

University of Groningen

Hoofdluis, een voortdurende kopzorg? Literatuurstudie naar de biologie van de hoofdluis, de besmettingsfactoren, de risico's van chemische bestrijding en de huidige inspanningen op het gebied van controle en preventie.

Bos, Attie F.; Otter, K. den

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2003

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Bos, A. F., & Otter, K. D. (2003). *Hoofdluis, een voortdurende kopzorg? Literatuurstudie naar de biologie van de hoofdluis, de besmettingsfactoren, de risico's van chemische bestrijding en de huidige inspanningen op het gebied van controle en preventie.*

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

RuG

W

E

l

&

N₂

\$

©

∞

Δ

%

Σ

ω

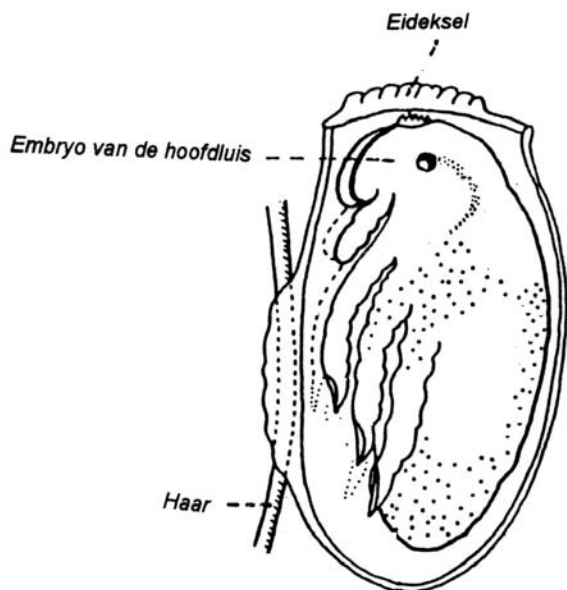
⊥

№

[k]

ë

∠



80 x

Literatuurstudie naar de biologie van de hoofdluis, de besmettingsfactoren, de risico's van chemische bestrijding en de huidige inspanningen op het gebied van controle en preventie

Attie F. Bos

Kees den Otter

Wetenschapswinkel Biologie

Rapport 60

ISBN 90 367 1613 6

Hoofdluis, een blijvende kopzorg?

Literatuurstudie naar de biologie van de hoofdluis, de besmettingsfactoren, de risico's van chemische bestrijding en de huidige inspanningen op het gebied van controle en preventie

Attie F. Bos

Kees den Otter

Haren, juli 2003

Wetenschapswinkel Biologie

Rijksuniversiteit Groningen

Kerklaan 30/Postbus 14

9750 AA Haren

Tel: 050 363 2385

Fax: 050 363 5205

SAMENVATTING

In Nederland wordt hoofdluisbesmetting als een groeiend (gezondheids)probleem beschouwd. Dit literatuuronderzoek is dan ook uitgevoerd naar aanleiding van de vele vragen die over dit onderwerp aan de Wetenschapswinkel Biologie worden gesteld. Hoofdluizen zijn parasieten die uitsluitend van het bloed van hun gastheer leven. Hun wetenschappelijke naam luidt *Pediculus humanus capitis*. Deze insecten komen voornamelijk tussen en op de hoofdharen voor. De eieren of neten worden met een snel hardende kitstof op korte afstand van de schedel op de haren afgezet, bij voorkeur achter de oren en in de nek. Hoofdluizen verspreiden zich voornamelijk door van de ene op de andere persoon over te stappen. Schoolkinderen worden het meest getroffen, meisjes meer dan jongens. Hoe langer het haar en hoe meer mensen in elkaars nabijheid leven, hoe groter de kans op besmetting. In voorlichtingsfolders wordt altijd geadviseerd neten en hoofdluizen met chemische middelen te verdelgen. Deze zijn als shampoo, spray of lotion bij iedere drogist en apotheek vrij te verkrijgen. Schoolgaande kinderen worden soms meerdere keren per jaar besmet en worden dan ook meerdere keren met insecticiden behandeld. De middelen worden bovendien steeds vaker preventief toegepast. Deze gang van zaken kan ernstige gevolgen hebben voor de gezondheid van (kleine) kinderen. Meer onderzoek is nodig naar de effectiviteit van insecticiden tegen hoofdluis, naar de hoeveelheid insecticide die wordt opgenomen via de hoofdhuid van de gebruikers en naar de gezondheidsrisico's van (chronische) blootstelling van kinderen aan deze stoffen. Vermoed wordt dat de hoofdluizen in Nederland resistent raken tegen de meest gebruikte middelen. Een veilig alternatief voor het gebruik van insecticiden is het haar dagelijks, gedurende meerdere weken, systematisch kammen met een goede (elektrische) luizenkam. De diagnose "hoofdluis" wordt praktisch altijd op school gesteld. Er zijn steeds meer scholen waar een ouderwerkgroep is belast met de controle van hoofdluis. De traditionele methode is met het blote oog de hoofdhuid en haren te onderzoeken op levende luizen en neten. Deze methode is niet erg betrouwbaar. Voor een leek is het moeilijk de verschillende stadia van hoofdluisontwikkeling (ei, larve, volwassen luis) te herkennen. Levende volwassen luizen en larven worden lang niet altijd gezien en neten hoeven niet altijd uit te komen. Gebrek aan juiste informatie en het niet consequent uitvoeren van een overeengekomen beleid vormen de belangrijkste knelpunten bij de controle en preventie van hoofdluis. Individuele behandeling is nodig, maar alleen een massale en gelijktijdige behandeling leidt tot een significante afname van het aantal besmettingen. Scholen zouden verplicht moeten worden het aantal leerlingen met hoofdluisbesmetting te melden. Periodieke registratie is noodzakelijk om

inzicht te krijgen in het aantal besmettingen per jaar, in geografische verschillen en in fluctuaties per seizoen. Tot nu toe is voornamelijk onderzoek verricht naar de fysieke verschijnselen van hoofdluisbesmetting en nauwelijks naar de psychologische en sociale effecten hiervan. Deze moeten echter niet worden onderschat. Pogingen op landelijk niveau via tijdelijke acties de hoofdluis te bestrijden zijn tot nu toe op niets uitgelopen. Het is noodzakelijk dat de hoofdluisproblematiek onder de verantwoordelijkheid van één overkoepelende instelling valt. Aanbevolen wordt een Landelijk Meldpunt Hoofdluis op te richten die, in samenwerking met de Gemeenschappelijke Gezondheidsdiensten (GGD), de hoofdluisbestrijding centraal aanstuurt en coördineert.

INHOUDSOPGAVE

Inleiding		1
1	Luizen, algemeen	5
1.1	Bloedzuigende en bijtende luizen	5
1.2	Het mens als gastheer	6
2	De hoofdluis	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Ontwikkelingscyclus	7
2.3	Volwassen luizen	11
2.3.1.1	Skelet	11
2.3.1.2	Kop	12
2.3.1.3	Borststuk	12
2.3.1.4	Achterlijf	12
2.3.2	Zintuigen	13
2.3.3	Ademhaling en bloedvatenstelsel	13
2.3.4	Spijvertering en dieet	14
3	Risicofactoren	17
3.1	Schoolkinderen en leeftijd	17
3.2	Geslacht en haarlengte	18
3.3	"Crowding"	19
3.4	Seizoenen	19
3.5	Overige risicofactoren	20
4	Bestrijding	21
4.1	Luizenkammen	21
4.2	Warmte- en koudebehandeling	23
4.3	Chemische bestrijding	24
4.3.1	Resistentie	26
4.3.2	Gezondheidsrisico's	27
4.3.2.1	Kinderen	28
4.4	Overige bestrijdingsmiddelen	29

5	Controle, diagnostiek en preventie	31
5.1	Controle	31
5.2	Diagnostiek in de praktijk	33
5.3	Preventie	34
5.3.1	Voorlichting en landelijke acties	35
6	Conclusies en aanbevelingen	37
6.1	Conclusies	37
6.2	Aanbevelingen	41
	Literatuur	43
	Bijlagen	51

INLEIDING

Iedere ouder of verzorger kent de briefjes van school met de mededeling dat er weer hoofdluis bij een of meer kinderen is geconstateerd. Meestal gaan deze aankondigingen vergezeld van een folder met informatie over het herkennen van hoofdluizen en de bestrijding daarvan. Ondanks alle waarschuwingen en tips om besmetting te voorkomen en te behandelen lijkt de strijd tegen deze parasieten nog lang niet gestreden.

Hoofdluizen zijn huidparasieten die zich uitsluitend voeden met het bloed van hun gastheer. Hun wetenschappelijke naam luidt *Pediculus humanus capitis*. Besmetting met hoofdluizen wordt *pediculosis capitis* genoemd. Zoals de naam al aangeeft komen hoofdluizen voornamelijk voor tussen en op de hoofdharen. De eieren of neten worden tezamen met een snel hardende kitstof op korte afstand van de schedel op de haren afgezet, bij voorkeur op de haren in de nek en achter de oren. De luizen zuigen enkele malen per dag bloed. Met hun monddelen prikken ze een gaatje in de huid, met hun speeksel brengen ze vervolgens een stof in de wond die stollen van het bloed tegengaat, waarna ze het bloed opzuigen. Pediculosis komt het meest voor bij schoolkinderen, meer bij meisjes dan bij jongens (Van Lith, 1922; Buxton, 1947; Van Everdingen, 1950; Blommers *et al.*, 1978). Het eerste symptoom van besmetting kan hinderlijke jeuk zijn, veroorzaakt door het ingebrachte antibloedstollingsmiddel en de reactie van de huid hierop. Door krabben kunnen wondjes ontstaan die kunnen gaan ontsteken (Pray, 1999). Hoewel hoofdluisbesmetting lichamelijk gezien een betrekkelijk onschuldige aandoening is, kunnen de psychologische en sociale gevolgen ernstig zijn.

Van oudsher zijn er verschillende bestrijdingsmethoden bekend. Uit opgravingen in de Judea- en Negevwoestijn (Israël) blijkt dat hoofdluizen al voor de jaartelling werden bestreden door hen met speciale houten kammen uit het haar te verwijderen (Mumcuoglu & Zias, 1988). Ook nu nog gebruikt men luizenkammen. Een andere oude methode is het kaal knippen van het hoofd (Van Everdingen, 1950). Bij lichtere infecties werd ook wel een “petroleumkap” over het hoofd geplaatst waarbij het hoofd werd bevochtigd met een mengsel van petroleum en olijfolie. Soms smeerde men citronellaolie in het haar om de luizen te bestrijden. De laatste twee behandelingen moesten langdurig worden toegepast en waren zeer bewerkelijk. Tegenwoordig worden meestal insecticiden op het hoofd aangebracht, middelen die ernstige risico's voor de gezondheid van de mens met zich mee kunnen brengen.

Vlak na de tweede wereldoorlog, toen chemische bestrijdingsmiddelen op grote schaal werden toegepast, leek het aanvankelijk of de hoofdluizen van het toneel zouden verdwijnen. Door de bestrijding met DDT nam het aantal luizenplagen drastisch af. Ook besteedde men in die periode extra aandacht aan lichaamshygiëne en was men erg alert op hoofdluisbesmetting (Kuiper & Nijhuis, 1976). Vanaf 1970 nam het aantal besmettingen echter weer toe, niet alleen in Nederland (Bio-bulletin, 1977; Blommers *et al.*, 1978) maar ook elders (Hopper, 1971; Maunder, 1977; Weyer, 1978). In 1978 was in West-Berlijn en Hamburg het aantal mensen dat hoofdluis had 25 keer groter dan in de jaren 1964 tot 1966 en 7 keer zo groot als in 1970 (Weyer, 1978). De toename van pediculosis vanaf de zeventiger jaren is vermoedelijk toe te schrijven aan verminderde waakzaamheid. De controles thuis en op school werden minder en bleven op den duur helemaal achterwege. Daarnaast trad er resistentie van hoofdluizen op tegen de meest gebruikte chemische bestrijdingsmiddelen (Blommers *et al.*, 1978).

Om het groeiende probleem onder controle te krijgen was individuele behandeling van hoofdluisbesmetting niet voldoende. Onderzoek toonde aan dat alleen een massale en gelijktijdige aanpak kon leiden tot een significante afname van besmettingsgevallen. In 1976 werd een “Landelijke werkgroep Hoofdluis” ingesteld die de bestrijdingsmethoden die werden toegepast moest evalueren en de mate van resistentie van de luizen tegen de diverse chemische bestrijdingsmiddelen moest vaststellen. Verder zou deze werkgroep een bestrijdingsadvies opstellen en zorgdragen voor publiciteit en voorlichting. De werkgroep organiseerde twee symposia en publiceerde een boekje met informatie over de hoofdluis en de bestrijding hiervan (Blommers *et al.*, 1978). Daarna werd echter niets meer van de werkgroep vernomen.

Vanaf de negentiger jaren van de vorige eeuw werd in Nederland opnieuw veel aandacht aan hoofdluizen geschonken. De hoofdluisproblematiek leek steeds groter te worden en kinderen raakten soms meermalen per jaar besmet, waardoor insecticiden die voor eenmalig gebruik waren bedoeld, herhaaldelijk en vaak met korte tussenpozen werden toegepast (NTG, 1997; Pharmaceutisch Weekblad, 1998). Ook kwam het steeds vaker voor dat men uit angst voor hoofdluisbesmetting de chemische bestrijdingsmiddelen preventief ging gebruiken. Behalve dat deze handelwijze de kans op resistentie van luizen tegen deze insecticiden vergroot, kan overbodig gebruik ook ernstige gevolgen hebben voor de gezondheid van de, meestal nog kleine, kinderen (Burgess, 1993; Lindsay & Peock, 1993).

Op 11 oktober 2000 werd een “Nationale Luizendag” georganiseerd. Er werd een symposium gehouden en alle schoolkinderen kregen op die dag een krant

met informatie over hoofdluizen (Ostermann, 2000). Sindsdien is het weer stil rondom de hoofdluis en zijn ouders en leerkrachten nog steeds en bijna wanhopig op zoek naar manieren om hoofdluisbesmetting van kinderen te voorkomen en op een "kindvriendelijke" manier te bestrijden.

Voor een adequate bestrijding van hoofdluizen is, naast gecoördineerde grootschalige bestrijding, vooral goede voorlichting nodig. In Nederland is dit de taak van de GGD (Gemeenschappelijke Gezondheidsdienst). De voorlichting richt zich voornamelijk op herkenning van hoofdluizen en neten en hoe deze te bestrijden. Vooral scholen maken hiervan gebruik (GGD, 2001). Over de biologie van de hoofdluis, de bestrijdingsmethoden van vroeger en nu en over de eventuele gezondheidsrisico's van de gebruikte chemische bestrijdingsmiddelen is echter maar weinig recente literatuur beschikbaar. Het is erg moeilijk om hoofdluizen onder natuurlijke omstandigheden te bestuderen. De meeste informatie over voorkomen, levenswijze en ontwikkeling van de hoofdluis is gebaseerd op onderzoek verricht in de periode van eind 19^{de} eeuw tot en met de eerste helft van de 20^{ste} eeuw (Weyer, 1978). Daartoe werden luizen gevangen en in kleine containers op de huid gedragen en met regelmatige tussenpozen bestudeerd (Nuttall, 1917; Buxton, 1947).

Een afdoende methode om hoofdluisbesmetting te voorkomen ontbreekt nog steeds (Donnelly *et al.*, 1991). Ook bestaan er nog geen adequate simpele methoden om pediculosis te diagnosticeren en te bestrijden (Kobayashi *et al.*, 1995).

Omdat de Wetenschapswinkel Biologie (RUG) veel vragen over de hoofdluisproblematiek kreeg, heeft deze een literatuuronderzoek over dit onderwerp laten uitvoeren. De studentenscriptie die hieruit voortvloeide vormt de basis voor het huidige meer uitvoerige onderzoek (Groeneweg, 1995). Dankzij een studentenproject in 2002 is er meer inzicht gekomen in de wijze waarop basisscholen in de provincie Groningen met hoofdluisbesmetting omgaan (Van der Raad, 2002).

Het onderzoek richt zich voornamelijk op de volgende aspecten:

- Wat is er bekend over de biologie van de hoofdluis?
- Wat zijn risicofactoren voor besmetting?
- Welke bestrijdingsmethoden werden vroeger gebruikt en welke gebruikt men nu?
- Wat zijn de risico's van de huidige chemische bestrijdingsmiddelen voor de gezondheid van de mens?
- Zijn er alternatieven voor de huidige behandelingsmethoden?
- Wat wordt er gedaan aan controle en preventie en wie stelt de

diagnose?

1 LUIZEN, ALGEMEEN

1.1 Bloedzuigende en bijtende luizen

Luizen zijn insecten die op de huid van een gastheer parasiteren. Ze zijn onder te verdelen in bijtende en bloedzuigende luizen. De eerste groep behoort tot de orde Mallophaga en de tweede tot de orde Anoplura. Tot de laatste groep behoren ook de op de mens parasiterende luizensoorten. Luizen vertonen veel overeenkomsten in lichaamsbouw, levenswijze en gedrag. Hun lichaam is dorsoventraal afgeplat, ogen zijn slecht ontwikkeld of ontbreken, ze hebben geen vleugels en de poten zijn voorzien van goed ontwikkelde klauwtjes waarmee ze zich aan haren kunnen vastgrijpen. Zowel de zuigende als de bijtende luizen kunnen niet zonder hun warmbloedige gastheer in leven blijven. Ze voeden zich niet alleen met stoffen van hun gastheer, maar vinden ook bescherming in hun vacht tegen te veel warmte, kou of vocht. Bovendien zetten ze in de vacht hun eieren af (Van Lith, 1922; Buxton, 1947; Askew, 1971).

