Kopfläuse

Epidemiologie, Biologie, Diagnostik und Therapie

Laura Meister, Falk Ochsendorf

3 Punkte cme

Teilnahme nur im Internet möglich: aerzteblatt.de/cme

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: Patienten und Behandler sind wegen unterschiedlicher Informationen bezüglich des korrekten Vorgehens bei Kopflausbefall verunsichert. So sank beispielsweise die Wirksamkeit von Permethrin von 97 % in den 1990er Jahren auf 30 % im Jahr 2010.

Methode: Selektive Literaturrecherche in PubMed

Ergebnisse: Kopflausbefall tritt in Kleinepidemien vor allem bei 5- bis 13-Jährigen nach Ende der Sommerferien auf. Aus den Eiern schlüpfen nach durchschnittlich 8 Tagen Nymphen, die sich nach weiteren 9 Tagen zu geschlechtsreifen Läusen weiterentwickeln. Der Hauptübertragungsweg ist der direkte Kopf-zu-Kopf-Kontakt. Übertragungen über unbelebte Gegenstände sind irrelevant. Bei Erstinfestation treten erste Beschwerden nach 4–6 Wochen auf, wobei viele Infestierte gar keine Symptome entwickeln. Zur Diagnostik und Therapiekontrolle ist die Technik des „feuchten Auskämmens“ am sensitivsten. Die Resistenzen gegen neurotoxische Pedikulozide nehmen weltweit zu. Dimeticone sind die Therapie der Wahl mit einer Wirksamkeit von 97 %. Synchrone Behandlungen sind nötig, um Infestationsketten zu durchbrechen. Wenn keine oviziden Mittel verwendet werden, sind Wiederholungsbehandlungen nach 8–10 Tagen und gegebenenfalls erneut nach weiteren 7 Tagen erforderlich.

Schlussfolgerung: Durch die synchrone Behandlung mit oviziden Dimeticonen lassen sich Kleinepidemien erfolgreich beenden.

▶ Zitierweise
Meister L, Ochsendorf F: Headlice—epidemiology, biology, diagnosis and treatment. Dtsch Arztebl Int 2016; 113: 763–72. DOI: 10.3238/arztebl.2016.0763

Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Universitätsklinikum Frankfurt am Main: Dr. med. Meister, Prof. Dr. med. Ochsendorf, MME

Die Prävalenz von Kopfläusen in der Allgemeinbevölkerung ist normalerweise gering. Infestationen treten nahezu nur in vulnerablen Gruppen auf, das heißt bei Schulkindern, Wohnsitzlosen, Geflüchteten oder Bewohnern von Armenvierteln (Prävalenz 0,7–61 % [1, 2]). In den USA sollen pro Jahr 6–12 Millionen Infestationen mit Kopfläusen auftreten (e1). Kopflausbefall ist meist mit negativen Gefühlen verbunden und kann ungünstige Folgen haben, wie Isolation, Überbehandlung oder Verschiebung von Operationen (3, 4). Da sich, vermutlich wegen des massiven Gebrauchs neurotoxischer, pedikulozider Substanzen, zunehmend Resistenzen entwickeln (5), soll diese Arbeit den aktuellen Sachstand darstellen. Weitergehende grundlegende Informationen finden sich in Übersichtsartikeln (6–9, e2).

Es erfolgte eine selektive Literaturrecherche in PubMed mit folgenden Suchtermen: „head lice“ OR „pediculosis capitis“. Da die letzte Übersicht zu diesem Thema im Deutschen Ärzteblatt 2005 erschienen ist (6), wurde die Suche schwerpunktmäßig auf den nachfolgenden Zeitraum begrenzt. Für die Erstellung der Tabelle wurde der Suchfilter auf „randomized controlled trial“ gesetzt.

Lernziele

Der Leser ist nach Durcharbeiten dieses Artikels in der Lage, den Kopflausbefall effizient zu behandeln, da er

- Lebenszyklus und Übertragungswege von Kopfläusen erklären
- diagnostische Maßnahmen aufzählen und
- Therapieempfehlungen geben kann.

Epidemiologie

Die Ausbreitung der Kopfläuse hängt von räumlichen und zeitlichen Variablen ab (unter anderem Anzahl empfänglicher Wirte, Dauer der Infestation, Dauer und Art des „Haar zu Haar“-Kontakts). Hierdurch entstehen Kleinepidemien im Kindergarten oder in der Schule (10).

Epidemiologie

Kopfläuse treten nahezu nur in vulnerablen Gruppen auf, das heißt bei Schulkindern, Wohnsitzlosen, Flüchtlingen oder Bewohnern von Armenvierteln.

Bevölkerungsbasierte Studien über Inzidenzen gibt es nicht. Aus vielen Teilen der Welt liegen Prävalenzstudien vor. Diese sind aber nicht direkt vergleichbar weil:

- unterschiedliche diagnostische Methoden unterschiedlich sensitiv sind. So unterschätzte die visuelle Inspektion an fünf Prädilektionsstellen die Prävalenz gegenüber dem feuchten Durchkämmen um den Faktor 3,5 (11).
- der Kopflausbefall in Deutschland einen jahreszeitlichen Rhythmus mit einem Maximum von Mitte September bis Ende Oktober (nach den Sommerferien) zeigte (12).
- die Prävalenz auch innerhalb eines Landes regional stark variiert (10).

Die Prävalenzstudien reflektieren daher nicht die wahre Häufigkeit dieser Parasitose in der Bevölkerung (e3).

Am häufigsten erkranken Kinder zwischen dem 5. und 13. Lebensjahr. Eine Reihenuntersuchung in Braunschweig, in der im Zeitraum von 10/2006 bis 7/2007 bei 1 890 Schulanfängern im Alter von 5–6 Jahren der Kopf mittels visueller Inspektion nach Läusen und Nissen abgesucht wurde, ergab eine errechnete Inzidenz von 598/10 000 (Punktprävalenz 0,7 %) (13). In einer fragebogenbasierten Studie aus Norwegen fand sich in einer Grundschule eine Punktprävalenz von 1,6 %, aber in jedem dritten befragten Haushalt war früher ein Kopflausbefall aufgetreten. Es zeigte sich, dass dichter besiedelte Ortschaften eine höhere Prävalenz bezüglich früherem Kopflausbefall aufwiesen als weniger dicht besiedelte Städte. Die Prävalenz war zudem abhängig von der Anzahl der Kinder in einem Haushalt (10) beziehungsweise, wie sich aus einer weiteren Untersuchung ergab, erhöht sich bei einer Haushaltsgröße von mehr als 6 Personen die Prävalenz (14).

In einer großen Studie in Belgien, in der 6 169 Kindergarten- und Schulkinder (2,5–12 Jahre) mittels der sensitiven Methode des „feuchten Durchkämmens" untersucht wurden, zeigte sich eine Punktprävalenz von 8,9 % (sowie 4,6 % mit Nissen als Zeichen einer früheren Infestation) (14). Die besuchte Einrichtung beziehungsweise Klasse hatte einen größeren Einfluss auf die Prävalenz als individuelle Charakteristika. Ein höheres Infestationsrisiko bestand bei niedrigerem sozioökonomischem Status, mehr Kindern in der Familie und längeren und braunen Haaren. 14 Tage nach der Screeninguntersuchung wurden trotz adäquater Therapieempfehlungen bei 41 % der Kinder noch immer Kopfläuse nachgewiesen (14). Ursache war vermutlich eine ausbleibende, fehlerhafte oder fehlende synchronisierte Behandlung. Mangelnde Körperpflege wurde in keiner Studie als Risikofaktor erwähnt.

