

7.5.11 Prävention vektorieLL übertragener Infektionen

A. Rose, U. Kröckel

Nicht gegen alle vektorieLL übertragenen Krankheiten gibt es die Möglichkeit einer medikamentösen Prophylaxe oder Impfung. Für den Reisenden ist es daher besonders wichtig, sich vor den Stichen von krankheitsübertragenden Gliedertieren (Vektoren) zu schützen. Eine effektive Stichprophylaxe setzt gewisse Kenntnisse zur Biologie und Verbreitung der in Frage kommenden Vektoren und der möglichen Schutzmaßnahmen voraus.

Einführung

»Am Orinoco, dessen Ufer höchst ungesund sind, schreiben die Kranken alle ihre Leiden den Mosquitos zu. „Diese Insekten ... entzündn das Blut (vician y incindn la sangre).“« (Humboldt 1859).

Dass es zwischen blutsaugenden Gliederfüßern (also u. a. Insekten und Spinnentieren) und bestimmten Krankheiten eine Verbindung gibt, wurde von den Bewohnern verschiedenster Regionen der Welt bereits vermutet, als die westliche Medizin noch von Miasmen als Ursache für Krankheiten wie Malaria oder Gelbfieber ausging. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Rolle von Insekten als Krankheitsüberträger wissenschaftlich nachgewiesen. 1877 beobachtete der Schotte Sir Patrick Manson in China die Entwicklung der Larven des Fadenwurmes *Wuchereria bancrofti*, einem Erreger der lymphatischen Filariose oder Elephantiasis, im Körper von Stechmücken. In Indien bewies 1897 der britische Militärarzt Ronald Ross, dass Malaria von Anopheles-Mücken übertragen wird. 1900 konnte die Arbeitsgruppe seines amerikanischen Kollegen Walter Reed die bereits von dem Kubaner Carlos Juan Finlay 1881 geäußerte Hypothese bestätigen, dass die Stechmücke *Aedes aegypti* Überträgerin des Gelbfiebereregers ist. Nach und nach entpuppten sich Stechmücken und andere Gliederfüßer als Überträger eines breiten Spektrums von Krankheiten.

Zusätzlich zur Entwicklung von Impfstoffen und Medikamenten ergaben sich daher mit Maßnahmen gegen die Vektoren weitere Möglichkeiten in der Prophylaxe und Bekämpfung dieser Erkrankungen. Zwar ist eine Bekämpfung der Vektoren für den Reisenden unmöglich, er kann allerdings durch das Ergreifen verschiedener Methoden den Kontakt zu blutsaugenden Krankheitsüberträgern vermeiden. Man sollte sich bereits vor Antritt der Reise, aber auch vor Ort, über das Auftreten von

solchen Krankheiten informieren, um einen bestmöglichen Schutz vor ihren Überträgern gewährleisten zu können.

Die wichtigsten Krankheitsüberträger oder Vektoren

Aus der Vielzahl der blutsaugenden, krankheitsübertragenden oder -erregenden Gliederfüßer sollen im Folgenden kurz die für den Reisenden wichtigsten behandelt werden.

Stechmücken oder Mosquitos. Die Stechmücken (Culicidae) stellen sicher die geläufigste Gruppe aus den blutsaugenden Insekten dar. Sie gehören zu den Zweiflüglern und sind mit rund 3000 Arten auf allen Kontinenten mit Ausnahme der Antarktis vertreten. Sie sind meistens etwa einen halben Zentimeter groß. Die Jugendformen der Stechmücken (Larven und Puppen) sind ans Wasser gebunden. Abhängig von der Art werden Überschwemmungsgebiete, Pfützen oder auch kleinste Wasseransammlungen für die Eiablage verwendet. Stechmücken können in passenden Biotopen, besonders in Sumpfbereichen oder den feuchten Tundren der nördlichen Hemisphäre, in ungeheuren Mengen vorkommen. Besonders bedeutend sind sie aber als Überträger verschiedener Krankheiten, vor allem Malaria, Filariasis und verschiedene Viruserkrankungen wie Dengue, Gelbfieber, Chikungunya oder Enzephalitisserkrankungen.

Nur die weiblichen Stechmücken nehmen Blut auf, das sie für die Produktion ihrer Eier benötigen und mithilfe feiner Stechwerkzeuge aus den Blutgefäßen ihres Wirtes aufsaugen. Ansonsten ernähren sie sich, wie die Männchen auch, von süßen Pflanzensäften und Nektar. Die verschiedenen Stechmückenarten unterscheiden sich neben ihrer Vorliebe für bestimmte Wirte und in ihren bevorzugten Biotopen auch im Zeitpunkt ihrer Aktivität. So stechen zum Beispiel Malaria mücken (Gattung *Anopheles*, Abb. 7.117) meist spät abends, nachts und in den frühen Morgenstunden, während die wichtigsten Überträger von Dengue, Gelbfieber oder Chikungunya, die Tiger mücken *Aedes aegypti* (Abb. 7.118) und *Aedes albopictus*, morgens und abends, teilweise auch tagsüber auf die Beutesuche gehen. Diese Eigenheiten spielen daher bei der Wahl bevorzugter Abwehrmaßnahmen eine wichtige Rolle; ge-

