Zeitschrift: Acta Tropica
Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)
Band: 16 (1959)
Heft: (6): Erreger und Überträger tropischer Krankheiten

Artikel: Erreger und Überträger tropischer Krankheiten
Autor: Geigy, R. / Herbig, A.
Kapitel: A. Arthropoden als Überträger : II. Raubwanzen (Reduviidae)
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-310822

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: 15.07.2025

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

II. Raubwanzen (Reduviidae)

AMERIKANISCHE TRYPANOSOMIASE

(CHAGAS-KRANKHEIT)

Überträger: Reduviiden.

Erreger: *Trypanosoma cruzi* (CHAGAS 1909) alias *Schizotrypanum cruzi.*

Synonyme für die Amerikanische Trypanosomiase:

deutsch: Chagaskrankheit, statt Trypanosomiase zuw. auch Trypanose.
französisch: Maladie de Chagas.
englisch: Chagas disease. American trypanosomiasis.

Befallene Organe:

a) *beim Überträger:* Darmtrakt.
b) *beim Träger:* Blut, quergestreifte Muskulatur, besonders Herzmuskel, R.E.S., Gehirn (Meningen, Gliazellen).

Geographische Verbreitung:

Menschliche Fälle von Chagaskrankheit kommen in fast allen süd- und zentralamerikanischen Staaten von Argentinien bis Mexiko vor. Als Länder mit relativ hohem Befallsindex sind für Südamerika vor allem Brasilien, Argentinien, Uruguay, Venezuela und Französisch-Guayana zu nennen, während die Krankheit in Bolivien, Kolumbien, Ecuador, Peru weniger häufig ist. In Zentralamerika sind die meisten Chagasfälle für Panama, Costa Rica, Guatemala und Mexiko registriert. Der Erreger der Chagaskrankheit ist aber viel weiter verbreitet als die Krankheit selbst. So wurde z. B. auch in Gebieten, von welchen bisher noch keine menschlichen Fälle bekannt sind (Honduras, El Salvador, Kalifornien, Arizona, Texas, Neu-Mexiko), *T. cruzi* als natürliche Infektion, entweder in Reduviiden oder in Reservoirtieren, festgestellt. Die in diesen Gegenden beobachtete ausschließliche Beschränkung der Parasiten auf tierische Wirte kann dahin erklärt werden, daß seine Überträger den nicht domestizierten, an das Biotop tierischer Blutspender gebundenen Reduviidenarten angehören, bei welchen der Mensch höchstens als zufällige Nahrungsquelle in Frage kommt.

Wichtige Entdeckungen zur Aetiologie.

Den Erreger der Chagaskrankheit entdeckte CHAGAS 1907 in Brasilien im Darm der Raubwanze *Panstrongylus (Triatoma) megistus*. Obwohl CHAGAS experimentell feststellen konnte, daß mehrere Kleinsäuger für eine Infektion mit diesem Reduviidenflagellaten empfänglich sind, bestand zu diesem Zeitpunkt noch keinerlei Verdacht seiner Pathogenität für den Menschen. Erst 1909 fand CHAGAS dasselbe Trypanosom im Blut eines an einer damals in Brasilien sehr verbreiteten Seuche schwer erkrankten Kindes und beschrieb erstmals die Übertragung von Trypanosomen durch Reduviiden. Nach seiner Vorstellung entwickeln sich die für Tier und Mensch infektiösen Trypanosomenstadien in der Speicheldrüse, und die Übertragung erfolgt durch den Biß. Seine Theorie wurde 1912 von BRUMPT widerlegt, welcher zeigen konnte, daß die infektiöse Form im Enddarm der Raubwanze gebildet und durch die Exkremente übertragen wird. Die entomologische Seite des Problems wurde zur selben Zeit von NEIVA in Angriff genommen, der zwischen 1910 und 1914 zahlreiche neue Reduviidenarten beschrieben hat. Zum Studium sei ferner besonders die Übersicht von YORKE (1937) empfohlen, in welcher die gesamten Kenntnisse über die Chagaskrankheit bis 1937 zusammengestellt sind.

1. Die Reduviiden

Morphologie, Biologie und Entwicklung

Die meisten Arten der Ordnung Hemiptera (Wanzen) haben in erster Linie für die Landwirtschaft praktische Bedeutung, da sie sich von Pflanzen- sowie von Körpersäften kleiner wirbelloser Tiere ernähren. Einige Gattungen der Familien Cimicidae (Bettwanzen) und Reduviidae (Raubwanzen), die auf Mensch und anderen Warmblütern Blut saugen, sind dagegen auch für die Krankheitsübertragung von großem Interesse. Natürliche Überträger von Trypanosomen *(T. cruzi* und *T. rangeli)* sind die amerikanischen Raubwanzen der Gattungen Triatoma, Rhodnius, Panstrongylus und Eratyrus, die der Unterfamilie der Triatominae zugehören. (Die verschiedenen, natürlich mit *T. cruzi* infizierten Reduviidenarten, nach Ländern geordnet, wie auch die experimentellen Überträger sind auf Tabelle 10 zusammengestellt.)

Im Unterschied zu den Bettwanzen, die einen kurzen, breiten Kopf und einen gedrungenen, feldflaschenförmigen Körper besitzen, sind die geflügelten und meist beträchtlich größeren Reduviiden (Körperlänge bis 25 mm) durch einen schmalen, oft schnauzenartig verlängerten Kopf und ein ebenfalls langgestrecktes, flaches Abdomen ausgezeichnet. An der Basis des Kopfes liegen

TABELLE 10

Die Überträger von T. cruzi [1]

Natürliche Überträger

Triatoma infestans	Argentinien, Uruguay, Chile, Bolivien
Panstrongylus megistus *Panstrongylus geniculatus* (Latr.) *Triatoma infestans* (Klug) *Triatoma rubrofasciata* (De Geer)	Brasilien
Panstrongylus geniculatus (Latr.) *Rhodnius prolixus* (Stål.)	Venezuela
Panstrongylus geniculatus (Latr.) *Rhodnius pallescens* (Barber) *Eratyrus cuspidatus* (Stål.) *Triatoma dimidiata* (Latr.)	Panama
Triatoma dimidiata (Latr.)	Guatemala
Rhodnius prolixus (Stål.) *Triatoma phyllosoma* (Burm.) *Triatoma barberi* (Usinger) *Triatoma hegneri* (Mazzotti) *Triatoma phyllosoma longipennis* (Usinger) *Triatoma phyllosoma pallidipennis* (Stål.) *Triatoma phyllosoma picturata* (Usinger) *Triatoma rubida* (Uhl.) *Triatoma dimidiata* (Latr.)	Mexiko

Experimentelle Überträger

Überträger:	*Nesotriatoma flavida* (Neiva)	Autor: GIORDANO (1930)
	Paratriatoma hirsuata (Barber)	WOOD (1941)
	Triatoma sanguisuga ambigua (Neiva)	PACKCHANIAN (1940)
	Triatoma sanguisuga indictiva (Neiva)	WOOD (1941)

Experimentell gedeiht *T. cruzi* nicht nur im Darm dieser natürlicherweise nicht infizierten Reduviidenarten sowie anderer Hemipteren-Gattungen wie z. B. Cimex und Leptocimex, sondern kann in weitentfernten Arthropodenarten wie Lausfliegen und Zecken vom Genus Melophagus, Ornithodorus, Amblyomma und Rhipicephalus gezüchtet werden. Es ist deshalb anzunehmen, daß in verseuchten Gegenden auch verschiedene andere blutsaugende Arthropoden wenigstens als mechanische Überträger von *T. cruzi* in Frage kommen können.

