

Kopflausbefall (Pediculosis capitis): ein Ratgeber für Kinderärzte

Verfasser: Prof. Dr. Hermann Feldmeier, Berlin

Inhalt

Erreger und Biologie	1
Übertragungsweg und Ansteckung	3
Vorkommen, Häufigkeit, Risikofaktoren	4
Krankheitszeichen.....	5
Diagnose	7
Dauer der Ansteckungsfähigkeit.....	8
Therapie.....	9
Mechanische Entfernung.....	9
Topisch wirksame Substanzen.....	9
Neurotoxisch wirkende Pedikulozide	9
Pedikulozide auf pflanzlicher Basis.....	10
Physikalisch wirkende Pedikulozide	11
Orale Behandlung mit Ivermectin	11
Prävention	12
Maßnahmen bei einer Epidemie in einer Einrichtung.....	12
Maßnahmen der Eltern	13
Aufgaben der Einrichtung.....	13
Rolle des Gesundheitsamtes	14
Kinderarzt	15
Zusammenfassung.....	15
Tabelle 1: Vektorkompetenz von Kopf- und Kleiderläusen	17
Tabelle 2	18
Übersicht aktuell in Deutschland verfügbarer Pedikulozide auf Dimeticon-Basis (Auswahl)	18
Tabelle 3	19
Randomisierte, kontrollierte und publizierte Studien mit Dimeticonen.....	19
Weiterführende Literatur	20

Erreger und Biologie

Läuse sind blutsaugende, flügellose Insekten. Sie können nicht fliegen und nicht springen. Die Kopflaus (*Pediculus humanus capitis*) und die Kleiderlaus (*Pediculus humanus corporis*) sind eng miteinander verwandt, morphologisch nicht zu unterscheiden und genetisch sehr ähnlich. Kleiderläuse kommen in Deutschland seit Ende des Zweiten Weltkrieges nicht mehr vor. Kopfläuse leben ausschließlich auf dem menschlichen Kopf und können weder Haus- noch Wildtiere befallen.

Die Kopflaus hat sich perfekt an den menschlichen Kopf adaptiert: Die Endglieder der sechs Beine sind zu Klauen umgeformt, mit denen sich die Laus hervorragend an einem Haar festhalten und daran entlanglaufen kann (Abb.1). Um von einem Kopf auf einen anderen zu gelangen, hält sich die Kopflaus mit einigen Klauen an einem Haar fest und greift mit anderen Klauen nach dem Haar einer anderen Person. Auf glatten Oberflächen können sich Kopfläuse dagegen schlecht fortbewegen.

Wie andere Insekten vermehren sich Kopfläuse über Eier. Diese werden von der weiblichen Kopflaus mit einer wasserunlöslichen Substanz nah am Haaransatz an ein Haar gekittet. Adulte Läuse leben zwischen drei und vier Wochen. Die Weibchen produzieren in dieser Zeit bis zu 200 Eier. Von der Anheftung eines Eis an ein Haar bis zur Präsenz einer fortpflanzungsfähigen Laus auf der Kopfhaut vergehen minimal 17 und maximal 21 Tage.

Im Gegensatz zu anderen Insekten machen Läuse nur eine inkomplette Metamorphose durch, es gibt also weder ein Larven- noch ein Puppenstadium. Die aus dem Ei schlüpfende Nymphe sieht bereits wie eine erwachsene Laus aus, ist nur deutlich kleiner. 99 Prozent der Nymphen schlüpfen innerhalb von sieben bis neun Tagen; weniger als 0,1 Prozent erst nach 10 Tagen. Medikamente, die nicht gegen Eier wirken (siehe Abschnitt Therapie), müssen dementsprechend frühestens am siebten und spätestens am zehnten Tag noch einmal eingesetzt werden.

Jeweils im Abstand von drei Tagen entwickeln sich das zweite und das dritte Nymphenstadium. Spätestens neun Tage nach dem Schlüpfen der Nymphen aus den Eiern (und 21 Tage nach der Eiablage) sind fortpflanzungsfähige Adulte auf der Kopfhaut präsent. Nach dem Schlüpfen der Nymphen bleiben die leeren Eihüllen (Nissen) am Haar kleben (Abb. 2, 3). Sie entfernen sich mit dem wachsenden Haar *peut-à-peut* vom Haaransatz. Die Präsenz von Eihüllen (Nissen) sagt nichts darüber aus, ob auch Nymphen oder Adulte auf dem Kopf vorhanden sind.

Während die ersten beiden Nymphenstadien stationäre Parasiten sind, nutzen ältere Nymphen und adulte Läuse jede sich bietende Gelegenheit für einen Wirtswechsel.

Das einzige Habitat der Kopflaus ist der menschliche Kopf. Es gibt kein Tierreservoir.

Kopfläuse benötigen alle zwei bis vier Stunden Blut. Sie können außerhalb des menschlichen Kopfes nur kurze Zeit überleben. Fallen sie vom Kopf (beispielsweise während der Nacht auf ein Kopfkissen), sind sie bereits nach wenigen Stunden so dehydriert, dass sie keinen Speichel mehr produzieren, und deshalb auch kein Blut mehr saugen können. Sie sind also nicht mehr infektiös.

Läuse atmen über ein simpel aufgebautes Atemwegssystem. Sie haben an jeder Längsseite sieben Atemöffnungen, so genannte Stigmen (Durchmesser etwa 10 μm), die in Luftröhren (Tracheen) übergehen (Abb. 4). Über die Tracheen werden die Organe der Laus mit Sauerstoff versorgt und überschüssige

Flüssigkeit in Form von Wasserdampf abgegeben. Das Atemwegssystem ist eine therapeutische Achillesferse der Parasiten (siehe Abschnitt Therapie).

Merke

- Kopfläuse können sich nur auf dem menschlichen Kopf vermehren
- Aus den Eiern entwickeln sich über drei Nymphenstadien fortpflanzungsfähige erwachsene Läuse
- Läuse benötigen alle zwei bis vier Stunden Blut; außerhalb des Kopfes verlieren sie rasch ihre Infektiosität
- Kopfläuse in Textilien (z.B. auf dem Kopfkissen) verlieren rasch ihre Infektiosität

Übertragungsweg und Ansteckung

Die Übertragung erfolgt durch direkten Kontakt der Haare zweier Personen. Haben Haare engen Kontakt, findet die Ansteckung in kürzester Zeit (vermutlich in wenigen Minuten) statt. Besteht zwischen Personen über eine längere Zeit Haarkontakt (beispielsweise, wenn Kinder in einem Bett zusammen schlafen), so wechseln Läuse innerhalb von Stunden mehrfach den Wirt.