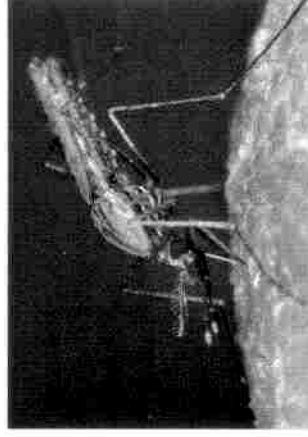


Abb. 7.117: Die Gambische Fiebertücke *Anopheles gambiae* ist ein wichtiger Überträger von Malaria in Afrika. Zu beachten ist die für Malaria mücken typische Körperhaltung mit dem nach schräg oben gestreckten Hinterleib. Foto: James Gathany, mit freundlicher Genehmigung der Centers for Disease Control & Prevention (CDC)



Abb. 7.118: Die Gelbfieber- oder Denguemücke *Aedes aegypti* mit ihrer für Tigermücken typischen Musterung. Foto: James Gathany, mit freundlicher Genehmigung der Centers for Disease Control & Prevention (CDC)



Abb. 7.119: Die Sandmücke *Phlebotomus papatasi* ist der Hauptüberträger der Leishmaniose in der Alten Welt. Sie kommt im Mittelmeergebiet, dem Nahen Osten, auf dem Indischen Subkontinent und in Teilen Asiens vor und findet sich oft in Menschennähe. Foto: James Gathany, mit freundlicher Genehmigung der Centers for Disease Control & Prevention (CDC)

gen die Übertragung des Denguefiebers, das von tagaktiven Stechmücken übertragen wird, sind Bettnetze beispielsweise wenig wirksam.

Sandmücken. Auch die Sandmücken (Phlebotominae, Abb. 7.119) gehören zu den Zweiflüglern, sind klein, oft nur Millimeter groß, schlank, hochbeinig, ihr Körper und die Flügel sind behaart. Die lanzettförmigen Flügel werden in der Ruhe nach oben über den Körper gehalten. Auffallend sind ihre großen dunklen Augen, während der übrige Körper meistens hell gefärbt ist. Sandmücken kommen in der Alten Welt vor allem in den südlichen und trockeneren Regionen der gemäßigten Zonen vor, wie z. B. dem Mittelmeergebiet. In der Neuen Welt findet man sie besonders in feuchteren, bewaldeten Regionen. Auch bei den Sandmücken nehmen nur die Weibchen Blut auf. Als Eiablageorte dient meist feuchter und schattiger Untergrund; die trockenheitsempfindlichen Larven ernähren sich von organischem Material. Die Erwachsenen stechen normalerweise in der Dämmerung und in der Nacht. Sandmücken können unter anderem bestimmte Viruserkrankungen (z. B. das Sandfliegen- oder Pappataciefieber [ital.: Pappatace = Sandmücke]), in Südamerika das von Bakterien hervorgerufene Oroya-Fieber (auch Carrion-Krankheit) und die verschiedenen Leishmaniosen (Mittelmeergebiet, Naher Osten, Asien, Südamerika) übertragen.

Kriebelmücken. Kriebelmücken (Simuliidae) sind ebenfalls Zweiflügler, nur zwischen 1 und 5 mm groß, mit großen Facettenaugen, kurzen Fühlern, einer dunklen Farbe und in der Ruhe flach übereinandergelegten Flügeln. In den gemäßigten

und subtropischen Zonen können sie in beträchtlicher Zahl auftreten. Angriffe sehr großer Schwärme haben bei Mensch und Tier schon zu Todesfällen geführt – wohl durch einen vom injizierten Speichel ausgelösten anaphylaktischen Schock, Blutverlust und das Einatmen vieler Insekten. Vor allem sind sie als Überträger der Flussblindheit bedeutend, die von einem Fadenwurm hervorgerufen wird. Flussblindheit (Onchozerkose) tritt in Afrika, Mittel- und Südamerika auf.

Kriebelmückenlarven findet man vor allem in schnellfließendem Wasser, wo sie sich mit ihrem Körper an Steinen und ähnlichem Untergrund befestigen und ihre Nahrung aus dem Wasser filtern. Nur die Weibchen trinken Blut, das sie aus einem mithilfe ihrer Mundteile gesetzten Schnitt in der Haut des Wirtes aufnehmen.

Tsetse-Fliegen. Tsetse-Fliegen (Glossinidae) kommen südlich der Sahara vor und übertragen die Schlafkrankheit (Afrikanische Trypanosomiasis) auf den Menschen. Die Fliegen sind etwa 1 cm groß und tragen ihr Flügelpaar in Ruhe flach übereinandergelegt. Ihr Stechrüssel zeigt gerade nach vorne. Abhängig von der Art können sie in Savannen und Wäldern vorkommen. In Hochlandregionen über etwa 1300 bis 1800 m findet man sie nicht, da sie relativ kälteempfindlich sind. Die Tiere sind meistens morgens und abends aktiv. Beide Geschlechter ernähren sich ausschließlich von Blut. Das Weibchen legt eine bereits vollentwickelte Larve ab, die keine weitere Nahrung zu sich nimmt und sich sofort verpuppt.