Luizen zijn gastheerspecifiek, wat betekent dat iedere soort zich zodanig heeft aangepast dat deze zich slechts op één of op een beperkt aantal gastheersoorten goed kan ontwikkelen (Kim & Ludwig, 1978; Piotrowski, 1992). Komen luizen op verkeerde gastheren terecht dan sterven ze snel of kunnen zich niet meer voortplanten. De specificiteit wordt bepaald door de lichaamstemperatuur, de dikte van de vacht en de samenstelling van het bloed van de gastheer (Van den Broek, 1977). Het ontbreken of het juist aanwezig zijn van een bepaald eiwit of sporenelement in het gastheerbloed kan voor een luis fataal zijn (Byrulova *et al*, 1963).

Naast voorkeur voor een bepaalde gastheersoort kunnen luizen een voorkeur voor bepaalde plaatsen op het lichaam van de gastheer hebben. Dit kan zo ver gaan dat de luis alleen op die plekken kan overleven. De voorkeur van een luizensoort voor een bepaalde plek is vooral afhankelijk van het microklimaat in de vacht en de mate van zelfverzorging van de gastheer. Luizen prefereren plaatsen waar het haarkleed dik is, de huid schilferig, dun en rijk doorbloed en waar de krabbende en poetsende gastheer niet gemakkelijk bij kan (Van den Broek, 1977; Piotrowski, 1992).

De meeste soorten van de bijtende luizen komen voor op vogels, een aantal vindt men op zoogdieren, maar niet op de mens. De insecten schrapen met hun monddelen hun voedsel - stukjes haar, huidschilfers en talg - bij elkaar en bijten dat met de bovenkaken in stukjes (Van den Broek, 1977; Romoser & Stoffolano, 1994).

1.2 De mens als gastheer

Van de vele soorten zuigende luizen parasiteren er slechts drie op de mens: de schaamluis *Phthirus pubis* Linn., de kleeerluis *Pediculus humanus corporis* De Geer en de hoofdvluis *Pediculus humanus capitis* De Geer. Schaamluizen, ook wel platluizen of “platjes” genoemd, behoren tot de familie Pthiridae. Schaamluizen zijn kleiner dan kleeer- en hoofdvluisen (Ewing, 1929; Clay, 1973; Weyer, 1978). Kleeer- en hoofdvluisen lijken sterk op elkaar en dientengevolge heeft er lange tijd verschil van mening bestaan over hun taxonomie. Linnaeus (1758) noemde hen variëteiten van één soort, terwijl De Geer (1778) hen beschouwde als twee ondersoorten van de familie Pediculidae (zie: Leach, 1817; Van Lith, 1922; Busvine, 1978). In dit rapport worden de wetenschappelijke namen van De Geer aangehouden. De volgende hoofdstukken behandelen de eigenschappen en de bestrijding van de hoofdvluis.

2 DE HOOFDLUIS

2.1 Inleiding

Hoofdluizen komen vooral voor op de haren achter op het hoofd van de gastheer of -vrouw, in het bijzonder achter de oren en in de nek, maar soms ook in de wenkbrauwen en in de baard (Buxton, 1947). De gemiddelde lengte van de mannetjes is 2,5 mm en van de vrouwtjes 2,9 mm; beide geslachten zijn gemiddeld 1 mm breed (Van Lith, 1922). De lengte van een individuele luis is afhankelijk van zijn voedingstoestand (na het zuigen van bloed is de luis groter) en van “stress” (als reactie trekt de luis het achterlijf enige tijd in).

Volgens Van Lith (1922) hebben de luizen altijd een zelfde grijsgrauwe kleur, ongeacht de kleur van het haar waarin ze zitten. Buxton (1947) en Harwood & James (1979) vermelden echter dat de luizen lichter of donkerder zijn naarmate het haar van de drager lichter of donkerder is. Van Lith (1922) meldt ook dat hij zelden luizen of neten in rood haar vond.

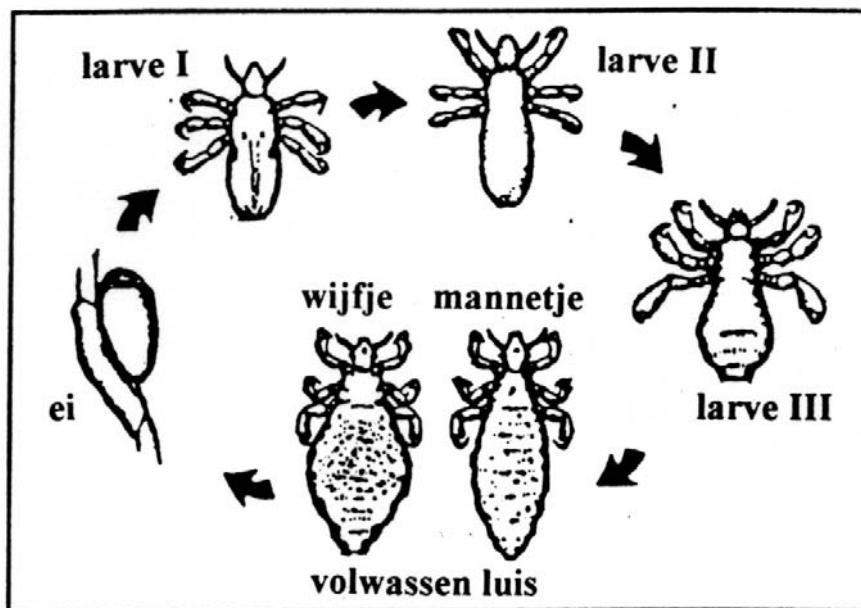
Waren leden van één gezin met hoofdluizen besmet dan trof hij bij degenen met rood haar minder luizen aan dan bij die met een andere haarkleur. Deze waarnemingen verdienen nader onderzoek. Het staat wel vast dat bij mensen van Afrikaanse afkomst die in landen wonen buiten Afrika, niet of nauwelijks hoofdluizen voorkomen. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat de klauwtjes van luizen in niet-Afrikaanse landen geen of nauwelijks greep hebben op de, in dwarsdoorsnede, ovale kroesharen. De vorm van de klauwtjes van deze luizen is aangepast aan de ronde steile haren waarmee het merendeel van de niet-Afrikanen is uitgerust.

Omgekeerd zijn de klauwtjes van de hoofdluizen die in Afrika voorkomen aangepast aan de ovale kroesharen en kunnen deze zich nauwelijks aan rond steil haar hechten. In Afrika zijn daardoor de niet-Afrikanen op hun beurt gevrijwaard van hoofdluis (Bio-Bulletin, 1977; Donaldson, 1979; Sinniah *et al.*, 1983; Janniger & Kuflik, 1993).

2.1 Ontwikkelingscyclus

In de ontwikkeling van ei tot volwassen luis zijn verschillende stadia te onderscheiden: ei, 3 larvestadia, volwassen luis (zie figuur 1). De duur van de stadia is afhankelijk van de temperatuur, de vochtigheid van de omgeving en de voedingstoestand van de luis. Het is bijzonder moeilijk onder natuurlijke omstandigheden de tijdsduur van de verschillende stadia te bepalen. Nuttall (1917) observeerde hoofdluizen die hij in pillendoosjes (met een wand van

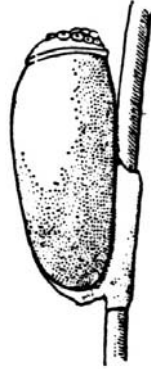
gaas) op zijn pols had gezet en kwam tot de volgende bevindingen: een wijfje kan al eieren leggen als ze 1 dag oud is, na 7 dagen komen de eieren uit, het eerste larvale stadium duurt 4 dagen, het tweede 3 en het derde 2 dagen. Dit komt dus neer op een totaal van 17 dagen voor de gehele ontwikkelingscyclus. De levensduur van volwassen mannetjes varieert van 23 tot 30 dagen en van wijfjes van 22 tot 38 dagen. De verhouding van mannetjes en vrouwtjes bij de hoofdluis is ongeveer 1 op 1. Het tijdstip waarop de eerste paring plaatsvindt varieert. Volgens Buxton (1947) vindt deze plaats als de luizen 10 uur oud zijn, volgens Nuttall (1917) als ze 18 tot 21 uur oud zijn. De paring duurt enige minuten tot 2,5 uur. Tijdens de paring zuigen de wijfjes vaak bloed (Nuttall, 1917; Buxton, 1947).



Figuur 1. De ontwikkelingscyclus van de hoofdluis (ei, drie larvestadia, volwassen luis)

Het aantal eieren dat een wijfje gemiddeld per dag legt is afhankelijk van de voedingsomstandigheden en de temperatuur. De optimale temperatuur om eieren te leggen is 32° C. Lage temperaturen (beneden 10° C) en honger belemmeren het leggen van eieren (Hase, 1015). Over het aantal eieren dat een wijfje in haar leven kan leggen bestaat geen eenduidigheid. Volgens Nuttall (1917) legt een wijfje gemiddeld 5 tot 7 eieren per dag met een maximum van 9 eieren. Andere onderzoekers uit zijn tijd vermelden een gemiddelde van 8,3 (Railleit, 1895, in Nuttall, 1917) en 3,7 (Bacot, 1917). De eieren of neten worden met een speciale kitstof stevig op de haren afgezet, op 5 tot 7,5 mm afstand van de hoofdhuid (Van Lith, 1922).

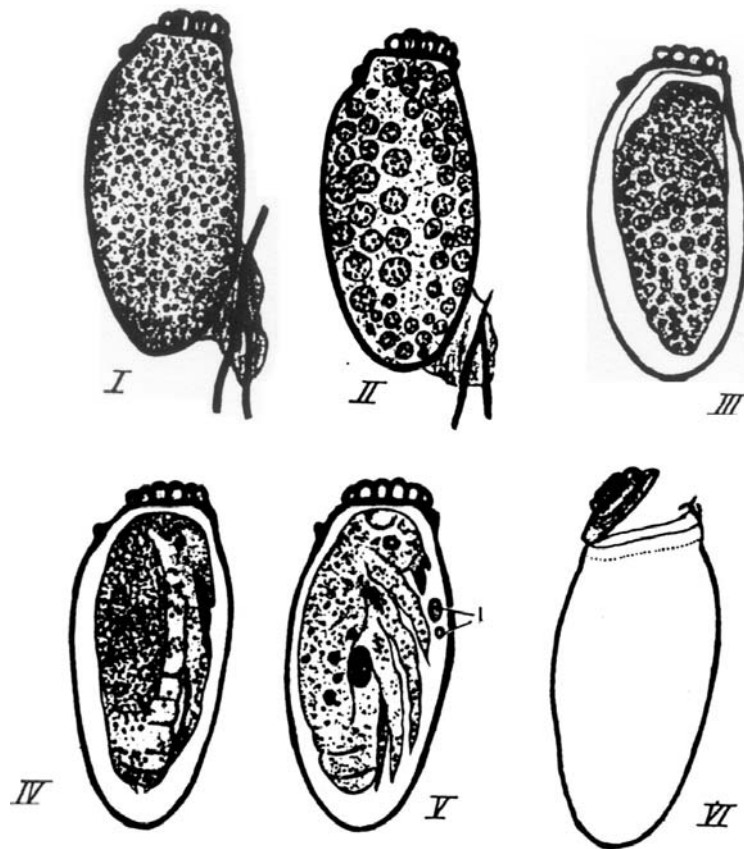
Matig geïnfekteerde hoofden bevatten 1 ei per haar, bij ernstige infecties zijn er meerdere eieren aan een haar gekit. De harde kitstof is uitermate resistent tegen chemicaliën (Nuttall, 1917). De eieren zijn ongeveer 0,8 mm lang en 0,3 mm breed (Buxton, 1947), ovaal van vorm met een spits en een stomp uiteinde (Nuttall, 1917).



Figuur 2. Ei vastgekit aan een haar (Ferris, 1951)

Hun oppervlak is glad. Aan het stompe uiteinde, waar later de larve uitkomt, is het ei voorzien van een deksel (*operculum*). Alle eieren zijn op dezelfde manier aan de haren vastgehecht, namelijk met het dekseltje naar de haarpunt toegekeerd (Van Lith, 1922; Buxton, 1947).

Als in het ei het eerste larvestadium aanbreekt knapt het vlies (amnion) dat het embryo omhult. De larve kan nu door het deksel buitenlucht opnemen. Deze lucht wordt door de anus uitgescheiden en hoopt zich op in de amnionzak. Er ontstaat een overdruk in het ei waardoor het deksel op een gegeven ogenblik openspringt en de larve gedeeltelijk uit de eischaal wordt geschoven, waarna de larve geheel uit het ei kruipt (Sikes & Wigglesworth, 1931, in Piotrowski, 1992). Net als volwassen luizen voeden de larven zich met bloed van de gastheer. De larven lijken sterk op volwassen luizen, maar zijn kleiner (Nuttall, 1917).



Figuur 3. Verschillende stadia van de ontwikkeling van een larve in het ei van *Pediculus humanus* (Wülker, 1915)

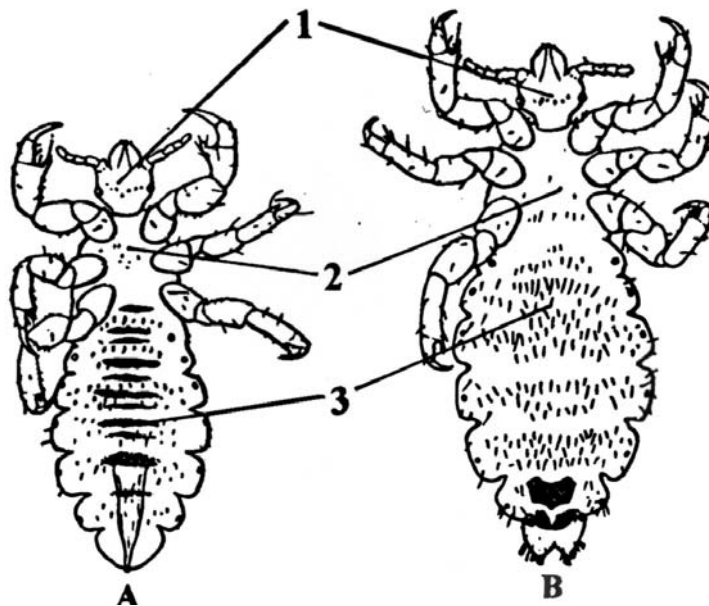
- Stadium I. Pasgelegd ei, met kit vastgehecht aan haar
- Stadium II. Differentiatie van dooier in afzonderlijke cellen
- Stadium III. Omvang en indeling van larvelichaam worden zichtbaar
- Stadium IV. Aanleg van kop, borststuk, achterlijf, poten, antennen en ogen
- Stadium V. Larve heeft stadium van uitkomen bereikt
- Stadium VI. Leeg ei nadat larve dit via nog openstaande dekseltje heeft verlaten

Enkele uren voor iedere vervelling verstijft de larve en na een tijdje barst zijn oude huid. Hieruit komt eerst de kop vrij en vervolgens de rest van het lichaam. Een vervelling duurt 40-70 minuten. Na het vervellen zijn de larven aanvankelijk bleek en week; de nieuwe huidlaag heeft enige tijd nodig om te verharderen (Hase, 1915).

2.3 Volwassen luizen

2.3.1 Skelet

Het lichaam van insecten bestaat uit drie delen: 1) kop, 2) borststuk (*thorax*) en 3) achterlijf (*abdomen*). Het uitwendige skelet van een hoofdluis is van chitine en geeft het insect stevigheid. Het skelet is zeer sterk en kan een aanzienlijke druk verdragen (Galli-Valerio, 1916).



Figuur 4. Mannetje (A) en vrouwtje (B) van de hoofdluis (*Pediculus humanus capitis*) van de onderzijde gezien (Hase, 1931)
1. kop 2. borststuk 3. achterlijf

2.3.1.1 Kop

De kop van een hoofdluis is opgebouwd uit verharde platen (*sklerieten*) bezet met zintuigharen. De bovenzijde is door naden verdeeld in voorste segment (*clypeus*), voorhoofd (*frons*) en slapen (*vertex*) (Stojanovich, 1945). De beide ogen, die alleen verschillen in lichtsterkte kunnen waarnemen, zijn goed te herkennen.. Op de kop staan draadvormige antennen die zijn opgebouwd uit vijf leden (Wundrig, 1936).

De monddelen bestaan uit drie dolkvormige uitsteeksels (*stiletten*) voor het opzuigen van bloed. In rust liggen deze onder de mondholte in een stilettenzak opgeborgen. De stilettenbundel is ongeveer 0,6 mm lang en 0,8

mm dik. Voor aan de kop bevindt zich een mondkegel met enige kruisvormige haken. Om bloed te kunnen zuigen wordt de mondkegel in de huid van de gastheer gedrukt, ongeveer tot aan de lederhuid (*dermis*), waarna met de kruisvormige haken de kop aan de huid verankerd wordt en de stilettenbundel in de huid wordt gestoken op zoek naar een bloedvat. Als er geen bloedvat wordt gevonden, wordt de bundel weer teruggetrokken en op een andere plek ingebracht, net zo lang totdat een bloedvat wordt geraakt. De kop blijft aan de huid verankerd en alleen de stilettenbundel wordt verplaatst (Ramcke, 1965). Heeft de luis een vat gevonden dan wordt met speeksel een stof in de wond gebracht waardoor bloedstolling wordt voorkomen. Deze stof kan jeuk veroorzaken (Van den Broek, 1977). Na de maaltijd wordt de stilettenbundel teruggetrokken en de kop van de huid losgemaakt. Het wondje sluit zich snel (Latreille, 1825).

