

Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasitol. 10 (1988) 23 - 32

Institut für Allgemeine Hygiene und Tropenhygiene der Universität Göttingen  
(Leiter: Prof. Dr. med. W. Bommer)

## Massenfütterung von Reduviiden mit aussortierten menschlichen Blutkonserven in Beuteln aus Haushaltsfolie: zugleich eine Möglichkeit der In-vitro-Xenodiagnose der Chagas-Krankheit

Eva-Maria Christophel, S. Scheede, W. Bommer

### Einleitung

In blutsaugenden Raubwanzen der Familie Reduviidae (Ordnung Hemiptera) entdeckte 1908 der brasilianische Tropenarzt Carlos CHAGAS (3) Flagellaten, die er *Schizotrypanum cruzi* nannte. Er erkannte, daß diese Flagellaten auf den Menschen von jenen gefürchteten Insekten übertragen werden, die die Einwohner aufgrund deren scheinbarer Vorliebe, ins Gesicht bzw. in die Lippen zu stechen, "barbeiro" (barbier) oder andernorts „Kußwanzen“ nennen. Die Infektion erfolgt durch Einreiben der im Wanzenkot ausgeschiedenen Erreger in die Stichwunde. Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation aus dem Jahr 1982 sind in Südamerika 24 Millionen Menschen mit *Trypanosoma cruzi* infiziert, etwa 50% davon weisen die klinischen Symptome der Chagas-Krankheit auf.

Als Vektoren der Chagas-Krankheit sind die obligat hämatophagen, mit ca. 90 Arten vorwiegend in Südamerika vorkommenden Triatominae von eminenter medizinischer und ökonomischer Bedeutung. Ihre Haltung unter Laborbedingungen ermöglicht Untersuchungen über Lebenszyklus und Vektorpotential sowie zur chemischen, biologischen oder immunologischen Bekämpfung der Raubwanzen. Aufgrund ihrer Größe, leichten Handhabbarkeit und relativ einfachen Züchtung stellen sie hervorragende Modelle für insektenphysiologische, genetische und Übertragungsstudien dar.

Eine gewisse Schwierigkeit bei der Haltung von Reduviiden, insbesondere bei Massenzuchten, besteht in deren Ernährung. Üblicherweise werden hierfür Kleinsäugetiere benutzt, was weder von seiten des Tierschutzes noch hinsichtlich des erheblichen, auch ökonomischen Aufwandes eine günstige Lösung sein kann. Zudem ist eine Standardisierung von Versuchsbedingungen unter solchen Umständen schwierig. Mehrere Methoden einer In-vitro-Fütterung blutsaugender Arthropoden mit Hilfe von künstlichen oder natürlichen Membranen sind beschrieben worden, über die KLUNKER (15) eine umfassenden Überblick gibt. Die meisten Techniken sind allerdings für kurzfristige Studien konzipiert und zur Dauerfütterung einer großen Zahl von Tieren ungeeignet.

Unser Ziel war es, mittels einer technisch einfach durchzuführenden, wenig kosten-aufwendigen Membranfütterung unsere umfangreiche Raubwanzenzucht, bestehend aus den Arten *Triatoma infestans* (Peru), *Triatoma pallidipennis*, *Rhodnius prolixus* (Kolumbien) und *Dipetalogaster maximus* (Mexiko), in der Zucht zu erhalten.

Es bot sich an, die gleiche Membranfütterungstechnik hinsichtlich ihrer diagnostischen Verwendbarkeit zum Nachweis von *Trypanosoma cruzi* in Patientenblutproben (In-vitro-Xenodiagnose) zu überprüfen.

Beim indirekten Parasitennachweis durch die 1914 von BRUMPT (1) beschriebene Methode der In-vivo-Xenodiagnose werden trypomastigote, im Blut vorhandene Formen von *Trypanosoma cruzi* beim Saugen von Triatominen aufgenommen und nach Vermehrung in deren Darmtrakt als metazyklische trypomastigote Formen „angereichert“ im Kot ausgeschieden. Speziell in der chronischen Phase der Chagas-Krankheit mit niedriger Parasitämie ist die Xenodiagnose neben der Blutkultur eine sensitive parasitologische Nachweismethode (6). Das Ansetzen von 5 - 20 Wanzen-Larvenstadien (üblicherweise L III und L IV) am Arm des Patienten in mit Gaze verschlossenen Kästchen kann allerdings trotz Schmerzlosigkeit des Stiches beim Patienten zu psychischen wie allergischen Reaktionen führen (5, 25). Die In-vitro-Xenodiagnose, zuerst beschrieben von NUSSENZWEIG und SONNTAG 1952 (23), bei der die Triatominen antikoaguliertes Patientenblut über künstliche Membranen aufnehmen, stellt deshalb bei vergleichbarer Sensitivität (7) einen deutlichen Vorteil dar.