Chagaswanzen (Barbeiros, Vinchucas). Die Chagaswanzen (Triatominae) kommen fast ausschließlich in der Neuen Welt vor, wo sie die Chagaskrankheit oder Amerikanische Trypanosomiasis übertragen. Einige Arten dieser Raubwanzen finden sich besonders oft in Hütten, Ställen und Höfen, wo sie die Tage versteckt in Wandrissen, mit pflanzlichem Material gedeckten Dächern und an ähnlichen Orten verbringen. Chagaswanzen werden 1,5–2 cm groß. Ihre Jugendstadien ähneln den erwachsenen Tieren. Alle Stadien und beide Geschlechter saugen nachts von schlafenden Menschen und Tieren Blut. Die Übertragung der Chagaskrankheit erfolgt nicht durch den Stich, sondern durch bereits während der Blutmahlzeit abgegebenen Kot, der in den Stich gekratzt wird oder in Wunden oder die Schleimhäute des Wirtes gerät.

Zecken. Zecken (Ixodida) gehören zu den Spinnentieren und sind daher keine Insekten. Man unterteilt sie in die Gruppe der Schildzecken, zu denen der einheimische Holzbock *Ixodes ricinus* gehört, und Lederzecken, die vor allem in den Tropen und Subtropen vorkommen. Zecken saugen unabhängig von Alter und Geschlecht Blut. Sie können eine Reihe von Krankheiten übertragen, z. B. Borreliose, Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), Krim-Kongo-Fieber oder Zeckenrückfallfieber.

Die unterschiedlichen Zeckenarten können verschiedene Wirtsindeverhalten zeigen. Der Holzbock lauert beispielsweise in Gras und Gebüsch auf seinen vor-

beistreifenden Wirt und hält sich an seiner Kleidung oder Körperoberfläche fest. Andere Arten bewegen sich aktiv auf einen in der Nähe befindlichen Wirt zu („Laufzecken“). Nachdem sie den Körper ihres Wirts betreten haben, krabbeln Zecken meist längere Zeit auf ihm herum, auf der Suche nach einem passenden Ort für eine Blutmahlzeit. Man kann sie deshalb häufig noch vor dem Festbeißen entdecken. Dabei sollten auch Orte wie Achselhöhlen, Kniekehlen, Bauchnabel, die Leisten- und Genitalgegend und besonders bei Kindern der Kopf untersucht werden (wegen der geringen Körpergröße von Kindern werden Zecken bei ihnen oft in der Kopffregion abgestreift). Haben Zecken sich bereits festgesetzt, sollte man sie sobald wie möglich entfernen; je länger das Tier seine Blutmahlzeit fortsetzen kann, desto höher wird das Risiko einer Infektion. Für das Entfernen der Zecken eignen sich Pinzetten, oder im Handel erhältliche Zeckenzangen, -karten oder -haken. Mit diesen Werkzeugen wird die Zecke möglichst nahe an der Haut ergriffen und entweder mit einer leichten Drehbewegung oder auch gerade abgezogen.

Weitere blutsaugende Gliederfüßer. Gnitzen (Ceratopogonidae) können in großen Mengen auftreten und damit in bestimmten Regionen (Schottland, Skandinavien, Florida, die Karibik) ausgesprochen lästig sein. Als Krankheitsüberträger treten sie aber vor allem bei Tieren und nicht bei Menschen auf. Bremsen (Tabanidae) führen ihren Wirten schmerzhafte Stiche zu und können vor allem auf mechanischem Wege verschiedene Krankheiten übertragen (d. h. die Bremse wird selbst nicht infiziert). In Äquatorialafrika übertragen bestimmte Bremsen (Chrysops dimidiata) die von einem Fadenwurm hervorgerufene Loa-loa-Krankheit. Der Wadenstecher (Stomoxys) ähnelt der Hausfliege und kommt weltweit vor. Beide Geschlechter können schmerzhaft stechen. Als (mechanische) Überträger von Krankheiten auf den Menschen treten sie nur ausnahmsweise auf.

Flöhe (Siphonaptera) kommen weltweit vor. Eine Reihe von Arten saugen auch beim Menschen Blut. Vereinzelt treten sie auch heute noch als Überträger der Pest auf. Bettwanzen (Cimicidae) finden sich ebenfalls weltweit, treten aber als Krankheitsüberträger wohl nicht in Erscheinung. Die für den Menschen wichtigen Läuse (Phthiraptera) sind Kopf-, Kleider- und Filzläuse. Kleiderläuse können als Überträger von Fleckfieber und Läuse-Rückfallfieber auftreten.

Schutzmaßnahmen zur Stichprävention

Mechanische Schutzmaßnahmen.