Untersuchungen in Australien haben gezeigt, dass gemeinsam benutzte Kopfbedeckungen für die Übertragung von Kopfläusen keine Rolle spielen: die Kopfbedeckungen von 1.000 untersuchten Kindern enthielten keine einzige Laus, während von den Köpfen dieser Kinder 5.000 Läuse isoliert wurden. Möbel, Fußböden und textile Strukturen in 118 Klassenzimmern waren ohne Kopfläuse, obwohl bei 446 von 2.230 Schülern dieser Klassen ein Kopflausbefall mit insgesamt 14.000 Parasiten nachgewiesen werden konnte. Selbst bei schwer infestierten Kindern mit mehr als hundert Kopfläusen ließ sich nach dem Verlassen des Bettes nur in Einzelfällen eine Kopflaus auf dem Kopfkissen identifizieren. Zusammengefasst bedeutet dies, dass die Übertragung von Kopfläusen über textile und andere Oberflächen infektionsepidemiologisch von zu vernachlässigender Bedeutung ist. Das schließt nicht aus, dass im Einzelfall eine Übertragung durch gemeinsam benutzte Haarutensilien (Kamm, Bürste, Spange) oder kopfbedeckende Textilien erfolgen kann.

Merke

- Kopfläuse werden durch Kopf-zu-Kopf-Kontakt übertragen
- Eine Übertragung via Textilien ist theoretisch denkbar, spielt aber praktisch keine Rolle

Vorkommen, Häufigkeit, Risikofaktoren

Kopfläuse sind weltweit verbreitet. Sie kommen bei allen Ethnien und in allen Kulturkreisen vor. Während in Armensiedlungen von Entwicklungsländern bis zu 40 Prozent der Bevölkerung und bis zu 80 Prozent der Kinder befallen sein können, liegt die Prävalenz bei Kindern in Mitteleuropa zwischen ein und vier Prozent. Aus Großbritannien wurden bei Schulkindern Ende der neunziger Jahre Prävalenzen von 20 Prozent berichtet.

Die Pediculosis capitis tritt meist in Form von Klein epidemien in der Familie, im Kindergarten oder in der Schule auf. Bei Epidemien können bis zu 30 Prozent der Kinder einer Einrichtung betroffen sein. In einer Familie sind häufig alle Kinder und auch die Erwachsenen infestiert.

Obwohl die Prävalenz auf Bevölkerungsebene niedrig ist, zirkulieren die Parasiten kontinuierlich in der Kinderpopulation. In Norwegen beispielsweise gab es in 36,4 Prozent der Haushalte innerhalb der letzten drei Jahre vor einer Querschnittsuntersuchung einen Fall von Pediculosis capitis, obwohl die Prävalenz unter Schulkindern durchschnittlich kleiner als 1 Prozent war.

Eine systematische Untersuchung aller Einschulungskinder der Stadt Braunschweig mittels visueller Inspektion zeigte eine Punktprävalenz von 0,7 Prozent (95 Prozent Konfidenzintervall 0,68 - 0,72 Prozent). Da die visuelle Inspektion als diagnostische Methode eine relativ geringe Sensitivität hat, ist die tatsächliche Prävalenz der Pediculosis capitis bei hiesigen Einschulungskindern vermutlich um einen Faktor 3 - 4 höher. Anhand einer Befragung über bereits früher durchgemachten Kopflausbefall errechnete sich eine jährliche Inzidenz von 80/1.000 Kinder/Jahr für Jungen und 240/1.000 Kinder/Jahr für Mädchen in der Altersgruppe von sechs bis sieben Jahren.

Die altersabhängige Prävalenz zeigt eine glockenförmige Verteilung mit einem Maximum zwischen dem neunten und zehnten Lebensjahr. Es gibt Hinweise dafür, dass die weit verbreitete Praxis von Selfies derzeit den Häufigkeitsgipfel in höhere Altersgruppen verschiebt.

In Mitteleuropa lässt sich ein charakteristisches saisonales Häufigkeitsmuster mit einem deutlichen Anstieg der Inzidenz nach den Sommerferien beobachten. Im Spätherbst und im Winter geht die Inzidenz zurück, erreicht aber nie Null. Als Ursache wird vermutet, dass sich Kinder während des Urlaubs exponieren, wenn

sie mit anderen Kindern spielen bzw. auf engem Raum zusammenleben (Ferienlager, Camping). Zurück in Deutschland stecken sie Familienangehörige oder Kinder aus ihrer Spielgruppe oder dem Kindergarten an. Die Zahl der Neuerkrankungen nimmt dann kontinuierlich zu, bis Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

In allen Kulturkreisen sind Mädchen deutlich häufiger betroffen als Jungen. Das Verhältnis Mädchen zu Jungen schwankt 12:1 (Türkei) zu 2:1 (Mitteleuropa). Die überproportionale Häufigkeit der *Pediculosis capitis* bei Mädchen wird durch längere Haare und geschlechterspezifisches Verhalten, das zu häufigeren und längeren Haar-zu-Haar-Kontakten führt, erklärt. In Deutschland haben Kinder mit Migrationshintergrund ähnlich häufig Kopflausbefall wie Kinder deutscher Eltern. In Haushalten mit einem niedrigen Bildungsstatus ist Kopflausbefall häufiger als in Haushalten mit einem hohen Bildungsstatus. Ungepflegte Haare und/oder mangelhafte Körperhygiene fördern nicht den Kopflausbefall; regelmäßiges Waschen/Shampoonieren der Haare beseitigt keine Kopfläuse.

Merke

- In der Altersgruppe der Acht- bis Elfjährigen ist die *Pediculosis capitis* (nach den Atemwegsinfektionen) die zweithäufigste Infektionskrankheit; der Altersgipfel verschiebt sich durch die weit verbreitete Praxis von Selfies
- Kopflausbefall tritt in Form von Klein epidemien auf: Familie, Spielkreis, Kindergarten, Schulklasse
- Die Inzidenz steigt nach Ende der Sommerferien an
- Mädchen sind deutlich häufiger betroffen als Jungen
- Kopflausbefall ist kein Hinweis auf mangelnde Körperhygiene; häufiges Waschen der Haare beseitigt keine Kopfläuse

Krankheitszeichen

Um Blut aus Hautkapillaren saugen zu können, injizieren Läuse Speichel über ihren Stechrüssel in die Kopfhaut. Der Speichel enthält unter anderem gerinnungshemmende Substanzen mit einem allergenen Potenzial. Die Substanzen induzieren eine Immunantwort vom verzögerten Typ. Klinisch manifestiert sich die Immunreaktion als erythematöse Papeln und Quaddeln, die intensiv jucken. Das durch den Juckreiz bedingte Kratzen führt zu Exkorationen der Epidermis und Bildung von Krusten. Kratzdefekte können bakteriell besiedelt werden (typischerweise durch *Staphylococcus aureus* oder Streptokokken). Dann entwickeln sich regionale Lymphadenopathien. Eine länger bestehende *Pediculosis capitis* kann zu einer

Ekzematierung der Kopfhaut führen. Sehr selten wird eine generalisierte juckende Dermatose beobachtet.