[1] Zur Bestimmung der verschiedenen Reduviidenarten (Eier, Nymphen und Imagines) empfehlen wir die Zusammenstellung von Robert L. USINGER (1944).

seitlich große, vorstehende Facettenaugen und weiter dorsal ein Paar kleine Ocellen. Unmittelbar vor den Augen (Panstrongylus und Triatoma, vgl. Fig. 5), oder extrem frontal bei den ausgesprochen langnasigen Formen (z. B. Rhodnius Fig. 6 und T. II 12), setzt ein Paar viergliedriger Antennen an. Der Stechrüssel ist 3-gliedrig und kann ventral untergeschlagen werden. Die Grundfarbe der Reduviiden ist ein helles bis dunkles Braun. Thorax, Flügel und die seitlichen Ränder des Abdomens können mit roten, weißen oder gelben Flecken und Streifen oft auffallend hübsch gezeichnet sein. — Primär leben wohl alle Reduviiden in Nestern, Erd- oder Baumhöhlen, die ihren ursprünglichen Wirten (Gürteltiere, Beutelratten, Fledermäuse) als Unterschlupf dienen, können sich sekundär aber auch an menschliche Behausungen und an die Ernährung auf Menschen oder Haustieren anpassen. So haben sich z. B. *Panstrongylus megistus* (syn. *Triatoma megista*), *Triatoma infestans* und *Rhodnius prolixus* in Südamerika und *Triatoma phyllosoma* in Mexiko so weitgehend an die menschlichen Wohnungen gewöhnt, daß sie als domestiziert und folglich als die gefährlichsten Chagas-Überträger anzusehen sind. Unter menschlichen Behausungen verstehen wir in diesem Fall die typischen latein-amerikanischen Ranchos. Es sind dies kleine, leichtgebaute Hütten mit Gras- oder Palmblattdächern aus Zweiggeflechten, meist Bambus, deren Wände mit Lehm überstrichen oder mit Gras oder Schilf durchflochten sind. In diesen dunkeln, oft fensterlosen Wohnungen leben die lichtscheuen[1] Raubwanzen in Ritzen und Fugen der Wände und Dächer versteckt, welche sie nachts verlassen, um an den schlafenden Menschen und Tieren Blut zu saugen (Fig. 5).

Rhodnius und auch viele Triatoma-Arten stechen den Menschen mit Vorliebe ins Gesicht, vornehmlich in die Lippen oder in Augennähe, was ihnen den Namen «kissing bug» oder «barber», auch «barbeiro» eingetragen hat. Der Stich an sich ist nicht schmerzhaft und erzeugt auch bei der Mehrheit der gestochenen Individuen außer einer charakteristischen Quaddelbildung (Fig. 7) keine schmerzhafte Reaktion. Da das Speichelsekret der Reduviiden stark histaminhaltig ist, können aber bei allergischen oder sensibilisierten Personen bedeutende anaphylaktische Reaktionen mit schmerzhaften, mehrere Tage andauernden Schwellungen und Fieber auftreten. Daß diese als Ausnahmefälle zu werten sind (WOOD

[1] Außer den in der Mehrheit lichtscheuen Triatominen scheinen, was die flugfähige Imago betrifft, aber auch Formen vorzukommen, die Tagflieger sind oder auch nachts vom Lichte angezogen werden. So hat z. B. USINGER in Arizona viele *Triatoma rubida uhleri* tagsüber 15 cm über dem Boden fliegend gefangen und Hunderte von *Triatoma longipes*-Exemplaren beobachtet, die ins Licht flogen.

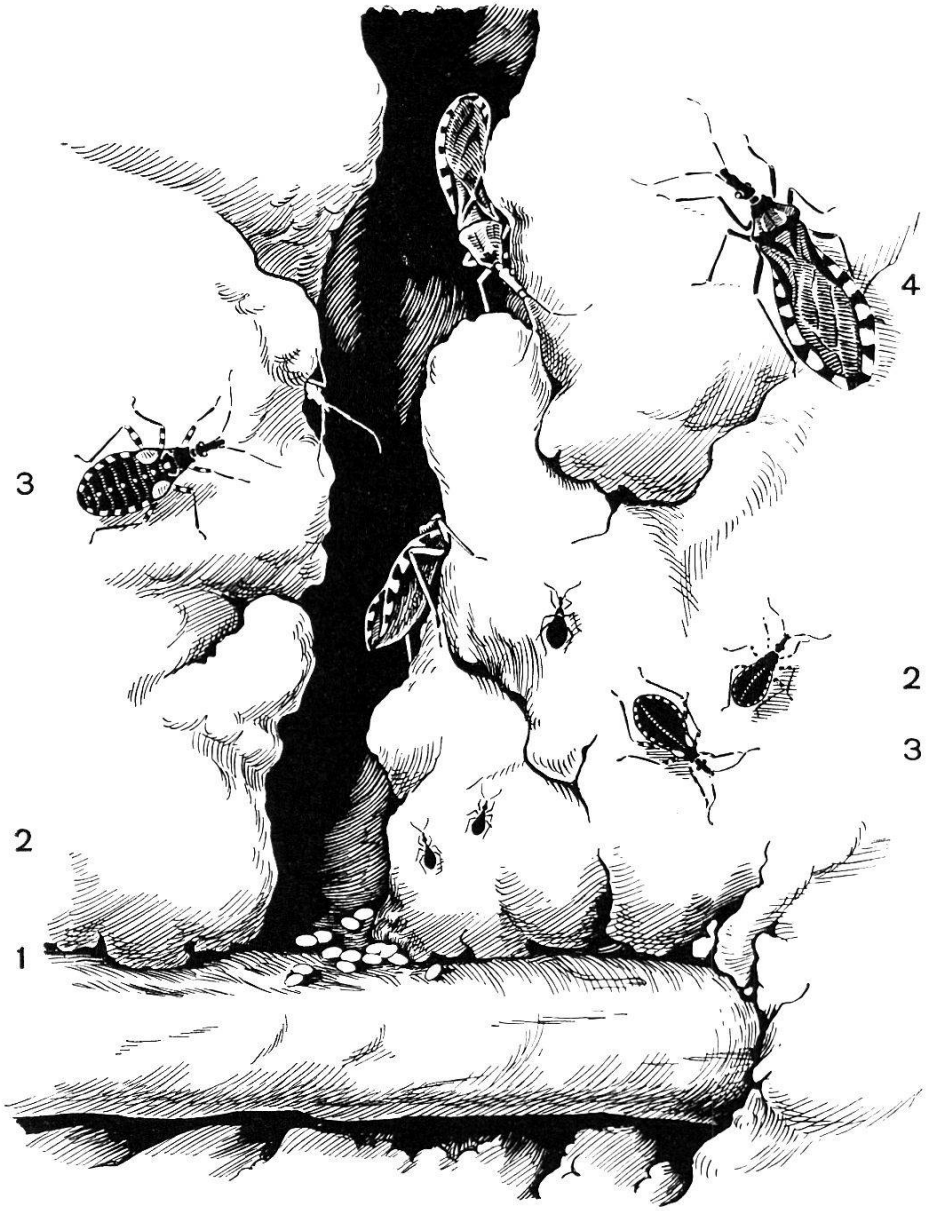


Fig. 5

Triatoma infestans an der Wand einer Lehmhütte

Triatoma infestans dans son biotope naturel, la paroi d'une case indigène

Triatoma infestans on the Mud Wall of a South American Rancho

1 Eier Œufs Eggs	2 Larven Larves Larvae	3 Nymphen Nymphes Nymphs	4 Geschlechtsreife Wanze Punaise adulte Adult bug

1942), beweisen außerdem die Resultate der Xenodiagnose, welche ja bei einer ernsthaften Gefährdung des Patienten durch den Biß praktisch undurchführbar wäre.

In den Fugen und Ritzen tierischer oder menschlicher Behausungen entwickelt sich auch die Brut der Triatominen. Jedes Weib-

chen bringt in seinem Leben (100—150 Tage) durchschnittlich 200 Eier hervor (8—12 pro Gelege), die einzeln abgelegt oder zu kleinen Haufen zusammengeklebt auf einer rauhen Unterlage befestigt werden. Sie sind bei Triatoma und Panstrongylusarten weiß, bei Rhodnius rosa gefärbt (infolge Hämatin-Speicherung im Dotter) und von Art zu Art durch das Verhältnis von Länge und Breite der Eiform wie auch durch die Gestalt des Deckels, der Oberflächenstruktur und Chorionbildung unterschieden. Je nach Temperatur schlüpfen die Larven nach 10—30 Tagen (bei 25° C nach 20—30, bei 34° C nach 10—11 Tagen). Sie häuten sich während ihrer Entwicklung 5 mal, indem sie 5 Larvenstadien durchgehen, wovon das letzte, das bereits gut erkennbare Flügelanlagen ausgebildet hat, häufig als Nymphe bezeichnet wird [1]. Larvenstadien und Nymphe sind von der Imago leicht zu unterscheiden. Sie sind flugunfähig, da sie erst die Flügelanlagen besitzen. Die Augen sind kleiner, auch fehlen die Ocellen und das dritte Tarsenglied.