## Methoden

Bei unserer modifizierten Technik einer Membranfütterung von Reduviiden wird den Tieren die Nahrung in einer Art Futterbeutel angeboten, dessen Temperatur mit Hilfe einer selbst hergestellten Wärmeplatte konstant gehalten wird.

Als Membranmaterial für den Beutel dient Haushaltsfrischhaltefolie aus Plastik von 0,02 mm Dicke. Mittels eines Folienschweißgerätes werden hieraus — je nach Anzahl der zu fütternden Wanzen — ca. 4 × 4 cm große Beutel (Füllvolumen etwa 15 ml) hergestellt, in welchen zur besseren späteren Handhabbarkeit bewußt Luft belassen wird.

Wir verwenden als Nährsubstrat für die Raubwanzen menschliches Blut aus aussortierten, überlagerten Blutkonserven, welches von der Blutbank freundlicherweise kostenlos zur Verfügung gestellt wird. Jede Konserve enthält 450 ml Blut plus 63 ml CPDA-1 Stabilisatorflüssigkeit (3 g Zitronensäure, 26,3 g Natriumcitrat × 2 H<sub>2</sub>O, 2,2 g Natriumhydrogenphosphat × H<sub>2</sub>O, 31,9 g Glucose-Monohydrat, 350 mg Adenin-Hydrochlorid sowie Aqua dest. ad 1000 ml).

Das vorgewärmte Blut wird mit einer Spritze, deren Kanüle in eine Ecke des Beutels eingestochen wird, langsam in den Beutel eingefüllt (Abb. 1 a). Mit einer anderen leeren Spritze wird über dieselbe Kanüle die verdrängte Luft abgesaugt, so daß ein luftblasenfrei gefüllter Blutbeutel entsteht. Die Einstichstelle wird mit einem Bindfaden abgebunden, welcher zudem die Handhabung erleichtert. Der Blutbeutel wird nach Erwärmen im Brutschrank auf 37 Grad Celsius in den Wanzenkäfig auf eine dort befindliche Wärmeplatte gelegt (Abb. 1 b) und den Wanzen angeboten.

Die Wärmeplatte besteht aus zwei 0,3 cm dicken, der Größe des Beutels entsprechenden Kupferplatten, zwischen welchen isolierter, 0,14 cm dicker Widerstands-

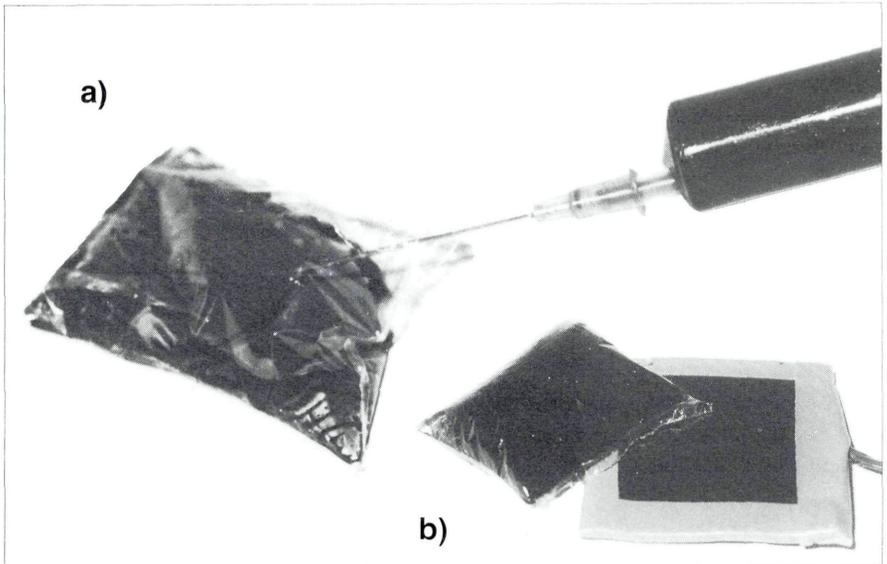


Abb. 1:

- a) Füllen eines Plastikbeutels mit Blut zur Massenfütterung bzw. In-vitro-Xenodiagnose  
b) Blutbeutel neben Wärmeplatte

draht (Konstantendraht aus einer Legierung von 55% Kupfer, 44% Nickel und 1% Mangan, 52 Ohm/m) mittels doppelseitigem Klebeband befestigt wird. Die Enden des Widerstandsdrahtes werden mit je einem Kupferkabel verlötet und an einen Transformator (14 Volt, 0,7 Amp.) angeschlossen. Durch doppelseitig klebende Schaumstoffolie können die Wärmeplatten fest in den Käfigen installiert und nach unten wärmeisoliert werden. Die Abstrahltemperatur läßt sich über die Länge des Widerstandsdrahtes auf 39° C einstellen.

Die Fütterung der Wanzen findet bei Raumtemperatur und Tageslicht statt. Die Beutel werden 1 - 2 Stunden in den Käfigen belassen; einmal saugende Wanzen sind in 10 bis 20 Minuten vollgesogen.

Für die experimentelle Imitation einer Xenodiagnose in vitro wurde Blutkonservenblut in Blutbeuteln mit trypomastigoten Formen von *Trypanosoma cruzi* (Stamm Brasil 32) aus der Maus versetzt. Es wurde je ein Versuch mit einer hohen und einer niedrigen Infektionsdosis durchgeführt: Infektionsfrei gezüchtete III. und IV. Larvenstadien von *Triatoma infestans* erhielten Blut mit 5000 Trypanosomen/ml, während L III und L IV von *T. pallidipennis* Blut mit 2 - 3 Trypanosomen/ml angeboten wurde, was bei voller Blutmahlzeit einer Infektionsdosis von etwa 1 Trypanosom pro Wanze entspricht. Als Kontrolle dienten L III und L IV von *T. infestans*, die wir an einer infizierten Maus mit einer Parasitämie von 10 Millionen Trypanosomen/ml Blut saugen ließen.

21 Tage nach der Fütterung wurde der Wanzenkot bzw. abzentrifugiertes Wanzenhomogenat nach der Methode von MAEKELT (17) im Phasenkontrastmikroskop auf das Vorhandensein von epimastigoten und metazyklischen Formen von *Trypanosoma cruzi* untersucht (Vergrößerung  $\times 400$ ).

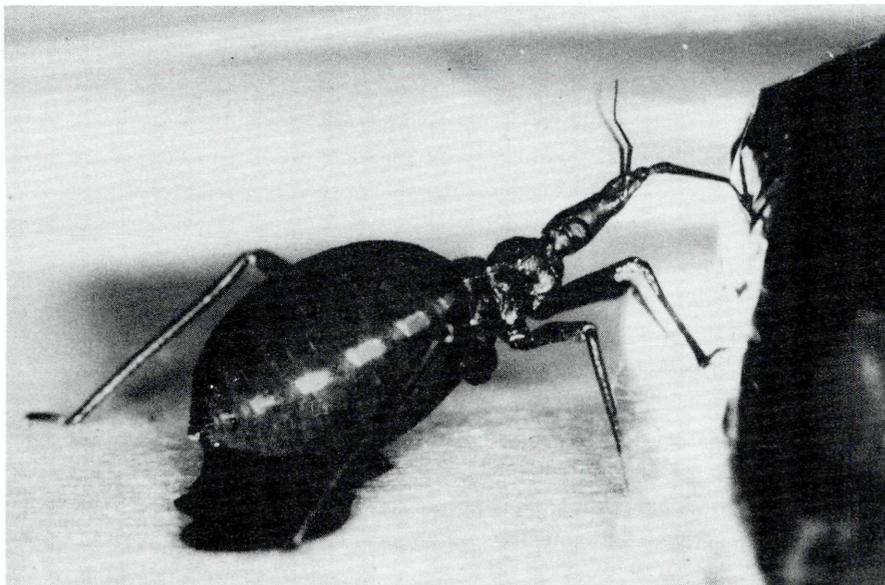


Abb. 2:

In-vitro-Fütterung von *Dipetalogaster maximus* (Larvenstadium). Absetzen eines Kottropfens am Ende der Blutaufnahme.