Da der Juckreiz in der Nacht zunimmt, schlafen die Kinder schlecht. Sie sind dann „schlecht drauf“ und haben Konzentrationsdefizite. Verstärkt sich der Juckreiz in der Nacht, kann dies zu Schlafstörungen führen. Kinder mit einem langen Leidensweg können psychische Symptome entwickeln, werden sie aufgrund immer wieder auftretender Infestationen vom Besuch der Einrichtung ausgeschlossen, fühlen sich sozial ausgeschlossen.

Bei einer Erstinfestation treten die Symptome nach vier bis sechs Wochen auf, bei einer Reinfestation bereits nach 24 bis 48 Stunden. Dies ist ein Hinweis auf eine Immunreaktion der Haut gegen Bestandteile des Läusespeichels. Die lange Inkubationszeit bei der Erstinfestation macht es wahrscheinlich, dass das Kind in der Zwischenzeit Kopfläuse auf andere Personen übertragen hat.

Der Pruritus entwickelt sich nur bei 14-36 Prozent aller Infestierten. Bei Kindern ohne Pruritus wird die *Pediculosis capitis* zufällig entdeckt, beispielsweise wenn eine Kopflaus nach dem Waschen der Haare im Waschbecken oder auf einem Handtuch entdeckt wird.

Auch bei Infektiologen weitgehend unbekannt ist, dass Kopfläuse (ähnlich wie Kleiderläuse) pathogene Bakterien übertragen können (Tabelle 1). So gibt es seit kurzem klare Hinweise, dass bei der Pestepidemie im Mittelalter mit mehr als 25 Millionen Toten Kopf- und Kleiderläuse die wesentlichen Vektoren waren und nicht – wie bislang angenommen – der Rattenfloh (*Xenopsylla cheopis*).

Von den in Tabelle 1 genannten Pathogenen ist aufgrund der aktuellen Migrationsbewegungen *Borrelia recurrentis*, der Erreger des Läuserückfallfiebers (louse borne relapsing fever) von besonderer Bedeutung. Allein im Zeitraum von Januar bis November 2015 wurden 28 Fälle von Läuserückfallfieber bei jugendlichen Flüchtlingen aus Somalia, Äthiopien und Eritrea dokumentiert, davon 15 Fälle in Bayern. Das Läuserückfallfieber ist eine potentiell lebensbedrohliche Erkrankung. Die Behandlung muss wegen des großen Risikos einer Jarisch-Herxheimer-Reaktion stationär durchgeführt werden.

Staphylokokken und Streptokokken werden durch Kopfläuse passiv, beispielsweise nach Kontakt mit einer Eiterpustel, über die Kopfhaut verschleppt.

Merke

- Nur 14-36 Prozent der Infestierten entwickeln einen ausgeprägten Juckreiz; die Mehrzahl wird also bei einer Symptom- basierten Diagnose nicht als behandlungsbedürftig erkannt
- Symptome treten bei einer Erstinfestation nach vier bis sechs Wochen auf, bei einer Reinfestation nach 24-48 Stunden
- Eine juckende Kopfhaut, erythematöse Papeln und Quaddeln und Kratzexkoriationen sind die typische Symptomtrias
- Kopfläuse sind potentielle Überträger bakterieller Pathogene; bei den derzeitigen globalen Migrationsbewegungen muss bei einer hochfieberhaften Erkrankung bei Präsenz von Kopfläusen bzw. der Möglichkeit einer durchgemachten Infestation an ein Läuserückfallfieber gedacht werden.

Diagnose

In Mitteleuropa haben Kinder meist weniger als zehn Kopfläuse. Bei vernachlässigten Kindern und in Entwicklungsländern sind dagegen mehrere Hundert Läuse nicht selten. Je weniger Kopfläuse auf einem Kinderkopf sind, desto schwieriger ist der Nachweis.

Die Diagnose wird durch den Nachweis von Nymphen, adulten Läusen oder entwicklungsfähigen Eiern gestellt. Entwicklungsfähige Eier sind gräulich-bräunlich, mit einem Deckel (Operculum) verschlossen und haften weniger als einen cm vom Haaransatz entfernt (Abb. 4). Bei einer Größe von 1 - 3,5 mm und einer häufig transparenten oder hautfarbenen Chitinhülle sind insbesondere die Nymphen ohne Lupe nur schwer zu erkennen. Eine aktive Infestation liegt vor, wenn Läuse oder embryonierte Eier präsent sind. Die ausschließliche Präsenz von Eihüllen (Nissen) zeigt eine früher durchgemachte Infestation an.

Die beiden zur Diagnose der Pediculosis capitis validierten Methoden sind die visuelle Inspektion und das Feuchte Auskämmen. Beim Feuchten Auskämmen wird das Haar vorab mit einer Haarpflegespülung durchfeuchtet, mit einem normalen Kamm in Strähnen gelegt und dann die Strähne mit einem Lauskamm ausgekämmt (Zinkenabstand 0,2 mm; parallele Zinken aus hochwertigem Kunststoff oder Metall). Der Kamm wird so geführt, dass er von der Kopfhaut aus zu den Haarspitzen heruntergezogen wird. Nach jedem Kämmen wird die Pflegespülung auf einem weißen Tuch oder Küchenkrepp ausgestrichen. Die mit

dem Kamm erfassten Kopfläuse werden so sichtbar. Wird das diagnostische Auskämmen systematisch durchgeführt, so ist dies gleichzeitig eine therapeutische Maßnahme.

Bei der visuellen Inspektion werden Kopfhaut und Haare untersucht, entweder mit bloßem Auge oder mit Hilfe einer Lupe.

Das feuchte Auskämmen ist die Methode der Wahl, um eine aktive Infestation zu erkennen (Sensitivität = 91 Prozent; Sensitivität visuelle Inspektion = 29 Prozent) zu erkennen. Wegen des hohen Zeitaufwandes lässt sich das feuchte Auskämmen in der Kinderarztpraxis nicht durchführen.

