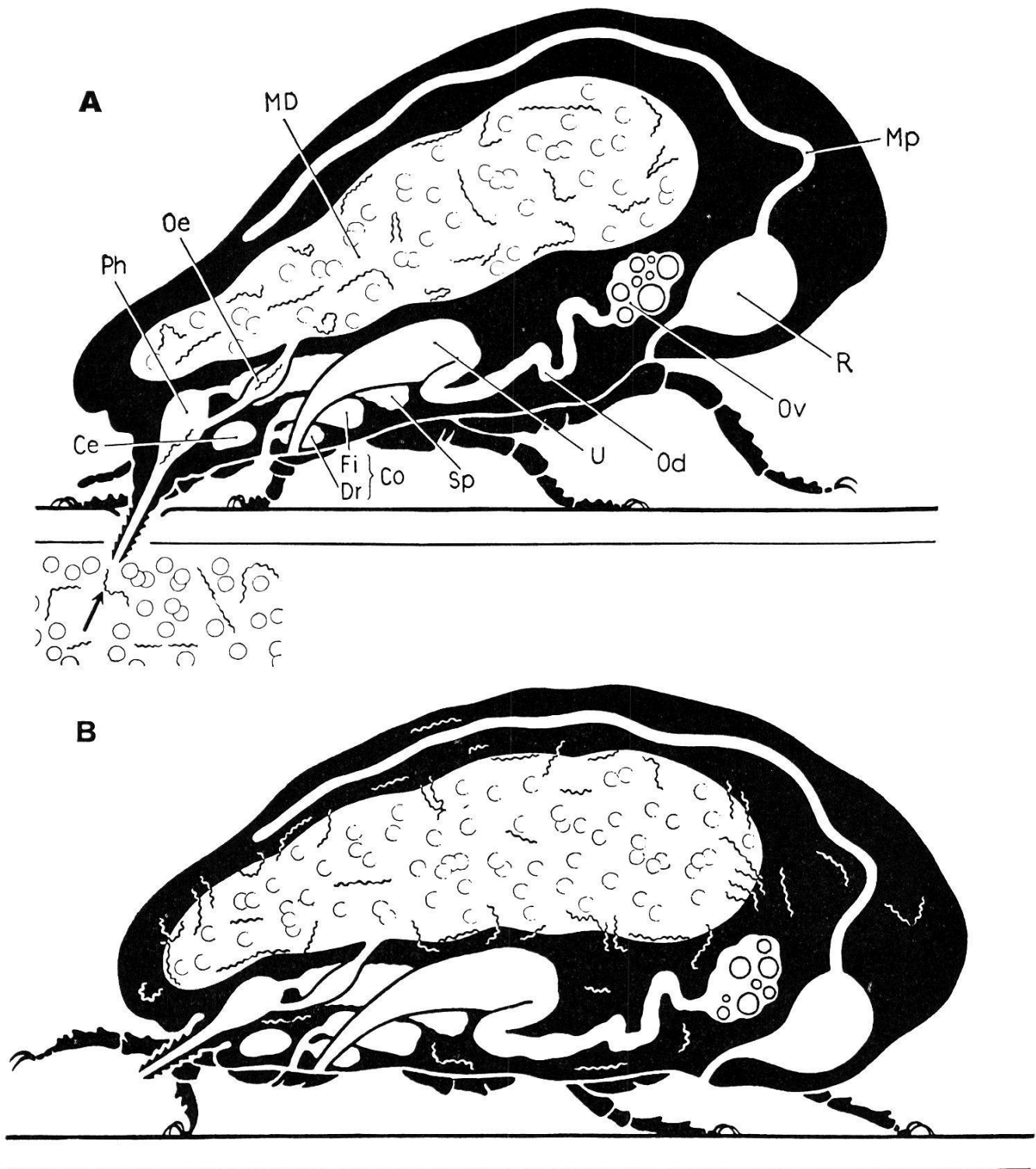
TABELLE 24.

Untersuchung der percutanen Infektionsmöglichkeit durch Aufträufeln infizierter Coxalflüssigkeit auf die Bauchhaut weißer Mäuse.