1. **Kleidung:** Die Auswahl der richtigen Kleidung kann einen erheblichen Schutz vor blutsaugenden Gliedertieren bieten. So sind helle Textilien für viele fliegende Blutsauger weniger attraktiv als dunkle oder kontrastreiche. Auch können Zecken auf hellen Kleidungsstücken besser ausgemacht und entfernt werden. Eng anliegende Bünde und in Stiefel oder dichte Strümpfe gesteckte Hosenbeine

verzögern gerade bei Zecken den Zugang zur Körperoberfläche. Dichtgewebte Stoffe oder spezielle Membrankleidung können den Stich in darunter liegende Hautpartien verhindern; einige Hersteller loben diese Eigenschaft bereits aus. Zusätzlichen Schutz bieten schon vom Produzenten aus mit Repellenzien oder mit Pyrethroiden ausgerüstete Textilien (s. auch unten: Chemische Schutzmaßnahmen – Raumrepellenzien). Um einen ähnlichen Effekt zu erzielen, kann die Kleidung mit handelsüblichen Hautrepellenzien besprüht werden. Hierbei sollte allerdings an verdeckter Stelle eine Probebehandlung durchgeführt werden.

2. **Bettnetze:** Gegen Stechmücken und andere dämmerungs- und nachtaktive Blutsauger sind Bettnetze eine effektive Schutzmaßnahme. Bettnetze sind in verschiedenen großen Maschenweiten erhältlich – Bettnetze mit weiteren Maschen, die noch vor Stechmücken schützen und luftdurchlässiger sind, lassen aber zum Beispiel die kleinen Sandmücken passieren und bieten damit keinen Schutz vor Leishmaniose.

Zusätzlich können Bettnetze mit Insektiziden ausgerüstet sein, die darauf landlebende Mücken abschrecken, ausschalten oder töten. Diese ITNs (Insecticide Treated Nets) genannten Bettnetze haben den Vorteil, dass sie auch noch einen Schutz gewährleisten können, wenn sie beschädigt sind oder der schlafende Mensch mit dem Netz in Kontakt kommt. Als Wirkstoffe werden, wie bei entsprechenden Textilien, normalerweise Pyrethroide verwendet (s. auch unten: Chemische Schutzmaßnahmen – Raumrepellenzien). Es sind neben bereits fertig ausgerüsteten Bettnetzen auch Imprägnier-Kits erhältlich, mit denen Netze behandelt oder nachbehandelt werden können.

3. **Weitere Schutzmaßnahmen und solche, die unwirksam sind:** Geschlossene Türen und Fenster, Schutzgitter und Klimaanlage können verhindern, dass Krankheitsüberträger ins Innere von Behausungen vordringen. Bei Übernachtungen oder Ruheperioden unter einfachen Umständen kann die Standortauswahl einen erheblichen Einfluss auf die Anzahl von Kontakten zu Blutsaugern haben. Dies gilt besonders bei weniger mobilen Insekten wie Sandmücken, Bettwanzen, Flöhen oder Chagaswanzen.

Insektenlampen, die UV-Licht („Schwarzlicht“) abstrahlen und angelockte Insekten mit Stromschlägen oder Klebefolien töten, sind als Schutz gegen Stechmücken praktisch unwirksam.

Weiterhin tauchen immer wieder Geräte auf dem Markt auf, die durch das Aussenden bestimmter hoch- aber auch niederfrequenter Töne Mücken vom Stechen abhalten sollen. Die Idee für derartige Geräte lieferte ein Artikel, der 1970 in einer amerikanischen Elektronikzeitschrift veröffentlicht wurde. Das Wirkprinzip gründet sich zum einen auf der Vermutung, dass Stechmückenweibchen nach der erfolgreichen Paarung vom Flügelschlag der Männchen abgeschreckt werden. Zum anderen sollen durch das Aussenden niederfrequenter Töne Fressfeinde imitiert werden, die die Mücken ebenfalls in die Flucht schlagen. Bis heute

Kompaktinformation

Die Wirkungsweise repellierender Substanzen ist bis dato nicht zufriedenstellend geklärt. Nach der verbreitetsten Definition ist ein Repellens oder Schreckstoff ein Wirkstoff, der vom Zielorganismus über dessen Geruchssinn wahrgenommen wird und eine zur Quelle entgegengesetzte Bewegung auslöst. In der Praxis wird ein derartiges Fluchtverhalten selten beobachtet, vielmehr wird die Abschreckung durch den Kontakt zwischen Insekt und behandelter Oberfläche ausgelöst. Ein Repellens ist also vielmehr eine Substanz, die über eine Aktivierung bestimmter, noch nicht genau identifizierter, Signalrezeptoren eine stichverhindernde Wirkung auslöst.

konnte die Wirksamkeit von Tonerzeugungsgeräten weder in Feld- noch in Laborversuchen nachgewiesen werden, von der Anwendung wird daher dringend abgeraten.

Chemische Schutzmaßnahmen – Kontaktrepellenzien. Repellierende Produkte in Form von Cremes, Lotionen oder Sprays zum direkten Auftragen auf die Haut werden wohl am häufigsten zum Schutz vor blutsaugenden Gliedertieren verwendet. Der folgende Abschnitt soll eine Übersicht über die wichtigsten Wirkstoffe und deren Effektivität geben.

Empfohlene Wirkstoffe: Die amerikanische Umweltbehörde EPA (Environmental Protection Agency) hat die Verwendung von N,N-Diethyl-Toluamide (DEET), Picaridin, para-Menthan-3,8-diol (PMD), Methyl-Nonyl-Keton, IR3535 und Citronella-Öl in Insektenrepellents zugelassen. Von diesen empfiehlt die in den USA mit der Krankheitsvorsorge befasste CDC (Centers for Disease Control and Prevention) allerdings nur DEET, Picaridin, PMD und IR3535, da nur Produkte auf Basis dieser vier Wirkstoffe lang genug anhaltende Schutzwirkungen erzielen können.