Differentialdiagnostisch sind Eihüllen (Nissen) von Schuppen und eingetrockneten Resten von Haargel, Haarspray oder Haarhülsen (Überbleibsel der inneren Wurzelscheide) abzugrenzen. Eier bzw. Eihüllen kleben in einem spitzen Winkel an einem Haar, haben alle dieselbe ovale Form und lassen sich auch mit einem Läusekamm nur schwer entfernen. Artefakte und Schuppen sind dagegen von unregelmäßiger Form und können leicht abgestreift werden.

Merke

- In Mitteleuropa haben Kinder meist weniger als zehn Kopfläuse
- Die zuverlässigste Methode, um eine aktive, also behandlungsbedürftige, Infestation zu erkennen, ist das systematische feuchte Auskämmen der Haare
- Mit der Methode der visuellen Inspektion wird jedes dritte behandlungsbedürftige Kind übersehen
- Laien verwechseln Artefakte im Haar mit Eiern

Dauer der Ansteckungsfähigkeit

Personen sind ansteckungsfähig, sobald sie mobile Läuse auf ihrem Kopf haben. Da die Infestation in der Regel erst durch Präsenz der charakteristischen Symptome erkannt wird, und bei einem Erstbefall die Symptome mit einer Latenz von vier bis sechs Wochen auftreten (siehe oben), ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass der Patient bereits vor der Diagnosestellung die Parasiten auf andere Personen in der Familie, dem Spielkreis oder dem Kindergarten übertragen hat.

Umgehend nach der Behandlung mit einem wirksamen Produkt besteht keine Ansteckungsfähigkeit mehr. Kinder können also die Gemeinschaftseinrichtung sofort nach der Durchführung einer adäquaten Therapie besuchen. Ein ärztliches Attest ist nicht erforderlich; es reicht, dass die Eltern der Einrichtung gegenüber die Behandlung bestätigen.

Merke

- Nicht erkannte Patienten haben während der Inkubationszeit vermutlich bereits andere Personen angesteckt
- Umgehend nach der Durchführung einer nachgewiesenermaßen wirksamen Behandlung kann die Gemeinschaftseinrichtung wieder besucht werden

Therapie

Drei unterschiedliche therapeutische Ansätze werden genutzt: die mechanische Entfernung von Kopfläusen mittels Läusekamm, die topische Anwendung eines Pedikulozids und die orale Behandlung. Generell gilt, dass nur eine aktive Infestation behandelt wird. Träger von ausschließlich Nissen (Eihüllen) stellen kein Infestationsrisiko dar und bedürfen keiner Behandlung. Lässt sich das in der Praxis nicht differenzieren, ist die Behandlung mit einem sicher nicht toxischen Produkt angeraten.

Mechanische Entfernung

Die mechanische Behandlung einer PedikULOse mittels Läusekamm ist eine seit alters her praktizierte, zuverlässige Methode. Um sicher alle Parasiten zu entfernen, muss das Haar vier Wochen lang zwei Mal pro Woche ausgekämmt werden. Dies verlangt eine gute Compliance von Patient und Mutter/Vater und ist in Familien mit mehreren Kindern wenig praktikabel. Kämmen mit Stahlzinken eignen sich für alle Haartypen, inklusive sehr langem und dicken Haar. Kämmen aus Kunststoff eignen sich besonders für kurzes Haar. Sinnvollerweise wird das Auskämmen mit einer anderen Methode kombiniert.

Topisch wirksame Substanzen

Grundsätzlich wird die Therapie nach sieben bis neun Tagen wiederholt.

Neurotoxisch wirkende Pedikulozide

Neurotoxisch wirkende Pedikulozide sind Insektizide auf der Basis von Organophosphaten (Malathion), Carbamaten (Carbaryl), Pyrethrum (natürlicher Chrysanthemenextrakt) oder synthetischen Pyrethroiden wie Allethrin, Permethrin, Deltamethrin und Permethrin. Der massenhafte Einsatz von neurotoxisch

wirkenden Pedikuloziden hat weltweit zur Entwicklung resistenter Parasitenpopulationen geführt. In Großbritannien beispielsweise sank die Wirksamkeit von Permethrin von 97 % in den 1990er Jahren auf 13 % in 2013. Weitere Argumente, die gegen den Einsatz von neurotoxisch wirkenden Pedikuloziden sprechen, sind:

- Pyrethroide werden über die Haut resorbiert; auch Zusatz-/Hilfsstoffe werden unter toxikologischen Gesichtspunkten als bedenklich betrachtet
- Pyrethrum und Pyrethroide können eine Allergie auslösen bzw. eine existierende Allergie auf Chrysanthemen verstärken
- Werden die Produkte akzidentell über den Mund aufgenommen, sind neurologische Komplikationen wie Paralyse und Polyneuropathie möglich
- Behandlungen mit neurotoxisch wirkenden Pedikuloziden erhöhen möglicherweise das Erkrankungsrisiko für Leukämie

In der Schwangerschaft, bei Chrysanthemenallergie sowie beim MCS-Syndrom dürfen neurotoxisch wirkende Pedikulozide nicht eingesetzt werden.

Unter Experten besteht Einvernehmen, dass neurotoxisch wirkende Pedikulozide nicht länger zur Behandlung einer Pediculosis capitis eingesetzt werden sollten, da wirksame und sicher untoxische Alternativen zur Verfügung stehen (siehe unten).

Pedikulozide auf pflanzlicher Basis

Pedikulozide Präparate auf pflanzlicher Basis enthalten typischerweise ätherische Öle, mit oder ohne pflanzliche Fettsäuren. Die ätherischen Öle sind in der Regel komplexe Einzelstoffmischungen. Nur für ein Produkt aus Kokosöl, andren ätherischen Ölen (Paranix®) und einem Extrakt aus Samen des Neem-Baums (Licener®) wurde die Wirksamkeit in klinischen Studien untersucht. Die Datenlage zu Licener® scheint nur auf den ersten Blick gut. Das Produkt ist seit 2008 in unterschiedlichen Bezeichnungen auf dem Markt (ursprünglich als Kosmetikum, dann als Medizinprodukt). Die Zusammensetzung wurde mehrfach geändert. Das postulierte physikalische Wirkprinzip erscheint wenig plausibel, da bei diversen Insektenpezies eine toxische Wirksamkeit von Neem-Extrakten belegt ist.

Von einigen ätherischen Ölen ist bekannt, dass sie ein allergenes Potential haben. Andere wirken hautirritierend. Verschiedene Hersteller propagieren die Anwendung von Pflanzenextrakten als vorbeugendes Repellent, um eine Infestation (beispielsweise bei einer Epidemie) zu vermeiden. Die postulierte präventive Wirkung ist nicht durch geeignete Studien belegt.