## Ergebnisse und Diskussion

Der primäre Stimulus für die Nahrungsaufnahme ist für die blutsaugenden Reduviiden, wie auch für die meisten anderen hämatophagen Arthropoden die Temperatur der angebotenen Nahrung (9, 13, 28), wobei ein Temperaturgradient zur Umgebung von großer Bedeutung ist (9). Andere Faktoren wie Kohlendioxid, menschlicher Atem, visuelle Stimuli, die Zeitspanne seit der letzten Blutmahlzeit sowie die Zusammensetzung der angebotenen Nahrung, so deren ATP-Gehalt (8), beeinflussen ebenfalls die Bereitschaft zur Nahrungsaufnahme, scheinen aber gegenüber der Thermotaxis eine untergeordnete Rolle zu spielen (9).

Unsere Erfahrung mit der In-vitro-Fütterung der Raubwanzen mit Blutbeuteln zeigt, daß diese selbst von Tieren, die das erste Mal damit konfrontiert sind, rasch wahrgenommen werden, zuerst von den Adulten, dann von den Larvenstadien, sichtbar am Fühlerspiel und der Bewegung auf den Beutel zu. Der ventral zurückgeklappte Rüssel wird ausgestreckt und die Stechborsten werden mit einem Ruck in den Beutel gestoßen. Erstaunlicherweise gaben unsere Tiere die anfangs bevorzugte, „natürliche“ vertikale Saugposition, Kopf nach unten auf einem Filterpapierstreifen sitzend, nach Gewöhnung an die Membranfütterung auf; sie ziehen vor, auf dem Boden des Käfigs sitzend vor allem seitlich im Bereich der Schweißnähte in den Beutel einzustechen.

Während des Saugakts sind die Wanzen relativ unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen. Sie nehmen in 10 bis 20 Minuten, auch bei vollem Tageslicht, eine Blutmenge bis zum Neunfachen ihres Körpergewichtes zu sich (Abb. 2). Ein Austreten

von Blut aus dem Beutel nach Zurückziehen des Rüssels haben wir nie beobachtet; Berührung der Tarsi der Wanzen mit Flüssigkeit hat eine abschreckende Wirkung auf die Tiere (9). Aufgrund der schnellen Fütterungszeit der Reduviiden ist ein ständiges Durchmischen des Blutes nicht nötig, wäre jedoch, z. B. für Arthropoden mit längeren Saugzeiten, durch Einschweißen eines Magnetrührstäbchens technisch kein Problem.

Bei der In-vitro-Fütterung blutsaugender Arthropoden ist die Aufrechterhaltung einer konstanten Temperatur der angebotenen Nahrung, entsprechend der Körpertemperatur des bevorzugten Wirtes, wichtig. Verschiedene Möglichkeiten sind beschrieben. Als Wärmetauschmedium wird v. a. Wasser, wie in der komplizierten Apparatur von NICOLLE (22), (10, 14), aber auch Mineralöl (24) verwendet; selten wird das Blut direkt auf einer Wärmebank erhitzt (20). — Mit Hilfe unserer einfach und billig herzustellenden Wärmeplatten kann die Bluttemperatur, selbst über Stunden, konstant zwischen 37 und 39° C gehalten werden; die Gefahr einer Überhitzung besteht nicht.

Verschiedenste Membranmaterialien werden für die In-vitro-Fütterung und -Xenodiagnose verwendet (15): Teile tierischer Haut oder tierischen Darms (2, 23), dünne Gummimembranen, v. a. Kondomgummi (24), Latexmembranen (18, 22) sowie synthetische Membranen wie Parafilm (11, 14). Über gute Akzeptanz und praktische Vorteile von Plastikfolie als Membran wird berichtet (20, 27).

Die von uns verwendete 0,02 mm dünne Plastik-Haushaltsfolie zeichnet sich durch große Flexibilität und Reißfestigkeit aus und kann dabei leicht von den Mundwerkzeugen der Reduviiden durchdrungen werden; die Einstichstellen verschließen sich von selbst wieder. Sie ist extrem billig und kann z. B. durch Bestrahlung mit UV-Licht sterilisiert werden. Mit toxischen Materialbestandteilen oder chemischen Konservierungsmitteln, auf die PIPKIN und CONNOR (24) bei Verwendung von Kondomen als Membran die beobachtete erhöhte Mortalität unter ihren Tieren zurückführen, muß nicht gerechnet werden. Die glatte Oberfläche der Folie war für unsere Triatominen, selbst bei direktem Kontakt, kein Hindernis. Bei dem erfolgreichen Versuch der Membranfütterung der afrikanischen Lederzecke *Ornithodoros moubata* hingegen überzogen wir zum besseren Halt der Tiere den Blutbeutel mit Schlauchgaze. Die Folie zerriß auch bei den viel größeren Mundwerkzeugen der Zecken nicht.