Alle Entwicklungsstadien sind blutsaugend und können bei einer Blutmahlzeit das 6—12-fache ihres Körpergewichtes aufnehmen. während die Imago nur noch etwa das 3-fache ihres Körpergewichtes zu fassen vermag. Es beruht dieser Unterschied auf der besondern Beschaffenheit der Endocuticula, welche bei Larven und Nymphen kein Cuticulin enthält und deshalb sehr elastisch ist. Außerdem ist die darüberliegende, mit Cuticulin versteifte Epicuticula in zahlreiche Falten gelegt, was ebenfalls eine enorme Vergrößerung dieser an sich starren Schicht erlaubt. Neben dieser bedeutenden Elastizität des abdominalen Chitinpanzers besteht bei Larven und Nymphen zusätzlich die Möglichkeit, auch das Volumen des Thorakalraumes zu verändern, da die Rückenschilder des Thorax in eine Längsfalte gelegt sind. Die Imagines besitzen dagegen eine starre Epicuticula. Die Volumzunahme des Abdomens während der Blutmahlzeit ist auf die Erweiterung der Intercostalhaut zwischen dem dorsalen (Connexiviumplatten) und dem ventralen, abdominalen Chitinpanzer beschränkt. Sie erfolgt nach Art eines Blasebalges, indem die Membran je nach Blutfüllung gestreckt oder eingefaltet wird.

Der Mechanismus des Stechaktes ist ziemlich kompliziert und unter anderem neuerdings von GEIGY und KRAUS (1952) beschrieben worden. Es erübrigt sich, in diesem Zusammenhang auf Einzelheiten einzugehen. Jedoch sei in aller Kürze auf einige Besonderheiten hingewiesen (Fig. 6 A und B). Der Stechrüssel, der in Ruhelage untergeschlagen getragen wird, setzt sich aus der zwei-

---

[1] In der amerikanischen Literatur findet sich häufig für alle 5 Entwicklungsstadien die Bezeichnung Nymphenstadium (vgl. auch USINGER 1944).

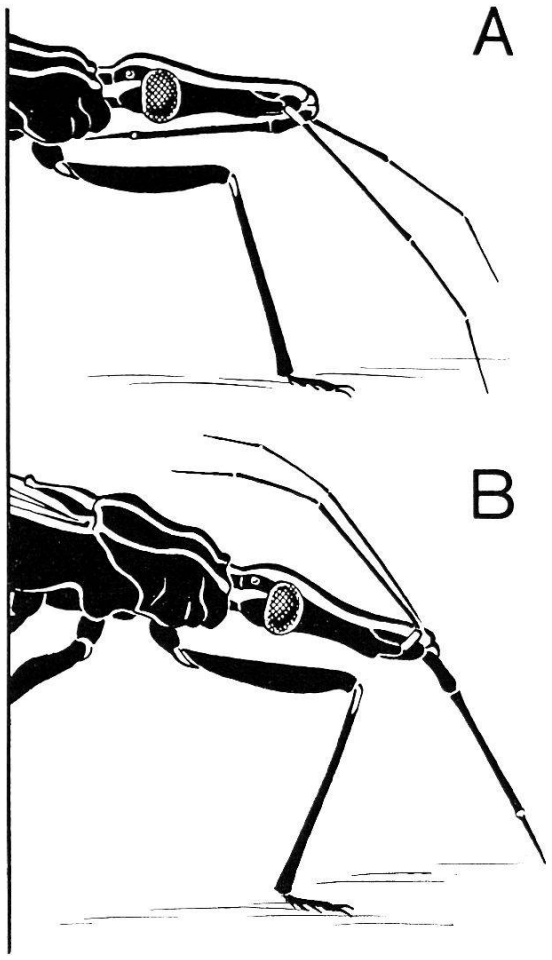


Fig. 6

Einleitung zum Stechakt bei Rhodnius

Phases préparant la morsure chez Rhodnius

Diagram Showing Progressive Positions of Rhodnius when Biting

A Stechrüssel unter den Kopf zurückgelegt, Fühler tastend
Trompe repliée sous la tête, antennes sondant un endroit propice à la morsure
Proboscis folded under the head, antenna groping

B Rüssel stichbereit auf die Unterlage aufgesetzt
Trompe, prête à piquer, appliquée sur la peau
Proboscis poised for puncturing

gliedrigen Oberlippe (Labrum) und der dreigliedrigen Unterlippe (Labium) zusammen, die ein Führungsrohr bilden, in welchem die durch Muskeln vor- und rückschiebbaren paarigen Maxillen und Mandibeln gleiten. Schickt sich die Wanze zum Stechen an, so tastet sie zunächst mit ihren Fühlern die Haut des Wirtes ab, um dann plötzlich eine Art Angriffstellung einzunehmen. Nun wird der Rüssel durch Muskelwirkung langsam nach vorne ausgeschwenkt, und dessen Endglied sucht die günstigste Stelle zum Einstich. Sodann

hebt sich das Abdomen der Wanze, die Hinterbeine stellen sich auf und der Kopf senkt sich nach unten, wobei die Rüsselspitze der Haut aufgesetzt wird. Jetzt erfolgt ein ruckartiges Einstoßen der Mandibeln, die als eigentliche Stechborsten eine oberflächliche Hautkapillare anbohren, um sich dann gleich wieder in das Führungsrohr zurückzuziehen. Nun werden die zu einem feinen Doppelrohr verzahnten Maxillen in die Kapillarperforation eingeführt, wobei alsbald durch den feineren Kanal Speichel eingespritzt und durch den weiteren Blutkanal die Nahrung dem als muskulöse Pumpe funktionierenden Pharynx zugeführt wird. Der von paarigen im Thorax gelegenen Drüsen gelieferte Speichel wird ebenfalls durch eine besondere Pumpe gefördert. Durch die Tätigkeit der Pharynxmuskulatur aber wird das Blut nicht nur angesaugt, sondern auch weiter in den Oesophag hinuntergepreßt. Von dort gelangt es in einen magenartig dehnbaren ersten Mitteldarmabschnitt, der als Blutreservoir dient und erst im Verlaufe der Verdauung nach und nach seinen Inhalt an den zweiten, relativ langen, englumigen und aufgeknäuelten Abschnitt weitergibt. Der Enddarm, in welchen die MALPIGHI'schen Gefäße einmünden, ist zu einer Rektalampulle erweitert, wo der verdaute Darminhalt und das Exkret der MALPIGHI'schen Gefäße gesammelt und via Anus entleert werden (vgl. T. XV). Wie viele andere blutsaugende Insekten (vgl. Glossinen S. 219) geben die Reduviiden während oder unmittelbar nach dem Saugakt die Verdauungsreste der vorhergehenden Blutmahlzeit ab. Dabei wird die Haut des gestochenen Wirtes meist sofort mit den dickflüssigen, braunen Kottropfen beschmutzt (vgl. Fig. 7), was, wie wir sehen werden, für die Übertragung von Trypanosomen von größter Bedeutung ist. Nach unseren Beobachtungen folgen den braunen trüben Tropfen, die aus verdautem Blut, vermischt mit Exkreten der MALPIGHI'schen Gefäße, bestehen, zusätzlich wasserklare dünnflüssige Entleerungen der Rektalampulle, die oft in großer Menge ausgeschieden werden, und die wir für Sekret der MALPIGHI'schen Gefäße halten. Es scheinen diese hier, ähnlich dem Coxalorgan bei Ornithodorus (vgl. S. 322), als Filterorgan zu funktionieren, durch welches ein Teil der durch das enorm anschwellende Blutreservoir aus dem Haemocoel verdrängten Haemolymphe entfernt werden kann.