Physikalisch wirkende Pedikulozide

Eine neue Generation von topisch applizierbaren Wirkstoffen enthält Dimeticone und wirkt rein physikalisch. Dimeticone sind farblose polymere Verbindungen aus Silizium und Sauerstoff. Die Kriech- und Spreiteigenschaften von Dimeticonen hängen von der Länge des Kettenmoleküls und anderen molekularen Merkmalen ab. Dimeticone sind biochemisch inert und werden nach oraler Aufnahme oder Applikation auf die Haut nicht resorbiert. Sie gelten als sicher untoxisch.

Dimeticone mit guten Kriech- und Spreiteigenschaften breiten sich rasch über mikroskopische Oberflächen aus. Sie kriechen über die Chitinhülle der Laus, dringen in das Atemwegssystem des Parasiten ein, verdrängen den Sauerstoff und führen innerhalb von Minuten zu einem akuten Sauerstoffmangel von Vitalorganen.

In Deutschland sind zahlreiche Produkte auf dem Markt (Tabelle 2). Alle Produkte sind als Medizinprodukte zugelassen. Die Produkte unterscheiden sich in den Kriech- und Spreiteigenschaften des eingesetzten Dimeticons, der Dimeticonkonzentration, der Zusammensetzung aus Dimeticonen unterschiedlicher Kettenlänge, dem eingesetzten Lösungsmittel und der Beimischung von Zusatzstoffen wie Rizinus- oder Kokosnussöl, die ihrerseits eine pedikulozide Wirkung haben. Für die Produkte NYDA[®], Jacutin[®] Pedicul Fluid, EtoPril/Hedrin[®] und Hedrin[®] Once Liquid Gel liegen publizierte Daten von *lege artis* durchgeführten Studien vor. NYDA[®] zeigte eine klinische Wirksamkeit von 97 %, bei EtoPril[®] schwankte die Wirksamkeit zwischen 70 % und 92 % in Abhängigkeit von der Studienpopulation.

Für NYDA[®] und Jacutin[®] Pedicul Fluid ist in *in-vitro*-Studien eine hohe ovizide (abtötende) Wirkung belegt. Dimeticone, die nachgewiesenermaßen eine hohe Wirkung gegen Läuse **und** Eier haben, brauchen nur einmal angewandt werden.

Der rasche Wirkungseintritt und das physikalische Wirkprinzip der Dimeticone machen die Entwicklung resistenter Parasitenpopulationen extrem unwahrscheinlich.

Dimeticone, die Lösungsmittel enthalten, sind leicht entflammbar. Während der Einwirkzeit des Produkts müssen die Haare unbedingt von Zündquellen (z. B. Zigaretten, gasbetriebene Warmwasserbereiter, Föhn) ferngehalten werden.

Orale Behandlung mit Ivermectin

Ivermectin ist ein hochwirksames Breitspektrumantihelminthikum, das auch auf Läuse und Krätzmilben wirkt. Die Dosierung ist 200 µ/kg mit einer Wiederholungsbehandlung nach 8 - 10 Tagen. Kopfläuse nehmen die Substanz über das Blut auf und sterben innerhalb von 12 - 18 Stunden. Ivermectin ist in

Deutschland für die Indikation Skabies, aber nicht für die Behandlung der Pediculosis capitis zugelassen. Es bietet sich im Einzelfall als Alternative bei polyparasitierten Kindern (intestinale Helminthen und Kopflausbefall und/oder Krätze) an. Kinder mit < 15 kg Körpergewicht dürfen nicht mit Ivermectin behandelt werden.

Merke

- Von der Behandlung mit neurotoxischen Pedikuloziden wird abgeraten
- Dimeticone sind die Mittel der Wahl
- Die Wirksamkeit eines Dimeticon hängt von den Kriech- und Spreiteigenschaften des eingesetzten Dimeticon ab. Die in Kopflausprodukten vorhandenen Dimeticone unterscheiden sich in der Molekülgröße und in anderen physiko-chemischen Merkmalen. Das erklärt den Unterschied in der Wirksamkeit.
- Eine Behandlung mit Ivermectin bietet sich an, wenn das Kind gleichzeitig mit unterschiedlichen Ektoparasitosen infestiert ist oder zusätzlich mit intestinale Helminthen infiziert ist

Prävention

Es kommen immer wieder neue Produkte auf den Markt, von denen behauptet wird, sie würden bei regelmäßigem Auftragen vor einer Infestation bzw. Re-Infestation im Sinne eines Repellent schützen. In der einzigen publizierten Studie konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Placebo und Applikation eines 1,2-Octanediol-Sprays nachgewiesen werden.

Maßnahmen bei einer Epidemie in einer Einrichtung

Untersuchungen haben gezeigt, dass asymptomatische und deshalb nicht behandelte Träger von Kopfläusen dafür verantwortlich sind, dass in einer Einrichtung immer wieder neue Erkrankungsfälle auftreten bzw. die Epidemie über Monate weiter schwelt. Alternativ werden die Parasiten durch Besucher/Neuzugänge in die betreffende Einrichtung eingeschleppt.

Die Grundprinzipien zur Bekämpfung einer Epidemie sind:

- Alle Kontaktpersonen des Indexfalles bzw. der bereits diagnostizierten Kinder (Familie, Spielkreis, Kindergarten, Schulklasse, Freunde) werden identifiziert (Haar-zu-Haar-Kontakt in den vergangenen zwei Wochen).

- Die Behandlung erfolgt mit einem Produkt mit nachgewiesenermaßen hoher Wirksamkeit gegen adulte Läuse **und** Eier (Tabelle 2)
- Die Behandlung aller Patienten und Kontaktpersonen erfolgt synchron, also am gleichen Tag. Es wird ein sicher nicht toxisches **und** nachweislich hoch wirksames Produkt gegen Läuse **und** Eier eingesetzt.

Dieses Vorgehen verhindert, dass asymptomatische Träger von Kopfläusen unbehandelt bleiben und die Transmission in Gang halten.

Maßnahmen der Eltern

Wird bei einem Kind Kopflausbefall festgestellt, sind die Eltern gemäß § 34 Abs. 5 IfSG verpflichtet („Mitwirkungspflicht“), der Gemeinschaftseinrichtung, die ihr Kind besucht, Mitteilung zu machen. Den Eltern muss klar sein, dass das rasche Erkennen aller Kinder mit Kopflausbefall eine Voraussetzung für die erfolgreichen Maßnahmen einer Epidemie ist.