Abhängig vom Endemiegebiet waren Mädchen häufiger von Kopfläusen betroffen als Jungen (Ratio Türkei 12:1, Australien 2:1 (e3, e4). Die Läuse und Nissen bleiben in den längeren Haaren der Mädchen häufig länger unbemerkt und sind schwieriger zu therapieren (8). Bei kurzen Haaren war das Infestationsrisiko halb so groß (15). Die höhere Prävalenz lässt sich hierdurch und durch geschlechtertypische Verhaltensweisen (engeres Zusammensein bei Mädchen und nur kurzer Kontakt beim Spielen bei Jungen) erklären und reflektiert keine biologisch determinierte höhere Empfänglichkeit von Mädchen. So wurden einzig die Haarlänge und die Haarfarbe „braun" (14) beziehungsweise „braun und rot" (e5) als unabhängige Risikofaktoren für einen Kopflausbefall identifiziert. Es wurde vermutet, dass Läuse in diesen Haaren wegen ihrer Eigenfarbe länger unbemerkt bleiben können.

Kopflausbefall war assoziiert mit dichter besiedelten Ortschaften, mehr Kindern/Personen in einem Haushalt, längeren Haaren, weiblichem Geschlecht sowie brauner Haarfarbe.

Biologie der Kopfläuse

Man vermutet, dass sich saugende Läuse von Primaten im Sinne einer Ko-Evolution mindestens 25 Millionen Jahre gemeinsam entwickelt haben. Die menschlichen Läuse haben sich vor etwa 2 Millionen Jahren in 3 verschiedene, geografisch unterschiedlich verteilte Gruppen differenziert (5).

Der Entwicklungszyklus von Kopfläusen ist in *Grafik 1* dargestellt. Die Entwicklungszeit von Kopfläusen ist relevant für die Behandlung.

Die Eier werden an die Basis der Haare in unmittelbarer Nähe zur Kopfhaut geklebt. Von der Eiablage bis zum Schlüpfen der ersten Nymphen vergehen durchschnittlich 8 Tage. Kürzlich wurde berichtet, dass diese Zeit bei 1,2 % der untersuchten Proben bis zu 13 Tage dauerte. Variationen sind vermutlich durch Unterschiede von Haardichte, Temperatur und Feuchtigkeit an verschiedenen Stellen der Kopfhaut erklärbar (17). Die Eiablage erfolgt bevorzugt an beiden Schläfen, hinter den Ohren und im Nacken (e7). Pro Tag produzieren Weibchen durchschnittlich 5 Eier (e8, 18). Kopfläuse leben etwa 21 Tage (18). Bereits Nymphen der ersten Generation können sich fortbewegen, allerdings signifikant langsamer als ausgewachsene Läuse (19). Die Eihüllen („Nissen") an den nachwachsenden Haaren in

Prävalenz

Prävalenzstudien sind wegen verschiedener verwendeter Methoden nicht direkt vergleichbar.

Unabhängige Risikofaktoren

Einzig die Haarlänge und die Haarfarbe „braun" beziehungsweise „braun und rot" wurden als unabhängige Risikofaktoren für einen Kopflausbefall identifiziert.

einem Abstand > 1 cm von der Kopfhaut sind leer und kein Zeichen einer aktiven Infestation.

In Mitteleuropa findet man in der Regel weniger als 10 Läuse pro Kopf (5). In Australien war die Anzahl in einer Studie signifikant höher [Mittelwert n = 30/Kopf (20)].

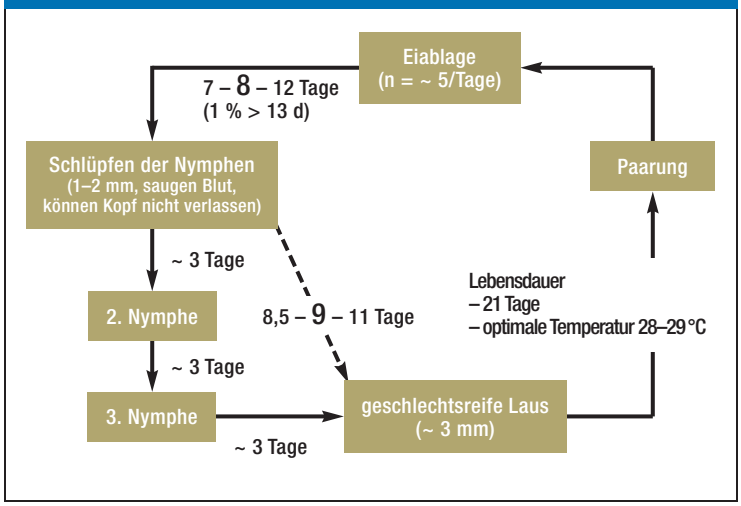
Die meisten Kopfläuse sterben ohne weitere Blutaufnahme innerhalb von 30 Stunden nach dem letzten Blutsaugakt (18). Infektionsepidemiologisch ist allerdings nur relevant, wie lange sie infektiös bleiben. Es ist davon auszugehen, dass Kopfläuse ohne Kontakt zu Köpfen wegen der Dehydrierung nicht mehr in der Lage sind, Speichel zu produzieren, Blut zu saugen und damit infektiös zu sein (21). Auch wenn es keine Daten zur Überlebensrate von Eiern gibt, die abseits des Wirts abgelegt worden sind, ist es wenig wahrscheinlich, dass aus den dehydrierten Eiern noch Nymphen schlüpfen können (21). Empfehlungen zur Quarantäne der Aufenthaltsräume von 10 Tagen (e9) sind daher nicht rational zu begründen. Daher ist zur Infektionskontrolle die Behandlung infestierter Köpfe und nicht die der Umgebung essenziell (21).

Das Immunsystem der Kopfläuse besitzt eine geringere Phagozytosefähigkeit als das von Kleiderläusen (e10). Es wurde allerdings nachgewiesen, dass Kopfläuse Rickettsia prowazekii (Erkrankung: klassisches Fleckfieber) und Bartonella quintana (Erkrankung: Wolhynisches Fieber [„trench fever“]) vermutlich aber alle für Kleiderlausbefall beschriebenen Infektionserreger tragen können (e11). Im ländlichen Äthiopien wurden bei 7 % der Kopfläuse B. quintana gefunden (e12) und in 23 % der Kopfläuse Borrelia recurrentis (Erkrankung: Läuserückfallfiber) (22). Im Rahmen der aktuellen großen Migrationswanderungen wurden Rückfallfieber bei afrikanischen Geflüchteten diagnostiziert (23). Es ist aber noch unklar, welche Rolle Kopfläuse tatsächlich bei der Übertragung dieser Erkrankungen haben. Ihre Relevanz wird gegenüber Kleiderläusen aber als gering angesehen, da aufgrund der geringeren Anzahl an Läusen geringere Mengen an Sekreten übertragen werden (5).