Uit experimenten van Galli-Valerio (1916) bleek dat luizen zowel in het licht als in het donker steken. Bij een temperatuur van 20° C steken ze twee tot drie keer per dag.

2.3.1.2 Borststuk

Het borststuk (*thorax*) is wat breder dan de kop en bestaat uit drie segmenten. Bij hoofdluizen zijn deze bijna naadloos met elkaar vergroeid. Slechts aan kleine details is te zien waar de verschillende segmenten beginnen en eindigen (Von Kéler, 1952).

Aan de thorax zitten drie paar poten die alle even lang zijn en aan hun uiteinden zijn voorzien van een klauwtje. De beweeglijkheid van deze klauwtjes is zeer groot; ze kunnen een hoek van 180° beschrijven. Met de klauwtjes kunnen de luizen zich aan de haren van een gastheer vastklemmen en hierlangs omhoog (Buxton, 1947) en omlaag klimmen. Bij het klimmen maken de insecten slingerende bewegingen omdat ze afwisselend de drie linker- en de drie rechterpoten gebruiken. Hun goede klimvermogen maakt begrijpelijk hoe kinderen met lang haar worden besmet: een hoofdlius hecht zich vast aan het uiteinde van een haar en kan zich dan snel naar de hoofdhuid bewegen en zich daar nestelen (Nuttall, 1917).

2.3.1.3 Achterlijf

Terwijl bij het embryo aan het achterlijf (*abdomen*) nog 11 segmenten zijn te onderscheiden, zijn er bij volwassen luizen slechts 7, soms 8, te vinden (Van den Broek, 1977; Piotrowski, 1992). Bij mannetjes zijn op de bovenzijde van elk segment één of twee dwarse strepen waar te nemen, bij vrouwtjes niet (Buxton, 1947). In de laatste segmenten van het abdomen

bevinden zich de geslachtsorganen. Bij mannetjes is het achterlijf wat puntiger dan bij vrouwtjes. Aan de bovenkant van het uiteinde van het laatste segment is de opening van de peniskamer te zien. Bij vrouwtjes ligt de geslachtsopening aan de buikzijde van het laatste segment (Piotrowski, 1992).

2.3.2 Zintuigen

Luizen beschikken over zintuigen voor licht, temperatuur, vochtigheid en voor chemische en mechanische prikkels.

Ieder oog is voorzien van een lens, met daarachter een donkere pigmentvlek. Doordat het aantal lichtgevoelige cellen (*receptoren*) in de ogen beperkt is, kunnen de ogen alleen lichtintensiteit waarnemen.

Over het hele lichaam verspreid hebben de luizen tastharen. De kop, antennen en poten zijn hiermee extra rijkelijk uitgerust.

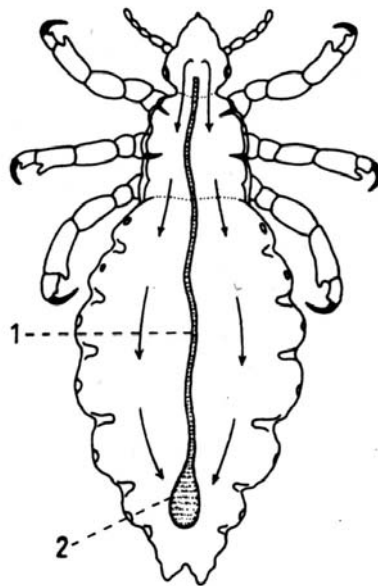
Op de twee antennen bevinden zich zintuigcellen voor het waarnemen van geuren en van vochtigheid. Het bereik van de reukorganen is slechts enkele centimeters zodat gastheren slechts van zeer nabij kunnen worden geroken. De zintuigen voor vochtigheid geven de luizen de mogelijkheid plekken met hoge luchtvochtigheid te vermijden. De zintuigen waarmee de luizen temperatuurveranderingen kunnen waarnemen zitten vermoedelijk over hun hele lichaam verspreid (Wigglesworth, 1941).

2.3.3 Ademhaling en bloedvatenstelsel

Luizen halen adem door middel van met lucht gevulde adembuizen (tracheeën) die zich uitstrekken door het gehele lichaam, de kop, de thorax en het abdomen. Het abdomen en de thorax zijn voorzien van openingen (*stigmata*) waarmee het tracheeënstelsel met de buitenlucht in verbinding staat, één paar stigmata zowel aan de linker als aan de rechterkant van ieder segment. De stigmata zijn aangesloten op een grote trachee die als een C (met de opening naar de kop gericht) door het abdomen en de thorax loopt. Vanaf deze grote trachee lopen steeds fijner wordende vertakkingen rondom en in alle organen en weefsels om deze van zuurstof te kunnen voorzien en CO₂ en water af te voeren (Landois, 1864: in Piotrowski, 1992).

De binnenwand van de stigmata is rijkelijk voorzien van haren die stof uit de ingeademde lucht wegvangen. De stigmata kunnen worden gesloten met behulp van een kringspier; ze openen zich door de elasticiteit van hun wand die wordt veroorzaakt door een chitinespiraal (Landois, 1865: in Piotrowski, 1992; Buxton, 1947). De luizen sluiten de stigmata om vochtverlies tegen te

gaan en stof te beletten het tracheeënstelsel binnen te komen (Buxton, 1947).



Figuur 5. Het bloedvatenselsel van *Pediculus humanus* met aorta (1) en hart (2) (Müller, 1915)

Het bloedvatenselsel van luizen bestaat uit een hart en een grote lichaamsslagader (*aorta*). Vanuit het eivormige, in het abdomen gelegen hart loopt de aorta in de lengterichting door het lichaam, waar hij open eindigt in de kop (Piotrowski, 1992). Het hart klopt met 30-32 slagen per minuut. Het door de aorta naar voren gestuwde kleurloze bloed stroomt in de kop het lichaam binnen. Door het lichaam stroomt het vervolgens weer terug naar het hart (Müller, 1915).

2.3.4 Spijsvertering en dieet

Wanneer een luis met zijn stilettenbundel een bloedvat heeft gevonden kan hij binnen enkele minuten 0,5 tot 1 mg bloed opzuigen, een hoeveelheid gelijk aan zijn lichaamsgewicht (Galli-Valerio, 1916). Als de maag met bloed gevuld is zijn er door de lichaamswand heen rode strepen op de maagwand te zien (Buxton, 1947). Vanuit de maag komt het bloed via de dunne darm in de dikke darm. De wand van de dikke darm is voorzien van tracheeën waarmee water aan de inhoud van de darm wordt onttrokken (Wigglesworth, 1932; Buxton, 1947). De uitwerpselen van luizen zijn dan ook droog. De gemakkelijk aan de buitenkant waar te nemen peristaltische

bewegingen van de darmen zorgen er voor dat de inhoud van de darmen goed wordt gemengd. Zo worden de enzymen voor de afbraak van het voedsel verspreid en kan de vertering zo goed mogelijk plaatsvinden. (Piotrowski, 1992). Desondanks is de vertering niet volledig en zitten er nog voedingsstoffen in de uitwerpselen (Wigglesworth, 1943). Bij kamertemperatuur kunnen luizen 2 tot 3 dagen overleven zonder bloed (Nuttall, 1917).

Luizen zijn beter tegen honger bestand bij lage dan bij hoge temperaturen (Galli-Valerio, 1916). Het aantal dagen dat luizen kunnen overleven zonder voedsel neemt toe bij lagere temperatuur. Bij 37° C kan een luis een dag zonder voedsel, bij 25° C tot 30° C twee dagen, bij 10° C tot 20° C zeven dagen en bij 6° C negen tot 10 dagen (Hase, 1915).

Het dieet van hoofdluizen is zeer eenzijdig van samenstelling, het opgezogen bloed bevat nauwelijks vitaminen. Hoofdluizen beschikken dan ook over bacteriën die met hen in symbiose leven en voor de onmisbare vitaminen uit het B-complex zorgen (Aschner & Ries, 1932; Puchta, 1955; Ehrhardt, 1968; Askew, 1971).

3 RISICOFACTOREN

3.1 Schoolkinderen en leeftijd

Gegevens over de aanwezigheid, verspreiding en frequentie van hoofdluisbesmetting zijn voornamelijk gebaseerd op resultaten van onderzoek op scholen, omdat schoolkinderen tot de meest getroffen groep behoren. Besmetting komt vooral voor bij kinderen in de leeftijd van 5 tot 19 jaar (Buxton, 1947; Blommers *et al.*, 1978 ; Suleman & Jabeen, 1989).

Volgens een aantal auteurs wordt hoofdluisbesmetting in het algemeen meer bij jongere dan bij oudere kinderen aangetroffen. Van 2287 schoolkinderen van 6 scholen in Peshawar (Pakistan) had 57% van de jongens en 62% van de meisjes van 8 jaar oud hoofdluizen. Van de jongens van 14 jaar was maar 20% en van de meisjes van 16 jaar maar 31% besmet (Suleman & Fatima, 1988). Sinniah en medewerkers (1981) vonden bij 6691 basisschoolleerlingen in Maleisië dat pediculosis het meest voorkwam bij de 7-jarigen (13,2%). Boven deze leeftijd nam de besmetting geleidelijk af tot 8,4% bij de 12-jarigen. Afwijkingen van deze trend komen echter ook voor. Zo vonden dezelfde auteurs (Sinniah *et al.*, 1983) onder 4112 schoolkinderen van 7 tot 12 jaar, ook in Maleisië, het hoogste aantal infecties bij 10-jarigen (20,6%), terwijl bij zowel 7-jarigen als 12-jarigen de infectiegraad lager was (respectievelijk 6,9% en 8,2%).

In Nederland hebben de Gemeenschappelijke Gezondheidsdiensten (GGD) in 1993/1994 een landelijk onderzoek uitgevoerd waaruit bleek dat het aantal hoofdluisbesmettingen afnam van 2,1% bij 4- tot 9-jarigen tot 0,8% bij 10- tot 12-jarigen en 0,7% bij 13- tot 17-jarigen (Brugman *et al.*, 1995). Er zijn echter ook in Nederland gevallen bekend waarbij bij jongere kinderen minder vaak hoofdluizen worden aangetroffen dan bij oudere. In Almelo vonden Kuiper & Nijhuis (1976) dat van 1203 schoolkinderen slechts 5% van de 6-jarigen was besmet tegen 20% van de kinderen van 13 jaar en ouder.

Price & Benitez (1989) vonden een relatie tussen de aanwezigheid van hoofdluis en de wijze waarop kinderen naar school werden vervoerd. Het reizen met bussen en treinen waarin zich stoelen met hoofdkussens bevonden verhoogde de kans op besmetting. Ook het dicht opeenstaan van de kinderen rond tafels en het klassikaal gebruik van koptelefoons droegen bij tot een verhoogde kans op besmetting.

Verder is gevonden dat op scholen waar kinderen kastjes of kluisjes deelden om iets in op te bergen gemakkelijk overdracht van hoofdluizen plaatsvond. Als een van die kinderen hoofdluis had, bleken de andere kinderen na 2 of 3

dagen ook besmet te zijn (Hopper, 1971).

Volgens Blommers *et al.* (1978) en Bannenbergh & Emans (1995) vindt verspreiding van luizen vooral plaats via de kledingstukken die in de garderobes op scholen hangen doordat de afstand tussen de kleeerhangers vaak klein is. Verspreiding wordt ook veroorzaakt door het opzetten van dezelfde muts of hoed, het slapen in één bed, het gebruik van dezelfde kammen, borstels, badhanddoeken (Van Lith, 1922) en van speelgoedbeesten (MMP, 1998).

3.2 Geslacht en haarlengte

Meisjes zijn vaker met hoofdluis besmet dan jongens. Dit kwam o.a. naar voren uit onderzoek bij Maleisische schoolkinderen in de leeftijd van 6 tot 12 jaar: 11,2% van de meisjes en 4,1% van de jongens bleek pediculosis te hebben (Sinniah *et al.*, 1981). Later onderzoek onder dezelfde leeftijdscategorie leverde opnieuw op dat meisjes (16,6%) vaker dan jongens (5,5%) waren besmet (Sinniah *et al.*, 1983). Dit verschil werd waarschijnlijk veroorzaakt doordat een aantal van de meisjes lang haar had, want werden meisjes en jongens met kort haar met elkaar vergeleken dan bleek er geen significant verschil te zijn (meisjes 6,9% en jongens 5,9%). Dezelfde onderzoekers (Sinniah *et al.*, 1983) keken ook meer in detail en onderzochten kinderen met kort haar (boven de kraag en het oor), met halflang haar (tot de schouder) en met lang haar (onder de schouder). Hierbij werd ook rekening gehouden met de leeftijd van de kinderen. Aangezien alle jongens kort haar hadden werden alleen de meisjes betrokken bij het onderzoek. Het bleek dat de besmettingsgraad van de drie groepen significant toenam met de lengte van het haar. In percentages: van de kortharige kinderen was 6,9%, van de halflangharige 17,6% en van de langharige 37,0% besmet met hoofdluis.

Ook uit Nederlands onderzoek is duidelijk geworden dat besmetting met hoofdluis in sterke mate afhangt van de lengte van het haar. De Kuiper en Nijhuis (1976) verdeelden kinderen in vier groepen: kinderen met kort, met halflang, met lang en met zeer lang haar. Van de kortharige kinderen had 5,6% hoofdluis, van de halflangharige 7,5%, van de langharige 10,8% en van de zeer langharige 8,5%. Voor het lagere percentage bij de zeer langharigen leverden deze onderzoekers geen duidelijke verklaring.

Nuttall (1917) veronderstelde dat luizen eerder kans hebben over te stappen op lang loshangend haar dan op kort haar (zie ook 2.3.1.2). Bovendien zijn

volgens Blommers *et al.* (1978) in lang haar de omstandigheden (temperatuur, luchtvochtigheid en lichtintensiteit) beter voor de luizen dan in kort haar waar ze “onrustiger” zijn en meer de neiging en gelegenheid hebben zich te

verspreiden. Lang haar zou de voortplanting van de luizen (veel neten) en kort haar hun verspreiding bevorderen.

Het verschil in haarlengte is niet altijd de oorzaak van het verschil in besmettingsgraad tussen jongens en meisjes. Ook het feit dat meisjes onderling meer fysieke contacten hebben dan jongens (Blommers *et al.*, 1978) en dat zij vaker knuffelen met jongere kinderen in de familie verhoogt hun kans op infectie (Suleman & Fatima, 1988).

3.3 "Crowding"

“Samenhokken van mensen” wordt al van oudsher als een oorzaak genoemd van besmetting met hoofdluis (Van Lith, 1922). Voor zover bekend is in Nederland nooit onderzoek gedaan naar de relatie tussen de verspreiding van hoofdluis en het aantal mensen dat ergens samen verblijft.

Uit buitenlands onderzoek is echter gebleken dat hoe dichter mensen op elkaar leven (“crowding”) hoe groter de kans is op transmissie van en besmetting met hoofdluis.

Een Maleisisch onderzoek toonde aan dat van de personen die alleen in een slaapkamer sliepen 5,4% besmet was. Sliepen de mensen met zijn tweeën in een slaapkamer dan was 10,2% besmet, met zijn drieën 22,7% en met zijn vieren 24,3% (Sinniah *et al.*, 1983).

Ook in Pakistan werd tussen besmetting en crowding een verband gevonden (Suleman & Fatima, 1988). Waar mensen met gemiddeld 1,5 persoon in een kamer verbleven was de infectiegraad 36% en bij gemiddeld 4,6 personen per kamer was deze 59%.

Deze resultaten verklaren ook de waarneming dat naarmate een gezin groter is de kans op besmetting met hoofdluis toeneemt (Petrelli *et al.*, 1980; Sinniah *et al.*, 1983; Suleman & Jabeen, 1989; Price & Benitez, 1989; Ebomoyi, 1994).

Suleman & Fatima (1988) vonden merkwaardigerwijs geen relatie tussen het voorkomen van pediculosis en het aantal kinderen in een klas.

3.4 Seizoenen

Uit de weinige onderzoeken die hiernaar zijn gedaan rijst het vermoeden dat er een relatie bestaat tussen het voorkomen van hoofdluis en de seizoenen. Scholen worden in het bijzonder in het derde kwartaal van het jaar, na de zomervakantie, met hoofdluis geconfronteerd. Een landelijk onderzoek in de negentiger jaren wees uit dat het aantal besmettingen het hoogst was in het najaar en afnam in de loop van het schooljaar (Brugman *et al.*, 1995). Uit onderzoek onder Israëliëse soldaten in de jaren 1977 tot 1987 bleek dat er jaarlijks twee pieken voorkwamen: een hoge aan het einde van de zomer (augustus) en een kleinere in de herfst (oktober) (Gillis *et al.*, 1990). Verder is uit Argentijnse onderzoek aan 552 kinderen van 0 tot 16 jaar gebleken dat hoofdluisinfecties het meest voorkwamen in augustus (56%) en het minst in februari (12%) (Castro *et al.*, 1994).