Da Kopfläuse sich nur auf dem menschlichen Kopf ernähren und vermehren können, sind Reinigungs- und andere hygienische Maßnahmen von untergeordneter Bedeutung. Käämme, Haarbürsten, etc. können in heißer Seifenlösung gereinigt, Schlafanzug, Bettwäsche und Leibwäsche gewechselt und Kopfbedeckungen und Schals bei > 50° C maschinell gewaschen oder für 40 Minuten in einem Wäschetrockner behandelt werden. Diese Maßnahmen dienen dem häuslichen Wohlbefinden, beruhen aber nicht auf infektionsmedizinischen Notwendigkeiten. Auf die Anwendung von Insektizid-Sprays ist aus toxikologischen Gründen zu verzichten.

Aufgaben der Einrichtung

Die Leitung einer Gemeinschaftseinrichtung ist nach § 34 Abs. 6 IfSG verpflichtet, das zuständige Gesundheitsamt über einen durch die Eltern mitgeteilten oder in der Einrichtung selbst festgestellten Kopflausbefall mit Nennung des Namens des Patienten zu benachrichtigen. Sie leitet eigenverantwortlich die Maßnahmen ein, die geeignet sind, eine Weiterverbreitung des Kopflausbefalls in der Einrichtung zu verhindern. Die Eltern müssen über das Auftreten der Parasiten in der Einrichtung, beispielsweise durch einen Aushang, informiert werden. Die Einrichtung soll die Eltern auffordern, alle Kinder der Familie und sich selbst mittels feuchten Auskämmens zu untersuchen und dies der Einrichtung schriftlich bestätigen. Die Einrichtung sollte Rückmeldungen über durchgeführte Untersuchungen und Behandlungen registrieren, um infektionsepidemiologische Lücken erkennen und schließen zu können. Ziel ist, alle

infestierten Kinder oder Jugendliche im Umfeld der betroffenen Einrichtung zeitnah zu identifizieren und eine wirksame Behandlung einzuleiten.

Wird eine *Pediculosis capitis* während des Besuchs einer Einrichtung zufällig entdeckt, so braucht das betreffende Kind nicht sofort nach Hause geschickt werden. Es ist allerdings darauf zu achten, dass Haar-zu-Haar-Kontakt mit anderen Personen vermieden wird. Sinnvollerweise trägt das betroffene Kind vorübergehend eine Kopfbedeckung. Die Eltern des Kindes werden von der Einrichtung informiert, dass noch am selben Tag eine wirksame Behandlung durchgeführt werden muss. Die Eltern müssen die Durchführung der Behandlung bestätigen (ob dies mündlich oder schriftlich erfolgen soll, richtet sich nach den örtlichen Gepflogenheiten). Sofort nach der Behandlung kann das Kind die Gemeinschaftseinrichtung wieder besuchen.

Rolle des Gesundheitsamtes

Aus der im § 34 IfSG vorgeschriebenen Benachrichtigungspflicht durch die Einrichtung ergibt sich für das Gesundheitsamt die Aufgabe durch Information, Empfehlen von geeigneten Maßnahmen und der Veranlassung diagnostischer Untersuchungen einen Beitrag zur schnellen Beendigung der Epidemie in einer Einrichtung zu leisten. Je nach Lage kann es sinnvoll sein, dass die Mitarbeiter des Gesundheitsamtes direkt mit den Erziehungsberechtigten der betroffenen Klasse/Kindergartengruppe (z. B. im Rahmen von Elternabenden) kommunizieren.

Kinderarzt

In der Routine einer kinderärztlichen Praxis ist es nicht möglich, bei einem Verdachtsfall die Diagnose durch die Methode des feuchten Auskämmens zu bestätigen. Die Kosten für eine lege artis durchgeführte diagnostische Untersuchung werden von den Krankenversicherungen auch nicht erstattet. Es empfiehlt sich, den Aussagen der Mutter/des Vaters Glauben zu schenken und die Behandlung mit einem sicher nicht toxischen **und** nachweislich gegen Läuse und Eier wirksamen Produkt zu verordnen. Ob der Kinderarzt bei einer Erstinfektion verpflichtet ist, die lege artis Durchführung der Behandlung zu bescheinigen, ist im Infektionsschutzgesetz (IfSG) nicht klar geregelt. Eine Interpretation des entsprechenden Paragraphen ist, dass die „Sorgeberechtigten“ der Einrichtung bestätigen, dass eine Behandlung korrekt durchgeführt wurde.

Laut Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses erstatten die gesetzlichen Krankenversicherungen die Dimeticon-haltigen Kopflausmittel NYDA[®], Dimet[®]20, EtoPril[®] und Hedrin[®] Once Liquid Gel bei Kindern bis zum vollendeten 12. Lebensjahr und bei Kindern mit Entwicklungsstörungen bis zum 18. Lebensjahr.

Die Grundprinzipien zur Beendigung einer Epidemie sind:

- Alle Kontaktpersonen des Indexfalles bzw. der bereits diagnostizierten Kinder (Familie, Spielkreis, Kindergarten, Schulklasse, Freund) werden identifiziert.
- Die Behandlung erfolgt mit einem sicher nicht toxischen Produkt mit nachgewiesenermaßen hoher Wirksamkeit gegen adulte Läuse **und** Eier
- Die Behandlung aller Patienten und Kontaktpersonen erfolgt synchron, also am gleichen Tag

Zusammenfassung

Die Pediculosis capitis ist die zweithäufigste infektiöse Kinderkrankheit in der Gruppe der Acht - bis Elfjährigen. Kopfläuse sind auf den menschlichen Kopf spezialisiert. Ein Tierreservoir gibt es nicht. Die Übertragung erfolgt durch direkten Haar-zu-Haar-Kontakt. Eine Übertragung durch Textilien ist theoretisch denkbar, spielt aber praktisch keine Rolle. Kopfläuse können außerhalb des menschlichen Kopfes nur kurze Zeit überleben. In Deutschland ist die Inzidenz 80/1.000 Kinder/Jahr für Jungen und 240/1.000 Kinder/Jahr für Mädchen. Kopflausbefall tritt in Form von Klein epidemien auf: Familie, Spielkreis, Kindergarten, Schulklasse. Mädchen sind in allen Kulturkreisen deutlich häufiger betroffen als Jungen. Die Inzidenz steigt nach Ende der Sommerferien an. Kopflausbefall ist kein Hinweis auf mangelnde Körperhygiene. Eine juckende Kopfhaut, erythematöse Papeln und Quaddeln sind die typischen Symptome. Symptome treten bei einer Erstinfestation nach vier bis sechs Wochen auf, bei einer

Reinfestation nach 24-48 Stunden. Bis zu drei Viertel der Infestierten entwickelt keine Symptome. Die zuverlässigste Methode, um eine aktive, also behandlungsbedürftige, Infestation zu erkennen, ist das systematische feuchte Auskämmen aller Haare. Nicht erkannte Patienten haben während der Inkubationszeit vermutlich bereits andere Personen angesteckt. Umgehend nach der Behandlung kann die Gemeinschaftseinrichtung wieder besucht werden. Dimeticone sind die Mittel der Wahl. Der rasche Wirkungseintritt und das physikalische Wirkprinzip der Dimeticone machen die Entwicklung resistenter Parasitenpopulationen extrem unwahrscheinlich.

