

In een rode bloedcel (die op deze plaat een blauwe celwand kreeg) van iemand die het gen voor sikkelcelanemie draagt, kan een malariaparasiet geen interne structuur (geel) opbouwen. Het blijft bij onbruikbare rudimenten. FOTO'S SCIENCE/AAAS

# Malariaparasiet kan niet aan het werk in sikkelcel

**GENEESKUNDE**  
Een oud raadsel is opgelost: waarom iemand met het gen voor sikkelcelanemie geen malaria krijgt.

Marianne Heselmans

Het is een van de best beschreven voorbeelden van menselijke evolutie: veel Afrikaanse kinderen in gebieden waar tropische malaria heerst, hebben nooit last van deze ziekte die jaarlijks nog bijna een miljoen levens kost. Dankzij het zogeheten 'sikkelcelgen' zijn ze minder gevoelig voor de malariaparasiet *Plasmodium falciparum*. Maar tropenartsen weten al sinds 1945 dat dit evolutionaire voordeel ook een nadeel heeft. Die resistente kinderen en hun nakomelingen hebben wel veel kans op sikkelcelanemie. Een erfelijke ziekte met periodieke pijn aanvallen, koorts en weefselschade, waardoor mensen vaak al voor hun vijftigste overlijden. Mensen met één kopie van het sikkelcelgen zijn beschermd tegen malaria; mensen met twee kopieën van het afwijkende gen krijgen sikkelcelanemie.

Gisteren publiceerden onderzoekers uit Duitsland en Burkina Faso een moleculaire verklaring voor die bescherming tegen malaria door de zelfde genafwijking die ook sikkelcelanemie veroorzaakt (*Science*, 11 november). Dankzij het sikkelcelgen slaagt de malariaparasiet er niet in de rode bloedcellen te veranderen in een gastcel waarin hij zich ongestoord kan vermeerderen.

Kinderen met het sikkelcelgen worden wel gestoken door muggen die de malariaparasiet bij zich dragen. Via het muggenspeeksel, huidcellen, levercellen en bloedbaan nestelt hij zich ook in de rode bloedcellen, waar doorgaans de grote parasietvermeerdering plaatsvindt. Maar deze kinderen krijgen maar weinig koortsaanvallen. En ze lopen niet zoals andere geïnfecteerde peuters de kans te overlijden aan verstopping van bloedvaten in de hersenen.

Het sikkelcelgen dat voor die bescherming zorgt, is een variant van het gen voor een hemoglobine-eiwit. Dat is ijzerhoudend bloedeiwit dat zuurstof en kooldioxide transportert en waar rode bloedlichaampjes vol mee zitten. Maar niet bekend was waarom dit afwijkende bloedeiwit – hemoglobine s geheten – kinderen zo goed beschermt.

In rode bloedlichaampjes met dit hemoglobine s, vonden de onderzoekers, lukt het de parasiet niet om een membraanstelsel op te bouwen voor het transport van zijn eigen eiwitten. Het encellig diertje maakt er een ge-

**Maurers spleten**

De Duitse en Burkinese onderzoekers beschrijven gedetailleerd hoe de parasiet in niet beschermde peuters zo'n transportstelsel aanlegt. Eenmaal binnengedrongen in de bloedcel, bouwt hij eerst zijn zogeheten *Maurers spleten* op, de door membranen omgeven buizen en blaasjes waarlangs de parasiet zijn eiwitten gaat transporteren. In 1902 zag de Duitse tropenarts George Maurer ze als eerste onder de lichtmicroscop.

Wat de Science-auteurs nu laten zien, is dat de parasiet voor zijn eiwittransport ook het cytoskelet van het rode bloedlichaampje verandert. Cytoskeletten geven cellen hun vorm; ze bestaan uit stevige eiwitdraden gemaakt van onder andere het eiwit actine. De parasiet gebruikt het actine-eiwit van de rode bloedcel om eigen eiwitdraden te maken. Die draden leiden dan die buizen en blaasjes met hun parasiteiwitten netjes naar het buitenmembraan van de rode bloedcel. Bij de tegen malaria beschermde peuters mislukken al die processen.

Omdat de parasiet geen eiwitten kan transporteren lukt het hem niet om van eiwit gemaakte 'haakjes' aan de buitenkant van de bloedcellen te zetten. Zonder die haakjes wordt de bloedcel weerloos en spoelt binnen een paar dagen weg naar de milt, die kapotte, geïnfecteerde en dode bloedlichaampjes afbreekt. Mét haakjes blijft hij makkelijk hangen aan een bloedvatwand. Al met al wordt in beschermde peuters het transport van zeker vijfhonderd parasiteiwitten geblokkeerd.