3.5 Overige risicofactoren

Sinniah *et al.* (1983), Wegner *et al.* (1994) en Ebomoyi (1994) stelden een relatie vast tussen pediculosis en slechte persoonlijke hygiëne. Volgens anderen houdt de besmettingskans geen verband met de lichaamshygiëne, maar leidt een goede lichaamshygiëne tot een tijdige diagnose waardoor de besmetting beter is te behandelen (Bio-Bulletin, 1977; Blommers *et al.*, 1978).

Uit een onderzoek in Nederland tijdens het schooljaar 1992/1993 bleek dat er geografische verschillen zijn in de mate waarin hoofdluis voorkomt. Het aantal hoofdluisbesmettingen in de regio Noord-Oost (provincies Groningen, Friesland, Drenthe en Overijssel) was in 1992/1993 hoger dan in de regio Noord-West (provincie Noord-Holland). Tezelfdertijd werden geen verschillen in hoofdluisbesmetting gevonden bij kinderen van hoog en laag opgeleide ouders (Brugman *et al.*, 1995).

Gebrek aan informatie en het niet consequent volhouden van een overeengekomen luizenbestrijdingsbeleid vormen de belangrijkste knelpunten bij de controle en preventie van hoofdluis (Kuiper & Nijhuis, 1976; Bannenberg & Emans, 1995; Chouela *et al.*, 1997; Paredes *et al.*, 1997).

4 BESTRIJDING

4.1 Luizenkammen

Uit archeologische opgravingen in de Judea- en Negevwoestijn (Israël) is duidelijk geworden dat hoofdluizen al ver voor onze jaartelling actief werden bestreden door de levende luizen en neten uit het haar te verwijderen met speciale dubbele kammen. Deze kammen waren bijna alle van palmhout gemaakt. Aan de ene kant waren ze grof getand (3 tot 5 tanden per cm), aan de andere kant stonden dunnere tanden (5 tot 15 per cm). Op 12 van de 24 tot nu toe gevonden kammen zijn luizen en eieren aangetroffen (Mumcuoglu & Zias, 1988).

Ook nu nog worden luizenkammen gebruikt. Hoewel niet iedereen het hierover eens is (Roberts *et al.*, 2000) wordt toch vrij algemeen aangenomen dat hoofdluizen effectief kunnen worden bestreden door de haren dagelijks te kammen met een luizenkam (Van Lith, 1922; De Boer & Van der Geest, 1985; Bannenberg & Emans, 1995). Deze methode vraagt wel veel tijd, geduld en energie, maar door het kammen kunnen volwassen luizen binnen twee dagen geheel uit het haar worden verwijderd. Om ook de larven te verwijderen die alsnog uit neten komen moet het kammen echter minstens 2 weken worden volgehouden (Garfinkel, 1997). Kammen het haar uit boven een wit oppervlak, zoals een vel papier of een wasbak, dan zijn de verwijderde luizen goed te zien. DeFelice *et al.* (1989) en Parish *et al.* (1989) vonden dat ook neten met de luizenkam kunnen worden verwijderd als het haar eerst wordt behandeld met mierenzuur. Dit zuur zou de kit waarmee de neten aan het haar vastzitten, oplossen; 93% van de neten kon worden verwijderd als het haar vijf minuten lang werd gekamd nadat het was behandeld met een crèmespoeling met 8% mierenzuur. In plaats van mierenzuur zou ook verdunde azijn kunnen worden gebruikt (Infectieziekten Bulletin, 1997). Hoornweg *et al.* (1975) vonden echter weer niet dat azijn de neten van de haren losmaakte, net zomin als olijfolie en andere huishoudelijke middeltjes dat deden.

Er zijn momenteel meerdere typen van kammen te verkrijgen.

De **stofkam** is een van plastic gemaakte kam die voor enkele euro's bij drogist of apotheek te koop is. Deze kam heeft aan weerskanten korte, dicht op elkaar staande tanden. Met de stofkam kan men zichzelf kammen. Alleen de larven en volwassen luizen kunnen met deze kam worden verwijderd, niet de neten. Omdat de luizen dichtbij of op de hoofdhuid zitten moet langs de

hoofdhuid worden gekamd. Een lichte hoofdluisbesmetting is met gebruik van alleen een stofkam in ca. 2 weken te overwinnen.

De **Nisska-kam** is een stalen kam waarvan de tanden zeer dicht op elkaar staan. De kam verwijdert zowel luizen, larven als neten uit het haar. Eerst wordt met een gewone kam het droge, niet voorbehandelde haar gekamd en in vieren verdeeld. Daarna wordt ieder deel systematisch bewerkt met de Nisska-kam; geen haar mag worden overgeslagen. Het is belangrijk dit werk door geoefende personen te laten doen. Omdat de tanden bijna tegen elkaar aan staan wordt het haar eigenlijk niet gekamd maar afgestroopt, waardoor de neten van het haar worden afgeschoven of verpletterd (Van Lith, 1922).

Luizen die vlak op de hoofdhuid zitten, worden verwijderd door de kam even in heet water te houden en vervolgens de warme kam over de hoofdhuid te halen. Het is bekend dat luizen actiever worden bij hogere temperaturen. Ze verlaten dan de hoofdhuid en klimmen in de haren (Nuttall, 1917; Van Lith, 1922).

In de Verenigde Staten heeft de National Pediculosis Association de zogenaamde **LiceMeister Comb** op de markt gebracht. De National Pediculosis Association is een niet-commerciële organisatie die tot doel heeft kinderen die hoofdluis hebben te beschermen tegen onnodige blootstelling aan chemische middelen. De organisatie stimuleert daartoe het gebruik van veilige traditionele controlemethodes, geeft voorlichting over de wijze waarop men luizen en neten kan verwijderen en doet onderzoek. De LiceMeister Comb bezit roestvrijstalen lange, spitstoelopende tanden waardoor het kammen relatief gemakkelijk gaat en men niet aan het haar hoeft te trekken of haren hoeft te breken (Newton, Pray & Popovich, 1999).

In Nederland is enige jaren geleden een **elektrische luizenkam** op de markt gebracht waarmee in vijf minuten zowel de luizen, de larven als de neten uit het haar zouden zijn te verwijderen. Dit wordt bereikt doordat twee kammen in tegengestelde richting meer dan tweehonderd bewegingen per seconde maken (NRC, 2000). In Israël is de zogenaamde Robi-comb ontwikkeld, een elektrische kam die inmiddels ook in Engeland, Duitsland, Frankrijk en de Verenigde Staten wordt gebruikt (O'Brien, 1998).

De laatste jaren wordt op een aantal scholen de zogenaamde “natkammethode” toegepast, waarbij volgens zeggen meer luizen en neten uit het haar worden verwijderd dan wanneer alleen het droge haar wordt gekamd. Het haar wordt eerst natgemaakt en daarna systematisch met een luizenkam bewerkt. Vervolgens wordt het haar uitgespoeld en nog eens met een gewone kam behandeld (NTG, 1999; Pray, 1999; De Maeseneer *et al.*, 2001). Waardoor deze methode beter werkt is niet helemaal duidelijk. De opgedane ervaringen zijn echter zo veelbelovend dat de natkammethode nu gedurende twee jaar op drie Gentse scholen wordt getest. Als de resultaten goed blijven is het de bedoeling dat alle Belgische kinderen in de toekomst jaarlijks op deze manier worden gescreend (De Maeseneer *et al.*, 2001).

4.2 Warmte- en koudebehandeling

Ontsmetting van kleren met hete lucht werd al voor 1881 algemeen toegepast (Van Lith, 1922). Luizen en neten werden verondersteld al na 1 minuut te sterven bij blootstelling aan droge lucht van 70° C. Nuttall (1917) had reeds waargenomen dat hoofdluizen de hoofdhuid verlaten en in de haren klimmen als deze worden gekamd met een warme kam. Verder vond hij dat alle stadia van de aan hoofdluizen nauw verwante kleeerluizen bij 65° C na 1 minuut dood waren. Bij ca. 50° C gebeurde dat na 30 minuten. Proeven in Japan met warme lucht uit een haardroger wezen zelfs uit dat volwassen kleeerluizen een 5 minuten durende behandeling met lucht van 50° C niet overleven. De neten overleefden een 90 seconden durende behandeling met lucht van 55° C niet (Hiraoka *et al.*, 1995; Kobayashi *et al.*, 1995). Dit doet vermoeden dat het mogelijk is ook hoofdluizen met behulp van hoge temperaturen (haardroogkap) uit het haar te verwijderen. Om te voorkomen dat de luizen ontsnappen (bij kamertemperatuur kunnen ze in 20 seconden al meer dan 13 cm afleggen!) moet wel het hele hoofd tijdens de behandeling worden afgedekt.

Kleren, beddengoed, knuffels en speelgoed waarmee besmette kinderen mogelijk in aanraking zijn geweest, moeten worden gewassen bij tenminste 60° C. Soms is het niet mogelijk al deze voorwerpen in de wasmachine te stoppen. In dat geval kan men de spullen tenminste een week lang in een afgesloten plastic zak opbergen. Men kan bij koud weer de zak ook enige dagen buiten hangen (Bannenbergh & Emans, 1995). Eén dag vorst van -10° C tot -15° C is voldoende om neten, larven en volwassen luizen te doden (MMP, 1998).

4.3 Chemische bestrijding

Aanvankelijk was DDT het meest gebruikte bestrijdingsmiddel tegen hoofdluisbesmetting. DDT (dichloor-diphenyl-trichlorethaan) is een gechloreerd koolwaterstof, gesynthetiseerd in 1938 bij de Geigy Company in Zwitserland door Dr. Paul Müller (Romoser & Stoffolano, 1994). DDT kwam in 1942 op de markt en werd in poedervorm (10% DDT) op het hoofd aangebracht (Buxton, 1947). Omdat het middel echter alleen de luizen en niet de neten doodde moest de behandeling meerdere keren worden herhaald. Het werd echter al gauw duidelijk dat het voor een schoolartsdienst onuitvoerbaar was iedere 6 à 10 dagen een verpleegkundige naar een school te sturen om alle besmette schoolkinderen te poederen. Bovendien kregen meerdere verpleegkundigen last van hun slijmvliezen in neus en keel (Van Everdingen, 1950). Verder bleken zowel de moeders als de kinderen het poeder vaak uit het haar te borstelen omdat dit door het poeder zijn glans verloor. Hoewel volgens Buxton (1947) het zeer persistente DDT onschadelijk zou zijn voor de gezondheid van de mens, bleek later dat DDT wel degelijk gevaarlijk is. Het middel hoopt zich op in lichaamsvet en kan zo leiden tot chronische vergiftiging. Sinds 1972 is DDT voor huishoudelijk gebruik wettelijk verboden (Gosselin *et al.*, 1984).

Als vervanger voor DDT werd Nourycid (een middel op basis van lindaan) aangeprezen, geproduceerd door N.V. Nourypharma. Lindaan (γ -hexachloor-cyclohexaan) is ook een gechloreerd koolwaterstof. De werking als insecticide werd in Engeland in 1942 vastgesteld (Surber & Rufli, 1995). Nadelen van deze stof waren dat het onaangenaam rook en dat het in poedervorm werd toegepast en daardoor, net als DDT, gemakkelijk uit het haar kon worden geborsteld. Door toevoeging van eau de cologne werd Nourycid vloeibaar en acceptabel gemaakt. Eén behandeling was bovendien voldoende om alle luizen en neten te doden (Van Everdingen, 1950). Zo werd “Nourywater” in de zeventiger jaren het meest gebruikte bestrijdingsmiddel tegen hoofdluisbesmetting. De omzet verdubbelde in de periode 1971-1974 door een opmerkelijke toename van het aantal Nederlanders met hoofdluis. De luizen werden echter in toenemende mate resistent tegen lindaan en halverwege de 70-er jaren overleefden ze in 30% van de behandelingen. Reikhalzend werd dan ook uitgezien naar toestemming van het Ministerie van Volksgezondheid voor het op de markt brengen van middelen op basis van malathion, een organische fosforverbinding (Bio-Bulletin, 1977). Sinds 1977 is Prioderm

beschikbaar, dat als haarwater 0.5% malathion bevat (Blommers *et al.*, 1978). Nog weer later kwamen de pyrethroïden en pyrethrinen op de markt. De laatste twee stoffen zijn chemisch gelijk. Pyrethroïden worden echter synthetisch bereid, terwijl pyrethrinen natuurlijke extracten van planten (*Pyrethrum cinerariaefolium* en andere soorten) zijn (Worthin & Walker, 1987).

De tegenwoordig gebruikte luizendodende chemicaliën zijn verwerkt in lotions, in shampoos of in sprays (zie ook tabel 1). In Nederland werden in de jaren negentig jaarlijks twee miljoen verpakkingen met middelen tegen hoofdluis verkocht voor een totaal bedrag van 11,7 miljoen Euro. De verkoop was het hoogst in de maanden september, oktober, november (Bannenbergh & Emans, 1995). In Glasgow verkochten 48 ondervraagde apothekers maandelijks gemiddeld 5 tot 10 flesjes insecticiden tegen hoofdluis. In 1991 werden er zelfs zo'n 19.000 tot 36.000 flesjes verkocht. Ook hier vertoonde de verkoop een piek in de herfst, dus in de periode na de zomervakantie. Middelen op basis van malathion bleken het meest te worden verkocht (Lindsay & Peock, 1993). Veel onderzoek is hier verder niet naar gedaan en recentere cijfers ontbreken.

Om een goed resultaat te krijgen moeten alle bestrijdingsmiddelen tegen hoofdluizen enige tijd op het haar inwerken. Bij de lotions wordt soms aanbevolen het haar voor het gebruik te wassen. Na iedere behandeling dient het haar goed te worden uitgespoeld en daarna met een luizenkam grondig gekamd om de dode luizen en neten te verwijderen. Geen van de middelen slaagt er echter in alle neten te doden (Maunder, 1991). Dagelijks kammen moet daarom nog minstens 2 weken worden voortgezet om de alsnog uitkomende larven te vangen (Garfinkel, 1997).

In praktisch alle Nederlandse drogisten en apotheken zijn de volgende bestrijdingsmiddelen tegen hoofdluis te koop.

Merknaam	Werkzame stof	Inwerktijd
Loxazol lotion	Permethrine 10 mg/g	10 minuten
Noury hoofdlotion	Malathion 5 mg/g	12 uur
Para speciaal spray	Bioalletrine/piperonylbutoxide	30 minuten
Prioderm lotion	Malathion 5 mg/ml	12 uur
Prioderm shampoo	Malathion 10 mg/g	4 – 5 minuten (direct 1 x herhalen)
Prioderm crème	Malathion 10 mg/g	4 – 5 minuten (direct 1 x herhalen)

Tabel 1. Overzicht van de meest gebruikte bestrijdingsmiddelen tegen

hoofdluis met de inwerktijden zoals vermeld op de bijsluiters

Het is verstandig de middelen twee keer te gebruiken, ook al staat in de bijsluiter vermeld dat één keer behandelen voldoende is (GGD, 2001). Het haar dient tijdens en na de behandeling (als het haar nog vochtig is) niet met een handdoek te worden afgedekt om opname van de werkzame stof in de handdoek te voorkomen. Omdat chloor malathion inactieveert, wordt geadviseerd om na gebruik van antihoofdluismiddelen die malathion bevatten gedurende één week niet te zwemmen in chloorhoudend water (Bijl, 2002).

In voorlichtingsmateriaal wordt aanbevolen alle volwassenen en kinderen die in de onmiddellijke nabijheid van iemand met hoofdluisbesmetting verkeren, gelijktijdig te behandelen met een chemisch middel tegen hoofdluis (Farmaceutisch Kompas, 1986; GGD, 2001). Gezien de mogelijke schadelijke effecten van deze insecticiden op de gezondheid is preventief behandelen echter niet aan te raden (zie ook 4.3.2). Preventief behandelen vergroot bovendien de kans dat hoofdluizen resistent worden tegen de gebruikte middelen (zie ook 4.3.1). Ook zouden alle mogelijk besmette kleding, knuffeldieren, haarkammen en borstels, hoofdkussens, stoelleuning en autobekleding grondig moeten worden gereinigd. Het is echter nooit bewezen of dat echt nodig is om verdere transmissie te voorkomen, de effecten zullen waarschijnlijk verwaarloosbaar klein zijn (Donaldson, 1979; Maunder, 1983).

4.3.1 Resistentie

Het komt vaak voor dat kinderen meerdere malen voor pediculosis worden behandeld. Redenen hiervoor zijn a) contacten met andere kinderen, b) een niet toereikende behandeling, meestal omdat de eitjes niet allemaal worden verwijderd, of c) een onsuccesvolle behandeling als gevolg van resistentie tegen een bepaald insecticide (Lane & Crosskey, 1993).

Resistentie ontstaat als volgt. Wanneer hoofdluizen worden blootgesteld aan een giftige stof kan het gebeuren dat een aantal individuen dit overleeft doordat ze een erfelijke eigenschap bezitten die maakt dat ze niet vatbaar zijn voor het gif. Ze kunnen bijvoorbeeld bepaalde stoffen produceren waarmee ze het gif kunnen afbreken, of ze kunnen een huid hebben die het gif niet doorlaat. Omdat alleen individuen met deze eigenschappen overleven, zal de volgende generatie een hoger percentage resistente

individuen bevatten. Als nu iedere volgende generatie aan de giftige stof wordt blootgesteld, zullen tenslotte alle luizen hiertegen resistent zijn. Als de luizen resistent zijn geworden tegen een bepaald insecticide bestaat er een grote kans dat ze ook resistent worden tegen nauw verwante middelen, m.a.w. er is kruisresistentie opgetreden (Maunder, 1991). Het risico dat luizen resistent worden tegen bepaalde middelen wordt verhoogd als deze middelen preventief worden gebruikt. Een ander risico is het gebruik van shampoos, omdat dan de kans bestaat dat de luizen worden blootgesteld aan sub-letale dosissen. Door de kortere contacttijd zouden shampoos minder goed werken dan lotions (Maunder, 1991; Lindsay & Peock, 1993).