Kritischer und umstrittener Punkt der In-vitro-Fütterung ist die Herkunft des verwendeten Blutes und seine Konservierung. Vorwiegend wird defibriniertes tierisches Blut verwendet, welches z. B. HARRINGTON (12) als gut geeignet beschrieb. LANGLEY und PIMLEY (16) stellten jedoch bei Verwendung von defibriniertem Rinderblut eine Abnahme der Größe der adulten Tiere nach zwei Generationen, sowie eine Verminderung des Gewichts der abgelegten Eier fest, eine Beobachtung, die sie bereits bei der In-vitro-Fütterung von Tsetse-Fliegen gemacht hatten. Bessere Ergebnisse erzielten sie mit defibriniertem Schweineblut — der Grund hierfür bleibt unklar. Hingegen berichten andere Autoren über positive langfristige Erfahrungen mit defibriniertem Rinderblut für die In-vitro-Fütterung von Raubwanzen (10, 27).

GARDINER und MADDRELL (11) fanden nach einmaliger Fütterung mit defibriniertem frischen Schafblut eine hohe Mortalität unter *Rhodnius prolixus*, möglicherweise durch eine Veränderung des Blutes bei der Defibrinierung. LANGLEY und PIMLEY (16) vermuten als Ursache hierfür eine bakterielle Kontamination und betonen die Bedeutung aseptischen Vorgehens bei der Membranfütterung.

Als Antikoagulantien werden v. a. Natriumcitrat (20) und Heparin (14, 18) verwendet. Erste Erfahrungen mit heparisiertem menschlichen Blut ergaben keine veränderte Mortalität gegenüber Kontrolltieren (10, 18).

Seit über zwei Jahren ernähren wir vier Raubwanzenarten *in vitro* mit menschlichem Citrat-Blut. Der Vergleich mit parallel am lebenden Tier gehaltenen Wanzen ergab keine Unterschiede hinsichtlich Entwicklung, Fruchtbarkeit oder Mortalität. Selbst bei Massenfütterung wird bei der Blutbeutelmethode die Aufnahme einer ausreichenden Blutmenge sichergestellt, was bei Verwendung von Kleinsäufern problematisch sein kann. Es ist zu beobachten, daß *in vitro* gefütterte Wanzen eine größere Blutmenge aufnehmen. Ob das im Blutkonserven-Stabilisator enthaltene Adenin hierbei eine zusätzliche phagostimulierende Wirkung ausübt (8), müßte noch experimentell überprüft werden.

Zur Prüfung auf diagnostische Verwendbarkeit unserer Methode zum Nachweis von *Trypanosoma cruzi* mittels *In vitro*-Xenodiagnose führten wir einen Infektionsversuch an III. und IV. Raubwanzenstadien durch. Es zeigte sich (Tab. 1), daß membrangefütterte Exemplare von *T. infestans* bei einer Inokulationsdosis von 5000 Trypanosomen/ml Blut nach 21 Tagen zu 85 - 100% infiziert waren, vergleichbar mit den Infektionsraten von *T. infestans*, die als Kontrolle am hochinfizierten Tier (10 Millionen Trypanosomen/ml Blut) direkt gefüttert wurden. Daß selbst bei dieser enormen Infektionsdosis nicht von allen Larvenstadien Trypanosomen im Kot ausgeschieden wurden, kann verschiedene Ursachen haben: Angaben in der Literatur über den günstigsten Zeitpunkt der Wanzenkotuntersuchung schwanken zwischen 21 und 60 Tagen, so daß zu einem späteren Zeitpunkt u. U. höhere Infektionsraten möglich sind; zudem sind individuelle Unterschiede unter den Wanzen in der Empfänglichkeit gegenüber der Infektion mit *Trypanosoma cruzi* bekannt (4).