In totaal gebruikt *P. falciparum* een paar duizend eiwitten en eiwit/membraanstructuren om zijn leven veilig te stellen. Behalve in rode bloedlichaampjes ook in de mug en de levercellen. Het Science-onderzoek toont aan hoe snel laboratoria nu de belangrijkste van die eiwitten en structuren in kaart brengen, met hulp van nieuwe beeldtechnieken,

apparatuur en software.

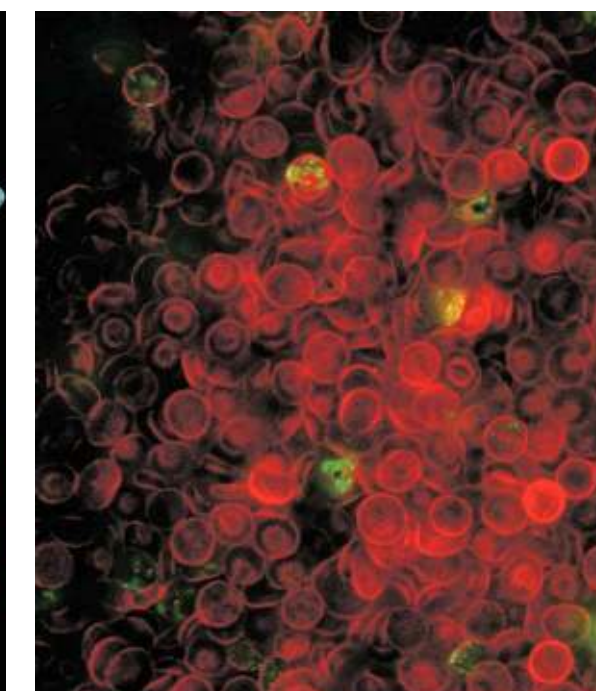
Voor deze ontdekking ziet parasitoloog Jansse niet meteen een medische toepassing. Een nieuw medicijn verwacht hij eerder van een ander onderzoeksresultaat, deze week in *Nature*. Deze onderzoekers, uit Engeland, de Verenigde Staten, Japan en Senegal, wisten uit honderden verschillende eiwitten van de rode bloedcellen een receptoreiwit te vinden dat elk type *P. falciparum* echt nodig heeft om rode bloedcellen te herkennen. Als een medicijn dit proces kan blokkeren, komt hij de rode bloedcel niet eens meer binnen.

Vorige maand waren er meer hoopvolle berichten, over een experimenteel vaccin van Glaxo Smith Kline dat Afrikaanse peuters redelijk beschermt. Jansse heeft net een publicatie de deur uit over een eiwit dat de malariaparasiet absoluut nodig heeft om zijn transportstelsel in de bloedcel te maken. Dat proces kan misschien ook nog worden geblokkeerd.

Sommige onderzoekers geloven inmiddels dat *P. falciparum* helemaal kan worden uitgeroeid, zóveel potentiële mogelijkheden komen er nu om hem dwars te zitten, zowel in de mug als in de rode bloedcel. Mocht het lukken, dan valt te verwachten dat er daarna ook sikkelcelanemie zal afnemen, omdat de positieve selectie op het malariaresistente-sikkelcelgen dan wegvalt. De menselijke evolutie heeft dan, althans voor dit ene gen, weer een nieuwe wending gekregen.



In een rode bloedcel (donkerblauwe celwand) van iemand met normaal hemoglobine bouwt de malariaparasiet zijn eigen wereld op: eiwithaakjes op de celwand (rood), membranen en Maurers spleten (lichtblauw) en filamenten (geel).



Rode bloedcellen zien er uit als platte schijfjes met een wat verdikte rand. Ze transporteren zuurstof en kooldioxide door het lichaam. In nauwe haarvaatjes waar ze eigenlijk niet doorheen passen nemen ze de vorm van een rupsband aan en kruipen voort. Ieder mens maakt een paar miljoen nieuwe rode bloedcellen per seconde, die ongeveer 120 dagen hun werk doen. Op deze foto zijn een paar cellen geïnfecteerd met malariaparasieten waar onderzoekers groenfluorescerende labels aan hadden gehangen.

Advertenties

treffers zijn de gecombineerde rubriekadvertenties in NRC Handelsblad en nrc next. Uw advertentie wordt geplaatst in beide dagbladen ongewijzigd.