Übertragungswege

Pediculosis humanus capitis ist ein hochspezifischer Parasit der menschlichen Kopfhaut. Der Hauptübertragungsweg von Läusen ist daher der enge Kontakt von Kopf zu Kopf. Dieser findet vor allem bei Kindern während des Spielens statt. Übertragungen durch Gegenstände sind seltene Ausnahmen und infektionsepidemiologisch irrelevant (e13).

GRAFIK 1



Lebenszyklus von Kopfläusen (nach e6, 16, 17).

Dies wird allerdings kontrovers diskutiert (pro: [e9], kontra: [21]). Während sich die „Pro“-Seite auf In-vitro-Versuche stützt, die nicht den natürlichen Bedingungen entsprechen, wie Übertragung durch Föhnen, Kämmen oder das Abrubbeln der Haare mit einem Handtuch, Eiablage unter anderem auf synthetische Textilien (19), kann die „Contra“-Seite zahlreiche Daten aus klinischen Feldversuchen anführen. So wurde keine einzige Kopflaus in 1 000 Kopfbedeckungen von Schülern mit Kopfläusen (n = 5 500 Läuse auf den Köpfen) gefunden (e14). Ebenso fanden sich keine Kopfläuse auf dem Fußboden von Klassenräumen in einer Schule mit einer Kopflausepidemie (20). Lediglich bei einzelnen Personen mit hoher Infestationsintensität wurden am nächsten Morgen einige wenige Nymphen auf dem Kopfkissen gefunden, so dass ein geringes, vernachlässigbares Infestationsrisiko besteht, das durch Waschen des Kopfkissenbezugs noch weiter minimiert werden kann (24). Auch eine Übertragung durch gemeinsam benutzte Bürsten ist zwar möglich, aber wenig wahrscheinlich (21). Kopfläuse überlebten in vitro bis zu 20-minütige Aufenthalte im Wasser, unabhängig von der eingesetzten Wasserart (25 °C, deionisiertes Wasser, Meerwasser (100 %), Salzlösungen (30, 60, 120, 240 g/L) und Chlorwasser (0,2, 2 und 5 mg/L) Während dieser Zeit waren sie völlig immobilisiert. Bei einem 30-minütigen experimentellen

Biologie der Kopfläuse

Nymphen schlüpfen meist nach 8 Tagen, teilweise erst nach 13 Tagen.

Prädilektionsstellen

Die Haare über den Schläfen, hinter den Ohren und am Nacken sind Prädilektionsstellen.

KASTEN

Technik des „feuchten Auskämmens“ (nach [39])*

- Haarwäsche mit einem normalen Shampoo durchführen
- Großzügiges Auftragen einer Haarspülung („Conditioner“) um die Haare zu glätten, zu „entwirren“ und auch die festhaftenden Eier entfernen zu können.
- Durchkämmen des Haars mit einem Kamm mit gröberen Zinken, um es zu glätten
- Wenn der Kamm problemlos ohne zu „ziepen“ durch das Haar gleitet: Wechsel auf einen Läusekamm
- Die Zähne des Kamms müssen an der Basis des Haars eingesetzt werden, die Zinken berühren die Kopfhaut und dann Durchziehen der Haarsträhnen bis ans Ende.
- Nach jedem Strich: Suche nach Läusen auf dem Kamm und Entfernen (abreiben oder abspülen), wenn diese vorhanden sind.
- Systematisches Durchkämmen der Kopfhaut von Sektion zu Sektion
- Abspülen der Spülung mit Wasser. Zeitbedarf bis hierher: 10 Minuten (kurzes Haar) bis 30 Minuten (langes Haar).
- Nochmals systematisches Durchkämmen der nassen Haare, um gegebenenfalls verbliebene Läuse zu entfernen

* siehe auch (e27)

Schwimmbadaufenthalt wurden weder erwachsene Läuse noch ältere Nymphen von den Haaren entfernt. Insofern ist eine Übertragung im Schwimmbad unwahrscheinlich (25).

Je nachdem, wo sich die Laus zum Kontaktzeitpunkt aufhält, variiert die Zeit bis zur Infestation. Sie liegt wahrscheinlich in der Größenordnung weniger Minuten. Die menschliche Kopflaus kann sich auf einem Haarmodell mit einer Geschwindigkeit von 9,5 ± 1 (19) bis zu 23 cm/min fortbewegen (e9). In-vivo-Daten fehlen hierzu. Die Übertragung ist von zeitlichen und räumlichen Variablen abhängig. So wanderten Läuse leichter auf ein benachbartes Haar, wenn dieses langsam, von hinten und parallel zur Körperachse präsentiert wurden. Bei einem Winkel von 90° fand keine Übertragung statt (26).

Die Übertragung ist abhängig vom Lebenszyklus der Läuse. Synchronisierte Behandlungen sind daher essenziell, um zeitlich versetzte Infestationen innerhalb einer Gruppe zu verhindern.

Klinik

Als greifbares Symptom eines Kopflausbefalls gilt der Juckreiz. Dieser entsteht durch eine allergische Reaktion gegen den Speichel der Kopfläuse. Er tritt daher nicht direkt bei einer Erstinfestation auf sondern erst dann, wenn nach vier bis sechs Wochen eine Sensibilisierung stattgefunden hat. Bei Reinfestation juckt es bereits nach zwei Tagen.

Im Nacken entsteht dann das exkoriierte „Läuseekzem“, welches sekundär durch Staphylococcus aureus oder Streptokokken infiziert wird. Die Haare verkrusten und verkleben, die zervikalen Lymphknoten können anschwellen. Der Juckreiz entwickelt sich allerdings nicht bei allen Betroffenen (lediglich 14–36 %), häufig führt auch erst die zufällig entdeckte Laus zur Diagnose (13, 27, e15). Nur bei massivem Kopflausbefall ist eine Anämie vorstellbar (28, 29).

Diagnostik

Die reine Inspektion ist auch bei Durchmustern des gesamten Kopfes zur Diagnostik unzureichend (30). So fand man in einer israelischen Studie (7- bis 10-jährige Schulkinder) mittels direkter Inspektion nur bei 6 % Kopfläuse, beim Kämmen mit Nissenkamm bei 25 % der Kinder (e17). Eine aktive Infestation wird daher am besten mit der Technik des „feuchten Kämmens“ *(Kasten)* mit Hilfe eines Läusekamms (Zinkenabstand 0,2 mm) erkannt (11). Dabei scheinen Läusekämme aus Metall mehr Läuse, Eier und Eihüllen (bis zu dreifach mehr) aus dem Haar zu entfernen als solche aus Plastik (31). Will man eine durchgemachte Infestation erfassen, das heißt nur Eihüllen oder nicht entwicklungsfähige Eier detektieren, ist die visuelle Inspektion dem feuchten Durchkämmen überlegen (8).

Zur Diagnosestellung reicht der Nachweis einer lebenden Laus (5). Allerdings kommt es häufig zu Fehlinterpretationen. In den USA enthielten nur 59 % der zu einem Expertenzentrum versandten Proben typische Läuse oder Eier. In 35 % nachuntersuchter Proben waren Schuppen und in 5 % andere Arthropoden als Läuse fehlinterpretiert worden. Nur 53 % des als lebend interpretierten Materials zeigte das entsprechende lebende Parasitenstadium. Dementsprechend wurden 62 % der Patienten fälschlicherweise mit potenziell gefährlichen Substanzen „überbehandelt“ (32).