TABELLE 1  
Infektionsraten 21 Tage nach Infektion mit *Trypanosoma cruzi*

Wanzen-Art	Inokulum Trypanosomen/ml Blut	Larven-Stadium	Tiere insgesamt	Tiere infiziert	Infektions-Rate %
In-vitro-Fütterung					
Triatoma infestans	5000	III	13	11	85
		IV	9	9	100
Triatoma pallidipennis	2 - 3	III	13	7	54
		IV	2	1	50
In-vivo-Fütterung					
Triatoma infestans	10 Millionen	III	13	10	77
		IV	11	10	91

Bei der sehr niedrigen Infektionsdosis von 2 - 3 Trypanosomen/ml Blut waren 50% bzw. 54% der *in vitro* gefütterten Tiere infiziert. Dies stimmt annähernd mit den Ergebnissen von MERKS und WERNER (20) überein, die bei ähnlicher Inokulumgröße mittels ihrer modifizierten *In vitro*-Xenodiagnose Infektionsraten von 39%, 57% und

76% unter den verschiedenen Larvenstadien fanden. MERKS und WERNER (19) konnten auch zeigen, daß Trypanosomen, die in Citratblut über mindestens 257 Tage bei Raumtemperatur infektiös und vermehrungsfähig gefunden wurden (26), selbst in verschickten Patienten-Citratblutproben noch nachweisbar waren. Somit kann eine Xenodiagnose auch an postversandten Blutproben vorgenommen werden. Manche Autoren erzielten bei Verwendung von Heparin als Antikoagulans bessere Ergebnisse im In-vitro-Trypanosomennachweis als mit Citrat (2).

Unsere experimentellen Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß unsere modifizierte Membranfütterungstechnik auch zur In-vitro-Xenodiagnose der Chagas-Krankheit geeignet ist. Die Sensitivität der In-vitro-Xenodiagnose, welche derjenigen der In-vitro-Diagnose vergleichbar ist (7), kann durch Verwendung einer größeren Anzahl von Raubwanzen ohne Gefahr der Nebenwirkungen für den Patienten (25) noch erhöht werden, speziell unter Verwendung großer Wanzen-Species wie *Dipetalogaster maximus*, bei denen die jungen Larvenstadien bereits größere Blutmahlzeiten aufnehmen, wodurch die Nachweiseempfindlichkeit der Methode weiter gesteigert werden kann (21).

## Zusammenfassung

Wir stellen eine modifizierte Technik der In-vitro-Membranfütterung von blutsaugenden Reduviiden vor.

Aus Plastik-Haushaltsfolie geschweißte Beutel werden mit Blut aus aussortierten, überlagerten menschlichen Blutkonserven (Antikoagulans: Natrium-Citrat) luftblasenfrei gefüllt und den Insekten angeboten. Die Bluttemperatur wird während der Fütterungszeit durch Wärmeplatten (Widerstandsdraht zwischen zwei Kupferplatten) konstant auf 39° C gehalten. Adulte wie Larvenstadien der thermotaktisch positiv reagierenden Raubwanzen durchstechen die Folie und saugen sich in 10 bis 20 Minuten bis zum mehrfachen Körpergewicht voll.

In einer zweijährigen Beobachtungszeit konnte kein Unterschied in der Entwicklung und Mortalität gegenüber am lebenden Tier ernährten Wanzen festgestellt werden.

Diese einfach durchzuführende, wenig kostenaufwendige Technik ermöglicht die Massenhaltung von Reduviiden unter Verzicht auf Kleinsäugetiere als Futterspender, wodurch günstige Voraussetzungen für medizinisch-entomologische oder insektenphysiologische Studien geschaffen sind.

Von tropenmedizinischer Bedeutung ist die Möglichkeit der In-vitro-Xenodiagnose der Chagas-Krankheit unter Umgehung des direkten Ansatzens von Raubwanzen am Patienten. Selbst per Post versandte Blutproben können verwendet werden. In einem Infektionsversuch, bei dem mit *Trypanosoma cruzi* versetztes Blut von den Wanzen aufgenommen wurde, konnte durch Trypanosomennachweis im Wanzenkot nach 21 Tagen die Verwendbarkeit unserer Membranfütterungstechnik zur künstlichen Xenodiagnose bewiesen werden.

## Schlüsselwörter

Reduviidae (Hemiptera), In-vitro-Membranfütterung, Massenfütterung, Chagas-Krankheit, *Trypanosoma cruzi*, In-vitro-Xenodiagnose.

## Summary

Artificial mass feeding of reduviid bugs by bags made out of plastic film, filled with outdated human stored blood: a possibility of the in-vitro-xenodiagnosis of Chagas' disease.