Larven und Nymphen brauchen zwischen 2 Häutungen nur eine Blutmahlzeit unter der Bedingung, daß sich die Wanzen ganz vollsaugen können und eine maximale Ausdehnung des Chitinpanzers erreicht wird. Nach einem sättigenden Saugakt wird bis zur nächsten Häutung keine weitere Mahlzeit mehr aufgenommen. Nach ungenügender Sättigung wird dagegen der Saugakt wiederholt. Jedes Entwicklungsstadium kann während Monaten am Leben erhalten

Fig. 7

Rhodnius beim Blutsaugen auf Kinderarm

Rhodnius piquant le bras d'un enfant

Rhodnius Piercing the Arm of a Child

Der Körper des Insekts ist prall vollgesaugt, so daß die Flügel vom Hinterleib abstehen. Hinter dem Abdomen ist der abgegebene Kottropfen sichtbar. Der Arm ist von Papeln übersät, die von früheren Stichen herrühren

L'abdomen, gonflé par le sang ingéré, fait écarter les ailes. Derrière l'abdomen la gouttelette fécale a été déposée. Le bras est parsemé de papules provenant de piqûres antérieures

Abdomen distended with blood, causes wings to spread. The faecal droplet just deposited is visible behind the abdomen. The arm is covered with papules caused by previous bites

werden, ohne daß eine Häutung erfolgt, wenn man bei der Blutmahlzeit die Sättigung verhindert. Die Dauer der einzelnen Stadien wird normalerweise auf ca. 1,5 Monate berechnet, kann sich aber, wie wir sehen, je nach Nahrungsbedingungen auch auf mehrere Monate erstrecken. Durchschnittlich wird vom Zeitpunkt des Schlüpfens bis zur Häutung der Nymphe zur Imago ein Zeitabschnitt von 270 Tagen angenommen. Als Gesamtlebensdauer ergeben sich für *Rhodnius prolixus* ca. 400 Tage, da die Wanze als Imago noch weitere 50—150 Tage am Leben bleibt.

Natürliche Feinde der Raubwanzen sind in erster Linie Geckos, aber auch in den Eiern schmarotzende Schlupfwespen sowie Ameisen des Genus Eciton, die sich von Reduviideneiern ernähren.

2. Infektionsgang von T. cruzi

(Vgl. dazu T. XV, A und B sowie T. XIX, b)

a) Im Überträger

Die Reduviiden infizieren sich durch die Blutmahlzeit auf einem mit *T. cruzi* befallenen Menschen oder Reservoirtier. Das Entwicklungsstadium des Parasiten, welcher auf diese Weise mit dem Blut des Wirts in den Darm des Überträgers gelangt, ist die Blutform. Sie hat typische Trypanosomengestalt und ist, wie alle Entwicklungsstadien von *T. cruzi,* durch einen auffallend großen, mit Romanowsky-Färbung purpurn bis dunkelviolett gefärbten Kinetoplasten ausgezeichnet. Das Hinterende der Blutform ist zu einer scharfen Spitze ausgezogen und die Geißellänge macht ca. ⅓ der Gesamtlänge aus. Das Trypanosom kann im peripheren Blut in zwei verschiedenen Gestalten, entweder als schlanke ca. 20 μ lange Form oder als plumpere nur 15 μ lange Kurzform auftreten, wobei der Kinetoplast besonders bei letzterer von beträchtlicher Größe, die Geißel dagegen etwas kürzer und die undulierende Membran weniger stark gewölbt erscheinen. In gefärbten Blutausstrichen nehmen beide Formen meist eine starre C- oder U-Form an.

Etwa 6 Stunden nachdem die Blutform vom Überträger aufgenommen worden ist, finden sich in dem magenartigen Blutreservoir des Mitteldarms kleine, kurz begeißelte oder auch geißellose Leishmania-artige Körperchen sowie Crithidiaformen, die sich rasch vermehren (T. XV A. T 1). In der kaudalen Magenpartie, in viel größerer Zahl aber erst während der darauffolgenden, engen Mitteldarmpassage, bilden sich daraus lange, schlanke Crithidiaformen (T. XV A. T 2), welche mit dem Darminhalt allmählich bis in die Rektalampulle gelangen. Diese Crithidiaformen sind für den Warmblüter nicht infektiös. Tierversuche, bei welchen Mitteldarminhalt infizierter Reduviiden inokuliert wurde, haben gezeigt, daß Crithidiastadien aus dem Überträger im Warmblüter keine Infektion erzeugen können.

Das für Mensch und Tier gefährliche infektiöse Stadium des Chagas-Erregers kann sich offenbar erst in der Rektalampulle entwickeln, wo das Darmmilieu durch das Sekret der Malpighi'schen

Gefäße physikalisch und chemisch stark verändert wird. Der Vorläufer der infektiösen oder metacyclischen Form, welche Trypanosomengestalt besitzt, ist eine kürzere Crithidiaform (T. XV A. T 3), die durch Teilung aus den langen Crithidien entstanden ist. Die metacyclische Form entwickelt sich aus diesen kurzen Crithidien durch die Verlagerung des Kinetoplasten aus der anterior- in die posterior-Stellung, was in gefärbten Ausstrichen des Enddarminhaltes an Übergangsstadien gut zu sehen ist. Das metacyclische Trypanosom (T. XV A. T 4) wirkt plumper als die Blutform und unterscheidet sich von ihr vor allem durch die sehr kurze Geißel und glatte oder nur schwach gewellte undulierende Membran. Schon im Nativpräparat sind Crithidia- und metacyclische Form durch ihre Bewegungen leicht zu unterscheiden. Die Crithidiaformen bewegen sich hauptsächlich durch ein weitausholendes, relativ langsames Schlagen der Geißeln. Die kleinen, schmalen, metacyclischen Formen führen dagegen sehr rasche kurze Schlängelbewegungen aus. Während sich im Inhalt der Rektalampulle häufig noch vereinzelte Crithidiaformen und viele Übergangsformen zum metacyclischen Stadium finden, enthalten die Exkremente fast ausschließlich die ausgereifte metacyclische Form. Bei starken Infektionen können bis zu 3500 Trypanosomen pro mm^3 Faeces ausgeschieden werden. Mit dem Kottropfen, welchen die Wanze während oder unmittelbar nach dem Saugakt abgibt, werden die infektiösen Trypanosomen auf die Haut des Wirtes übertragen. Die Infektion von Mensch oder Tier erfolgt durch Einkratzen des Wanzenkotes entweder in die Stichwunde oder in kleine Hautverletzungen und durch Einreiben der Faeces in die Augenbindehaut oder Mundschleimhaut, welche die Trypanosomen leicht zu durchbohren vermögen. Zusätzlich können sich Tiere auch durch das Fressen der Wanzen infizieren.

Der ganze Entwicklungscyclus des Trypanosoms dauert 6—15 Tage. Vorher werden im Kot keine metacyclischen Formen ausgeschieden, und die Wanze ist erst von diesem Zeitpunkt an, dann aber lebenslänglich infektiös. Alle Entwicklungsstadien des Überträgers (Larven, Nymphen und Imago) zeigen für *T. cruzi* eine 100%ige Empfänglichkeit.

b) In Mensch und Reservoirtier

Die infektiösen Trypanosomenformen, die aus dem Wanzenkot unter die Schleimhaut oder Epidermis des neuen Wirtes vorgedrungen sind, findet man zunächst in den reticuloendothelialen Zellen der Subcutis, wo sie abgerundet und ohne Geißel sich in Gestalt

T. XV

Schema der Übertragung von Trypanosoma cruzi durch eine Reduviide

Diagramme montrant la transmission de Trypanosoma cruzi par un réduvidé

Diagram Showing the Transmission of Trypanosoma cruzi by a Reduviid

A Cyclus in der Rhodnius-Wanze (nach Brumpt)
Cycle dans le système digestif dans la punaise Rhodnius
Cycle in Rhodnius bug

B Cyclus in der Herzmuskulatur des Menschen
Cycle dans le myocarde de l'homme
Cycle in the human myocardium