Coxalflüssigkeit von n-Zecken	Zecken infiziert im:	Infektionsalter der Zecken (in Tagen)	Befund der Mäuse nach Tagen	
15	2. Nymphenstadium	9	+	5
5		11	—	
9		19	—	
12	3. Nymphenstadium	26	+	5
4		39	—	
4		74	—	
5	4. Nymphenstadium	74	+	5
12		74	—	
3		92	—	
5	5. Nymphenstadium	92	—	7
10		92	—	
5		102	—	
5	adult	106	—	5
2		118	—	
5		139	—	
10	4. Nymphenstadium	139	—	5
7		153	—	
5		169	—	
10	5. Nymphenstadium	178	—	7
8		209	—	
4		236	—	
9	4. Nymphenstadium	236	+	5
15		239	+	
10		264	—	
5	5. Nymphenstadium	284	—	5
8		284	—	
5		339	—	
10	adult	454	—	5
5		501	—	
8		556	—	

und auf eine Glasunterlage gebracht. Die bald darauf austretende Coxalflüssigkeit wurde mittels Kapillaren aufgesogen und sofort auf die 3 Tage vorher geschorene Bauchhaut gesunder Mäuse geträufelt.

Von den 30 durchgeführten Versuchen, bei welchen jeweils die Coxalflüssigkeit von 2—15 Zecken Verwendung fand, verliefen nur 5 Versuche positiv (vgl. Tabelle 24). Dies beweist wohl, daß auch die mit der Coxalflüssigkeit ausgeschiedenen Spirochaeten fähig



Der Spirochaeteninfektionsverlauf in der Zecke Ornithodoros moubata.

Abb. 20 A. Zeckenweibchen infiziert sich während eines Saugaktes. Die mehrheitlich in Teilung begriffenen Spirochaeten gelangen via Pharynx (Ph) und Oesophag (Oe) in den Mitteldarm (MD) bzw. Magensack.

Ph = Pharynx, Oe = Oesophag, MD = Mitteldarm (Magensack), Mp = Malpighisches Gefäß, R = Rectalampulle, Ov = Ovar, Od = Ovidukt, U = Uterus, Sp = Speicheldrüse, Co = Coxalorgan (aus Filterorgan [Fi] und akzessorischer Drüse [Dr] bestehend) Ce = Centralganglion.

Abb. 20 B. 4 Tage nach erfolgter Nahrungsaufnahme. In der eigentlichen Darmfüllung sind schon weniger Erreger zu beobachten, dafür können an und in der Darmwand sehr viele Spirochaeten festgestellt werden. Vereinzelte Formen haben die Darmschichten schon durchbohrt und sind in die Haemolymphe eingedrungen.