Therapie

Die *Tabelle* fasst die Ergebnisse randomisiert kontrollierter Studien von in Deutschland zugelassenen Lokaltherapeutika gegen Kopfläuse zusammen.

Infektiosität

Abseits des Kopfes sterben Kopfläuse innerhalb von maximal 2 Tagen, sie sind aber bereits nach wenigen Stunden nicht mehr infektiös.

Krankheitserreger in Kopfläusen

In Kopfläusen wurden unter anderem in Äthopien die gleichen Krankheitserreger wie in Kleiderläusen nachgewiesen. Welche Bedeutung Läuse bei der Übertragung der jeweiligen Erkrankungen haben, ist derzeit unklar.

TABELLE

Randomisierte kontrollierte Studien zur Behandlung von Kopfläusen für in Deutschland zugelassene Lokaltherapeutika (alle Evidenzgrad B, Publikation seit 2003)

Autor/Jahr/Quelle	Studienort	Anzahl Probanden	pflanzliche Lokaltherapeutika	
Burgess IF, et al. 2010 (e28)	Großbritannien	100 Kinder	**Substanz A**	Kräuteröl
			Heilungsrate	83 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	Brennen und Jucken
			Substanz B	Permethrin 0,5 %
			Heilungsrate	44 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	Brennen und Jucken
Mumcuoglu KY, et al. 2004 (e29)	Jerusalem	198 Kinder/Jugendliche	**Substanz A**	3,7 % Citronella-Lösung
			Heilungsrate	88 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	Brennen, unangenehmer Geruch
			Substanz B	Placebo
			Heilungsrate	50 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	
Autor/Jahr/Quelle	**Studienort**	**Anzahl Probanden**	**lokale Behandlung mit Dimeticonen**	
Burgess IF, et al. 2005 (e30)	Großbritannien	253 Kinder/Erwachsene	**Substanz A**	Dimeticon
			Heilungsrate	70 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	keine Angaben
			Substanz B	Phenothrin 0,5 %
			Heilungsrate	75 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	keine Angaben
Heukelbach J, et al. 2008 (e21)	Brasilien	145 Kinder	**Substanz A**	Zwei-Phasen-Dimeticon
			Heilungsrate	97 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	Augenirritationen
			Substanz B	Permethrin 1 %
			Heilungsrate	67 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	keine
Kurt O, et al. 2009 (e22)	Türkei	72 Kinder/Erwachsene	**Substanz A**	Dimeticon
			Heilungsrate	92 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	keine Angabe außer: „no adverse events“
			Substanz B	Dimeticon + Nerolidol 2 %
			Heilungsrate	86 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	keine Angabe außer: „no adverse events“
Burgess IF, et al. 2013 (e31)	Großbritannien	90 Kinder/Erwachsene	**Substanz A**	Dimeticon
			Heilungsrate	77 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	trockene Haut
			Substanz B	Permethrin 15
			Heilungsrate	16 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	Rötung

Autor	Studienort	Anzahl Probanden	lokale Behandlung mit Permethrin und Phenothrin	
Tanyuksel M, et al. 2003 (e32)	Türkei	566	**Substanz A**	Permethrin 1 %
			Heilungsrate	94 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	
			Substanz B	D-Phenothrin 0,4 %
			Heilungsrate	76 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	
Autor	**Studienort**	**Anzahl Probanden**	**feuchtes Auskämmen**	
Hill N, et al. 2005 (e24)	Großbritannien	126 Kinder/Jugendliche	**Material A**	Läusekamm
			Heilungsrate	57 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	keine Angaben
			Substanz A	Malathion 0,5 %
			Heilungsrate	17 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	keine Angaben
			Substanz B	Permethrin 1 %
			Heilungsrate	10 %
			unerwünschte Arzneimittelwirkung	keine Angaben

Evidenzgrad B: Randomisierte klinische Studie von geringerer Qualität (zum Beispiel nur einfach verblindet, keine „intention-to-treat"-Analyse)

Neurotoxische Lokaltherapeutika

Neurotoxische Pedikulozide (Organophosphate: Malathion, Carbamate [Carbaryl], Pyrethrine [Chrysanthemenextrakt]) oder Pyrethroide (synthetische Derivate: Permethrin, Phenothrin, Deltamethrin) führten wegen des großzügigen Gebrauchs zu resistenten Populationen von Kopfläusen auf allen Kontinenten (e18, 33).

Dabei zeigten sich Doppel- und Kreuzresistenzen, die durch eine Punktmutation im Bereich der alpha-Untereinheit der neuronalen Natriumkanäle beruhen (kdr-Gen) (34, e19). So sank die Wirksamkeit von Permethrin von 97 % in den 1990er Jahren auf 30 % im Jahr 2010 (e20).

In der Regel werden die neurotoxischen Substanzen gut vertragen. Sie werden aber wegen möglicher Resorption, Hypersensitivität sowie neurologischer Komplikationen nach akzidenziellem Verschlucken und einem möglicherweise erhöhten Leukämierisiko kritisch diskutiert (5).

Lokaltherapie mit Dimeticonen

Im direkten Vergleich waren Dimeticone wirksamer als Permethrin (e21). Dimeticone sind synthetische Silikonöle. Sie können sehr gut auf Oberflächen spreiten und wirken rein physikalisch durch den Verschluss der Atemöffnung der Kopfläuse. Daher ist die Entwicklung von Resistenzen nicht zu erwarten. Sie sind nichttoxisch (35).

Bei 4 % Dimeticon und 96 % Cyclomethicon konnte eine Effektivität von 70–92 % in Abhängigkeit von der Anzahl der Läuse erzielt werden (e22). Die Mischung aus zwei Dimeticonen zeigte eine Effektivität von 97 % unabhängig von der Intensität der Infestation (e21).

In vitro konnte diese Mischung sogar junge und reife Eier abtöten (95 beziehungsweise 100 %) während das Monopräparat und neurotoxische Substanzen hier unwirksam waren (36). Bei Verwendung auch ovizider Substanzen scheint eine Einmaltherapie prinzipiell auszureichen.

Übertragungsweg

Hauptübertragungsweg von Kopfläusen ist der direkte Kopf-zu-Kopf Kontakt. Feldstudien sprechen gegen die Relevanz der Übertragung durch unbelebte Gegenstände.

Symptome

Vorrangiges Symptom ist der Juckreiz, der durch Sensibilisierung gegen den Läusespeichel 4–6 Wochen nach der Erstinfestation beginnt.

Dimeticone, vor allem Cyclomethicon, sind leicht entflammbar. Daher darf während der Behandlung kein Kontakt zu Zündquellen, wie beispielsweise Zigaretten oder Föhn und anderen bestehen.

