

Bijzondere (proef)dieren/1: Slijmprikken en Lampreien

Door Hein van Lith

Afdeling Dierenwetenschap & Proefdierkunde, Departement Dier in Wetenschap en Maatschappij, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht.

Inleiding: Wet op de dierproeven

Er worden verschillende soorten dieren in proeven gebruikt. Muizen en ratten worden het meest gebruikt (Nederland, 2009: 70,76%), maar er worden ook andere zoogdieren (7,56%), vogels (16,99%), 'echte' vissen (4,43%), amfibieën (0,21%) en reptielen (0,05%) in Nederland ten behoeve van dierproeven ingezet (13). Naast deze zogenaamde gewervelde dieren (onderstam vertebraten) worden ongewervelde dieren voor proeven gebruikt (18). Het gaat hierbij om insecten zoals fruitvliegjes en sprinkhanen, en om andere 'lagere' dieren zoals sponzen, regenwormen en degenkrabben. Overigens is ongeveer 95% van de dieren in de wereld ongewerveld (<http://www.currentresults.com/Environment-Facts/Plants-Animals/number-species.php>). De verschillen tussen de diersoorten binnen deze groep zijn erg groot.

De Wet op de dierproeven beperkt zich vooralsnog tot de gewervelde dieren, maar biedt de mogelijkheid om bepaalde soorten ongewervelde dieren - waarvan wetenschappelijk aannemelijk gemaakt kan worden dat die soorten pijn lijden, angst en blijvende schade kunnen ondervinden - binnen de werkingssfeer van de wet te brengen. Volgens de wetgever zijn de dieren die tot de klasse van de rondbekken (Cyclostomata of cyclostomen) (Afb. 1) behoren zo'n buitenbeentje; ze horen volgens de wetgever fylogenetisch niet tot de gewervelde dieren, maar zitten hier heel dicht tegenaan en vallen wel onder de bescherming van de Wet op de dierproeven, daar ze worden gezien als (primitieve) vissen.

Foutje van de wetgever?

De Nederlandse en de Europese wetgever (3), hebben mijns inziens een foutje gemaakt. Er kan »



Afbeelding 1. Van links naar rechts de bek van een slijmprik, lamprei en haai.

tussen 26 juni 1998 en 13 november 2004 op de zogenaamde *Rode lijst zoetwatervissen*. Rode lijsten zijn lijsten waarop per land de in hun voortbestaan bedreigde dier- en plantensoorten staan en de beschermingsmaatregelen om deze soorten weer in aantal te laten toenemen. De Rode lijsten worden regelmatig bijgewerkt. Op 5 november 2004 zijn de nieuwe Rode lijsten voor bedreigde dier- en plantensoorten vastgesteld. In de *Rode lijst vissen* zijn toen voor het eerst ook de zoutwatervissen opgenomen (in werking getreden op 13 november 2004). Voorts is een zevental soorten geschrapt uit de lijst, waaronder de rivierprik en de zeeprik. Deze lampreien zijn namelijk trekvissen en voldoen daarom niet aan de criteria voor plaatsing op een Rode lijst. Op de huidige *Rode lijst vissen* prijkt dus nu alleen nog maar de beekprik. Het verschijnen van de Nederlandse prik op de Rode lijst is er waarschijnlijk debet aan geweest dat er in Nederland geen (uit het wild gevangen) lampreien meer gebruikt worden voor wetenschappelijk onderwijs. De bijzondere positie die slijmprikken en lampreien thans in Nederlandse en Europese wet- en regelgeving (Wet op de dierproeven, Rode lijst vissen, Flora- en faunawet, Conventie van Bern, Europese Habitatrichtlijn) innemen is reden om deze kaakloze dieren eens nader te bespreken.

Kaaklozen

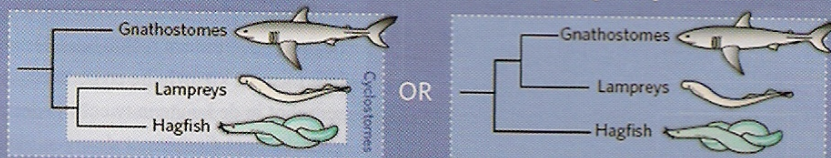
De kaaklozen zijn primitieve voorlopers van de gewervelden die de grootste bloeiperiode hadden in het Siluur (444-416 miljoen jaar geleden) en het Devoon (416-359 miljoen jaar geleden), maar nu alleen nog maar vertegenwoordigd worden door twee orden: de orde van de slijmprik- »

Afbeelding 3. Een vertegenwoordiger van de orde van de lampreien: *Petromyzon marinus* (zeeprik). a) Een aantal zeeprikken in een aquarium. b) Zeeprik gestrand op het strand langs de Waal.



TWO TREES

Lampreys could be grouped with hagfish (left), or more closely related than hagfish to gnathostomes.