**nrc treffers**

Trefker opgeven  
Particulier via: [www.nrcmedia.nl/treffers](http://www.nrcmedia.nl/treffers)

Zakelijk via:  
e-mail [treffers@nrc.nl](mailto:treffers@nrc.nl)  
Telefoon 010-4066888

De brieven onder nummer kunt u sturen naar:

Tuinlaan 90, 3111 AW Schiedam  
onder vermelding van br.o.nr. (nummer advertentie)

Voor meer informatie:  
[www.nrcmedia.nl/treffers](http://www.nrcmedia.nl/treffers)

Abonnementen: 088-5720572  
Bezorgingen: 088-5720555

**contactadvertenties**

**singles 45-plus**

Single 45-ers ontmoeten elkaar  
Voor een date, vriendschap of relatie  
Meld je nu aan [www.silver2date.nl](http://www.silver2date.nl)

Adverteren?  
Mail naar [treffers@nrc.nl](mailto:treffers@nrc.nl)  
[www.zadkinemedia.nl](http://www.zadkinemedia.nl)

**vrouw zoekt man**

Ik ben een charmante vrouw, zelfstandig, hartelijk, 55+ en heb alles behalve jou: een aimabele, betrouwbare man om warmte en vriendschap mee te delen. Beiden financieel comfortabel vinden we humor en genegenheid een must om tot een vaste relatie te komen. Als jij die ene bent, zullen we dan samen aan een nieuwe reis beginnen? Stuur mij je e-mail met foto: [info@partnerselectie.nl](mailto:info@partnerselectie.nl) [www.partnerselectie.nl](http://www.partnerselectie.nl)

Single vrouw (38 jr., WO, goede baan en sociaal netwerk, regio Den Haag) zkt. betrouwbare, serieuze zaaddonor (blanke afkomst) om kindervens in vervulling te laten gaan. Voorkeur gaat naar een donor met hoog IQ/EQ/SQ, min. HBO, min. 1.85m. Je bent (aantoonbaar) psych. en fysiek gezond, geen erfelijke ziekten in je fam. en bent bereid tot SOA/HIV testen. Vind het belangrijk dat er een klik is tussen jou en mij en dat we goede afspraken kunnen maken. Als je voldoet aan bovenstaande criteria en je wilt mij helpen om mijn wens in vervulling te laten gaan, dan hoor ik graag van je. Br.o.nr. 21212011

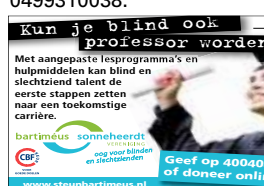
Adverteren?  
Mail naar [treffers@nrc.nl](mailto:treffers@nrc.nl)  
[www.zadkinemedia.nl](http://www.zadkinemedia.nl)

050.vrouw.acad. Actief,levendig,hartelijk,belangstellend,gevoel voor humor. Lang, slank,sportief/elegant. Houdt van reizen, lezen ,film,kunst;heb brede belangstelling. Deel je mijn interesses en ben je ongeboord,aardig en vitaal dan hoop ik dat je reageert. Brieven,liefst met foto onder nr 112112011

treffers@nrc.nl  
[www.zadkinemedia.nl](http://www.zadkinemedia.nl)

**contactadvertenties**

Luxe golfreizen voor alleen-gaanders met Kerst en/of Jaarwisseling. Informatie: [www.Flight4You.nl](http://www.Flight4You.nl) of bel 0499310038.



**man zoekt vrouw**

035.Betrouwbare, galante en prettig ogende pensionado kijkt uit naar goed verzorgde, (winter)sportieve- en reislustige vriendin/soulmate' (hbo/acad.) van rond de 68 met veelzijdige belangstelling. Creatief, sterk en kwetsbaar. Dat ben ik. Altijd antwoord en snel contact na foto.ruil via > wartawan@hotmail.nl < br.o.nr. 12112011

Loop je binnenkort een Marathon of een Vierdaagse? Ben je binnenkort jarig of ga je trouwen? Ga je iets speciaals doen? Kom in actie voor JOUW favoriete goede doel! Meld je aan en start je eigen actie op [www.geefsame.nl](http://www.geefsame.nl) Geef Samen

**nrc treffers**

Tuinlaan 90  
3111 AW Schiedam  
Tel: 010 - 406 68 88  
Fax: 010 - 436 49 67

\*Dit betreft zaterdag plaatsing, alleen voor particulieren!