Systemische Therapie der Pediculosis capitis

In mehreren klinischen Studien wurde die Wirksamkeit von Ivermectin gut dokumentiert. Die entsprechende Dosis beträgt 200 µg pro Kilogramm Körpergewicht (2 × in einem 7-Tage-Intervall). Die Heilungsrate liegt bei bis zu 97 % (37, 38, e23). Ivermectin ist für die Behandlung der Pediculosis capitis in Deutschland nicht zugelassen, kann jedoch in Einzelfällen in Erwägung gezogen werden, zum Beispiel bei gleichzeitigem Krätzebefall. Kontraindiziert ist es bei einem Körpergewicht unter 15 kg, in der Schwangerschaft oder in der Stillzeit.

Alternative Therapieoptionen

Wiederholtes feuchtes Durchkämmen *(Kasten)* ist ebenfalls wirksam. Einer Studie aus Großbritannien zufolge war das mechanisches Entfernen mit einem Läusekamm, (keine Angabe zur Häufigkeit der Anwendung) sogar wirksamer als eine einmalige Verwendung eines Pedikulozids (e24). Optimal ist es, die Prozedur alle drei Tage durchzuführen, bis nach vier aufeinander folgenden Durchführungen keine Kopfläuse mehr entdeckt werden.

Dieses Verfahren ist vor allem für Schwangere und Stillende, Babys, Patienten mit offenen Wunden auf der Kopfhaut, Patienten mit Asthma oder solchen mit Bedenken gegenüber chemischen Substanzen zu empfehlen (39).

Umgebungssanierung nach Läusebefall

Wenn Eltern es wünschen, können sie Kämme und Haarbürsten in heißer Seifenlösung gründlich reinigen, auch wenn das Transmissionsrisiko vernachlässigbar ist. Kopfläuse in Kopfkissen werden durch eine Wäsche > 60 °C oder 15 Minuten im Trockner bei > 60 °C getötet. Eine kalte Wäsche und Aufhängen zum Trocknen waren unwirksam (24). Die Behandlung von Polstermöbeln und Teppichen ist nicht notwendig, da die Läuse, wie beschrieben, außerhalb ihres Wirtes nur kurzzeitig überleben und die Übertragung über Textilien somit infektionsepidemiologisch irrelevant ist (21). Auch existieren keine Studien darüber, ob das Waschen von Kleidung Reinfestationen oder Kleinepidemien verhindert.

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich Läuse lediglich mit handelsüblichen Staubsaugern für Böden entfernen lassen, sogenannte Tischsauger oder auch Handstaubsauger reichen zur Lausentfernung nicht aus (19). In Laienmedien wird immer wieder empfohlen, alle nicht waschbaren Textilien, Körper- und Bettwäsche sowie Kuscheltiere für drei Tage in verschlossenen Plastiktüten aufzubewahren. Dies ist wissenschaftlich nicht begründbar.

Therapieversagen trotz Behandlung

Die Wirksamkeit der Therapeutika, die in vitro beziehungsweise in kontrollierten Studien nachgewiesen wurde, wird in der Praxis meist nicht erreicht. Dies kann an fehlerhafter Anwendung liegen: zu kurze Einwirkzeiten, zu sparsames Aufbringen des Mittels, ungleichmäßige Verteilung, zu starke Verdünnung bei triefnassem Haar.

Weiterhin kann die Wiederholungsbehandlung misslingen. Wenn kein ovizides Mittel verwendet wird, muss die Behandlung an Tag 8 (Tag 1 = erster Tag der Behandlung) wiederholt werden, um die noch zum Zeitpunkt der ersten Behandlung im Ei geschützten Nymphen zu eliminieren, bevor diese geschlechtsreif sind und neue Eier ablegen können *(Grafik 2)*. Untersuchungen haben gezeigt, dass nach der Eiablage einzelne Nymphen später, nämlich erst nach 13 Tagen schlüpfen können (17). Im ungünstigsten Fall könnten daher Nymphen, welche die erste Wiederholung im Ei unbeschadet überstanden haben, erst nach 13 Tagen schlüpfen. Erst eine dritte Behandlung an Tag 15 würde diese eliminieren *(Grafik 2)*. Ovizide Mittel müssen dagegen nur einmalig angewendet werden.

Zudem sind asymptomatische Personen, vor allem Kinder, unerkannte Überträger. Dies erklärt immer wieder auftretende Kleinepidemien (e25). Deshalb müssen potenziell infestierte Kontaktpersonen (wie Familie und Spielgruppe) synchron behandelt werden. Dies hat sich in mathematischen Modellierungen als sinnvoll erwiesen (40). Bei Verwendung sicherer Pedikulozide wie Dimeticon, ist dies auch „blind“ zu empfehlen, wenn man das feuchte Durchkämmen zur Diagnostik nicht durchführen kann.

Gesetzliche Regelungen

In Deutschland besteht gemäß Infektionsschutzgesetz (IfSG) keine krankheits- oder erregerspezifische Meldepflicht. Jedoch haben Leiter von Gemeinschaftseinrichtungen gemäß § 34 Abs. 6 IfSG

Alternative Therapieoptionen

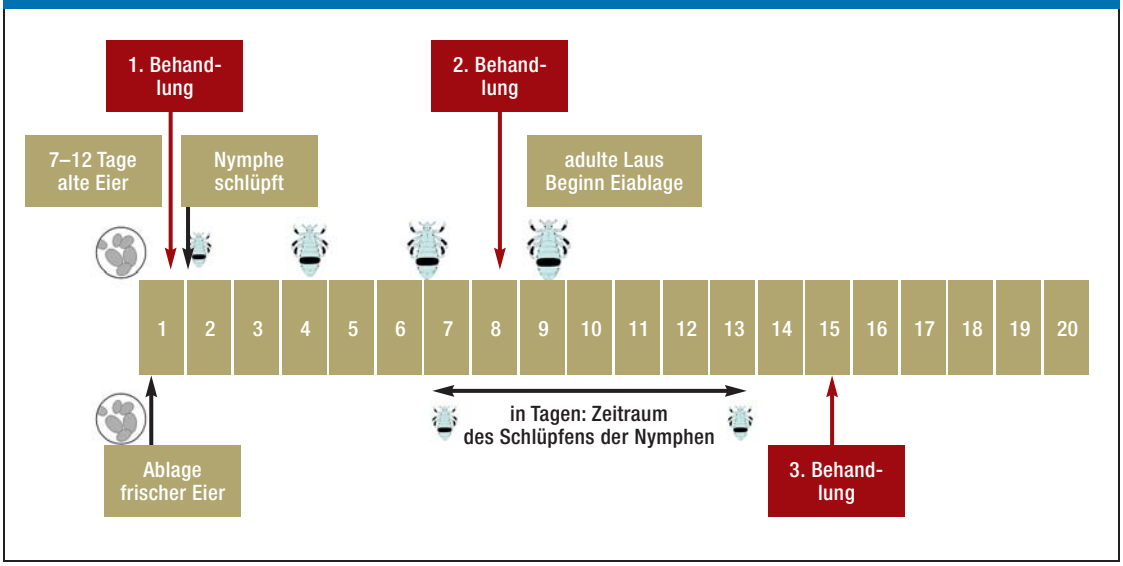
Läuse und Eier lassen sich am besten mittels „feuchten Durchkämmens“ mit einem Läusekamm aus Metall nachweisen. Ein Conditioner ermöglicht das Durchkämmen. Diese Technik kann auch als Therapie genutzt werden.