Anwendung und Einflussfaktoren: Die sorgfältige und flächendeckende Behandlung aller exponierten Hautstellen ist für einen zuverlässigen Schutz obligat, ein regelmäßiges Nachbehandeln ist unerlässlich. Die Schutzdauer hängt aber nicht nur von der sorgfältigen Anwendung, vom verwendeten Wirkstoff, dessen Konzentration und Formulierung ab, sondern auch davon, wie schnell die Wirkstoffe von der Haut abdampfen, abgerieben oder von ihr absorbiert werden. Abiotische Faktoren, wie Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit, beeinflussen die Effektivität von aufgetragenen Substanzen ebenso wie biotische Faktoren, z. B. die individuelle Schweißsekretion oder Absorptionsseigenschaften der Haut. Zudem können Stechmücken verschiedener Arten völlig unterschiedliche Wirkstofftoleranzen zeigen: Nachtaktive Culex-Hausmücken reagieren erfahrungsgemäß sensibler auf repellierende Wirkstoffe als die ebenfalls nachtaktiven Anopheles-Mücken oder die tagaktive Gelbfiebermücke Aedes aegypti. Zecken sind weniger anfällig für die Wirkung

von Repellenzien als Stechmücken. Jeder Reisende sollte sich also vorab detailliert über die im Zielland vorherrschenden Vektoren informieren und auf eine adäquate Stichprophylaxe achten.

Synthetische Repellenzien

1. **N,N-Diethyl-Toluamid:** In den 50er Jahren von der US-Armee zum Schutz von Soldaten entwickelt, avancierte N,N-Diethyl-Toluamide (DEET) innerhalb kürzester Zeit zum Goldstandard unter den Insektenabwehrstoffen und ist es bis heute geblieben. Allein in den USA verwenden jährlich geschätzte 100 Mio. Personen DEET zur Abwehr von Stehmücken, Bremsen, Zecken oder Flöhen. Kommerziell erhältlich sind Formulierungen mit 4–100% DEET, ab einer Konzentration von 30% können Stehmücken je nach artspezifischer Aggressivität zwischen 4 und 7 Stunden erfolgreich abgewehrt werden (Tabelle 7.30). In höheren Konzentrationsbereichen stellt sich keine signifikante Verlängerung der Schutzdauer mehr ein, zudem macht sich in Bereichen über 50% auch ein unangenehmer Nebeneffekt des Wirkstoffs deutlich bemerkbar: die plastik-anlösenden Eigenschaften. DEET zeichnet sich dennoch durch ein gutes Sicherheitsprofil aus.

2. **Picaridin:** Im Jahre 1998 stellte die Bayer AG unter dem Handelsnamen Bayrepel (auch Picaridin, Icaridin oder KBR 3023) einen neuen Wirkstoff für Autan* vor, das 40 Jahre lang ebenfalls DEET als aktiven Wirkstoff enthalten hatte. Picaridin erzielte in Feldstudien mit DEET vergleichbare Schutzzeiten (s. Tabelle 7.29), hat ebenfalls ein ausgezeichnetes Sicherheitsprofil und wenig aggressive Eigenschaften gegenüber Kunststoffen. Handelsüblich sind Konzentrationen zwischen 10 und 20%, Stehmücken der Gattung Aedes wurden in Feldversuchen mit 20%igen Picaridin Formulierungen zwischen 4 und 6 Stunden erfolgreich abgewehrt. Arten der Mückengattung Anopheles hingegen zeigten mitunter eine hohe Toleranz für 19,2% Picaridin oder 35% DEET, für beide Wirkstoffe lag die Schutzwirkung während vergleichender Feldversuche in Australien bei unter einer Stunde. Dieses spezielle Beispiel macht deutlich, dass die Stichprophylaxe nicht nur durch Behandlung der exponierten Hautstellen erfolgen kann, sondern dass mitunter weitere Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden müssen, wie z. B. das zusätzliche Einsprühen der Kleidung mit hierfür geeigneten Produkten (s. auch oben: Mechanische Schutzmaßnahmen/Kleidung) und das Vermeiden von Aufenthalt im Freien während der stärksten Aktivitätszeiten der vorherrschenden Mückenspezies.

3. **IR3535:** Ethyl-Butyl-Acetyl-Amino-Propionat (kurz EBAAP) oder IR3535 wurde in den frühen 70er Jahren entwickelt und ist seit über 30 Jahren auf dem europäischen Markt erhältlich. IR3535 ist ein synthetischer Wirkstoff, der sich von der Aminosäure β -Alanin ableitet. Er zeichnet sich durch ein sehr gutes Sicherheitsprofil aus, ist im Vergleich zu DEET, Picaridin und auch para-Menthan-3,8-diol aber

Tabelle 7.30: Schutzwirkung verschiedener Wirkstoffe in Feldversuchen mit Aedes- und Anopheles-Mückenarten. Schutzwirkung > 95 % = eine mehr als 95%ige Verminderung der Stiche im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle

Wirkstoff	Schutzwirkung > 95 % gegen Aedes spp.	Schutzwirkung 95 % gegen Anopheles spp.	Studie
19,2 % Picaridin	–	<1 Stunde	Feldstudie in Australien (Frances et al. 2004)
35 % DEET	–	–	–
20 % Picaridin	4 Stunden	–	Feldstudie in Malaysia (Yap et al. 1998)
20 % DEET	4 Stunden	–	–
50 % DEET	–	7 Stunden	Feldstudie in Tanzania (Trigg 1996)
20 % Picaridin	6 Stunden	–	Feldstudie in Brasilien (Nauclé et al. 2007)
15 % IR3535	6 Stunden	–	–
20 % IR3535	8 Stunden	5 Stunden	Feldstudie in Thailand (Thavara et al. 2001)
30 % para-Menthan-3,8-diol	–	4 Stunden	Feldstudie in Bolivien (Moore et al. 2002)
50 % para-Menthan-3,8-diol	–	6,5 Stunden	Feldstudie in Tanzania (Trigg 1996)
16 % para-Menthan-3,8-diol	–	5 Stunden	Feldstudie in Peru (Moore et al. 2007)
20 % DEET	–	<3 Stunden	–
5 % Citronella	40 Minuten	–	Feldstudie in Ontario (Surgeoner 1995)

weniger wirksam und wird bislang für Tropenaufenthalte nicht empfohlen. Neuere Studien mit sog. „Controlled-release“-Formulierungen des Wirkstoffs erwiesen sich im Feldversuch mit verschiedenen Culex- und Aedes-Arten jedoch als vielversprechend, Wirkstoffkonzentrationen von 10–20 % IR3535 schützten hier im Durchschnitt bis zu 7 Stunden vor Stichen.

Natürliche und naturidentische Repellenzien

1. **Para-Menthan-3,8-diol:** China unternahm in den 60er Jahren eine Massenanalyse verschiedener Pflanzen und Pflanzenbestandteile zur Gewinnung neuartiger repellierender Wirkstoffe. Para-Menthan-3,8-diol (PMD) oder „Quenweling“ wurde aus den Blättern des Zitroneneukalyptusbaumes gewonnen. Es handelt sich bei diesem Wirkstoff allerdings nicht um einen wichtigen Bestandteil des

ätherischen Öles, sondern vielmehr um ein Nebenprodukt, das während der Destillation anfällt. Im Gegensatz zu ätherischen Ölen ist PMD schwer flüchtig und damit als repellierender Wirkstoff auf natürlicher Basis besonders vielversprechend. Während einer vergleichenden Studie in Peru schützte eine 16 % PMD Formulierung länger vor Stichen der Anopheles-Mücke als 20 % DEET (s. Tabelle 7.30).

2. **Ätherische Öle:** Einer Vielzahl ätherischer Öle, wie z. B. Teebaum-, Neem-, Lavendel-, Nelken-, Knoblauch-, Geranien- und Citronella-Öl wird eine repellierende Wirkung gegen Stechmücken nachgesagt; teilweise konnte eine gewisse Wirksamkeit auch nachgewiesen werden. Im Allgemeinen sind ätherische Öle aber weitaus weniger gut untersucht als die bereits gelisteten synthetischen Wirkstoffe. Am häufigsten verwendet wird Citronella-Öl, das eine breite Anwendung in Form von Hautionen oder Sprays, getränkten Tüchern, Armbändern, Raumerfrischern oder Kerzen findet. Die stichverhindernde Wirkung entfaltet sich bei der Anwendung auf der Haut durch den hohen Dampfdruck des ätherischen Öles, dieser führt jedoch auch rasch zum Zusammenbruch der Schutzwirkung. Die dadurch erforderliche regelmäßige Nachbehandlung in kurzen Zeitabständen macht die Anwendung eines Produktes auf der Basis eines ätherischen Öles aufwändig.

Chemische Schutzmaßnahmen – Raumrepellenzien

1. **Verdampfer oder Kerzen auf natürlicher Basis:** Für die Anwendung im Innenbereich werden elektrische Verdampfergeräte für die Steckdose angeboten, für den Außenbereich finden sich meist Kerzen oder Fackeln auf Basis von Citronella-Öl. Die Schutzwirkung von Citronella-Öl ist bereits bei der Anwendung auf der Haut im Vergleich zu synthetischen Produkten stark herabgesetzt, eine auch nur annähernd ausreichende Raumwirkung von Verdampferprodukten wurde bislang nicht nachgewiesen. Kerzen mit 5 % Citronella-Öl waren im Feldversuch mit Mücken der Gattung Aedes ähnlich effektiv in der Reduzierung der Stichzahl wie gewöhnliche Kerzen ohne Wirkstoff, zum persönlichen Schutz sind sie somit nicht geeignet.

Kompaktinformation

Die Anforderungen an Raumrepellenzien sind groß. Sie müssen über die Gasphase in einer gewissen Distanz zum Wirten und für die Aufenthaltsdauer im Freien effektiv Stiche verhindern oder bei der Innenanwendung Stechmücken daran hindern, in den Innenraum Wirkstoffe (z. B. ätherische Öle) sind kaum wirksam. einzufliegen. Luftbewegungen können dabei den Erfolg eines Raumrepellens erheblich schmälern. Effektive Produkte enthalten zum Großteil Pyrethroide, also insektizide Wirkstoffe. Verdampfer auf Basis repellierender Wirkstoffe (z. B. ätherische Öle) sind kaum wirksam.