Tot nu toe is niet aangetoond dat hoofdluizen in Nederland resistent zijn geworden tegen malathion en pyrethroïden. Wel is bewezen dat bij gebruik van een middel op basis van pyrethrum, zoals Crinopex-N, er een significant hogere kans is dat een hoofdfluisbehandeling mislukt dan bij het gebruik van Loxazol, een permethrine bevattend middel, of van Prioderm, dat malathion bevat (Metsaars, 1998). Crinopex staat in Nederland inmiddels niet meer geregistreerd als hoofdfluisbestrijdingsmiddel (LCI/LCR, 2001).

4.3.2 Gezondheidsrisico's

Alle chemische bestrijdingsmiddelen tegen luizen bevatten voor de mens schadelijke stoffen. Doordat insecticiden tegen pediculosis op de haren en de huid van hoofd en nek worden aangebracht, worden deze stoffen in de eerste plaats via de huid opgenomen in het lichaam. In het algemeen is onze huid niet bijzonder doorlatend voor stoffen, maar lipofiele (in vet oplosbare) verbindingen kunnen de huid passeren via diffusie en alle bestrijdingsmiddelen tegen hoofdfluis zijn in meerdere of mindere mate lipofiel. Naarmate de stoffen lipofieler zijn verloopt de opname sneller. Daarnaast wordt de opnamesnelheid bepaald door de mate van doorbloeding van de huid. Op sommige plaatsen op het hoofd, zoals achter de oren, is de huid bijzonder goed doorbloed en vindt opname snel plaats. Beschadiging van de huid leidt eveneens tot een versnelde opname (Copius Peereboom, 1994). Het is ook mogelijk dat opname van insecticiden via de mond en de neus plaatsvindt. Voorzichtigheid is derhalve geboden als kussens en matrassen zijn behandeld met insecticide, doordat de kans bestaat dat via inademing schadelijke

stoffen het lichaam binnendringen (Newton *et al.*, 1999). Het is dus belangrijk de aanwijzingen voor gebruik nauwkeurig te volgen. In bijlage 1 wordt van vaste, vloeibare en gasvormige middelen de mate van toxiciteit gegeven.

Over de opname van malathion via de huid is een en ander bekend geworden door een onderzoek uitgevoerd in Engeland (NTG, 1997). Nadat de hoofdharen van 4 volwassenen en 5 kinderen eenmalig waren behandeld met een dosis malathion, werd het malathiongehalte in de urine van deze personen bepaald. De concentratie aan malathion in de urine bleek 5 tot 10 keer hoger te zijn dan die bij mensen die in de landbouw met dit insecticide werkten. Liet men vervolgens, overeenkomstig het voorschrift, een enkele dosis 12 uur intrekken, dan bleek de concentratie aan malathion in de urine 5 keer hoger te zijn dan voor landarbeiders was toegestaan. Verder kreeg een jongetje dat wegens herhaalde hoofdluisinfecties enige maanden was behandeld met een malathionbevattend middel verschijnselen die op griep leken en bleek hij vervolgens te lijden aan een ernstige zenuwaandoening. Hoewel een verband met de malathionbehandeling niet met zekerheid kon worden vastgesteld, was dit wel erg waarschijnlijk. Naar aanleiding van deze voorbeelden in Engeland werden in Nederland vragen gesteld in de Tweede Kamer. De minister van Volksgezondheid antwoordde dat na een volledige behandeling met een middel op basis van malathion medisch advies voor verdere behandeling diende te worden gevraagd als opnieuw infectie met hoofdluis zou optreden (Pharmaceutisch Weekblad, 1998). Het is echter niet bekend in hoeverre huisartsen in Nederland betrokken zijn bij de behandeling van hoofdluis. In de Verenigde Staten van Amerika blijken de meeste huisartsen hoofdluisbesmetting niet serieus te nemen en ontberen zij specifieke kennis van hoofdluisbestrijding. Ook zouden artsen onvoldoende op de hoogte zijn van de potentieel schadelijke effecten van (chronisch) gebruik van insecticiden (Parker, 1997).

4.3.2.1 Kinderen

Hoofdluisbesmetting komt het meest voor bij schoolkinderen die dan ook frequent met insecticiden worden behandeld. De toelatingseisen van pesticiden zijn gebaseerd op onderzoek bij volwassen proefdieren waarvan de resultaten worden geëxtrapoleerd naar de mens. Kinderen hebben echter een aantal eigenschappen

waardoor ze verhoudingsgewijs meer schadelijke stoffen opnemen of er gevoeliger voor zijn dan volwassen mensen. De stofwisseling van kinderen verloopt sneller en zij zijn minder gemakkelijk in staat giftige stoffen af te breken en uit te scheiden dan volwassenen. In het algemeen zijn de risico's omgekeerd evenredig met de grootte en de leeftijd van het kind. Ongeborenen en pasgeboren kinderen zijn het meest kwetsbaar. Met die eigenschappen wordt te weinig rekening gehouden, ook bij de bestrijding van hoofdluis. Het gebrek aan informatie over de gezondheidseffecten van vele chemicaliën kan ernstige implicaties hebben voor deze meest gevoelige leeftijdsgroepen. Het verband tussen de aanwezigheid van chemische stoffen in het milieu en de ontwikkeling van kinderen is een betrekkelijk nieuw onderwerp in het wetenschappelijk onderzoek. Pas in de laatste 20 jaar is er meer inzicht gekomen in de effecten van insecticiden op het zenuwstelsel (NRC, 1993; Schettler *et al.*, 2000).

Verondersteld wordt dat een eenmalige behandeling met een middel tegen hoofdluis bij kinderen weinig kwaad kan. Herhaalde behandelingen zouden echter moeten worden vermeden (NTG, 1997), omdat de werkzame stoffen een cumulatief effect kunnen hebben (Martindale, 1996). Vermoed wordt dat kinderen toch vaak meerdere keren worden behandeld. Uit een onderzoek onder leerlingen van 14 basisscholen in Ede bleek dat 27% procent van de kinderen ooit hoofdluis had gehad, waarvan 18,2% één of meerdere keren per jaar besmet was geweest (Metsaars *et al.*, 2000). Op sommige scholen is hoofdluis eerder endemisch dan epidemisch, wat inhoudt dat een aantal kinderen tijdens hun schooltijd wel 20 tot 30 keer besmet kunnen raken (Bannenbergh & Emans, 1995). Hierdoor is de kans groot dat middelen die voor eenmalig gebruik zijn bedoeld in de praktijk meestal meerdere keren en vaak preventief worden toegepast. Deze praktijken worden in de hand gewerkt doordat ze zonder recept te koop zijn bij apotheken en drogisten (NTG, 1997; Pharmaceutisch Weekblad, 1998). In feite weet niemand precies hoe vaak kinderen met deze insecticiden worden behandeld, of de behandelingen op de juiste manier worden uitgevoerd, of deze aan de verwachtingen voldoen en of er bijverschijnselen optreden (Ibarra, 1994).

4.4 Overige bestrijdingsmiddelen

Na behandeling van een hoofdluisbesmetting kan een luizenafschrikkend middel (*repellent*) worden gebruikt wanneer nog niet bekend is wat de infectiebron is. Hierdoor kan worden voorkomen dat opnieuw infectie optreedt (Burgess, 1993). Repellents zijn vooral nuttig wanneer hoofdluisinfecties niet op grote schaal voorkomen (Maunder, 1991). Deze stoffen moeten gemakkelijk op het haar aan te brengen zijn, ze moeten cosmetisch acceptabel zijn, geen geur hebben of lekker ruiken, ze mogen niet toxisch zijn, niet irriteren en ze moeten lang werken. In het verleden werd wel lavendelolie gebruikt om kinderen te beschermen tegen hoofdluisinfecties (Mumcuoglu *et al.*, 1996). Uit laboratoriumproeven is gebleken dat hoofdluisen haren die met piperonal (zie bijlage) waren behandeld vermijden (Burgess, 1993). Mumcuoglu *et al.* (1996) ontdekten dat kleerluizen werden afgestoten door lapjes stof die doordrenkt waren met citronellaolie, rozemarijnolie of N,N-diethyltoluamide (DEET). In het algemeen wordt aangenomen dat deze stoffen veilig en effectief zijn. Er is echter voorzichtigheid geboden! Zo is bekend dat hoge concentraties DEET bij jonge kinderen schade aan het zenuwstelsel kunnen toebrengen (Edwards & Johnson, 1987).

Sommige auteurs melden dat het gebruik van antibiotica hoofdluisinfecties doet verdwijnen; met name co-trimoxazol schijnt goede resultaten op te leveren (Maunder, 1983; Janniger & Kuflik, 1993). Verondersteld wordt dat de antibiotica de bacteriën doden die in symbiose met de hoofdluis leven en die voor de nodige vitaminen van het B-complex zorgen (zie ook 2.3.4). De luis krijgt de antibiotica binnen met het opgezogen bloed, de symbionten gaan dood, de conditie van de hoofdluis gaat achteruit en de vrouwtjes kunnen geen vruchtbare eieren meer leggen (Maunder, 1983; Burns, 1987). Vooralsnog is nog niet afdoende vastgesteld of antibiotica inderdaad goed werken en bovendien is een antiluisenmiddel op basis van antibiotica geen goed alternatief.

5 CONTROLE, DIAGNOSTIEK EN PREVENTIE

Ouders of verzorgers, scholen en de GGD hebben ieder een taak bij de preventie, controle en behandeling van hoofdluisbesmetting. Doordat de kans op pediculosis het grootst is op plaatsen waar veel kinderen aanwezig zijn, spelen (basis)scholen hierbij een centrale rol.

5.1 Controle

Voor een vroegtijdige herkenning en behandeling van hoofdluis is een goede communicatie tussen school en ouders van essentieel belang. Ouders zijn verantwoordelijk voor de lichaamsverzorging van hun kinderen. Zij kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de bestrijding van hoofdluisbesmettingen als ze alert op de symptomen reageren en de haren van hun kinderen wekelijks controleren met behulp van een luizenkam (GGD, 2001). Symptomen kunnen zijn 1) hinderlijke jeuk, 2) kleine wondjes ten gevolge van het krabben, en 3) luizenuitwerpselen die door bewegingen van het hoofd naar beneden vallen en als zwarte streepjes aan de binnenkant van de kraag zijn te herkennen (Pray, 1999). De meeste kinderen hebben overigens geen last van jeuk. Ook kan de besmetting al weken of maanden aan de gang zijn voordat er van enige jeuk sprake is (Ibarra & Hall, 1996). Ontdekken de ouders levende luizen en neten bij hun kind dan is het zaak dat zij direct met de bestrijding beginnen en onmiddellijk de school en de ouders van vriendjes en vriendinnetjes waarschuwen. Helaas gebeurt dit niet altijd omdat veel ouders zich ten onrechte schamen (Maunder, 1983). Als gevolg hiervan krijgen de kinderen ook schaamtegevoelens. Tot nu toe is voornamelijk onderzoek verricht naar de fysieke verschijnselen van hoofdluisbesmetting en nauwelijks naar de psychologische effecten hiervan. De laatste moeten echter niet worden onderschat. Een voorwaarde om hoofdluisbesmetting uit de taboesfeer te halen is een open gesprek hierover met ouders en kinderen te voeren (Mumcuoglu, 1991).

De school is verantwoordelijk voor de hygiëne en het leefklimaat op school. Als bij één of meerdere leerlingen pediculosis is geconstateerd behoort de school maatregelen te treffen om verdere verspreiding te voorkomen. De GGD adviseert om besmette kinderen niet direct ter plekke te informeren, maar eerst de ouders op de hoogte te stellen (GGD, 2001). De vraag is of dit een juist advies is, het kan ook averechts werken en de schaamtegevoelens van besmette kinderen vergroten.

De GGD heeft bij de hoofdluisbestrijding een adviserende, coördinerende en zo nodig controlerende taak. In tegenstelling tot vroeger voeren de verpleegkundigen van de GGD zelf geen behandelingen meer uit op scholen. Dit wordt door sommigen toegeschreven aan bezuinigingen (Bannenbergh & Emans, 1995). De GGD is echter van mening dat behandeling van hoofdluisbesmetting in eerste instantie de taak van de ouders is. Het gevolg hiervan is dat op veel scholen ouderwerkgroepen of Luizen Opsporings Teams (LOT's) actief zijn. De GGD adviseert leerlingen 6 keer per jaar te controleren, bij voorkeur na vakanties, op een vaste dag in de week, op dezelfde plaats en tijd. Het beste is om iedere controle via een (nieuws)brief van de school aan te kondigen (GGD, 1995, 2001). Uit onderzoek bij 198 scholen in de regio Groningen is gebleken dat 58% (115) van de scholen systematisch hoofdluiscontroles uitvoert, 29% (57) controleert niet en 12% (24) controleert alle kinderen pas nadat melding is gemaakt van een hoofdluisbesmetting; twee scholen (1%) zijn van plan binnenkort met systematische controles te beginnen (Van der Raad, 2002). Op bijna alle scholen (95%) waar systematische controles plaatsvinden worden deze door een LOT uitgevoerd. Op de scholen waar controles na melding plaatsvinden, worden deze door een leerkracht (54%) of door het LOT (27%) uitgevoerd. Van de scholen waar systematisch wordt gecontroleerd houdt 74% een registratie bij van het aantal hoofdluisbesmettingen. Die registraties worden noch op regionaal, noch op provinciaal of landelijk niveau centraal verzameld. Doordat het aantal hoofdluisbesmettingen in Nederland niet op alle scholen wordt geregistreerd is het niet mogelijk uitspraken te doen over het eventueel toe- of afnemen van het aantal besmettingen.

Een zorgvuldige inspectie van het hoofd vereist een sterke lichtbron (bij voorkeur direct zonlicht) en vergrotende lenzen (Chouela *et al.*, 1997; Pray, 1999). Pray (1999) adviseert bij een luizencontrole wegwerphandschoenen te dragen en de controle in de volgende stappen uit te voeren:

- Verwijder knopen in het haar met een kam of borstel;
- Verdeel het haar in plukken;
- Neem een pluk van het haar (ca 2,5 cm breed) en kam deze zorgvuldig en zonodig meerdere keren met een luizenkam, beginnend bij de haarinplant naar buiten toe;
- Scheid het onderzochte haar van het niet-onderzochte door het reeds gecontroleerde haar vast te zetten;
- Na iedere strook met de kam moet deze in een kom met water worden uitgespoeld. Als er neten of andere deeltjes tussen de tanden van de kam zitten, verwijder deze dan met een tandenborstel;
- Als er levende hoofdluizen en neten worden gesignaleerd, waarschuw de

- ouders/verzorgers (of de school als de controle thuis plaatsvindt);
- Controleer het haar iedere dag zolang de infectie nog niet over is.

Pray vermeldt niet of het water waarin de kam moet worden uitgespoeld warm of koud moet zijn. Luizen gaan niet direct dood als ze in handwarm water terechtkomen, al lijkt het daar in eerste instantie wel op doordat ze niet bewegen. Na een uur of 2 bewegen ze echter wel weer. Uiteindelijk gaan alle luizen pas dood na 24 uren in het water te hebben gelegen (Galli-Vallerio, 1916). Omdat luizen slecht bestand zijn tegen hete lucht en kokend water, zou de luizenkam tijdens het gebruik het beste in zo heet mogelijk water moeten worden uitgespoeld.

Uit het Groninger onderzoek (Van der Raad, 2002) kwam verder naar voren dat 34% (47) van de 139 scholen die controles uitvoeren daarbij geen hulpmiddelen gebruiken. Het haar wordt met de hand of met een pen plukje voor plukje opgelicht en onderzocht. Handschoenen worden door 27 van de 139 (19%) scholen gebruikt. Slechts 40 scholen gebruiken een luizenkam om neten en levende luizen op te sporen. De scholen die systematische controles uitvoeren gebruiken vaker een luizenkam (36 van de 115) dan scholen die de controle na melding uitvoeren (4 van de 24 scholen). Een goede lichtbron wordt door 17 van de 139 scholen gebruikt: slechts 1 school gebruikt een microscoop.

5.2 Diagnostiek in de praktijk

Bij de meeste kinderen met hoofdluisbesmetting (79%) zijn luizen in alle leeftijdsfasen aanwezig: eieren, larven en volwassen exemplaren (Mellanby, 1942). De traditionele manier om de besmetting op te sporen is met het blote oog de hoofdhuid en -haren te onderzoeken op neten en levende luizen. Deze methode is echter niet nauwkeurig en gaat gepaard met een hoog aantal vals-positieve (30%) en vals-negatieve (10%) bevindingen (NTG, 1999; Pray, 1999; De Maeseneer *et al.*, 2001). De diagnose wordt hoofdzakelijk aan de hand van de gevonden neten gesteld, levende luizen en larven worden lang niet altijd gezien (Hopper, 1971). Worden deze wel gesignaleerd, dan zijn het er niet meer dan 5 tot 10 (Pray, 1999), of soms 10 tot 20 (De Boer & Van der Geest, 1985). In het verleden werden soms 1000 of meer levende luizen bij 1 persoon aangetroffen (Nuttall, 1917; Mellanby, 1942). Lichte besmettingen zijn moeilijk te diagnosticeren (Scott & Scott, 1980). Het valt voor een leek niet mee echte neten van zogenaamde pseudonetten te onderscheiden. Het komt regelmatig voor dat kleine vaste deeltjes in het haar, zoals huidschilfers, roos of

resten van haarspray, worden aangezien voor neten. Als stelregel geldt dat deeltjes die gemakkelijk zijn te verwijderen geen neten zijn. Echte neten zitten stevig aan de haren vast, ook als deze zijn uitgekomen (Scott & Scott, 1980; Pray, 1999).