Behandlung von Ausnahmefällen

Bis auf Ausnahmefälle ist die Lokaltherapie des Kopflausbefalls ausreichend. Gegen Pyrethroide sind viele Kopfläuse resistent. Gute Ergebnisse ohne Resistenzentwicklung werden mit Dimeticonen erzielt.

Behandlung bei Kopflausbefall
Zeitliche Abfolge der therapeutischen Interventionen im Lebenszyklus der Kopflaus

GRAFIK 2



das zuständige Gesundheitsamt unverzüglich zu benachrichtigen, wenn in einer Einrichtung ein Kopflausbefall bei betreuten oder betreuenden Personen auftritt (e26). Die Meldung erfolgt namentlich. Folgend sind die Eltern der betroffenen Kinder verpflichtet, die Gemeinschaftseinrichtung zu informieren, damit die Meldung an das Gesundheitsamt erfolgen kann. Bei Kopflausbefall kann davon ausgegangen werden, dass sich nach einer sachgerechten Behandlung mit einem geeigneten Mittel die Kopfläuse mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mehr weiterverbreiten. Folglich darf eine behandelte Person die Gemeinschaftseinrichtung (zum Beispiel die Schule) am Tag nach einer Behandlung wieder besuchen. Ein ärztliches Attest ist nach Infektionsschutzgesetz nicht erforderlich.

Interessenkonflikt
Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Manuskriptdaten
eingereicht: 18. 2. 2016, revidierte Fassung angenommen: 16. 8. 2016

LITERATUR

1. Falagas ME, Matthaiou DK, Rafailidis PI, Panos G, Pappas G: Worldwide prevalence of head lice. Emerg Infect Dis 2008; 14: 1493–4.
2. 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: 138–43.
3. Parison JC, Speare R, Canyon DV: Head lice: the feelings people have. Int J Dermatol 2013; 52: 169–71.
4. Walker C, Sebastian R, Krishna S, Tobias JD: A lousy reason for surgery cancellations. Clin Pediatr (Phila) 2016; 55: 707–11.
5. Feldmeier H: Pediculosis capitis: new insights into epidemiology, diagnosis and treatment. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 2012; 31: 2105–10.
6. Richter J, Müller-Stöver I, Walter S, Mehlhorn H, Häussinger D: Kopfläuse – Umgang mit einer wieder auflebenden Parasitose. Dtsch Arztebl 2005; 102: 2395–8.
7. Veracx A, Raoult D: Biology and genetics of human head and body lice. Trends Parasitol 2012; 28: 563–71.
8. Feldmeier H, Jahnke C: Kopflausbefall (Pediculosis capitis): ein Ratgeber für Kinderärzte und Betroffene. www.dgkj.de/service/meldungsarchiv/meldungen/2015/kopflausbefall_ratgeber_3/ (last accessed on 22 June 2016).
9. Deutsche Pediculosis Gesellschaft e. V.: Kopfläuse. www.pediculosis-gesellschaft.de/ (last accessed on 22 June 2016).
10. Rukke BA, Birkemoe T, Soleng A, Lindstedt HH, Ottesen P: Head lice prevalence among households in Norway: importance of spatial variables and individual and household characteristics. Parasitology 2011; 138: 1296–304.
11. Jahnke C, Bauer E, Hengge UR, Feldmeier H: Accuracy of diagnosis of pediculosis capitis: visual inspection vs wet combing. Arch Dermatol 2009; 145: 309–13.

Auftretende Kleinepidemien

Kinder sind häufig unerkannte Überträger. Daher müssen potenziell infestierte Kontaktpersonen, etwa in Familien und Spielgruppen, synchron behandelt werden.

Gesetzliche Regelungen

Nach einer Behandlung der erkrankten Personen mit einem geeigneten Mittel dürfen Gemeinschaftseinrichtungen wieder besucht werden.

12. Bauer E, Jahnke C, Feldmeier H: Seasonal fluctuations of head lice infestation in Germany. Parasitol Res 2009; 104: 677–81.
13. Jahnke C, Bauer E, Feldmeier H: Pediculosis capitis im Kindesalter: epidemiologische und sozialmedizinische Erkenntnisse einer Reihenuntersuchung von Schulanfängern. Gesundheitswesen 2008; 70: 667–73.
14. Willems S, Lapeere H, Haedens N, Pasteels I, Naeyaert JM, De Maeseneer J: The importance of socio-economic status and individual characteristics on the prevalence of head lice in schoolchildren. Eur J Dermatol 2005; 15: 387–92.
15. Birkemoe T, Lindstedt HH, Ottesen P, Soleng A, Naess O, Rukke BA: Head lice predictors and infestation dynamics among primary school children in Norway. Fam Pract 2016; 33: 23–9.
16. Lebwohl M, Clark L, Levitt J: Therapy for head lice based on life cycle, resistance, and safety considerations. Pediatrics 2007; 119: 965–74.
17. Burgess IF: How long do louse eggs take to hatch? A possible answer to an age-old riddle. Med Vet Entomol 2014; 28: 119–24.
18. Takano-Lee M, Yoon KS, Edman JD, Mullens BA, Clark JM: In vivo and in vitro rearing of Pediculus humanus capitis (Anoplura: Pediculidae). J Med Entomol 2003; 40: 628–35.
19. Takano-Lee M, Edman JD, Mullens BA, Clark JM: Transmission potential of the human head louse, Pediculus capitis (Anoplura: Pediculidae). Int J Dermatol 2005; 44: 811–6.
20. Speare R, Thomas G, Cahill C: Head lice are not found on floors in primary school classrooms. Aust N Z J Public Health 2002; 26: 208–11.
21. Canyon D, Speare R: Indirect transmission of head lice via inanimate objects. Open Dermatol J 2010; 4: 72–6.
22. Boutellis A, Mediannikov O, Bilcha KD, et al.: Borrelia recurrentis in head lice, Ethiopia. Emerg Infect Dis 2013; 19: 796–8.
23. Antinori S, Mediannikov O, Corbellino M, Raoult D: Louse-borne relapsing fever among East African refugees in Europe. Travel Med Infect Dis 2016; 14: 110–4.
24. Speare R, Cahill C, Thomas G: Head lice on pillows, and strategies to make a small risk even less. Int J Dermatol 2003; 42: 626–9.
25. Canyon D, Speare R: Do head lice spread in swimming pools? Int J Dermatol 2007; 46: 1211–3.
26. Canyon DV, Speare R, Muller R: Spatial and kinetic factors for the transfer of head lice (Pediculus capitis) between hairs. J Invest Dermatol 2002; 119: 629–31.
27. Nenoff P, Handrick W, Kruger C, Herrmann J, Schmoranzer B, Paasch U: Ektoparasitosen: Teil 1: Läuse und Flöhe. Hautarzt 2009; 60: 663–71.
28. Speare R, Canyon DV, Melrose W: Quantification of blood intake of the head louse: Pediculus humanus capitis. Int J Dermatol 2006; 45: 543–6.
29. Hau V, Muhi-Iddin N: A ghost covered in lice: a case of severe blood loss with long-standing heavy pediculosis capitis infestation. BMJ Case Rep 2014; 2014.
30. De Maeseneer J, Blokland I, Willems S, Vander Stichele R, Meersschaut F: Wet combing versus traditional scalp inspection to detect head lice in schoolchildren: observational study. BMJ 2000; 321: 1187–8.
31. Speare R, Canyon DV, Cahill C, Thomas G: Comparative efficacy of two nit combs in removing head lice (Pediculus humanus var. capitis) and their eggs. Int J Dermatol 2007; 46: 1275–8.
32. Pollack RJ, Kiszewski AE, Spielman A: Overdiagnosis and consequent mismanagement of head louse infestations in North America. Pediatr Infect Dis J 2000; 19: 689–93; discussion 94.
33. Kasai S, Ishii N, Natsuaki M, et al.: Prevalence of kdr-like mutations associated with pyrethroid resistance in human head louse populations in Japan. J Med Entomol 2009; 46: 77–82.
34. Durand R, Bouvresse S, Berdjane Z, Izri A, Chosidow O, Clark JM: Insecticide resistance in head lice: clinical, parasitological and genetic aspects. Clin Microbiol Infect 2012; 18: 338–44.
35. Heukelbach J, Oliveira FA, Richter J, Häussinger D: Dimeticone-based pediculicides: a physical approach to eradicate head lice. Open Dermatol J 2010; 4: 77–81.
36. 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: e61–2.
37. Chosidow O, Giraudeau B, Cottrell J, et al.: Oral ivermectin versus malathion lotion for difficult-to-treat head lice. N Engl J Med 2010; 362: 896–905.
38. Nofal A: Oral ivermectin for head lice: a comparison with 0.5 % topical malathion lotion. J Dtsch Dermatol Ges 2010; 8: 985–8.
39. Handbook Of Non Drug Intervention Project Team: Wet combing for the eradication of head lice. Aust Fam Physician 2013; 42: 129–30.
40. Laguna MF, Risau-Gusman S: Of lice and math: using models to understand and control populations of head lice. PLoS One 2011; 6: e21848.