1 Magenartiger vorderer Abschnitt des Mitteldarms, enthaltend die drei Formvarianten. (Siehe T_1 und T_2 und vgl. Text)
Partie stomacale antérieure de l'intestin moyen contenant les trois variétés de formes, Leishmania et Crithidia. (Voir T_1 et T_2)
Stomach-like front part of the midgut, containing the three forms, Leishmania and Crithidia. (See T_1 and T_2)

2 Hinterer Abschnitt des Mitteldarms, enthält selten T_1, häufig T_2
Partie postérieure de l'intestin moyen, contenant rarement T_1, [fréquemment T_2
End part of midgut, containing rarely T_1, often T_2

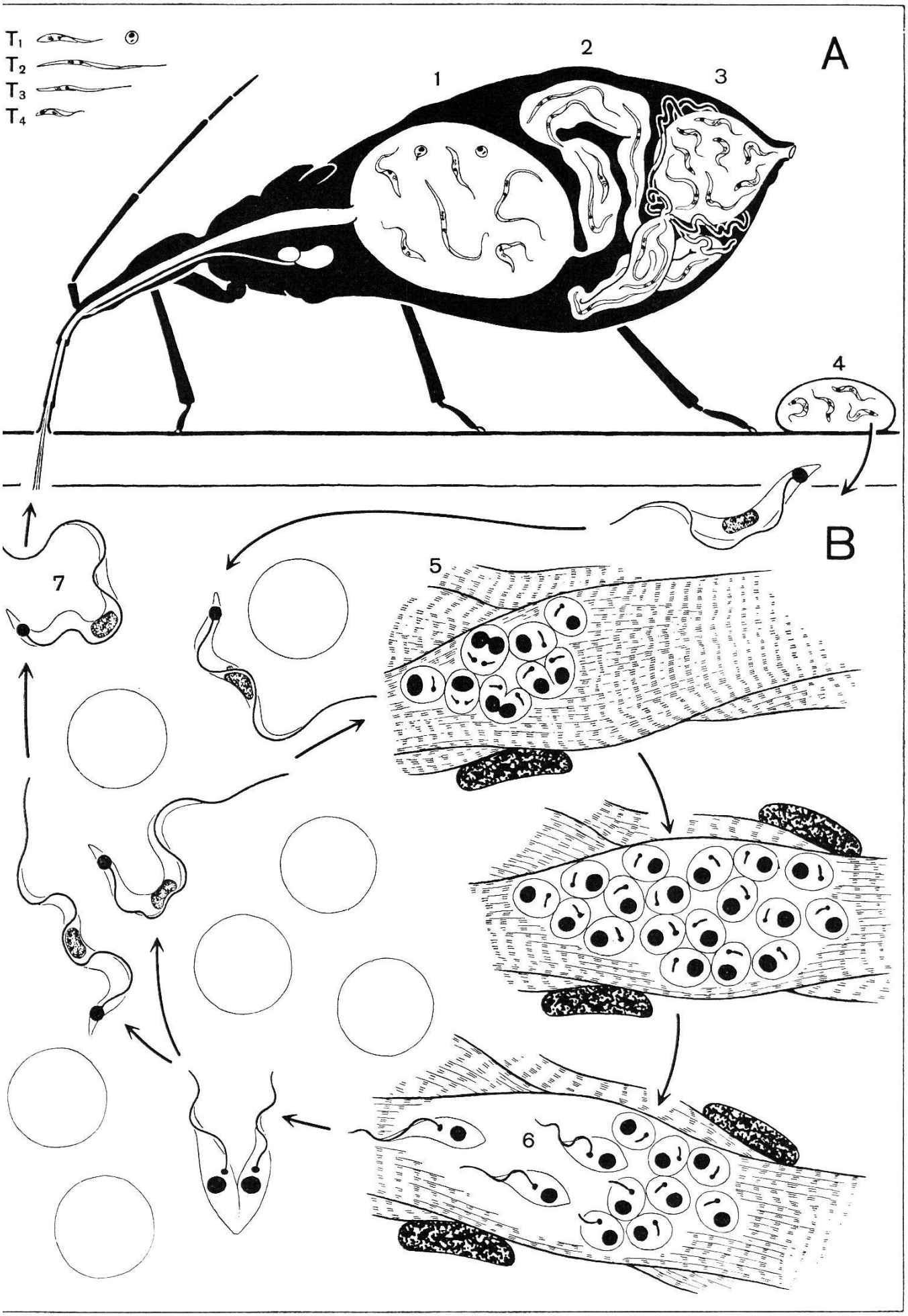
3 Enddarm, enthaltend T_3 und die metacyclischen T_4
Intestin postérieur contenant T_3 et les trypanosomes métacycliques T_4
Hindgut, containing T_3 and the metacyclic trypanosomes T_4

4 Kottropfen, enthaltend T_4
Gouttelette fécale, contenant T_4
Faecal droplet, containing T_4

5 In den Herzmuskel eingedrungene Blutform verwandelt sich in Gewebeformen
La forme trypanosome du sang, après avoir pénétré dans le myocarde, se transforme en formes leishmaniennes
The blood form invading the myocardium is transformed into tissue forms

6 Rückverwandlung von Gewebeformen in Blutformen
Retransformation de formes leishmaniennes en trypanosomes
Reversive transformation of leishmanial forms into Trypanosomes

7 Blutform, die von der Wanze aufgenommen wird und sich in die Formen T_1 verwandelt
Forme du sang qui sera absorbée par la punaise et se transformera en T_1
Blood form, ingested by the bug being transformed into T_1


T1
T2
T3
T4
A
1
2
3
4
B
5
6
7

von Leishmaniaformen, als sogenannte Gewebeformen durch Teilung vermehren. Nach einer Inkubationszeit von 4—20 Tagen gelangen Tochterzellen dieser Gewebeformen, die sich über ein Leptomonas- und Crithidiastadium in die Trypanosomenform zurückverwandeln können, in die Blutbahn, wo sie während 3—4 Wochen mit den auf S. 192 ff. angeführten diagnostischen Methoden als Blutform nachzuweisen sind. Im Unterschied zu anderen Trypanosomenarten (vgl. S. 147 f.) kommt bei der Blutform von *T. cruzi* normalerweise keine Teilung vor. Die Vermehrung des Parasiten spielt sich nur im Gewebe ab [1]. Im Verlauf der Krankheit verschwinden und erscheinen die Trypanosomen periodisch im Blut. In den Perioden negativen Blutbefalls verlassen sie die Blutbahn und dringen in die Gewebe ein. Je nach Stärke der Infektion können nach und nach das ganze R.E.S. sowie die verschiedensten Organe (Milz, Leber, Lymphknoten, Gehirn etc.) von Trypanosomen infiziert werden. Eine spezifische Affinität zeigt *T. cruzi* jedoch zur quergestreiften Muskelzelle, ganz besonders zur Herzmuskulatur. T. XV B. 5 und 6 zeigt das für einen Chagas-Fall typische Bild einer Herzmuskelfaser, die ein Nest von Gewebeformen enthält, welche sich durch Teilung aus einer Blutform gebildet haben. Die umgebende Muskelzelle wird nach und nach aufgezehrt und die angrenzenden Muskelfasern angegriffen und zerstört, so daß allmählich das ganze Myocard von Parasiten-Agglomerationen infiltriert wird.

Die kleinen, runden bis ovalen Leishmania-artigen Gewebeformen haben einen Durchmesser, resp. eine Länge, von ca. 1,5—4 μ. In gut gefärbten Ausstrich- oder Schnittpräparaten (vgl. S. 194) ist neben den stäbchenförmigen Kinetoplasten häufig noch ein Geißelrest (Rhizoplast) zu erkennen.

Aus allen Gewebeformen können wieder Blutformen entstehen, die in die Blutbahn zurückkehren. In Schnittpräparaten von Herzmuskel oder Gehirngliazellen finden sich häufig Übergangsstadien von der Leishmania- zu der Trypanosomenform. Die Leishmaniaform streckt sich und wird durch das Auswachsen einer neuen Geißel vom Rhizoplasten aus zunächst zu einer Leptomonas und dann zur Crithidia, welche sich teilt und Trypanosomenform annimmt.

---

[1] Daß aber auch die Blutform die Potenz zur Teilung besitzt, zeigen fortgesetzte Blutpassagen von *T. cruzi* bei Laboratoriumstieren, bei welchen Teilungsformen im Blut auftreten.