Met het blote oog is het bijna onmogelijk te zien welke eieren zijn uitgekomen en welke (nog) niet. Een ei waarin een larve zit is doorzichtig en donkerder (vuilwit) dan een leeg ei, terwijl een leeg ei ondoorschijnend en lichter (witter) is (Pray, 1999). Lang niet alle neten komen uit. Uit een onderzoek aan twee basisscholen in Atlanta (Verenigde Staten) bleek dat gemiddeld 18% van de neten geen levende larven opleverde. De kans dat de neten wel uitkomen was echter groter naarmate de eieren zich dicht bij de hoofdhuid bevonden (Williams *et al.*, 2001). De dichtbij de hoofdhuid heersende hogere temperatuur bevordert uitkomen van de eieren (Pray, 1999). Aan de lengte van het haar tussen hoofdhuid en een ei kan ongeveer worden berekend wanneer het ei is gelegd (Pray, 1999). Eieren worden op de hoofdharen afgezet op 5 tot 7,5 mm van de hoofdhuid. Haar groeit ongeveer 0,4 mm per dag, dus een ei op ongeveer 25 mm afstand van de hoofdhuid is zo'n 2 maanden eerder gelegd. Is het ei niet leeg, dan kan men er vanuit gaan dat het niet meer uitkomt omdat de incubatietijd (ca. 7 dagen) voorbij is (Mellanby, 1942; Pray, 1999). Overigens hoeven niet alle eieren die zich verder dan 10 mm van de hoofdhuid bevinden niet meer levensvatbaar te zijn (Hoornweg *et al.*, 1975; Lane & Crosskey, 1993). Eieren worden ook gelegd op lang haar dat dicht tegen de hoofdhuid ligt; ze kunnen zich dan op aanzienlijke afstand van de haarinplant bevinden (Nuttall, 1917). Of deze eieren uitkomen hangt mede af van de omgevingstemperatuur. Op koude winterdagen is het niet waarschijnlijk dat een neet op 50 mm afstand van de hoofdhuid nog een levende larve oplevert, maar op warme zomerdagen is de kans hierop veel groter (Pray, 1999). Verder is meermalen geconstateerd dat luizen op de vlucht gaan als de gastheer transpireert waardoor eieren hoger op de haren worden gelegd (Nuttall, 1917; Hoornweg *et al.*, 1975; Lane & Crosskey, 1993).

5.3 Preventie

Op scholen wordt steeds meer aandacht aan preventie besteed. Om te voorkomen dat luizen van de ene jas naar de andere jas overlopen wordt geadviseerd de kapstokhaken op scholen minimaal 15 cm van elkaar te plaatsen (GGD, 2001). Voor hetzelfde doel zijn de Dekmantel en de BugBag ontwikkeld, capes die kinderen op school aan de kapstok over hun

jas kunnen hangen. Dergelijke capes zouden effectiever zijn dan de plastic zakken die veel scholen gebruiken (Den Held, 2001; Klootwijk, 2001), maar in hoeverre deze capes echt succesvol zijn moet in de praktijk nog blijken.

Over één ding zijn alle onderzoekers het eens: individuele behandeling van hoofdluisbesmetting is nodig en nuttig, maar is op zichzelf niet voldoende om dit groeiend (gezondheids)probleem onder controle te krijgen. Alleen massale en gelijktijdige behandeling kan leiden tot een significante afname in prevalentie (Chouela *et al.*, 1997; Burgess, 1993). Dat bleek ook duidelijk bij een grootscheepse bestrijdingsactie onder schoolkinderen in Almelo waarin school- en wijkverpleegkundigen samenwerkten (De Kuiper & Nijhuis, 1976). Met name de inschakeling van wijkverpleegkundigen bleek een succes, omdat deze toegang tot probleemgezinnen hadden. Bestond er twijfel over de echtheid van de neten, dan werden deze ter controle naar de Afdeling Bestrijding van Ongedierte in Wageningen gestuurd. In 1 jaar tijd daalde het aantal gezinnen met pediculosis van 77 (107 kinderen) tot 1 gezin (aantal kinderen niet bekend).

5.3.1 Voorlichting en landelijke acties

Goede voorlichting is essentieel en zorgt voor een betere preventie (Chouela *et al.*, 1997). Gebleken is dat kinderen van 9 jaar die naar een school gaan waar geen informatie over pediculosis wordt gegeven 3,6 keer zoveel kans hebben om besmet te raken dan kinderen van dezelfde leeftijd die een school bezoeken waar wel voorlichting wordt gegeven (Paredes *et al.*, 1997). De GGD geeft in ons land adviezen en voorlichting over hoofdluizen en hoofdluisbestrijding. Op aanvraag verzorgt de GGD instructieochtenden voor ouders, waarop verschillende materialen worden getoond zoals een hoofdluis in een potje, een loep, foto's van uitvergroete luizen, luizenkammen en een videoband met fragmenten over de biologie van hoofdluizen uit kinderprogramma's.

In Nederland is inmiddels een aantal landelijke initiatieven ontplooid met het doel de hoofdluis onder controle te houden. In 1976 werd de "Landelijke werkgroep Hoofdluis" ingesteld. De werkgroep had tot taken "de hoofdluis te bestuderen, de resistentie tegen bestrijdingsmiddelen te onderzoeken, een behandelingsadvies op te stellen, modellen voor hoofdluisbestrijding te ontwikkelen en te evalueren, en zorg te dragen voor verantwoorde publiciteit, voorlichting en nascholing over behandeling en bestrijding van hoofdluis". In 1977 werden twee symposia georganiseerd die leidden tot publicatie van

het boekje "Hoofdluis en hoofdluisbestrijding". De bijlagen bevatten onder andere conceptbrieven ter informatie van ouders en een draaiboek voor hoofdluiscontrole. Een jaarlijkse telling werd als een allereerste voorwaarde beschouwd om de Nederlandse kinderhoofden luisvrij te krijgen (Blommers *et al.*, 1978). Waarschijnlijk is de werkgroep een stille dood gestorven.

In 1995 publiceerde het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) een lezing over hoofdluisinfecties waarin werd gepleit voor een actief preventiebeleid, zowel thuis als op school (Bannenberg & Emans, 1995). De nadruk werd gelegd op het ontwikkelen van goede informatie aan ouders, over het herkennen en behandelen van hoofdluis en de wijze waarop hoofdluizen zich verspreiden. Aanbevolen werd de teksten niet alleen in het Nederlandse beschikbaar te stellen, maar ook in het Marokkaans, Turks, Arabisch en Engels. Verder werd gewezen op het gebrek aan kennis over mogelijke resistentie tegen de in gebruik zijnde insecticiden. Er zou daarom stelselmatig het volgende moeten gebeuren: 1) gegevens verzamelen over de verspreiding van hoofdluisinfecties op scholen door middel van enquêtes, 2) onderzoeken wanneer, hoe en waar resistentie tegen hoofdluisbestrijdingsmiddelen optreedt, en 3) meer voorlichting verschaffen en goede instructiebrochures verspreiden.

In het jaar 2000 is het project "Luis te lijf" gestart, een samenwerkingsprogramma van het Nationaal Instituut voor Gezondheidsbevordering en Ziektepreventie (NIZG) en het Wilhelminakinderziekenhuis te Utrecht (Ostermann, 2000). Op 11 oktober 2000 werd een "Nationale Luizendag" georganiseerd. De hoofdluisproblematiek werd op een symposium besproken en alle schoolkinderen in Nederland kregen een krant met informatie over hoofdluizen. Door middel van een prijsvraag werden kinderen opgeroepen zelf een middel te bedenken waardoor de luizen definitief het loodje zouden leggen. Sindsdien is het weer stil rondom de hoofdluis.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusies

- Er zijn twee groepen van luizen te onderscheiden: bijtende en bloedzuigende luizen. Tot de bloedzuigende luizen (*Anoplura*) behoren luizensoorten die op vogels en zoogdieren parasiteren. Luizen geven de voorkeur aan bepaalde gastheren en prefereren bovendien op deze gastheren specifieke plekken met een bepaalde temperatuur, vochtigheid, huiddikte, mate van doorbloeding en met bepaalde morfologische eigenschappen van het haar. Komen de luizen op de verkeerde gastheersoort terecht, dan sterven ze snel.
- De mens is gastheer voor drie bloedzuigende luizensoorten: de klee- of lichaamsluis (*Pediculus humanus corporis*), de schaamluis (*Phthirus pubis*) en de hoofdluis (*Pediculus humanus capitis*). De eerste twee soorten worden tegenwoordig nog maar zelden in Nederland aangetroffen. Hoofdluisbesmettingen komen echter veelvuldig voor en nemen niet alleen in ons land, maar ook in veel andere landen in aantal toe.
- De beschikbare informatie in Nederland over voorkomen, levenswijze en ontwikkeling van hoofdluizen is niet gebaseerd op actueel wetenschappelijk onderzoek, maar stamt voornamelijk uit het einde van de 19^{de} en de eerste helft van de 20^{ste} eeuw. Daartoe werden luizen gevangen en in pillendoosjes op de huid gedragen en bestudeerd. *Pediculus humanus capitis* heeft een plat lichaam, bezit geen vleugels en komt vooral voor op de haren achter op het hoofd, achter de oren en in de nek, maar soms ook in de wenkbrauwen en in de baard. Mannelijke hoofdluizen zijn gemiddeld 2,5 mm lang en vrouwelijke 2,9 mm; de gemiddelde breedte is 1,0 mm.
- De levenscyclus van een hoofdluis bestaat uit verschillende stadia: ei (neet), 3 larvestadia en volwassen luis. De duur van de stadia is afhankelijk van temperatuur, vocht en voedingstoestand van de luis. De ontwikkeling in het ei duurt ongeveer 7 dagen. Tijdens de ontwikkeling van larve tot volwassen luis vervelt de larve 3 keer. De paring begint 18 tot 21 uur na de laatste vervelling. De levensduur van volwassen mannetjes varieert van 23 tot 30 dagen en van vrouwtjes van 22 tot 38 dagen.

- Hoofdluizen hebben een grijsgrauwe kleur. Volgens sommige onderzoekers is de kleur van volwassen hoofdluizen lichter of donkerder al naar gelang de haarkleur van de drager. De larven zijn doorschijnend wit. Een ei met een levende larve is donkerder en doorzichtiger dan een leeg ei, dat witter en doffer is. Het is moeilijk de verschillende stadia zonder microscoop of goed vergrootglas te onderscheiden.
- Het aantal eieren dat een wijfje per dag legt bedraagt maximaal 9 en is afhankelijk van de voedingsomstandigheden en de temperatuur. De optimale temperatuur om eieren te leggen is 32° C. De eieren worden op 0,5 tot 0,75 cm van de haarbasis afgezet met een sterk hechtende kitstof. Neten zijn ovaal van vorm, ongeveer 0,8 mm lang en 0,3 mm breed, met een spits en een stomp uiteinde. Aan de stompe kant bevindt zich een deksel, waardoor de larve naar buiten komt. Alle eieren zitten op dezelfde manier op het haar vast, dat wil zeggen met het deksel naar de haarpunt toegekeerd. Niet alle eieren komen uit.
- Tijdens het zuigen van het bloed wordt in het gemaakte wondje een stof gebracht die bloedstolling voorkomt. Deze stof kan jeuk veroorzaken. Luizen steken zowel overdag als 's nachts en zuigen per keer ongeveer 0,5 mg bloed. De samenstelling van bloed is zeer eenzijdig; bacteriën in de hoofdluis zorgen voor de nodige vitamine B.
- Hoofdluizen verspreiden zich in de eerste plaats door van de ene op de andere persoon over te stappen en verder doordat mensen dezelfde besmette voorwerpen gebruiken zoals kammen, borstels, beddengoed, (verkleed)kleren, kussentjes en mutsen. De mate waarin verspreiding op deze wijze plaats vindt is onbekend. Schoolkinderen van 5 tot 19 jaar blijken de meest getroffen groep te zijn. Basisschoolkinderen hebben meer last van hoofdluis dan leerlingen op het vervolgonderwijs. Hoe deze verhouding precies is, is niet bekend.
- Meisjes hebben vaker hoofdluis dan jongens. Hoe langer het haar en hoe meer mensen in elkaars nabijheid leven, hoe groter de kans op besmetting. Kinderen van Afrikaanse afkomst hebben in Nederland nauwelijks last van hoofdluis. Dat komt doordat de haren van Afrikaanse kinderen ovaal in doorsnee zijn en die van Nederlandse kinderen rond. De klauwtjes van de hoofdluizen in Nederland zijn

aangepast aan ronde haren en kunnen zich daaraan prima vastklemmen in tegenstelling tot aan ovale haren. Omgekeerd zijn de klauwtjes van Afrikaanse hoofdluizen aangepast aan de ovale kroesharen en kunnen zij zich nauwelijks aan rond steil haar hechten. In Afrika zijn daardoor de niet-Afrikanen gevrijwaard van hoofdluizen.

- In voorlichtingsfolders wordt altijd geadviseerd hoofdluis te verdelgen met chemische bestrijdingsmiddelen. Deze zijn als shampoo, spray of lotion bij iedere drogist en apotheek vrij te verkrijgen. Vermoedelijk worden middelen met de werkzame stof malathion het meest gebruikt. Schoolgaande kinderen worden soms meerdere keren per jaar besmet en worden dan ook meerdere keren behandeld. De middelen worden bovendien steeds vaker preventief toegepast. Deze handelswijze kan ernstige gevolgen hebben voor de gezondheid van kleine kinderen. Er is nog weinig bekend over de effectiviteit van neurotoxische insecticiden tegen hoofdluis, over de hoeveelheid hiervan die wordt opgenomen via de hoofdhuid en over de gezondheidsrisico's van (chronische) blootstelling van kinderen aan deze stoffen. Vermoed wordt dat de hoofdluizen in Nederland resistent raken tegen de meest gebruikte middelen.
- Een alternatief voor het gebruik van insecticiden is het haar dagelijks, gedurende meerdere weken, systematisch behandelen met een goede (elektrische) luizenkam. Pogingen om de luizen en neten te doden met hete lucht zijn veelbelovend maar bevinden zich nog in een experimenteel stadium. Hetzelfde geldt voor afstotende middelen (repellents) voor hoofdluis.
- Zowel de school als de ouders/verzorgers hebben een taak bij het voorkomen en bestrijden van hoofdluis. Ouders behoren regelmatig de haren van hun kinderen te controleren op levende hoofdluizen en neten. Scholen kunnen ervoor zorgen dat kapstokken niet te dicht naast elkaar worden geplaatst, jassen in plastic zakken worden gestopt of dat er luizencapes worden gebruikt. Of het gebruik van plastic zakken en capes afdoende is moet nog blijken. De regionale GGD heeft een adviserende, coördinerende en informatieve taak en kan op aanvraag hulp bieden aan scholen. Voor een vroegtijdige herkenning en behandeling is een goede communicatie tussen school en ouders van essentieel belang.
- De diagnose "hoofdluis" wordt praktisch altijd op school gesteld. Hoe

met hoofdluisinfecties wordt omgegaan verschilt per school. Er zijn scholen waar een ouderwerkgroep of Luizen OpsporingsTeam (LOT) is belast met de controle van hoofdluis en er zijn scholen waar de leerkrachten de controle uitvoeren. De traditionele methode is met het

- blote oog de hoofdhuid en –haren te onderzoeken op neten en levende luizen. Deze methode is niet erg betrouwbaar. Beter is te controleren door te kammen met een goede luizenkam en daarbij een vergrootglas te gebruiken. Voor een leek is het moeilijk de verschillende stadia van hoofdluisontwikkeling te herkennen en een microscoop ontbreekt veelal op basisscholen.
- Gebrek aan juiste informatie en het niet consequent uitvoeren van een op school afgesproken luizenbeleid vormen de belangrijkste knelpunten bij de controle en preventie van hoofdluis. Individuele behandeling is nodig, maar alleen een massale en gelijktijdige behandeling leidt tot een significante afname van het aantal besmettingen. In Nederland ontbreekt de nodige centrale aansturing en coördinatie.
- Periodieke registratie is een voorwaarde om er achter te komen hoe groot de hoofdluisproblematiek is, om hoeveel gevallen het gaat per jaar, of er sprake is van (seizoens)fluctuaties en of er geografische verschillen zijn. Scholen zijn niet verplicht om het aantal infecties bij te houden en de GGD houdt evenmin een regionale registratie bij.
- Er worden weinig enquêtes over hoofdluis gehouden. Enquêtes op scholen kunnen echter duidelijk maken hoe hoofdluis in de praktijk wordt bestreden en welke bestrijdingsmethode het meest efficiënt is. Ook zou op die manier achterhaald kunnen worden of en waardoor sommige kinderen vaker hoofdluis hebben dan anderen en welke bronnen van nieuwe infecties zijn.
- Zolang infecties met hoofdluis gepaard gaan met schaamtegevoelens is een effectieve bestrijding moeilijk. De houding van ouders en leerkrachten bepaalt in sterke mate de emotionele reactie van kinderen. Hoofdluisbesmetting kan sociale en psychologische gevolgen hebben, over de omvang en ernst daarvan is echter weinig bekend. Meer onderzoek kan de schaamtegevoelens wegnemen.