Anschrift für die Verfasser
Prof. Dr. med. Falk Ochsendorf, MME
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie
Universitätsklinikum
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt am Main
ochsendorf@em.uni-frankfurt.de

Zitierweise
Meister L, Ochsendorf F: Headlice—epidemiology, biology, diagnosis and treatment. Dtsch Arztebl Int 2016; 113: 763–72.
DOI: 10.3238/arztebl.2016.0763

The English version of this article is available online:
www.aerzteblatt-international.de

Zusatzmaterial
Mit „e“ gekennzeichnete Literatur:
www.aerzteblatt.de/lit4516 oder über QR-Code

WEITERE INFORMATIONEN ZU CME

Dieser Beitrag wurde von der Nordrheinischen Akademie für ärztliche Fort- und Weiterbildung zertifiziert. Die erworbenen Fortbildungspunkte können mit Hilfe der Einheitlichen Fortbildungsnummer (EFN) verwaltet werden.

Unter cme.aerzteblatt.de muss hierfür in der Rubrik „Persönliche Daten“ und bei der Registrierung die EFN in das entsprechende Feld eingegeben werden und durch Bestätigen der Einverständniserklärung aktiviert werden.

Die 15-stellige EFN steht auf dem Fortbildungsausweis.

Wichtiger Hinweis

Die Teilnahme an der zertifizierten Fortbildung ist ausschließlich über das Internet möglich: cme.aerzteblatt.de. Einsendeschluss ist der 5. 2. 2017.

Einsendungen, die per Brief oder Fax erfolgen, können nicht berücksichtigt werden.

Die cme-Einheit „Diagnose, Differenzialdiagnose und Therapie der Sarkoidose“ (Heft 33–34/2016) kann noch bis zum 13. 11. 2016 bearbeitet werden.

Die cme-Einheit „Pharmakotherapie chronischer neuropathischer Schmerzen“ (Heft 37/2016) kann noch bis zum 11. 12. 2016 bearbeitet werden.

Die cme-Einheit „Refraktionsfehler“ (Heft 41/2016) kann noch bis zum 8. 1. 2017 bearbeitet werden.

Bitte beantworten Sie folgende Fragen für die Teilnahme an der zertifizierten Fortbildung. Pro Frage ist nur eine Antwort möglich. Bitte entscheiden Sie sich für die am ehesten zutreffende Antwort.

Frage Nr. 1

In welcher Altersgruppe findet sich die größte Inzidenz von Kopflausbefall?

a) 1–4 Jahre
b) 5–13 Jahre
c) 14–21 Jahre
d) 22–40 Jahre
e) > 40 Jahre

Frage Nr. 2

Was wurde als unabhängiger Risikofaktor für einen Kopflausbefall identifiziert?

a) braune Haare
b) ländliche Umgebung
c) seltenes Waschen der Haare
d) kurze Haare
e) männliches Geschlecht

Frage Nr. 3

Wie lange dauert es durchschnittlich, bis sich aus den abgelegten Eiern der Kopfläuse erwachsene Läuse entwickeln, die wiederum Eier legen können?

a) 8 Tage
b) 9 Tage
c) 12 Tage
d) 15 Tage
e) 17 Tage

Frage Nr. 4

Ein Vater kommt mit seinem Kind in die Praxis. Sein Kind, wie alle Kinder der Klasse, wurde prophylaktisch wegen Kopfläusen behandelt. Der Vater will nun wissen, ob sein Kind überhaupt einen Kopflausbefall gehabt hatte. Er hat gelesen, dass man in dieser Situation nach Nissen suchen könne. In welchem der genannten Areale ist dies am sinnvollsten?

a) Augenbrauen
b) gesamte Kopfhaut
c) Nacken
d) Scheitelregion
e) über den Ohren

Frage Nr. 5

Wie werden Kopfläuse hauptsächlich übertragen?

a) über Bettwäsche
b) durch Kopfkonkakt
c) durch Kuscheltiere
d) über Mützen
e) durch den Wind

Frage Nr. 6

Wodurch wird bei einem Kopflausbefall der Juckreiz hervorgerufen?

a) allergische Reaktion auf Speichel
b) Krabbeln der Kopfläuse
c) Stiche der Kopfläuse
d) Superinfektion durch gram-positive Kokken
e) übertragene Infektionserkrankungen

Frage Nr. 7

Eine Mutter stellt sich aufgeregt in der Sprechstunde vor. Im Kindergarten wurde darauf hingewiesen, dass ein Kind aus der gleichen Gruppe wie ihr eigenes von Kopfläusen befallen sei. Sie ist besorgt, dass ihr eigenes Kind ebenfalls betroffen sein könnte. Wie stellen Sie am sichersten fest, ob ein Kopflausbefall vorliegt?

a) fragen, ob Symptome vorliegen
b) Inspektion an den Prädilektionsstellen
c) Inspektion der gesamten Kopfhaut
d) trockenes Durchkämmen
e) feuchtes Durchkämmen

Frage Nr. 8

Im Kindergarten sind in der „roten Gruppe“ bei einem Kind lebende Kopfläuse auf dem Kopf gefunden worden. Welches Vorgehen ist zusätzlich zur Information der Eltern am sinnvollsten?

a) konsekutive Behandlung aller symptomatischen Kinder der roten Gruppe
b) konsekutive Behandlung aller Kinder des Kindergartens inklusive Betreuer und Familienmitglieder
c) synchrone Behandlung aller Kinder des Kindergartens
d) synchrone Behandlung aller rothaarigen Kinder der roten Gruppe
e) synchrone Behandlung aller Kontaktpersonen des befallenen Kindes

Frage Nr. 9

Ein Kind wurde mit einem 4%igen Dimeticon einmalig topisch behandelt. Wie sollte die Therapie fortgeführt werden?

a) wöchentliche Inspektion der Kopfhaut ohne weitere Behandlungen
b) weitere Behandlungen mit Dimeticon, wenn erneut lebende Läuse gefunden werden
c) Eine weitere Behandlung wird nach 7 Tagen empfohlen.
d) Zwei weitere Behandlungen werden nach 7 und 14 Tagen empfohlen.
e) Drei weitere Behandlungen werden nach 7, 14 und 21 Tagen empfohlen.