3. Reservoirtiere

Obwohl die meisten Triatominen eine erstaunliche Variation von Tierarten als Blutspender annehmen, treten doch artspezifische Bindungen an bestimmte Wirte auf. So besteht z. B. bei *Rhodnius prolixus* neben der Assoziation mit dem Menschen eine Spezialisierung auf Gürteltiere und «Paka» (*Cuniculus paca* Linn.), *Panstrongylus geniculatus* bevorzugt Gürteltierarten des Genus Dasypus, und in Nordamerika sind Waldratten (Neotoma-Arten) die wichtigsten Wirtstiere der verschiedensten Triatomen. Als natürlich mit *T. cruzi* infizierte Reservoirtiere kommen ferner Didelphis, Opossum, Sciurusarten und Fledermäuse in Frage. Neben diesen natürlicherweise mit den Reduviiden vorgesellschafteten Wildtieren, die als primäre Reservoirtiere zu betrachten sind, spielen im Biotop der domestizierten Überträgerarten (speziell *Rhodnius prolixus, Panstrongylus megistus, Triatoma infestans*) auch sekundäre Reservoirtiere eine Rolle. Wir verstehen darunter Haustiere, wie vor allem Katzen und Hunde, aber auch Ziegen, Schweine und Pferde, die für den Menschen ein besonders gefährliches Trypanosomenreservoir sind.

Experimentell wurden bisher mit *T. cruzi* infiziert: Igel, Mäuse (*Mus musculus* und die verschiedensten *Peromyscus*arten), Ratten (*Rattus rattus norvegicus*), Kaninchen, Siebenschläfer, Schaf, Affen (*Macacus rhesus*, Pavian, Schimpanse).

4. Trypanosoma rangeli

(Tejera 1920)

Im Zusammenhang mit *T. cruzi* und im Hinblick auf die Bedeutung der Xenodiagnose für die Chagas-Krankheit muß hier noch kurz von einer weiteren südamerikanischen Trypanosomenart gesprochen werden, auf welche man erst vor wenigen Jahren aufmerksam geworden ist.

1920 entdeckte Tejera in Venezuela bei *Rhodnius prolixus* ein auffallend großes, schlankes Trypanosom mit kleinem Kinetoplast und sehr langer Geißel und beschrieb dessen verschiedene Entwicklungsstadien im Wanzendarm. Über ein Reservoirtier dieses Flagellaten war zu jenem Zeitpunkt nichts bekannt. Erst 1948 stießen Mayer und Pifano anhand einer Xenodiagnose erneut auf das *T. rangeli*, und zwar diesmal auf eine menschliche Infektion. Seither

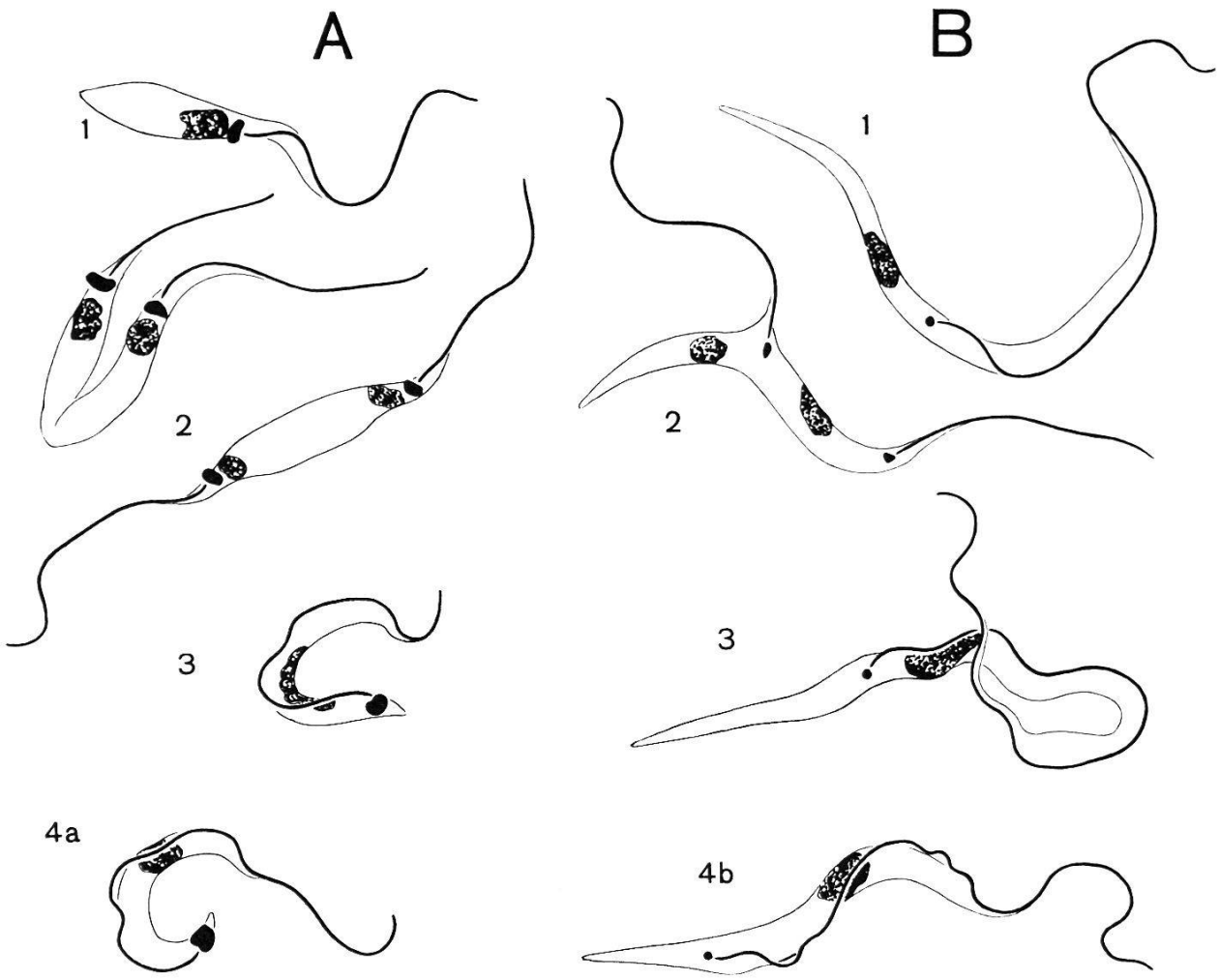


Fig. 8

Vergleich der wichtigsten Formen von Trypanosoma cruzi (A) und rangeli (B)

Confrontation des principaux aspects morphologiques de Trypanosoma cruzi (A) et rangeli (B)

Comparison of the Main Forms of Trypanosoma cruzi (A) and rangeli (B)

1	Crithidia	Aus Wanze oder Kultur Provenant de la punaise ou d'une culture From bug or culture
2	Teilungsformen der Crithidia Division d'une Crithidia Division forms of Crithidia	
3	Metacyclische Form Forme métacyclique Metacyclic form	
4	Blutform Forme du sang Blood form	a Aus Mensch De l'homme From man b Aus Hund (nach Pifano) Du chien (d'après Pifano) From dog (reproduced from Pifano)

sind an die 50 menschliche Fälle von *T. rangeli* bekannt geworden, darunter auch Mischinfektionen mit *T. cruzi* und Fälle von infizierten Haustieren. Auch gelang die Isolierung von *T. rangeli*-Stämmen auf RAZGHA- und NNN-Nährböden (vgl. S. 196) sowie die Infektion von weißen Ratten und Mäusen durch Inokulation von Kulturflüssigkeit. Ratten und Mäuse entwickeln eine schwache Parasitämie, die nach der 6. Woche verschwindet, und zeigen keinerlei Krankheitssymptome; doch wurde über die Pathogenität dieses Trypanosoms bisher noch nichts Definitives ausgesagt.