We report about a modified artificial membrane-feeding technique for hematophagous reduviid bugs.

Bags made out of thin plastic film, which is commercially available for food-packaging purposes, are filled with outdated human stored blood (anticoagulant: sodium citrate) and administered to the bugs. A blood temperature of 39° C is maintained by heaters consisting of resistance wire wound between two copper plates. Attracted by the temperature gradient all reduviid stages penetrate the membrane and fully engorge within 10 to 20 minutes.

In a two year period insects fed by this method did not differ in molting time or mortality from those fed on live animals. This technique is simple in design, efficient and economical and because of a maximal accessible membrane surface area it is adaptable to mass feeding of bugs in the absence of live animal hosts.

In the field of tropical medicine this technique enables the in-vitro-xenodiagnosis of Chagas' disease avoiding the application of live triatomine bugs to the patient. It can even be carried out with specimens sent by mail. By feeding blood containing *Trypanosoma cruzi* to reduviid bugs and by detecting trypanosomes in their faeces 21 days later we could obtain experimental evidence that our membrane-feeding technique can be used for artificial xenodiagnosis.

## Key words

Reduviidae (Hemiptera), artificial mass feeding technique, Chagas' disease, *Trypanosoma cruzi*, in-vitro-xenodiagnosis.

## Danksagung

Dem Fotografen Peter Kaubisch, Foto-Repro-Grafik-Abteilung des Klinikums Göttingen, danken wir für seine technische Hilfe, insbesondere für das Erstellen der 16 mm-Filmdokumentation. Herrn Dr. med. Kuhlencord danken wir für seine Mitwirkung beim Drehen des Films sowie für viele nützliche Ratschläge, Herrn Joachim Ebert für sein fotografisches Engagement.

Der Blutbank des Klinikums Göttingen sind wir für die regelmäßige Bereitstellung von Blutkonserven sehr zu Dank verpflichtet.

## Literatur

1. BRUMPT, E. (1914):  
O Xenodiagnóstico. Aplicação ao diagnóstico de algumas infecções parasitarias e em particular a trypanosome de Chagas.  
An. Paul. Med. Cir. 3, 97 - 102.
2. CEDILLOS, R. A., TORREALBA, J. W., TONN, R. J., MOSCA, W., ORTEGON, A. (1982):  
El xenodiagnóstico artificial en la enfermedad de Chagas.  
Bol. Of. Sanit. Panam. 93, 240 - 249.

3. CHAGAS, C. (1909):  
Nova tripanosomiase humana.  
Mem. Inst. Osw. Cruz 1, 159 - 218.
4. CHOWDHURY, M. N. H., FISTEIN, B. (1986):  
Excretion of *Trypanosoma cruzi* by various stages of *Rhodnius prolixus*.  
Int. J. Parasitol. 46 (4), 353 - 359.
5. COSTA, C. H. N., COSTA, M. T., WEBER, J. N., GILKS, G. F., CASTRO, C., MARSDEN, P. D. (1981):  
Skin reactions to bug bites as a result of xenodiagnosis.  
Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg. 75, 405 - 408.
6. FELDMEIER, H., KNOBLOCH, J. (1982):  
XIX. Die Chagas-Krankheit: Immunologie, Diagnose und Chemotherapie.  
Lab. med. 6, A + B 177 - 182.
7. FREITAS, J. L. P., NUSSENZWEIG, V., AMATO NETO, V., SONNTAG, R. (1955):  
Estudo comparativo entre xenodiagnósticos praticados "in vivo" e "in vitro" em formas crônicas da moléstia de Chagas.  
Hospital 47, 181 - 188.
8. FRIEND, W. G., SMITH, J. J. B. (1971):  
Feeding in *Rhodnius prolixus*: Potencies of nucleoside phosphates in initiating gorging.  
J. Insect Physiol. 17, 1315 - 1320.
9. FRIEND, W. G., SMITH, J. J. B. (1977):  
Factors affecting feeding by bloodsucking insects.  
Ann. Rev. Entomol. 22, 309 - 331.
10. GARCIA, E. S., MACARINI, J. D., GARCIA, M. L. M., UBATUBA, F. B. (1975):  
Alimentação de *Rhodnius prolixus* no laboratório.  
An. Acad. brasil. Ciênc. 47, 537 - 545.
11. GARDINER, B. O. C., MADDRELL, S. H. P. (1972):  
Techniques for large-scale rearing of *Rhodnius prolixus* Stål (Hem., Reduviidae).  
Bull. Ent. Res. 61, 505 - 515.
12. HARRINGTON, J. S. (1960):  
A simple apparatus for the artificial feeding of *Rhodnius prolixus* (Hemiptera, Reduviidae).  
Parasitol. 50, 273 - 277.
13. HERTER, K. (1942):  
Untersuchungen über den Temperatursinn von Warmblüterparasiten.  
Zschr. Parasitenk. 5, 552 - 591.
14. KLOFT, W., SCHLAGBAUER, A. (1965):  
Eine Apparatur zur Massenfütterung blutsaugender Insekten durch künstliche Membranen.  
Biol. Zbl. 2, 181 - 184.
15. KLUNKER, R. (1979):  
Überblick über die in-vitro-Fütterung blutsaugender Arthropoden.  
Angew. Parasitol. 20, 88 - 108.
16. LANGLEY, P. A., PIMLEY, R. W. (1978):  
Rearing triatomine bugs in the absence of a live host and some effects of diet on reproduction in *Rhodnius prolixus* Stål (Hemiptera: Reduviidae).  
Bull. Ent. Res. 68, 243 - 250.
17. MAEKELT, G. A. (1964):  
A modified procedure of xenodiagnosis for Chagas' disease.  
Am. J. Trop. Med. Hyg. 13, 11 - 15.
18. MCGUIRE, E. J., HABOWSKY, E. J. (1973):  
An experimental approach to the study of drugs in invertebrate systems. I. Mass feeding of *Rhodnius prolixus* Stål (Hemiptera, Reduviidae).  
Can. J. Zool. 51, 315 - 318.
19. MERKS, C., WERNER, H. (1983):  
Neue Möglichkeiten zum Nachweis einer Chagas-Krankheit mittels künstlicher Xenodiagnose.  
Lab. med. 7, 367 - 369.