Uw advertentie in de zaterdageditie van NRC Handelsblad wordt op de eerst volgende doordeweekse dag doorgeplaatst in nrc next op de dag van de desbetreffende rubriek, zie naaststaand schema

| Rubriek              | nrc next  |
|----------------------|-----------|
| contactadvertenties  | maandag   |
| vervoer              | maandag   |
| diversen             | donderdag |
| oroerend goed        | donderdag |
| business to business | donderdag |
| personeel            | donderdag |
| consumenten          | donderdag |
| Vakantie             | vrijdag   |

U plaatst 3 regels voor slechts € 42,50, elke regel meer kost € 12,75 (Tarieven incl BTW)

|    |          |  |
|----|----------|--|
| 1  | € 42,50  |  |
| 2  | € 42,50  |  |
| 3  | € 42,50  |  |
| 4  | € 55,25  |  |
| 5  | € 68,00  |  |
| 6  | € 80,75  |  |
| 7  | € 93,75  |  |
| 8  | € 106,25 |  |
| 9  | € 119,00 |  |
| 10 | € 131,75 |  |

Ja, ik maak gebruik van de service 'brieven onder nummer' (1 regel extra € 15,80 + € 4,90 servicekosten).

Plaatsingsdata: \_\_\_\_\_

Ik wil de advertentie plaatsen in de rubriek: \* \_\_\_\_\_

Dhr./Mevr. \_\_\_\_\_ Voorletters: \_\_\_\_\_

Adres: \_\_\_\_\_ Bij opgegeven postbus ook uw privilegegegevens vermelden.

Postcode/Plaats: \_\_\_\_\_

Telefoonnummer (blijft geheim): \_\_\_\_\_

\* Alle gegevens op de bon in **blokketters** invullen s.v.p.

Ik machtigt Zadkine Media/ NRC om éénmalig € - - - van mijn rekening af te schrijven\*.

Giro/bankrekeningnummer: \_\_\_\_\_ Handtekening: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Plaats: \_\_\_\_\_

\* Indien incasso niet uitgevoerd kan worden, wordt er € 7,50 administratiekosten in rekening gebracht.

**NB:** Mocht ik het niet eens zijn met een incasso dan heb ik de bevoegdheid om het bedrag binnen 30 dagen na afschrijving -zonder opgaaf van reden- bij mijn (post)bank terug te vorderen.

Op alle overeenkomsten van NRC, met betrekking tot advertenties zijn de Algemene Advertentievoorwaarden, alsmede de Regelingen voor het Advertentiewezen ("de Regelen") van toepassing.

**nrc reizen**

**nrc reizen.nl**

## NRC Academiereis Etrusken

Latium, Umbrië en Toscane van 12 - 20 mei 2012

Vanaf 14 oktober is in het Allard Pierson Museum te Amsterdam in het Rijksmuseum van Oudheden te Leiden een international duotoonstelling te bezichtigen *Etrusken; Mannen met macht - Vrouwen van aanzien*. Deze NRC Academie, georganiseerd naar aanleiding van deze tentoonstelling, brengt u naar de hoogpunten van de kunstuitingen van de Etrusken in Latium, Umbrië en Toscane. Vooraf en tijdens de Academie krijgt u lezingen aangeboden van diverse specialisten die uw bezoek aan de opgravingen, musea en monumenten in historisch perspectief plaatsen.

**Rome, Orvieto, Viterbo, Volterra, Arezzo en Florence:** de pracht en praal van steden uit de op cultureel gebied meest aansprekende regio's van Italië passeren de revue. Naast de Etruskische geschiedenis en cultuur richten wij ons op schilderkunst en architectuur in de plaatsen die we bezoeken. Telkens heeft u de kans uw eigen accent te plaatsen, dit in een oogstrelend decor.

Spreekers tijdens de inleidende studiedag in het Allard Pierson Museum: prof. dr. Fik Meijer, dr. Bouke van der Meer, drs. René van Beek en dr. Patricia Lulof. Spreekers tijdens de reis: drs. Rosita Steenbeek, drs. René van Beek, dr. Patricia Lulofs en dr. Iefke van Kampen.

Reissom: vanaf € 1685,- Voor informatie over sprekers en gedetailleerd reisprogramma kijk op [nrcreezen.nl](http://nrcreezen.nl) of bel/mail 020-7517965/nrc@voyageculture.nl.



Rosita Steenbeek Fik Meijer

Deze reis wordt uitgevoerd door Voyage & Culture, lid van ANVR, SGR en Calamiteitenfonds.