6.2 Aanbevelingen

- Omdat hoofdluis de laatste jaren als een groeiend maatschappelijk (gezondheids)probleem wordt beschouwd en veel ouders wanhopig op zoek zijn naar deugdelijk en eenduidig advies over bestrijding, controle en preventie van hoofdluisbesmettingen, zouden onderzoeksinstituten en universiteiten hiernaar meer onderzoek moeten doen. Ook de sociale en psychologische effecten van hoofdluisbesmetting op kinderen dienen nader te worden onderzocht.
- Het is noodzakelijk dat onderzocht wordt welke neurotoxische insecticiden het meest worden gebruikt tegen hoofdluisbesmettingen, hoe succesvol ze zijn, hoe vaak deze (preventief) worden toegepast per kind per jaar en wat de effecten van (chronische) blootstelling op de gezondheid van (kleine) kinderen zijn. Tevens moet worden onderzocht of de Nederlandse hoofdluisen resistent zijn geworden tegen de meest gebruikte insecticiden.
- Er dient een meldingsplicht voor hoofdluisbesmetting ingevoerd te worden, net zoals dat het geval is voor een aantal andere infectieziekten. Hiertoe moet de GGD afspraken maken met de scholen in zijn regio. Scholen zouden het aantal hoofdluisinfecties systematisch moeten bijhouden en registreren. De oprichting van een Landelijk Meldpunt Hoofdluis is noodzakelijk om de gegevens centraal te verzamelen, met elkaar te vergelijken en op basis van de resultaten conclusies te trekken en aanbevelingen te doen.
- Omdat hoofdluisbesmettingen uit de taboesfeer moeten worden gehaald en hun bestrijding permanente aandacht behoeft, zouden landelijke acties, zoals indertijd de actie "Luis te lijf" vaker moeten worden georganiseerd. Deze acties dienen gepaard te gaan met gelijktijdige en massale controles op alle scholen in Nederland. De organisatie en coördinatie hiervan zouden door het Landelijk Meldpunt Hoofdluis kunnen gebeuren in samenwerking met de regionale GGD.
- Ouders dienen op ouderavonden op school beter te worden voorgelicht, niet alleen nadat hoofdluisen zijn gesignaleerd bij kinderen maar ook al eerder. Natuurmusea en bibliotheken zouden moeten worden gestimuleerd tentoonstellingen over hoofdluisen

samen te stellen, met behulp van schoolkinderen.

LITERATUUR

- Aschner, M. & E. Ries (1932). Das Verhalten der Kleiderlaus bei Ausschaltung ihrer Symbionten. Z. Morphol. Okol. Tiere. Berlin. 26: 529-590.
- Askew, R.R. (1971). Parasitic Insects. London, Heinemann Educational Books.
- Bacot, A.W. (1917). A contribution to the bionomics of *Pediculus humanus (vestimenti)* and *Pediculus capitis*. Parasitology. 9: 228-258.
- Bannenberg, W. & A. Emans (1995). Hoofdluis: een netelig probleem. Infektieziektenbulletin. Jrg. 6. Nr. 4: 74-80.
- Bijl, D. (2002). Behandeling van hoofdluis. Geneesmiddelenbulletin. Jrg. 36. Nr. 9: 97-102.
- Bio-Bulletin (1977). Ontluizen moet weer een routine worden. Luizen worden ongevoelig voor veel gebruikt bestrijdingsmiddel, Amsterdam, Afdeling Biowetenschappen en Maatschappij, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (serie Bio=Bulletins).
- Blommers, L.H.M., G.A. de Jonge & H.J. van der Kaay (1978). Hoofdluis en hoofdluisbestrijding. 2^e herziene uitgave. Leiden, Nederlands Instituut voor Preventieve Gezondheidszorg TNO. 54 pp.
- Boer, R. de & L.P.S. van der Geest (1985). De werkzaamheid van malathion tegen hoofdluis. Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde. 129, nr. 17: 793-796.
- Broek, E. van den. (1977). De luizen (Anoplura en Mallophaga) van Zoogdieren in Nederland. Wetenschappelijke mededelingen K.N.N.V. nr. 121: 32 pp.
- Brugman, E., J.F. Meulmeester, J. Spee-van der Wekke, R.J. Beuker & J.J. Radder (1995). Peilingen in de jeugdgezondheidszorg. PGO-Peiling 1993/1994. Leiden, TNO Preventie en Gezondheid (TNO-PG publicatienummer 95.061).
- Burgess, I. (1993). The function of a repellent in head louse control. The Pharmaceutical Journal. 250: 674-675.
- Burns, D.A. (1987). Action of co-trimoxazole on head lice (correspondence). Br. J. Dermatol. 117: 399-400.
- Busvine, J.B. (1978). Evidence from double infestations for the specific status of human head lice and body lice (Anoplura). Systematic Entomology. 3: 1-8
- Buxton, P.A. (1947). The louse: an account of the lice which infest man, their medical importance and control. London, Edward Arnold & Co.

- Byrulova, A.M., P.A. Pšenícnov & O.A. Kycanova (1963). In: F. Piotrowski. Anoplura (echte läuse). Handbuch der Zoologie. Band IV Arthropoda: Insecta. Berlin/New York, Walter de Gruyter. 1992. (Teilband 32).
- Castro, O. del C, A.H. Abrahamovich, A.C. Cicchino, A.M. Rigoni, C. Raffaeli & A. de Barrio (1994). Prevalence and seasonal variation of Pediculosis capitis in children and the young population of the health region, Buenos Aires, Argentina. *Revista de Saude Publica*. 28 (4): 295-9.
- Chouela, E., A. Abeldaño, M. Cirigliano, M. Ducard, V. Neglia, M. La Forgia & A. Colombo (1997). Head louse infestations: epidemiologic survey and treatment evaluation in Argentinian schoolchildren. *Int. Journal of Dermatology*. 36 (11): 819-825.
- Clay, T. (1973). Phthiraptera (Lice). In: K.W.V. Smith. Insects and other arthropods of medical importance. London. British Museum (Natural History).
- Copius Peereboom, J.W. (1994). Basisboek milieu en gezondheid. Amsterdam, Boom.
- DeFelice, J., J. Rumsfield, J. E. Bernstein & J. J. Roshal (1989). Clinical Evaluation of an After Pediculide Nit Removal System. *Int. Journal of Dermatology*. Vol. 28: 468-470.
- Donaldson, R.J. (1979). Head Lice. In: Parasites and Western Man. Ed. By R.J. Donaldson. Lancaster, MTP Press.
- Donnelly, E., J. Lipkin, E.R. Clore & D.Z. Altschuler (1991). Pediculosis Prevention and Control Strategies of Community Health and School Nurses: A Descriptive Study. *Journal of Community Health Nursing* 8 (2): 85-95.
- Eberle, M.W. & D.L. McLean (1983). Observations of symbiote migration in human body lice with scanning and transmission electron microscopy. *Canad. J. Microbiol.* Ottawa. 29: 755-762.
- Ebomoyi, E.W. (1994). Pediculosis capitis among urban school children in Ilorin, Nigeria. *Journal of the National Medical Association*. 86: 861-864.
- Edwards, D.L. & C.E. Johnson (1987). Insect-repellent-induced toxic encephalopathy in a child. *Clinical Pharmacy* 6: 496-8.
- Ehrhardt, P. (1968). Einfluß von Ernährungsfaktoren auf die Entwicklung von Säfte saugenden Insekten, unter besonderer Berücksichtigung von Symbionten. *Z. Parasitenk.* Berlin. 31: 38-66.
- Everdingen, W.A.G. van (1950). Bestrijding van de hoofdluis. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*. 94:2640-2644.
- Ewing, H.E. (1929). A manual of external parasites. Ballière. Tindall and Cox. London.

- Farmaceutisch Kompas (1986). Eindred .A. Nelemans. Amstelveen, Ziekenfondsraad (Centrale Medisch Pharmaceutische Commissie).
- Farmaceutisch Kompas (1998). Eindred .A. Nelemans. Amstelveen, Ziekenfondsraad (Centrale Medisch Pharmaceutische Commissie).
- Ferris, G.F. (1951). The sucking lice. *Pacif. Cst Ent. Soc. Mem.* 320 pp. San Francisco.
- Galli-Valerio, B. (1916). Neue Beiträge zur Biologie und zur Bekämpfung der Läuse. *Zbl. Bakt., Parasitenk. u. Inf., Orig., Jena.* 78: 37-43.
- Garfinkel, L. (1997). Treatment of headlice. In: *The New England Journal of medicine.* Vol. 336. No. 10 (Correspondence).
- GGD (1995). Nieuwe aanpak van hoofdluis. *Nieuwsbrief. Jrg. 2. Nr. 2 (GGD-Groningen Stad en Ommelanden).*
- GGD (2001). Hoofdluis. *Gezonde Jeugd. herz. dr. Groningen, GGD Groningen.*
- Gillis, D., D. Slepon, E. Karsenty & M. Green (1990). Seasonality and Long-term Trends of Pediculosis Capitis Pubis in a Young Adult Population. *Arch. Of Dermatology.* Vol. 126: 638-641.
- Gosselin, R.E., Smith, R.P. & H.C. Hodge (1984). *Clinical Toxicology of Commercial Products.* 5th edition. Baltimore, Williams & Wilkins.
- Groeneweg, M. (1995). Hoofdluis, een voortdurende kopzorg. Groningen, Wetenschapswinkel Biologie (RUG). Intern studentenverslag Biologisch Centrum (RUG).
- Harwood, R.F. & M.T. James (1979). *Entomology in human and animal health.* 7th ed. New York, MacMillan Publishing.
- Hase, A. (1915). Beiträge zu einer Biologie der Kleiderlaus *Pediculus corporis* de Geer *vestimenti* Nitzsch.). *Z. angew. Entomol. Berlin.* 2: 265-359. In: Piotrowski, F. (1992).
- Hase, A. (1931). Siphunculata; Anoplura; Apterata. Läuse. *Biologie der Tiere Deutschlands.* Teil 30. Berling (Lief. 39).
- Held, A. den (2001). Is er iets te doen tegen hoofdluis bij kinderen? *Health.* Nr. 1: 64.
- Hiroaka, T., M. Mihara & M. Kobayashi (1995). Thermotolerance of human body louse, *Pediculus humanus corporis* I. Treatment of adults and eggs by hot water. *Jpn. J. Sanit. Zool.* Vol. 46. No 1:77-79.
- Hoornweg, J., C.A.M. Jansen, H.G. Jurriëns, J.W.H. van Leer, W.G. de Voogt, , H.J. van der Kaay, & J.L. van Velde (1975). *Pediculosis capitis*, een “netelig” probleem. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde.* 119: 1534-1537.

Hopper, J.M.H. (1971). An epidemic of nits. Canadian Journal of Public Health. 62: 159-160.

Ibarra, J. (1994). Incidences of pediculosis capitis. J Roy Soc Health. Letters tot the Editor.

Ibarra, J. & D.M.B. Hall (1996). Head lice in schoolchildren. Arch Dis Child. 75:471-473.

Infectieziekten Bulletin (1997). Resistentie-vrije therapie tegen hoofdluis.
Infectieziekten
Bulletin. Jrg. 8. Nr. 3: 55-56.

Janniger, C.K. & A.S. Kuflik (1993). Pediculosis capitis. Cutis. 51. 407-408.

Kéler, S. von (1952). Ein Beitrage zur Kenntniss der Eichhörnchenlaus
Neohaematopinus sciuri Jancke. Z. angew. Entomol. 33: 585-599.

Kim, K.C. & H.W. Ludwig (1978). The family classification of the Anaplura.
Systematic
Entomology. 3: 249-284.

Klootwijk, W. (2001). Twee keer uitgevonden. Het Volkskrant Magazine, 20/01/01.

Kobayashi, M., T. Hiroaka, T. & M. Mihara (1995). Thermotolerance of human body louse, *Pediculus humanus corporis* II. Preliminary evaluation of hot air for killing adults and eggs. J. Sanit. Zool. Vol. 46. No. 1: 83-86.

Kuiper, D.A. de & J.M.M. Nijhuis (1976). Pediculosis capitis, Vóórkomen en behandeling bij schoolkinderen te Almelo. Tijdschrift sociale geneeskunde. 54: 326-332.

Lane, R.P. & R.W. Crosskey (1993). Medical insects and arachnids. London, Chapman & Hall.

LCI/LCR (2001). *Pediculus humanus capitis*-hoofdluis. Protocollen infectieziekten. Lci.lcr (B85.0).

Leach, W.E. (1817). On the families, stirps, and genera of the order Anoplura. The Zool. Miscellany. London. 3: 64-67. In: Piotrowski, F. (1992).

Lindsay, S.W. & S. Peock (1993). Insecticides Against Headlice in Glasgow. Journal of the
the
Royal Society of Health. Vol. 113: 181-183.

Lith, A.J.J. van (1922). De praktijk der ontluizing. Rotterdam, De Jong (dissertatie).

Maeseneer, J. de, I. Blokland, S. Willems, R. Vander Stichele, F. Meersschant (2001). Wet combing versus traditional scalp inspection to detect head lice in schoolchildren:

observational study. *BMJ*. 321:1187-1188.

Martindale (1996). *The Extra Pharmacopoeia*. Editors: J.E.F. Reynolds, K. Parfitt, S.C. Sweetman. London, Royal Pharmaceutical Society.

Maunder, J.W. (1977). Human lice - Biology and control. *R.S.H.* 1: 29-32.

Maunder, J.W. (1983). The Appreciation of Lice. In: *Proceedings of the Royal Institution of Great Britain*. Vol. 55. Editors: I. Williams & N. Hall. Science Reviews Ltd.

Maunder, J.W. (1991). Strategic aspects of insecticide resistance in head lice. *J. Roy. Soc. Health*. 24-26.

Mellanby, K. (1942). Natural population of the head louse (*Pediculus humanus capitis*: Anoplura) on infected children in England. *Parasitology*, 34. No. 2: 180-184.

Metsaars, M. (1998). Risicofactoren die bijdragen aan hoofdluisinfecties en de mogelijke aanwezigheid van resistentie tegen bestrijdingsmiddelen. Wageningen, Landbouwwuniversiteit (Intern verslag 1998-303).

Metsaars, M.A.J., W. Takken & G. de Meer (2000). Hoofdluisinfecties en het falen van anti-hoofdluismiddelen in Nederland. *Tsg. Jrg.78*: 401-404.

MMP (1998). Kopflausbefall (*Pediculosis capitis*). Erkennung, Verhütung und Bekämpfung. *Medizinische Monatsschrift für Pharmazeuten*. Vol. 21. 2: 52-54.

Müller, J. (1915). Zur Naturgeschichte der Kleiderlaus. *Oesterr. Sanitätswesen, Belage, Wien*. 27: 1-75.

Mumcuoglu, Y.K. (1991). Head Lice in Drawings of Kindergarten Children. *Isr. J. Pschychiatry Relat. Sci.* 28: 25-32.

Mumcuoglu, Y.K., R. Galun, U. Bach, J. Miller & S. Magdassi (1996). Repellency of Essential oils and their components to the human body louse, *Pediculus humanus humanus*. *Entomology Experimentalis et Applicata* 78: 309-314.

Mumcuoglu, Y.K. & J. Zias (1988). Head lice, *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae) from Hair Combs Excavated in Israel and Dated from the First Century B.C. to the Eight Century A.D. *Journal of Medical Entomology* 25: 545-547.

Newton, G.D., W. S. Pray & N.G. Popovich (1999). New OTC Drugs and Devices 1998: A Selective Review. In: *Journal of the American Pharmaceutical Association*. Vol. 39. No. 2: 212-213.

NRC (1993). *Pesticides in the diets of infants and children*. Washington, National

Academy
Press (National Research Council).

NRC (2000). Onder de rubriek: Te koop. NRC Handelsblad van 21/02/2000.

NTG (1997). Hoofdluismiddel vormt gevaar voor kinderen (Rubriek: Buitenlands nieuws).
Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde. 141 (43): 2091-2092.