20. MERKS, C., WERNER, H. (1983):  
Xenodiagnose „in vitro“ — Möglichkeit der Chagas-Diagnose.  
Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasitol. 5, 13 - 16.
21. MINTER-GOEDBLOED, E., MINTER, D. M. (1987):  
Value of first-instar triatomines (Hemiptera; Reduviidae) in comparative xenodiagnosis of  
*Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi*.  
Parasitol. Res. 73, 565 - 567.
22. NICOLLE, P. (1941):  
Appareil pour l'alimentation artificielle des réduvidés hémophages.  
Bull. Soc. Path. Exot. 34, 179 - 185.
23. NUSSENZWEIG, V., SONNTAG, R. (1952):  
Xenodiagnóstico artificial. Nôvo processo. Primeiros resultados positivos.  
Rev. Paul. Med. 40, 41 - 43.
24. PIPKIN, A. C., CONNOR, T. J. (1968):  
A temperature-controlled feeding apparatus for hematophagous arthropods.  
J. Med. Ent. 5, 507 - 509.
25. SCHOFIELD, C. J., WILLIAMS, N. G., MARSHALL, T. F. C. (1986):  
Density-dependent perception of triatomine bug bites.  
Ann. Trop. Med. Parasitol. 80, 351 - 358.
26. SULLIVAN, T. D. (1944):  
Viability of *Trypanosoma cruzi* in citrated blood stored at room temperature.  
J. Parasitol. 30, 200.
27. UBIERGO, G. O., NIEL, L. L., FONTANARROSA, M. E. (1982):  
Artificial feeding of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) with defibrinated blood.  
J. Med. Entomol. 19, 109 - 110.
28. WIESINGER, D. (1956):  
Die Bedeutung der Umweltfaktoren für den Saugakt von *Triatoma infestans*.  
Acta tropica 13, 97 - 141.

KORRESPONDENZADRESSE:

Dr. med. Eva-Maria Christophel, D. T. M. & H.  
Stefan Scheede  
Prof. Dr. med. Wolfgang Bommer  
Institut für Allgemeine Hygiene und Tropenhygiene der Universität Göttingen  
Windausweg 2  
D-3400 Göttingen  
Bundesrepublik Deutschland

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Christopel Eva-Maria, Scheede S., Bommer Wolfgang

Artikel/Article: [Massenfütterung von Reduviiden mit aussortierten menschlichen Blutkonserven in Beuteln aus Haushaltsfolie: zugleich eine Möglichkeit der In-vitro-Xenodiagnose der Chagas-Krankheit. 23-32](#)