Um eine Differenzierung des *T. cruzi* von *T. rangeli,* speziell für die Xenodiagnose und Blutkultur, zu erleichtern, folgt hier eine Gegenüberstellung der wichtigen morphologischen Unterschiede (vgl. Fig. 8). Für alle Entwicklungsstadien gilt vor allem der auffallende Größenunterschied sowie die verschiedenartige Ausbildung des Kinetoplasten, der sich bei der metacyclischen und der Blutform auch durch seine Lage stark unterscheidet. Während eine Gesamtlänge von 25—30 μ bei *T. cruzi* auch für die lange Crithidiaform ein Maximum darstellt, messen die längsten *T. rangeli*-Stadien bis 70 μ. Als weitaus sicherstes Merkmal zur Abgrenzung des *T. rangeli* von *T. cruzi* sei aber auf den in allen Entwicklungsstadien außerordentlich kleinen, punktförmigen Kinetoplasten hingewiesen, der zum voluminösen, meist dunkelgefärbten rundlichen oder langgestreckten, querständigen Kinetoplasten von *T. cruzi* in scharfem Gegensatz steht. Zudem ist seine Position bei *T. cruzi* fast terminal, während er bei *T. rangeli* um ca. ¼ bis ⅓ der Körperlänge vor dem spitz ausgezogenen Hinterende liegt.

5. Technik zum Studium der südamerikanischen Trypanosomiase (Chagas-Krankheit)

HALTUNG UND PRÄPARATION VON REDUVIIDEN (TRIATOMA UND RHODNIUS)

a) Materialbeschaffung

Da die lichtscheuen Insekten in den Ritzen der Lehmhüttenwand oder bei Gras- und Palmblatthütten im Wandgeflecht versteckt leben, fängt man sie am besten bei rasch aufblitzendem Taschenlampenlicht mit langen, schmalen Pinzetten, mit denen man die Insekten in den engen Schlupfwinkeln ergreifen kann. Der Transport ist einfach, da die Reduviiden bis 2 Monate ohne Nahrung auskommen können und im allgemeinen auch für Temperatur- und Feuch-

tigkeitsschwankungen nicht stark empfindlich sind. Es sei hier auch WYGONDZINSKY's praktische Methode erwähnt, Triatomeneier in Federkielen zu versenden.

b) Zucht von Reduviiden

Reduviiden werden zu etwa 10—15 Stück am besten in kleinen Bechergläsern (ca. 100 cm³) gehalten, die oben mit Stoffgaze abgeschlossen sind. Man gibt in jedes Glas ein mehrfach gefaltetes Filterpapier, welches die Kottropfen aufsaugt. Die Wanzen können sich zudem auf der rauhen Oberfläche dieses Papiers leicht fortbewegen und verbergen sich gerne in den Falten Aufbewahrung im Dunkeln bei 26° C und einer RLF von 55—60% [1]. Zur Fütterung werden die einzelnen Bechergläser mit der durch Gaze bedeckten Öffnung auf den geschorenen Bauch eines Meerschweinchens aufgesetzt. Die Wanzen stechen durch die Gaze hindurch. Im allgemeinen genügt es, die Tiere etwa alle 14 Tage einmal zu füttern. Möchte man die Zucht forcieren, so füttert man zwei- bis dreimal pro Woche, da die adulten Wanzen dadurch zur Eiablage angeregt werden und die Entwicklung der heranwachsenden Tiere stark beschleunigt wird. Für Versuchszwecke bedient man sich reiner, parasitenfreier, d. h. vom Ei ab aufgezogener Wanzen.

c) Konservierung von Raubwanzen

Man geht gleich vor wie bei Glossinen (S. 236).

d) Herstellung von Präparaten

Präparate für Demonstrationszwecke können auf folgende einfache Art gewonnen werden: frisch getötete Larven, Nymphen oder Imagines werden in Alkohol (85%) fixiert, getrocknet und auf der Unterseite eines Objektträgers mit einem Leukoplaststreifen angeklebt. Dieser sollte so breit sein, daß die Wanzen luftdicht abgeschlossen werden. Einzelne Körperteile können für entomologische Präparate in PURI-Lösung eingeschlossen werden, wie S. 405 beschrieben.

METHODEN ZUR DARSTELLUNG VON T. CRUZI UND T. RANGELI

A. Bei Mensch und Wirbeltier

a) Trypanosomen im peripheren Blut

Bei Säuglingen und Kleinkindern werden die Trypanosomen viel häufiger im Blut angetroffen als bei Erwachsenen.

Nativpräparat:

Durch seine Bewegungen ist auch das an sich sehr kleine *T. cruzi* schon bei Trocken-Vergrößerungen von 150—200 × leicht zu sehen. Bei geschlosse-

[1] Zur Konstanthaltung dieser Luftfeuchtigkeit kann man die Zuchtgläser z. B. in einer Glaswanne aufbewahren, auf deren Boden sich Ca-Nitrat-Kristalle oder eine Lösung von Schwefelsäure (38%) befinden. Die RLF wird mit einem Hygrometer kontrolliert. Die Glaswanne muß gut abgedeckt und eventuell mit Vakuumfett oder Vaseline abgedichtet werden.

ner Kondensorblende, besonders schön mit Phasenkontrast oder im Dunkelfeld zu beobachten.

Ausstrich und dicker Tropfen:

Herstellung und Färbung siehe unter Trypanosomen S. 237. *T. cruzi* findet man vor allem in den äußersten Randzonen der Ausstriche.

Zentrifugations-Anreicherung:

Ist die Blutinfektion so schwach, daß auch im dicken Tropfen keine Parasiten gefunden werden, so kann man sich z. B. der auf S. 389 beschriebenen «dreimaligen Zentrifugation» bedienen. Diese Methode hat sich für die afrikanischen Trypanosomen-Arten sehr gut bewährt; bedeutend zuverlässigere Resultate liefern jedoch im Falle der Chagaskrankheit wie auch bei allfälligen *T. rangeli*-Infektionen die nachfolgend beschriebenen Methoden.

Xenodiagnose:

Als Xenodiagnose bezeichnet man eine diagnostische Technik, die sich zur Darstellung des Krankheitserregers des obligatorischen oder eines fakultativen Überträgers bedient. Diese Definition gilt nicht nur im Falle von Insekten, sondern kann selbstverständlich auf andere Arthropoden ausgedehnt werden. (Siehe Zeckentest für Rickettsien S. 312.)

Während im Falle der Tsetsefliege (afrikanische Schlafkrankheit), die eine sehr niedrige Infektionsquote besitzt (S. 228, 232), die Xenodiagnose praktisch bedeutungslos ist, erzielt man dagegen bei Raubwanzen, bei denen eine *T. cruzi-*, bzw. *T. rangeli*-Infektion zu 100% angeht, mit dieser Methode besonders günstige Resultate. Vorteilhaft wirkt sich ferner aus, daß die Reduviiden pro Mahlzeit relativ große Blutmengen aufnehmen und daß sich die erwähnten Trypanosomenarten im Wanzendarm sehr rasch vermehren.

Für eine erfolgreiche Xenodiagnose benützt man aus einer reinen Triatomen- oder Rhodniuszucht stammende Nymphen vom Stadium I und II sowie auch Larven vom Stadium III, da diese am meisten Blut aufnehmen. MAYER und PIFANO empfehlen eine Auswahl von 3—6 Larven vom Stadium III und je 3—6 Individuen des Nymphenstadiums I und II, die nach einer Hungerperiode von mindestens 14 Tagen während 15—30 Minuten auf den zu untersuchenden Patienten (oder Versuchstieren) in Gazekäfigen oder mit Gaze verschlossenen Zylindergläsern zum Saugen angesetzt werden. 10—12 Tage nach der Blutaufnahme wird der Darmtrakt der Reduviiden oder, falls man die Wanzen am Leben erhalten will, die nach Fütterung auf Meerschweinchen abgegebenen Kottropfen auf Trypanosomen untersucht. Ist der Kot 6 Wochen nach der Blutmahlzeit immer noch negativ, so können durch Sektion des Darmes bei schwacher Infektion oft noch Trypanosomen nachgewiesen werden. Obwohl die bei der Xenodiagnose von den Reduviiden aufgenommene Blutmenge im allgemeinen den Parasiten zu erfassen vermag, bietet die Inokulation von RAZGHA-Nährböden (s. S. 411) bei den so außerordentlich spärlich im peripheren Kreislauf auftretenden Trypanosomenarten für die Diagnose des Parasiten noch mehr Garantie, da dabei noch größere Blutmengen zur Untersuchung kommen. (Je nach Nährbodengröße können 3—10 cm^3 Blut angesetzt werden.) Dasselbe gilt auch für subcutane Inokulation von größeren Säugetieren wie junge Hunde und Affen, während bei Kleinsäugern (wobei speziell neugeborene Ratten und Mäuse wie auch Meerschweinchen besonders empfänglich sind), je nach Größe des Tieres eine Blutmenge von nur 0,5 cm^3 (junge Ratten und Mäuse) bis 3 cm^3 (Meerschweinchen) gespritzt werden kann.