- NTG (1999). Opsporing van luizen op school (Rubriek: Buitenlands nieuws). Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde. 143 (48): 2437.
- Nuttall, G.H.F. (1917). The Biology of *Pediculus humanus*. Parasitology. Vol.1.10: 80-185.
- O'Brien, E. (1998). Detection and Removal of Head Lice With an Electronic Comb: Zapping the Louse! Journal of Pediatric Nursing. Vol. 13. No. 4: 265-266.
- Ostermann, C. (2000). De Luis te lijf krant. Project "Luis te lijf" georganiseerd door het Wilhelmina Kinderziekenhuis/UMC Utrecht en het NIGN.
- Paredes, S.S., R. Estrada, H. Alarcon, G. Chavez, M. Romero & R. Hay (1997). Can school Teachers improve the management and prevention of skin disease? A pilot study based on head louse infestations in Guerra, Mexico. Int. Journal of Dermatology 36 (11): 826-830.
- Parish, L.C., J.A. Witkowski, & L.E. Millikan (1989). Pediculosis Capitis and the Stubborn Nit. Int. Journal of Dermatology, Vol. 28. No. 7: 436-437.
- Parker, J. (1997). Treatment of Head Lice. In: The New England Journal of Medicine. Vol. 336. No. 10 (Correspondence).
- Petrelli, G., Majori, G., Maggini, M., Taggi, F. & M. Maroli (1980). The head louse *Pediculus humanus capitis* in Italy, an epidemiological study among school children. Royal Society of Health Journal. 100: 64-66.
- Pharmaceutisch Weekblad (1998). Kamervragen over een middel tegen hoofdluis. Pharmaceutisch Weekblad. Jrg. 133 (2): 64-65.
- Piotrowski, F. (1992). Anoplura (echte läuse). Handbuch der Zoologie. Band IV Arthropoda: Insecta. Berlin/New York, Walter de Gruyter (Teilband 32).
- Pray, W.S. (1999). Head Lice: Perfectly Adapted Human Predators. American Journal of Pharmaceutical Education. Vol. 63: 204-209.
- Price, W.W. & A. Benitez (1989). Infestation and epidemiology of head lice in elementary schools in Hillsborough county, Florida USA. Florida Scientist. 52: 278-288.
- Puchta, O. (1955). Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung der Symbiose der Kleiderlaus *Pediculus vestimenti* Burm. Z. parasitenkd. 17: 1-40.
- Raad, D. van der (2002). Basisscholen in strijd met de hoofdluis. Een inventarisatie van de opsporing van hoofdluisbesmettingen op basisscholen in de provincies Groningen en Drenthe. Haren, Wetenschapswinkel Biologie (Intern studentenverslag).
- Ramcke, J. (1965). Kopf der Schweinelaus (*Haema lopus suis* L., Anoplura). Zool.

Jhrb., Anat. 82: 547-663.

Romoser, W.S. & J.G. Stoffolano (1994). The Science of Entomology. 3rd. Edition. WCB, Oxford, England

Schettler, T., J. Stein, F. Reich & M. Valenti (2000). In Harm's Way: Toxic Threats to Child Development. Cambridge, Greater Boston Physicians for Social Responsibility Prepared for a Joint Project with Clean Water Fund.

Scott, M.J. & M.J. Scott (1980). Nits or Not? Pseudonits-Simple OfficeDiagnosis. JAMA, Vol. 243. No. 22: 2325-2326.

Sinniah, B., D. Sinniah, & B. Rajeswari (1981). Epidemiology of *Pediculus humanus capitis* infestation in Malaysian school children. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 30: 734-738.

Sinniah, B., D. Sinniah & B. Rajeswari (1983). Epidemiology and control of human head louse in Malaysia. Tropical and Geographical Medicine 35: 337-342.

Stojanovich, C.J. (1945). The head and mouths parts of the sucking lice (Anoplura). Microentomd. 10: 1-46.

Suleman, M. & T. Fatima (1988). Epidemiology of head lice infestation in school children at Peshawar, Pakistan. Journal of Tropical Medicine and Hygiene 91: 323-332.

Suleman, M. & N. Jabeen (1989). Head lice infestation in some urban localities of NWFP Pakistan. Annals of Tropical Medicine and Parasitology. 83: 539-548.

Surber, Ch. & T. Ruffli (1995). Lindan. Hautarzt 46: 528-536.

VROM (1985). Bestrijdingsmiddelen. Deel 1. Gids voor de huishouding. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij (Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer).

Wegner, Z., Racewicz, M. & J. Stanczak (1994). Occurrence of *Pediculosis capitis* in a population of children from Gdansk, Sopot, Gdynia and the vicinities. Applied Parasitology. 35: 219-225.

Weyer, F. (1978). Zur Frage der zunehmenden Verlausung und der Rolle von Läusen als Krankheitsüberträger. Zeitschrift für angewandte Zoology. Berlin. 65: 87-111.

Wigglesworth, V.B. (1932). On the function of the so-called "rectal glands" of Insects. Quart. J. micr. Sci. London. 75: 131-150.

Wigglesworth, V.B. (1941). The sensory physiology of the human louse *Pediculus humanus corporis* De Geer (Anoplura). Parasitology. Cambridge. 33: 67-109.

Wigglesworth, V.B. (1943). The fate of haemoglobin in *Rhodnius prolixus* (Hemiptera)

and other blood-sucking arthropods. Proc. Royal Soc. London. B 131: 313-339.

Williams, L.K., A. Reichert, W.R. MacKenzie, A.W. Hightower & P.A. Blake (2001). Lice, Nits and School Policy. Pediatrics. Vol. 107: 1011-1015.

Worthing, C.R. & S.B. Walker (1987). The Pesticide Manual. A World Compendium. 8th edition. The British Crop Protection Council.

Wülker, G. (1915). Zur Frage der Läusebekämpfung. Münchener Medizinische Wochenschrift. Nr. 18: 629.

Wundrig, G. (1936). In: Piotrowski, F. (1992). Anoplura (echte läuse). Handbuch der Zoologie. Band IV Arthropoda: Insecta. Berlin/New York, Walter de Gruyter (Teilband 32).

BIJLAGE 1

Bepaling van de giftigheid

Bestrijdingsmiddelen worden ingedeeld in drie categorieën: zeer giftig, giftig of schadelijk voor de gezondheid. De giftigheid van een stof wordt bepaald op basis van proeven met dieren. Om de mate van giftigheid voor zoogdieren te bepalen worden in het laboratorium voornamelijk ratten en konijnen gebruikt. De giftigheid wordt uitgedrukt als LD₅₀ de dosis (D) (vaste stoffen en vloeistoffen) of concentratie (C) (gasvormige middelen, fumiganten en aerosols) waarbij de helft van de proefdieren na een bepaalde tijd dood is (L = letaal = dodelijk). Opname is mogelijk via de mondopening (oraal), via het lichaamoppervlak (dermaal) of via de ademhalingsorganen (inhalatoir) (Bestrijdingsmiddelenwet, regeling 1980; VROM, 1985). De Bestrijdingsmiddelenwet geeft onderstaande giftigheidscategorieën. Indien een bestrijdingsmiddel via de huid kan worden geresorbeerd wordt de dermale LD-50 waarde van het konijn vastgesteld.

Soort stof + opnameweg	Giftigheid	LD ₅₀ ratten
Vaste stof (oraal)	Zeergiftig Giftig Schadelijk	< 5 mg/kg lichaamsgewicht 5 - 50 mg/kg 50 - 500 mg/kg
Vloeistof (oraal)	Zeergiftig Giftig Schadelijk	< 25 mg/kg 25 - 200 mg/kg 200 - 2000 mg/kg
		LC50 rat (4 uur)
Gas, aerosol (inhalatoir)	Zeergiftig Giftig Schadelijk	< 0.5 mg/l lucht 0.5 - 2 mg/l lucht 2 - 20 mg/l lucht
		LD50 konijn
Vaste stof (dermaal)	Zeergiftig Giftig Schadelijk	< 10 mg/kg 10 - 100 mg/kg 100 - 1000 mg/kg
Vloeistof (dermaal)	Zeergiftig Giftig Schadelijk	< 50 mg/kg 50 - 400 mg/kg 400 - 4000 mg/kg

Indeling van bestrijdingsmiddelen in giftigheidcategorieën volgens de Bestrijdingsmiddelenwet (Regeling samenstelling, indeling, verpakking en etikettering bestrijdingsmiddelen van 22 februari 1980).

BIJLAGE 2

Insecticiden tegen hoofdluis

DDT

Chemical formula: C₁₄H₉Cl₅

Properties: DDT forms colorless crystals with a melting point of 108.5° C. It is practically insoluble in water and readily soluble in most aromatic or chlorinated solvents. It is generally stable to oxidation but should not be stored in iron containers. There is evidence of transfer of residues during cooking and food processing (Worthing & Walker, 1987).

Uses: DDT is a potent non-systemic stomach and contact insecticide which is persistent on solid surfaces and readily partitions into animal fats where it may accumulate (Worthing & Walker, 1987).

Toxicology: DDT is slightly to practically non-toxic to test animals via dermal route and is not readily absorbed through mammalian skin unless it is in solution. DDT is readily absorbed through the gastrointestinal tract, with increased absorption in the presence of fats. It is thought that inhalation exposure to DDT will not result in significant absorption through the lung alveoli. Acute oral LD₅₀ for rats range from 113-800 mg/kg and for rabbits 400 mg/kg (Exttoxnet, 2002). Acute percutaneous LD₅₀ for female rats 2510 mg/kg (Worthing & Walker, 1987) and is slightly to practically non-toxic to test animals via the dermal route, with reported dermal LD₅₀ of 2,500-3,000 mg/kg in female rats, 1000 in guinea pigs and 300 in rabbits (Exttoxnet, 2002). It is found to bioconcentrate in the environment and effect the reproduction of higher animals. ADI (Allowable Daily Intake) for man is 0.02 mg/kg (Worthing & Walker, 1987).

LINDANE

Chemical formula: C₆H₆Cl₆ (Gamma-HCH)

Properties: Lindane has a melting point of 112° C and is stable < 180° C and to light (Worthing & Walker, 1987). Partition Coefficient: not available (Exttoxnet, 2002)

Uses: Gamma-HCH acts as an ingested insecticide, by contact and has some fumigant action. It is effective against a wide range of soil-dwelling and phytophagous insects, those hazardous to public health, other pests and some animal ectoparasites. It can be used as a foliar spray, as a soil application or as a seed treatment in combination with fungicides (Worthing & Walker, 1987).

Toxicology: Animal studies show that lindane is readily absorbed through the gastrointestinal tract, skin, and lungs. The metabolism of lindane is fairly rapid (Exttoxnet, 2002). Acute oral LD₅₀ values vary with the conditions of the test. For rats LD₅₀ is 88-270 mg/kg. Acute percutaneous LD₅₀ for rats is 900-1000 mg/kg (Worthing & Walker, 1987). Lindane is a moderately toxic compound via oral exposure, with a reported oral LD₅₀ of 88 to 190 mg/kg in rats. Other reported oral LD₅₀ values are 59 to 562 mg/kg in mice, 100 to 127 mg/kg in guinea pigs, and 200 mg/kg in rabbits. It is moderately toxic via the dermal route as well, with reported dermal LD₅₀ values of 500 to 1000 mg/kg in rats, 300 mg/kg in mice, 400 mg/kg in guinea pigs, and 300 mg/kg in rabbits. Notably, a 1% solution of lindane in vanishing creme resulted in a six-fold increase in acute toxicity via the dermal route in rabbits, with a reported dermal LD₅₀

of 50 mg/kg. It is reported to be a skin and eye irritant. Younger animals may be more susceptible to lindane's toxic effects (Exttoxnet, 2002).

PYRETHRINS AND PYRETHROIDS

Nomenclature: The term pyrethrins is used collectively for the six insecticidal constituents present in extracts of the flowers of certain species of the chrysanthemum plant. Semisynthetic derivatives of the chrysanthemic acids have been developed as insecticides. These are called pyrethroids and tend to be more effective than natural pyrethrins while they are less toxic to mammals (Exttoxnet, 2000).

Properties: The ratio of pyrethrin:cinerin:jasmolin is generally 71:21:7. Most commercial extracts contain 20-25% pyrethrins and are pale yellow. Solubility: sparingly soluble in water, readily soluble in most organic solvents. They are unstable in light and are rapidly hydrolysed by alkali with loss of insecticidal properties (Worthing & Walker, 1987). Partition coefficient: not available (Exttoxnet, 2002).

Uses: The pyrethrins are potent, non-systemic, contact insecticides causing a rapid paralysis or "knockdown", death occurring at a later stage (Worthing & Walker, 1987). Pyrethrin compounds have been used primarily to control human lice, mosquitoes, cockroaches, beetles and flies (Exttoxnet, 2002). Insecticidal activity is markedly increased by the addition of synergists, e.g. piperonyl butoxide, which inhibit detoxication of the pyrethrins (Worthing & Walker, 1987).

Toxicology: Absorption of pyrethrum through the stomach and intestines and through the skin is low. However, humans can absorb pyrethrum more quickly through the lungs during respiration. Overall, pyrethrins and pyrethroids are of low chronic toxicity to humans and the most problems in humans have resulted from the allergenic properties of pyrethrum. The most severe poisonings have been reported in infants, who are not able to efficiently break down pyrethrum. The lowest lethal oral dose of pyrethrum is 750 mg/kg for children and 1,000 mg/kg for adults. Oral LD₅₀ values of pyrethrins in rats range from 200 mg/kg to greater than 2,600 mg/kg. Some of this variability is due to the variety of constituents in the formulation. Mice have a pyrethrum oral LD₅₀ of 370 mg/kg. Rats and rabbits are not affected by large dermal applications. On broken skin, pyrethrum produces irritation and sensitization, which is further, aggravated by sun exposure (Exttoxnet, 2002). Acute oral LD₅₀ of rats 584-900 mg/kg. Acute percutaneous LD₅₀ for rats > 1500 mg/kg. Constituents of the flowers may cause dermatitis to sensitized individuals but are removed during the preparation of refined extracts. There is no evidence that synergists increase toxicity of the pyrethrins to mammals.

ADI for man 0.04 mg/kg (Worthing & Walker, 1987).

PERMETHRIN

Chemical formula: C₂₁H₂₀Cl₂O₃

Properties: Technical grade permethrin is a yellow-brown to brown liquid, which sometimes tends to crystallize partly at room temperature. Solubility (30° C): 0.2 mg/l water. It is stable to heat and is more stable in acid than alkaline media. Some photochemical degradation has been observed but field data indicate that this does not adversely affect biological performance (Worthing & Walker, 1987). Partition Coefficient: 6.10004 (Exttoxnet, 2002)

Uses: It is a contact insecticide which is effective against a wide range of animal ectoparasites (Worthing & Walker, 1987).

Toxicology: Permethrin is efficiently metabolized by mammalian livers. Metabolites are quickly excreted and do not persist significantly in body tissues (Exttoxnet, 2002). Permethrin is moderately to practically non-toxic via the oral route. Values for the oral route vary markedly dependent on sex, age and species. Typical oral LD₅₀ values for rats are 430-4000 mg/kg (Worthing & Walker, 1987). Via the dermal route, it is slightly toxic, with a reported dermal LD₅₀ in rats of over 4000 mg/kg, and in rabbits of greater than 2000 mg/kg (Exttoxnet, 2002).
ADI for man 0.05 mg/kg (Worthing & Walker, 1987).

MALATHION

Chemical formula: C₁₀H₁₉O₆PS₂

Properties: Technical grade malathion (c. 95% pure) is a clear amber liquid. Melting point 2.85° C, boiling point 156-157° C. Solubility (room temperature): 145 mg/l water; miscible with most organic solvents; of limited solubility in petroleum oils (350 g light petroleum/l malathion) (Worthing & Walker, 1987). Partition Coefficient: 2.7482 (Exttoxnet, 2002)

Uses: It is a non-systemic insecticide and acaricide of low mammalian toxicity. In addition to a wide range of agricultural and horticultural uses, it is used to control animal ectoparasites, flies, household insects, human head and body lice and mosquitoes (Worthing & Walker, 1987).

Toxicology: Malathion is rapidly and effectively absorbed by practically all routes including the gastrointestinal tract, skin, mucous membranes, and lungs. Animal studies indicate it is very rapidly eliminated through urine, feces and expired air with a reported half-life (Exttoxnet, 2002). Acute oral LD₅₀ for rats 2800 mg/kg. Acute percutaneous LD₅₀ (24 h) for rabbits 4100 mg/kg (Worthing & Walker, 1987).
ADI for man 0.02 mg/kg (Worthing & Walker, 1987).

BIOALLETHRIN

Chemical formula: C₁₉H₂₆O₃

Properties: The material in D-Trans (a trade-mark) is an amber viscous liquid. Solubility: virtually insoluble in water (Worthing & Walker, 1987). Partition Coefficient: 4.9604 (Exttoxnet, 2002).

Uses: Bioallethrin is a potent contact, non-systemic insecticide which produces a rapid "knockdown" and is used against household insect pests. Piperonyl butoxide and other synergists are included to inhibit metabolic detoxication (Worthing & Walker, 1987).

Toxicology: Following oral administration, allethrin is readily absorbed and metabolized in mammalian systems to less toxic compounds which may be more easily eliminated by the body (Exttoxnet, 2002). Acute oral LD₅₀: for male rats 425-575 mg/kg, for females 845-875 mg/kg, for males 1320 mg (as Pynamin Forte)/kg, for females 310 mg/kg. Acute percutaneous LD₅₀ for rats >2500 mg Pynamin Forte/kg (Worthing & Walker, 1987). Allethrin is slightly toxic by dermal absorption and ingestion. For d-allethrin the oral LD₅₀ is 1320 mg/kg in rats. The dermal LD₅₀ is greater than 2500 mg/kg in rats (Exttoxnet, 2002)

PIPERONYL BUTOXIDE

Chemical formula: C₁₉H₃₀O₅

Properties: The technical grade comprises > 85% piperonyl butoxide and < 15% related compounds, and is a pale yellow oil; boiling point 180 °C/l. It is stable to light, resistant to hydrolysis.

Uses: Piperonyl butoxide is a synergist for the pyrethrins and related insecticides.

Toxicity: Acute oral LD₅₀ for rats and rabbits c. 7500 mg/kg. In 2-y feeding trials rats receiving 100 mg/kg diet suffered no ill-effect. It is non-carcinogenic and the human tolerance for chronic ingestion is estimated at 42 mg/kg diet.

ADI for man 0.03 mg/kg.