C



D

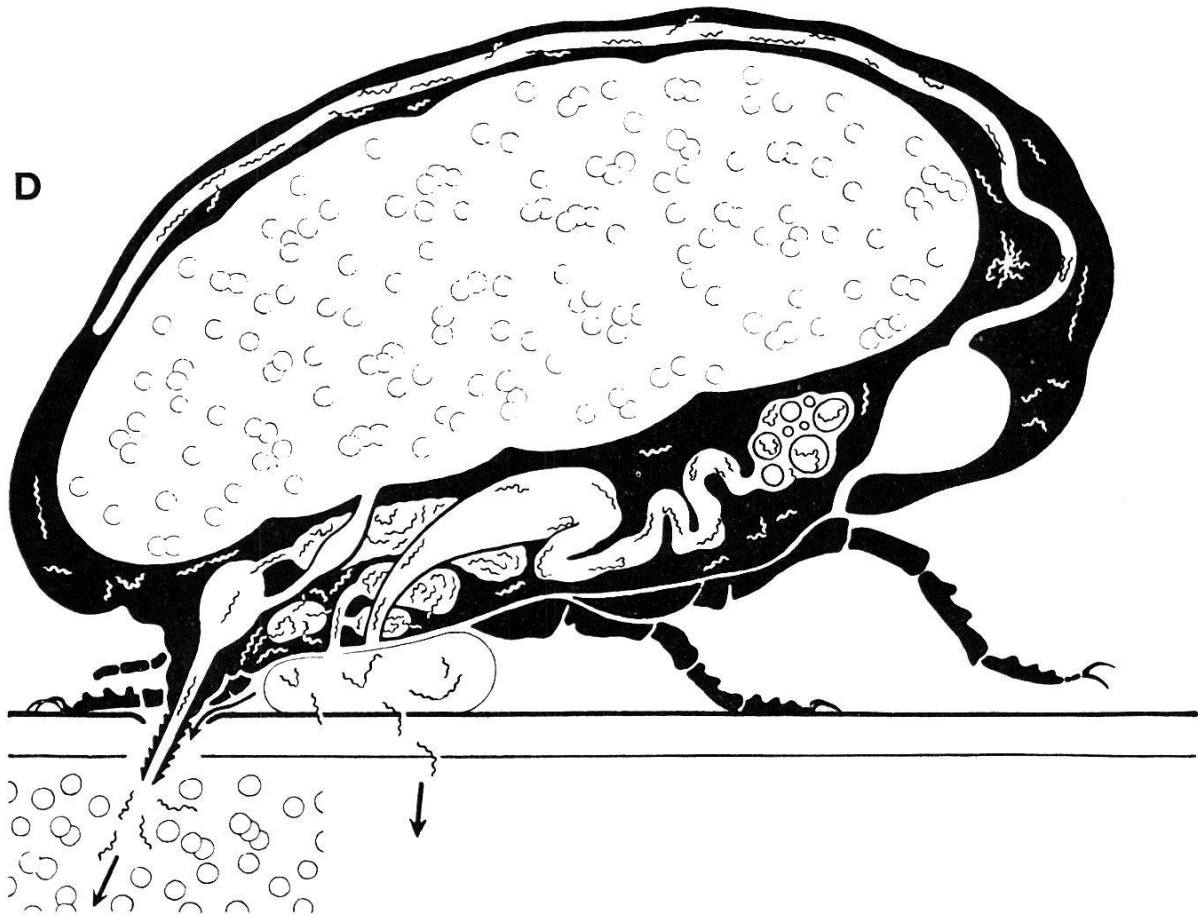


Abb. 20 C. Starke Erregerzunahme in der Körperflüssigkeit; einerseits auf die Teilungen, andererseits auf fortwährendes Freiwerden neuer Spirochaeten aus der Darmwand zurückzuführen. Auftreten der charakteristischen Knäuelbildungen.

Abb. 20 D. Infizierter *Ornithodoros* beim Saugakt. Alle Organe, so die Speicheldrüsen, die Coxalorgane, das Centralganglion, der weibliche Genitalapparat, die Eier, die Wandungen der Malpighischen Gefäße (nicht aber deren Gefäßlumen) weisen einen starken Spirochaetenbefall auf. Die Uebertragung des Rückfallfiebers erfolgt: 1. Durch den Biß via Speicheldrüsensekret. 2. Durch das Eindringen infektiöser Coxalflüssigkeit in die Wunde. 3. Durch das Eindringen aktiver Spirochaeten aus der Coxalflüssigkeit in das Hautgewebe.

sind, durch die unverletzte Haut hindurch den Warmblüter zu infizieren; es bestätigt aber auch deutlich die Beobachtung, wonach die meisten Zecken mit ihrer Coxalflüssigkeit mehrheitlich wenig aktive oder überhaupt abgestorbene Erreger ausstoßen.

Die Infektion kommt wahrscheinlich nur dann zustande, wenn eine genügende Menge aktiver Spirochaeten ausgeschieden wird. Der percutanen Uebertragungsmöglichkeit kommt jedoch, da der für eine Infektion nötige Schwellenwert ausgeschiedener Spirochaeten im allgemeinen nicht erreicht wird, nur eine sekundäre Bedeutung zu (vgl. Seite 245).

Die in den beiden letzten Kapiteln gefundenen Ergebnisse überblickend, läßt sich feststellen, daß *Ornithodoros moubata* das Rückfallfieber auf folgende Weise übertragen kann:

1. *Zecken im 1. bis 6. Nymphenstadium.*

a) durch *direkte Injektion spirochaetenhaltigen Speichels* während der Nahrungsaufnahme

b) durch das *Ausscheiden infizierter Coxalflüssigkeit*, wobei die aktiven Spirochaeten nicht nur durch die Bißwunde, sondern auch durch die Hautoberfläche eindringen können.

2. *Zecken im Adultstadium.*

a) durch das *Ausscheiden infizierter Coxalflüssigkeit* (wie 1 b)

b) durch *direkte Injektion spirochaetenhaltigen Speichels* (wie 1 a; seltener).

Ein Vergleich der hier erzielten Resultate mit den Befunden anderer Autoren (vgl. Kapitel I, 4 b) ergibt nur teilweise eine Uebereinstimmung. So sind LEISHMAN (1907—1920), FANTHAM (1911), TODD (1913), ZUELZER (1920), KLEINE & KRAUSE (1932) und FENG & CHUNG (1939) der Meinung, die Uebertragung des Rückfallfiebers erfolge vorwiegend (LEISHMAN, FANTHAM, KLEINE & KRAUSE, FENG & CHUNG) oder ausschließlich (TODD, ZUELZER) durch die Coxalflüssigkeit. Die jüngste Arbeit, in der dieses Problem eingehend studiert worden ist, liegt von BONÉ (1939 c) vor. Nach ihm werden die Spirochaeten ebenfalls nur durch die in die Wunde eindringende infektiöse Coxalflüssigkeit übertragen. Diese Ansicht konnte durch die eigenen Versuchsergebnisse teils widerlegt und berichtigt werden.