2. **Verdampfer und Räucherspiralen auf Pyrethroidbasis:** Synthetisch hergestellte Pyrethroide, wie Permethrin, Allethrin, Transfluthrin oder Metofluthrin, leiten sich ab vom Pyrethrum, das in den Blütenköpfen bestimmter Korbblütler (Chrysanthem) vorkommt. Pyrethroide sind neurotoxische Kontaktinsektizide, die in der Gasphase abschreckend wirken. Sie blockieren die spannungsabhängigen Natrium-Kanäle der Gliedertiere, dabei kommt es zu einem ungehinderten Na⁺-Einstrom und einer Dauererregung der betroffenen Nervenzellen. Die damit einhergehenden Krämpfe und Lähmungserscheinungen können schließlich zum Tod des Insekts führen. Pyrethroide sind meist schwer flüchtig und müssen mit Hilfe von elektrischen Verdampfergeräten oder in Form von Räucherspiralen, Kerzen und Kerosinlampen in die Gasphase überführt werden. Räucherspiralen mit Allethrin oder S-Bioallethrin reduzierten in Laborversuchen die Stichbelastung durch Anopheles-Mücken um bis zu 85 %. Trotz ihrer insektiziden Wirkung und einer erheblichen Fischtoxizität sind Pyrethroide für Säugtiere weitgehend unbedenklich. Eingeatmet können sie allerdings zu Atemwegsreizungen führen, in höheren Konzentrationen wurden vereinzelt Übelkeit, Schwindel oder Kopfschmerzen beobachtet. Die Anwendung von Pyrethroidverdampfern in der Gegenwart von Schwangeren, Säuglingen oder Kleinkindern sollte vermieden, ihr Einsatz in geschlossenen Räumen auf das niedrigste Maß beschränkt werden.

Weiterführende Literatur

- Carroll SP: Prolonged efficacy of IR3535 repellents against mosquitoes and blacklegged ticks in North America. *J Med Entomol* 2008; 45 (4): 706–714.
- Dobler G: Krankheiten durch Zecken. Wie gefährlich sind Zecken wirklich? Stuttgart: Edition medicalpharm, 1997.
- Frances SP, Waterson DGE, Beebe NW, Cooper RD: Field evaluations of repellent formulations containing deer and picaridin against mosquitoes in northern territory, Australia. *J Med Entomol* 2004; 41 (3): 414–417.
- Geigy R, Herbig A: Erreger und Überträger tropischer Krankheiten. *Acta Tropica*, Zeitschrift für Tropenwissenschaften und Tropenmedizin, 1955.
- Humboldt A von: Reise in die Äquinoctial-Gegenden des neuen Continents. (Übers. Hermann Hauff), Band 3. Stuttgart J.G. Cotta, 1860: S. 212.
- Lehane M: The biology of blood-sucking In insects. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- Lindsay RL, Surgeoner GA, Heal JD, Gallivan GJ: Evaluation of the efficacy of 3% citronella candles and 5% citronella incense for protection against field populations of aedes mosquitoes. *J Am Mosquito Control Assoc* 1996; 12 (2): 293–294.
- Moore SJ, Lenglet A, Hill N: Field: Evaluation of three plant-based insect repellents against malaria vectors in Yaca Diaz Province, the Bolivian Amazon. *J Am Mosquito Control Assoc* 2002; 18 (2): 107–110.

- Moore SJ, Darling ST, Sihuicho M, Padilla N, Devine GJ: A low-cost repellent for malaria vectors in the Americas: results of two field trials in Guatemala and Peru. *Malaria Journal* 2007; 6: 101.
- Nauclik TJ, Kropke R, Benner G, Schütz J, Wittern KP, Rose A, Kröckel U, Grunewald HW: Field evaluation of the efficacy of proprietary repellent formulations with IR3535 and Picaridin against *Aedes aegypti*. *Parasitol Res* 2007; 101: 169–177.
- Surgeoner GA: Efficacy of buzz away oil against spring *Aedes* spp. Mosquitoes. Guelph: Department of Environmental Biology, 1995.
- Thavara U, Tawatsin A, Chompoosri J, Suwankeert W, Chansang U, Asavadachanukorn P: Laboratory and field evaluations of the insect repellent 3535 (ethylbutylacetylaminopropionate) and deet against mosquito vectors in Thailand. *J Am Mosquito Control Assoc* 2001; 17 (3): 190–195.
- Trigg JK: Evaluation of a eucalyptus-based repellent against *Anopheles* spp. in Tanzania. *J Am Mosquito Control Assoc* 1996; 12 (2): 243–246.
- Yap HH, Jahangir K, Chong ASC, Adnan CR, Chong NL, Malik YA, Rohaizat B: Field efficacy of a new repellent, KBR3023, against *Aedes albopictus* (SKUSE) and *Culis quinquefasciatus* (SAY) in a tropical environment. *J Vector Ecol* 1996; 23 (1): 62–68.