Serologischer Test:

Von gewisser Bedeutung für die epidemiologische Überwachung ist der sogenannte ALEXIN- oder QUERREIRO-MACHADO-Komplement-Fixationstest, der mit Antigenen von *T. cruzi* oder *T. equiperdum* durchgeführt wird. Der Test gibt 80—97% positive Reaktionen bei Chagas-Patienten, ist jedoch nicht ganz spezifisch, da auch Hautleishmaniase und Lepra ansprechen können.

b) Trypanosomen in Geweben (Sektionsmaterial)

Gewebeformen (S. 188) finden sich vor allem in der quergestreiften Muskulatur, speziell im Herzmuskel. Es wurden aber auch Infiltrationen in Milz, Gehirn, Lymphdrüsen, Schilddrüse und anderen Organen beschrieben. Man fixiert möglichst frische, kleine Gewebestücke z. B. in DUBOSCQ, bettet in Paraffin ein, stellt 5—8 μ dicke Schnitte her und färbt. Hämatoxylin DELAFIELD gibt sehr gute Resultate, wenn man mit Eosin oder Erythrosin kurz gegenfärbt. Die Gewebeformen finden sich in dichten «Nestern», die schon mit 150× Trockenvergrößerung deutlich erkennbar sind. Hämatoxylin-HEIDENHAIN eignet sich ebenfalls, doch lohnt sich diese heikle Methode für den Ungeübten hier kaum (S. 395 ff.).

B. Bei den Reduviiden

a) Untersuchung von Wanzenkot

Raubwanzen geben, wie auf S. 185 beschrieben, unmittelbar nach dem Saugen mehrere Kottropfen ab, die bei infizierten Tieren oft große Mengen von Parasiten enthalten. Der erste bis zweite Kottropfen ist dickflüssig und von bräunlicher Farbe, während die nachfolgenden Exkremente dünnflüssig und wasserklar sind. Die braunen Tropfen sind Entleerungen der Rektalampulle, die aus verdautem Blut und zahlreichen symbiontischen Bakterien bestehen. Die klaren Tropfen enthalten dagegen keine Verdauungsreste des Darmtraktes, sondern sind harnsäurekristallhaltige Sekrete, die von den MALPIGHI'schen Gefäßen in die Rektalampulle ausgeschieden werden. Die Beschaffenheit der zu untersuchenden Kottropfen ist insofern von gewisser Bedeutung, als bei mit *T. cruzi* infizierten Reduviiden in den braunen Exkrementen außer metacyclischen Trypanosomenformen auch vereinzelte Crithidiaformen auftreten können. In dem klaren Sekret, das gleichsam die restlichen Trypanosomen der Rektalampulle ausspült, finden sich dagegen ausschließlich reife metacyclische Formen.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei *T. rangeli*. Die klaren Tropfen sind im allgemeinen trypanosomenleer, und in den braunen Exkrementen überwiegt die Anzahl der Crithidiaformen. Metacyclische Stadien treten sehr spärlich auf. Zur Kotabgabe werden die vollgesaugten Reduviiden in kleinen PETRI-Schalen isoliert. Um den Verlust des ersten, parasitenreichsten Tropfens zu vermeiden, empfiehlt es sich, das Ende des Saugaktes nicht abzuwarten, sondern die Wanzen vom Meerschweinchen abzulösen, bevor sie sich ganz vollgesaugt haben. Der Kot wird sofort mit einer Pipette aufgesaugt, auf einen Objektträger

gebracht und kann direkt im Mikroskop beobachtet werden. Die Trypanosomen sind durch ihre starke Beweglichkeit schon bei schwacher Vergrößerung leicht erkennbar. Vorsicht, da die metacyclischen Formen infektiös sind!

Zur Herstellung von Dauerpräparaten mischt man gleiche Mengen Wanzenkot und Serum, stellt Ausstriche her, die mit Methylalkohol fixiert und wie Blutausstriche nach GIEMSA gefärbt werden können (s. S. 400).

b) Trypanosomen im Wanzendarm

Die Wanzen werden in Bauchlage auf einer mit Wachs ausgegossenen Präparierschale mit Insektennadeln befestigt. Dann trägt man die Rückendecke sorgfältig ab und legt den Darmtrakt frei. Bei Massenkontrollen, wie sie im epidemiologischen Dienst erforderlich sind, werden nach Amputation von Kopf und Extremitäten die 2 letzten Abdominalsegmente durch Scherenschlag vom Körper abgetrennt und der Darminhalt auf einen Objektträger ausgequetscht.

Ausstriche:

Das zu untersuchende Darmstück (Proventrikel, Mittel- oder Enddarm) wird herausgeschnitten, auf einen Objektträger gelegt — zum Verhindern des Austrocknens gegebenenfalls unter Zufügung von Glukoselösung (4%) oder Serum — und mit einer Öse, einem Spatel oder einem Glasstab zerrieben. Gute Resultate ergibt auch Punktion und Heraussaugen des Darminhalts der gewünschten Region mit einer Kapillarpipette. Die getrockneten Präparate werden wie Blutausstriche fixiert und am besten nach GIEMSA gefärbt (s. S. 400, 401).

Schnittpräparate:

Der Darmtrakt von frisch getöteten Reduviiden (S. 191 f.) wird herauspräpariert und in DUBOSCQ, CARNOY oder HELLY fixiert. Einbetten in Paraffin und Herstellen möglichst dünner Schnitte. Die Schnitte werden nach GIEMSA oder KINGSLEY gefärbt (s. S. 400).

C. Zucht von T. cruzi

a) Auf Kleinsäugern

Mit infiziertem Wanzenkot oder virulenten Kulturen können Ratten meist nur während der ersten sieben Wochen infiziert werden, während Meerschweinchen und vor allem Mäuse auch ausgewachsen ihre Empfänglichkeit behalten. Mäuse eignen sich besonders gut zur Zucht von *T. cruzi* im Laboratorium. Um Degenerationserscheinungen (Verlust der Pathogenität, Formveränderungen etc.) von Laboratoriumsstämmen zu vermeiden, sollte man, wenn immer möglich, von Zeit zu Zeit die Mäuse-Überimpfungen durch Reduviidenpassagen unterbrechen. Für *T. rangeli* gelingt die Infektion von weißen Ratten und Mäusen durch subcutane Injektion von *T. rangeli*-Kulturen, die besonders reich an metacyclischen Formen sind. Die Parasitämie erreicht ihren Höhepunkt zwischen dem 6. und 14. Tag p. i. und geht mit der 6. Woche vollständig zurück.

b) In Kulturmedien

T. cruzi und *T. rangeli* lassen sich im Unterschied zu den Trypanosomen der *brucei*-Gruppe in bluthaltigen Kulturmedien relativ einfacher Zusammensetzung (Rezepte S. 409 ff.) leicht züchten. Die Trypanosomenformen, die sich im Nährmilieu entwickeln, gleichen den Stadien im Reduviidendarm. Während *T. cruzi* in beiden auf S. 409 f. angeführten Kulturmedien neben Leishmania-, Leptomonas- und Crithidiaformen auch gleichmäßig metacyclische (Trypanosomen) Formen ausbildet, begünstigt das RAZGHA-Milieu bei *T. rangeli* die Entwicklung der metacyclischen Form. Verlust der Pathogenität für Mensch und Laboratoriumstiere während Kulturpassagen wurde bei *T. cruzi* schon nach 2—4 Jahren festgestellt.