Frage Nr. 10

Ein Kind wurde mit einem oviziden Dimeticon-haltigen Produkt behandelt. Wann darf es den Kindergarten wieder besuchen?

a) am Tag nach der Behandlung
b) 7 Tage nach der Behandlung
c) 14 Tage nach der Behandlung
d) wenn keine Nissen mehr gefunden werden
e) wenn keine lebenden Läuse mehr gefunden werden

Zusatzmaterial zu:

Kopfläuse

Epidemiologie, Biologie, Diagnostik und Therapie

Laura Meister, Falk Ochsendorf

Dtsch Arztebl Int 2016; 113: 763–72. DOI: 10.3238/arztebl.2016.0763

eLITERATUR

e1. CDC: Parasites–Lice–Head Lice–Epidemology. www.cdc.gov/parasites/lice/head/epi.html (last accessed on 14 August 2016).

e2. Do-Pham G, Monsel G, Chosidow O: Lice. Semin Cutan Med Surg 2014; 33: 116–8.

e3. Feldmeier H: Pediculosis capitis: die wichtigste Parasitose des Kindesalters. Kinder- und Jugendmedizin 2006; 4: 249–59.

e4. Nutanson I, Steen CJ, Schwartz RA, Janniger CK: Pediculus humanus capitis: an update. Acta Dermatovenerol Alp Pannonica Adriat 2008; 17: 147–54, 56–7, 59.

e5. Mumcuoglu KY, Miller J, Gofin R, et al.: Epidemiological studies on head lice infestation in Israel. I. Parasitological examination of children. Int J Dermatol 1990; 29: 502–6.

e6. Burgess I: The life of a head louse. Nurs Times 2002; 98: 54.

e7. Nash B: Treating head lice. BMJ 2003; 326: 1256–7.

e8. Evans FC, Smith FE: The intrinsic rate of natural increase for the human louse, Pediculus humanus. Am Nat 1952; 86: 299–10.

e9. Burkhart CN, Burkhart CG: Fomite transmission in head lice. J Am Acad Dermatol 2007; 56: 1044–7.

e10. Kim JH, Min JS, Kang JS, et al.: Comparison of the humoral and cellular immune responses between body and head lice following bacterial challenge. Insect Biochem Mol Biol 2011; 41: 332–9.

e11. Feldmeier H: Lice as vectors of pathogenic microorganisms. In: Heukelbach J (ed.): Management and control of head lice infestations. Bremen: UNI MED 2010; p. 132–5.

e12. Angelakis E, Diatta G, Abdissa A, et al.: Altitude-dependent Bar_tonella quintana genotype C in head lice, Ethiopia. Emerg Infect Dis 2011; 17: 2357–9.

e13. Nenoff P, Handrick W: [Pediculosis capitis]. MMW Fortschr Med 2014; 156: 49–51.

e14. Speare R, Buettner PG: Hard data needed on head lice transmission. Int J Dermatol 2000; 39: 877–8.

e15. Mumcuoglu KY, Klaus S, Kafka D, Teiler M, Miller J: Clinical observations related to head lice infestation. J Am Acad Dermatol 1991; 25: 248–51.

e16. Ott H, Folster-Holst R: [Pediatric dermatology]. Hautarzt 2009; 60: 182.

e17. Mumcuoglu KY, Friger M, Ioffe-Uspensky I, Ben-Ishai F, Miller J: Louse comb versus direct visual examination for the diagnosis of head louse infestations. Pediatr Dermatol 2001; 18: 9–12.

e18. Elston DM: Drug-resistant lice. Arch Dermatol 2003; 139: 1061–4.

e19. Hunter JA, Barker SC: Susceptibility of head lice (Pediculus humanus capitis) to pediculicides in Australia. Parasitol Res 2003; 90: 476–8.

e20. Burgess IF, Kay K, Burgess NA, Brunton ER: Soya oil-based shampoo superior to 0.5% permethrin lotion for head louse infestation. Med Devices (Auckl) 2011; 4: 35–42.

e21. Heukelbach J, Pilger D, Oliveira FA, Khakban A, Ariza L, Feldmeier H: A highly efficacious pediculicide based on dimeticone: randomized observer blinded comparative trial. BMC Infect Dis 2008; 8: 115.

e22. Kurt O, Balcioglu IC, Burgess IF, 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.

e23. Pilger D, Heukelbach J, Khakban A, Oliveira FA, Fengler G, Feldmeier H: Household-wide ivermectin treatment for head lice in an impoverished community: randomized observer-blinded controlled trial. Bull World Health Organ 2010; 88: 90–6.

e24. Hill N, Moor G, Cameron MM, et al.: Single blind, randomised, comparative study of the Bug Buster kit and over the counter pediculicide treatments against head lice in the United Kingdom. BMJ 2005; 331: 384–7.

e25. Feldmeier H, Jahnke C: Pediculosis capitis. Epidemiologie, Diagnose und Therapie. Pädiatrische Praxis 2010; 76.

e26. Verbraucherschutz BdJu: Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG) § 34 Gesundheitliche Anforderungen, Mitwirkungspflichten, Aufgaben des Gesundheitsamtes. www.gesetze-im-internet.de/ifsg/__34.html (last accessed on 14 August 2016).

e27. Deutsche Pediculosis Gesellschaft e. V.: Haben wir Kopfläuse? War die Behandlung erfolgreich? www.pediculosis-gesellschaft.de/auskaemmdiagnose.pdf (last accessed on 14 August 2016).

e28. 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.

e29. Mumcuoglu KY, Magdassi S, Miller J, et al.: Repellency of citronella for head lice: double-blind randomized trial of efficacy and safety. Isr Med Assoc J 2004; 6: 756–9.

e30. Burgess IF, Brown CM, Lee PN: Treatment of head louse infestation with 4% dimeticone lotion: randomised controlled equivalence trial. BMJ 2005; 330: 1423.

e31. Burgess IF, Brunton ER, Burgess NA: Single application of 4% dimeticone liquid gel versus two applications of 1% permethrin creme rinse for treatment of head louse infestation: a randomised controlled trial. BMC Dermatol 2013; 13: 5.

e32. Tanyuksel M, Araz RE, Albay A, Aycicek H: Prevalence and treatment of Pediculus humanus capitis with 1% permethrin and 0.4% d-phenothrin in Turkey. Acta Medica (Hradec Kralove) 2003; 46: 73–5.