Herausgeber

Dr. med. Burkhard Riekle, DTM&H (Diploma in Tropical Medicine and Hygiene, Liverpool), Düsseldorf, Facharzt für Innere Medizin, Zusatzbezeichnungen Tropenmedizin, Infektiologie, Notfallmedizin, Reisemedizin, Stv. Vorsitzender des Deutschen Fachverbandes Reisemedizin, Lehrbeauftragter des Instituts für Arbeits- und Sozialmedizin der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen für das Fach Reisemedizin, mehrjährige internationale Tätigkeit, insbesondere in Ghana, seit 15 Jahren Beratung, Betreuung und Begutachtung von ins Ausland entsandten Mitarbeitern aus Unternehmen und Entwicklungshilfeorganisationen.

Priv. Doz. Dr. med. Thomas Küpper, Facharzt für Arbeitsmedizin und Sportmedizin, Bergrettungs- und Expeditionsarzt, Reisemediziner, Dozent am Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen für die Fächer Sportmedizin, Flug- und Reisemedizin und Arbeitsmedizin sowie Koordinator des Qualifikationsprofils „Sport-, Flug- und Reisemedizin“ des Modellstudienganges „Besteigung von mehr als 60 Bergen über 4000 m weltweit, zahlreiche Reisen in Afrika und der Arktis“

Priv.-Doz. Dr. med. Claus-Martin Muth, Facharzt für Anästhesiologie, Oberarzt der Universitätsklinik für Anästhesiologie, Ulm, Zusatzbezeichnungen: Intensivmedizin, Notfallmedizin, Spezielle Schmerztherapie, Palliativmedizin, Sportmedizin; mit der Qualifikation Tauch- und Überdruckmedizin der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTUM), Zertifikat Reise- und Tropenmedizin (CRM), Reisemedizin (DTG), staatlich anerkannter Tauchlehrer, Tauchausbilder bei der DLRG, Leiter des Ausschuss Tauchmedizin der GTUM, Ehemals Taucherarzt der Marine.

Projektleitung

Gernot Keuchen, Stuttgart

Redaktionelle Koordination

Silvia Göhring, Heidelberg

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

ISBN 978-3-87247-708-8

© 1. Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart 2010

Umschlaggestaltung: GreenTomato Süd GmbH, Stuttgart

Satz und Layout: Hilger VerlagService, Heidelberg

Druck und Bindung: Druckerei Marquart GmbH, Aulendorf

Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten

Geleitwort

„Reisemedizin, was ist das?“ werden oftmals diejenigen gefragt, die in diesem interdisziplinären Bereich praktizieren. Falls Ihnen der Begriff nicht klar ist, so wird Ihnen das vorliegende Handbuch dies erklären: Unsere Mission ist es, Reisende, speziell solche, die Länder mit noch milderer Entwicklung besuchen, gesund zu erhalten und im Falle von Krankheiten oder Unfällen die Weichen zu einer raschestmöglichen Genesung zu stellen. Falls Ihnen die Grundlagen vertraut sind, wird diese Fibel Ihre Kenntnisse vertiefen. Eckpfeiler hierbei sind die Analyse der Gesundheitsrisiken unterwegs, Expositions-, Immunisations- und medikamentöse Prophylaxe. Es werden aber auch Hinweise auf die Reiseapotheke gegeben. Unter Reisenden verstehen wir hierbei nicht nur Touristen und Geschäftsleute, sondern auch die oft benachteiligten sog. VFRs („visiting friends and relatives“), wie auch Migranten und Flüchtlinge.

Reisemedizin lässt sich jedoch nicht nur aus Büchern erlernen, auch praktische Erfahrungen sind essenziell, und zwar in verschiedenen Bereichen. Genauso, wie es in chirurgischen Disziplinen nicht ausreicht, gelegentlich eine Operation durchzuführen, ist es in der Reisemedizin unerlässlich, täglich oder wenigstens wöchentlich eine erhebliche Anzahl von Reisenden zu beraten, um nicht lapidare Fehler zu machen und dadurch die Kunden – glücklicherweise zumeist nicht Patienten – nicht zu gefährden. Sachkenntnis beruht immer auf der Kombination von Fachwissen und praktischer Erfahrung „im Felde“. Kollegen der Reisemedizin sollten mehrere Kontinente erkundet haben, allenfalls auch extreme Höhen oder die Tiefen des Meeres, wie dies bei einzelnen der Herausgeber dieses Handbuchs der Fall ist. Unerlässlich hierbei sind Sprachkenntnisse, vor allem der globalen „lingua franca“. Typischerweise ist die ganz überwiegende Mehrheit der wissenschaftlichen reisemedizinischen Literatur in englischer Sprache publiziert, und so ist denn das vorliegende Handbuch fast ein Unikat.

Prof. Dr. Robert Steffen

Emeritus Professor für Reisemedizin an der Universität Zürich, Hon. FFM/ACTM Institut für Sozial- und Präventivmedizin

Abteilung für Epidemiologie und Prävention übertragbarer Krankheiten

WHO Collaborating Centre for Travellers' Health

Hirschengraben 84/E29, CH-8001 Zürich

Chefredakteur, Journal of Travel Medicine

Adjunct Professor, Epidemiology and Disease Prevention Division

University of Texas School of Public Health

Houston, TX, USA