Tabelle 1: Vektorkompetenz von Kopf- und Kleiderläusen

Pathogen	Krankheit	Vektorkompetenz	
		sicher	wahrscheinlich
<i>Yersinia pestis</i>	Pest	+	
<i>Rickettsia prowazekii</i>	Fleckfieber	+	
<i>Bartonella quintana</i>	5-Tage-Fieber	+	
<i>Francisella tularensis</i>	Tularämie		+
<i>Borellia recurrentis</i>	Läuserückfallfieber		+

Tabelle 2

Übersicht aktuell in Deutschland verfügbarer Pedikulozide auf Dimeticon-Basis (Auswahl)

Produkt	Inhaltsstoffe	Wirksamkeit nachgewiesen gegen			Postuliertes Wirkprinzip nachgewiesen ^a
		Läuse		Eier	
		in vitro	in RKS ^b	in vitro	
Dimet 20 [®]	Dimeticon, Dodecanol, Isopropanol	nein	nein	nein	nein
Jacutin [®] Pedicul Fluid	Dimeticon	nein	ja	ja	nein
EtoPril [®] /Hedrin [®]	Dimeticon, Cyclomethicon	ja	ja	nein	ja
Hedrin [®] Once Liquid Gel	Dimeticon, Nerolidol	Ja	(ja) ^c	nein	ja
NYDA [®] , ^d	2 Dimeticone mit unterschiedlicher Kriechfähigkeit	ja	ja	ja	ja

^a durch eine adäquate in vitro-Studie; durch Gutachter beurteilt und in einer internationalen Fachzeitschrift publiziert

^b randomisierte, kontrollierte, verblindete Studie; durch Gutachter beurteilt und in einer internationalen Fachzeitschrift publiziert

^c nur Machbarkeitsstudie

^d und andere NYDA[®]-Marken enthalten identische Dimeticone in identischer Konzentration

Tabelle 3

Randomisierte, kontrollierte und publizierte Studien mit Dimeticonen

Produkt	Studie durchgeführt in	Schweregrad	Wirksamkeit	Autoren
Pediculosis capitis				
Hedrin®	Großbritannien	mittel	70,0%	Burgess et al. 2005
Hedrin®	Großbritannien	mittel	69,8%	Burgess et al. 2007
Hedrin®	Türkei	gering	91,7%	Kurt et al. 2010
Hedrin® Once Liquid Gel	Großbritannien	leicht	77,1%	Burgess et al. 2013
Jacutin® Pedicul Fluid	Ägypten	mittel	94,7%	Semmler et al. 2017
NYDA®	Brasilien	hoch	97,2%	Heukelbach et al. 2009

Weiterführende Literatur

Bauer E, Jahnke C, Feldmeier H. Seasonal fluctuations of head lice infestation in Germany. *Parasitol Res* 2009; 104(3):677-681.

Boutellis A, Medlannikov O, Bilcha KD, Ali J, Campelo D, Barker SC et al. *Borrelia recurrentis* in Head Lice, Ethiopia. *Emerg Infect Dis* 2013; 19:796-798.

Burgess IF, Brown CM, Lee PN. Treatment of head louse infestation with 4% dimeticone lotion: randomised controlled equivalence trial. *BMJ* 2005; 330:1423-1426.

Burgess IF, Lee PN, Brown CM. Randomised, controlled, parallel group clinical trials to evaluate the efficacy of isopropyl myristate/cyclomethicone solution against head lice. *Pharmac J* 2008; 280:371-375.

Burgess IF. The mode of action of dimeticone 4% lotion against head lice, *Pediculus capitis*. *BMC Pharmacol* 2009; 9(3):doi:10.1186/1471-2210-9-3.

Burgess IF, Brunton ER, Burgess NA. Clinical trial showing superiority of a coconut and anise spray over permethrin 0.43% lotion for head louse infestation, ISRCTN96469780. *Eur J Pediatr* 2010; 169:55-62.

Burgess IF, Kay K, Burgess NA, Brunton ER. Soya oil-based shampoo superior to 0.5% permethrin lotion for head louse infestation. *Medical Devices: Evid Res* 2011; 4(4):35-42.

Burgess IF, Brunton ER, French R, Burgess NA. Prevention of head louse infestation: a randomized, double-blind, cross-over study of a novel concept product, 1% 1,2-octanediol spray versus placebo. *BMJ Open* 2014;4:e004634. doi:10.1136/bmjopen-2013-004634

Canyon DV, Spear RC, Muller R. Spatial and kinetic factors for the transfer of head lice (*Pediculus capitis*) between hairs. *J Invest Dermatol* 2002; 119:629-631.

Chosidow O, Giraudeau G, Cottrell J, Izri A, Hofmann R, Mann SG et al. Oral Ivermectin versus Malathion Lotion for Difficult-to-Treat Head Lice. *New England J Med* 2010; 362(10):896-905.

Downs AMR, Stafford KA, Coles GC. Head lice: Prevalence in schoolchildren and insecticide resistance. *Parasitol Today* 1999; 15:1-3.

Durand R, Millard B, Bouges-Michel C, Bruel C, Bouvresse S, Izri A. Detection of Pyrethroid resistance gene in head lice in schoolchildren from Bobigny, France. *J Med Entomol* 2007; 44:796-797.

Elston DM. Drug-Resistant Lice. *Arch Dermatol* 2003; 139:1061-1064.

Feldmeier H. *Pediculus capitis* - Aktueller Kenntnisstand Epidemiologie, Diagnose und Therapie. *Kinder- und Jugendmedizin* 2012; 5:308-313.

Feldmeier H, Jahnke C. *Kopflausinfestationen - ein Kompendium*. Stuttgart: Thieme, 2010.

Feldmeier H. Lice as vectors of pathogenic microorganisms. In: Heukelbach J, editor. Management and Control of Head Lice Infestation. Bremen: UNIMED-Verlag, 2010: 132-135.

Feldmeier H. Pediculosis capitis: New insights into epidemiology, diagnosis and treatment. *Europ J Clin Microbiol Infect Dis* 2012; 31:2105-2110.

Feldmeier H, Jahnke C. Pediculosis capitis. *Epidemiologie, Diagnose und Therapie. Pädiatrische Praxis* 2010; 76:359-370.

Feldmeier H. Pediculosis capitis: Eine Herausforderung für das Apothekerteam. *PTA-Forum* 2013; 11:22-26.

Feldmeier H. Treatment of Pediculosis Capitis: A Critical Appraisal of the Current Literature. *Am J Clin Dermatol* 2014; 15:401-412.

Harris J, Crawshaw JG, Millership S. Incidence and prevalence of head lice in a district health authority area. *Commun Dis Public Health* 2003; 6(3):246-249.

Heukelbach J, Wilcke T, Winter B, Feldmeier H. Epidemiology and morbidity of scabies and pediculosis capitis in resource-poor communities in Brazil. *Br J Dermatol* 2005; 153:150-156.

Heukelbach J, Canyon DV, Speare R. The effect of natural products on head lice: in vitro tests and clinical evidence. *J Ped Inf Dis* 2007; 2:67-76.

Heukelbach J, Pilger D, Oliveira F, Khakban A, Ariza L, Feldmeier H. A highly efficacious pediculocide based on dimeticone: Randomized observer blinded comparative trial. *BMC Inf Dis* 2008; 8(115):doi:10.1186/1471-2334-8-115.

Heukelbach J, Oliveira FA, Richter J, Häussinger D. Dimeticone-Based Pediculocides: A Physical Approach to Eradicate Head Lice. *The Open Dermatol J* 2010, 4: 77-81.

Heukelbach J. Management and Control of Head Lice Infestation. Bremen: UNI-MED Verlag, 2010.

Heukelbach J, Canyon DV, Heukelbach-Oliveira F, Muller R, Spear RC. In vitro efficacy of over-the-counter botanical pediculicides against the head louse *Pediculus humanus var capitis* based on a stringent standard for mortality assessment. *Med Vet Entomol* 2008; 22:262-274.

Heukelbach J, Sonnberg S, Becher H, Melo I, Speare R, Oliveira FA. Ovicidal efficacy of high concentration dimeticone: A new era of head lice treatment. *J Am Acad Dermatol* 2011; 64(4):e61-e62.

Jahnke C, Bauer E, Feldmeier H. Pediculosis capitis im Kindesalter: epidemiologische und sozialmedizinische Erkenntnisse einer Reihenuntersuchung von Schulanfängern. *Gesundheitswesen* 2008; 70:667-673 .

Jahnke C, Bauer E, Hengge U, Feldmeier H. Accuracy of diagnosis of pediculosis capitis: visual inspection versus wet combing. *Arch Dermatol* 2009; 145:309-313.

Kristensen M, Knorr M, Rasmussen AM, Jespersen JB. Survey of permethrin and malathion resistance in human head lice populations from Denmark. *J Med Entomol* 2006; 43:533-538.

Kurt O, Balcioglu C, Burgess IF, Limoncu ME, Girginkardesler N, Tabak T et al. Treatment of head lice with dimeticone 4% lotion: comparison of two formulations in a randomised controlled trial in rural Turkey. *BMC Public Health* 2009; 9:441.

Laguna MF, Risau-Gusman S. Of lice and math: using models to understand and control populations of head lice. *Plos ONE* 2011; 6(7):doi:10.1371/journal.pone.0021848; e21848.

Lapeere H, Brochez L, Verhaeghe E, Vander-Stichele RH, Remon JP, Lambert J et al. Efficacy of products to remove eggs of *Pediculus humanus capitis* (Phthiraptera: Pediculidae) from the human hair. *J Med Entomol* 2014; 51(2):400-407.

Lesshafft H, Baier A, Guerra H, Terashima A, Feldmeier H. Prevalence and risk factors associated with pediculosis capitis in an impoverished urban community in Lima, Peru. *J Glob Infect Dis* 2013; 5(4):138-142.

Menegaux F, Baruchel A, Bertrand Y, Lescoeur B, Leverger G, Nelken B et al. Household exposure to pesticides and risk of childhood leukaemia. *Occup Environ Med* 2006; 63(2):131-134.

Mumcuoglu KY, Friger M, Ioff- Uspensky I, Ben- Ishai F, Miller J. Louse comb versus direct visual examination for the diagnosis of head louse infestation. *Pediatric Dermatol* 2001; 18:9-12.

Nair B. Final report on the safety assessment of stearoxy dimethicone, dimethicone, methicone, amino bispropyl dimethicone, aminopropyl dimethicone, amodimethicone, amodimethicone hydroxystearate, behenoxy dimethicone, C24-28 alkyl methicone, C30-45 alkyl methicone, C30-45 alkyl dimethicone, cetearyl methicone, cetyl dimethicone, dimethoxysilyl ethylenediaminopropyl dimethicone, hexyl methicone, hydroxypropyldimethicone, stearamidopropyl dimethicone, stearyl dimethicone, stearyl methicone, and vinyl dimethicone. *Int J Toxicol* 2003; 22:11-35.

Richling I, Böckeler W. Lethal effects of treatment with a special dimeticone formula on head lice and house crickets (Orthoptera, Ensifera: Acheta domestica and Anoplura, Phthiraptera: Pediculus humanus). *Arzneim -Forsch/Drug Res* 2008; 58:248-254.

Rukke B.A., Birkemoe T, Soleng A, Heggen-Lindstedt H, Ottesen P. Head lice prevalence among households in Norway; importance of spatial variables and individual and household characteristics. *Parasitol* 2011; 138:1296-1304.

Sendzik J, Stahlmann R. Arzneimittel gegen Kopflausbefall. *Toxikologie und Wirksamkeit. MMP* 2005; 28(5):167-172.

Speare R, Buettner PG. Head lice in pupils of a primary school in Australia and implications for control. *Int J Dermatol* 1999; 38:285-290.

Speare R, Thomas G, Cahill C. Head lice are not found on floors in primary school classrooms. *Australian New Zealand J Public Health* 2002; 26(3):208-211.

Speare R, Cahill C, Thomas G. Head lice on pillows, and strategies to make a small risk even less. *Int J Dermatol* 2003; 42:626-629.

Strycharz JP, Lao AR, Alves A, Clark JM. Ovicidal Response of NYDA formulations on the human head louse (Anoplura: PEdiculidae) using a hair tuft bioassay. *Entomol Soc America* 2012.

Tomalik-Scharte D, Lazar A, Meins J, Bastian B, Ihrig M, Wachall B et al. Dermal absorption of permethrin following topical administration. *Eur J Clin Pharmacol* 2005; 61(5-6):399-404.