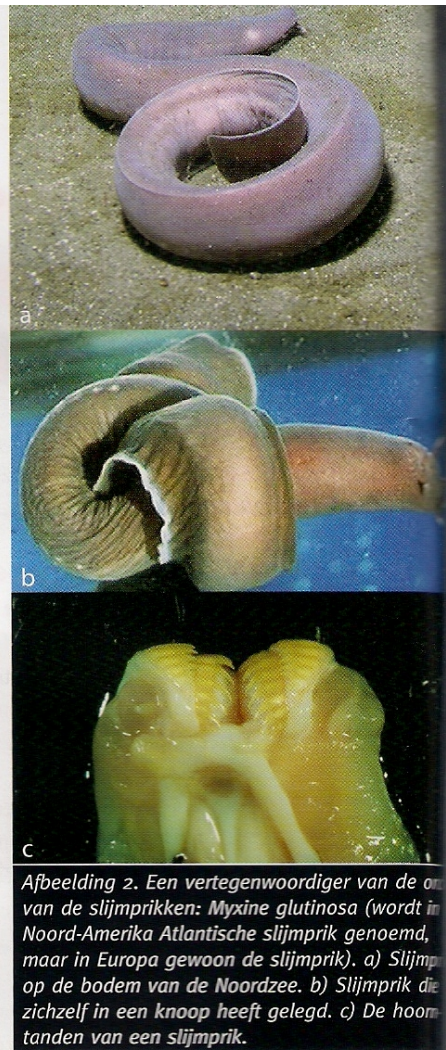
Afbeelding 4. Twee theorieën m.b.t. de taxonomische indeling van de rondbekken: a) 'cyclostome monophyly theory'; b) 'cyclostome paraphyly theory' = 'craniate theory'.

namelijk niet zonder meer gesteld worden dat alle rondbekken ongewervelde dieren zijn. De orde van de slijmprikken (Afb. 2) en de orde van de lampreien (Afb. 3) zijn de enige nog levende rondbekken. Sommige wetenschappers zijn van mening dat slijmprikken en lampreien beide onder de onderstam vertebraten vallen (de zogenaamde 'cyclostome monophyly theory'; gebaseerd op fylogenetisch onderzoek m.b.v. moleculaire data sets). Andere wetenschappers zijn van mening dat alleen de lampreien tot de gewervelde dieren behoren en dat de slijmprikken een aparte tak vormen; laatstgenoemde dieren hebben immers geen wervels (de zogenaamde 'cyclostome paraphyly theory'). Slijmprikken en gewervelden zouden dan samen genomen kunnen worden tot de schedeldieren (Craniata). Deze theorie wordt daarom ook wel de 'craniate theory' genoemd, welke hoofdzakelijk gebaseerd is op fylogenetisch onderzoek m.b.v. fenotypische kenmerken (Afbeelding 4). Vorig jaar lijkt de discussie m.b.t. de indeling van rondbekken beslecht te zijn: men is het er min of meer over eens dat lampreien en slijmprikken samen een klasse vormen en onder de gewervelden vallen (7). Kortom, de wetgever had voor de rondbekken dus geen uitzondering hoeven te maken.

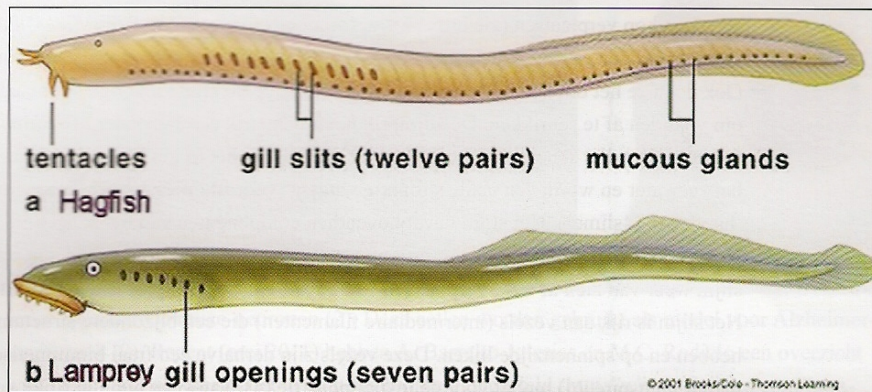
Verder is het zo dat slijmprikken en lampreien tot de zogenaamde tak van de kaaklozen (Agnatha) behoren, die een zuigmond hebben; de resterende gewervelde dieren ('echte' vissen, amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren) behoren tot de tak van de Gnathostomata (gewervelden met echte kaken; letterlijk kaakbekken) (Afb. 5). De huidige vertegenwoordigers van de kaaklozen zijn primitieve visachtigen (11) en hebben een pijnsysteem dat vergelijkbaar is met dat van de 'echte' vissen (1). De rondbekken hebben de laatste tijd vooral de aandacht van paleontologen en evolutie- en ontwikkelingsbiologen (12).

Nederlandse Rode lijst vissen

In de Nederlandse registratie wordt vanaf 1988 jaarlijks aan de vergunninghouders gevraagd proeven met rondbekken te registreren. Vanaf 1999 is daar zelfs een aparte categorie voor opgenomen in de registratietabellen. Zo werden in 1999 in Nederland 2380 rondbekken voor wetenschappelijk onderwijs gebruikt. Daarna zijn er overigens in Nederland in het kader van de Wet op de dierproeven geen rondbekken meer geregistreerd (de reden wordt later vermeld). Via de website van het Nederlands Soortenregister (<http://www.nederlandsesoorten.nl>) is na te gaan welke rondbekken in Nederland (nog) te vinden zijn. Rondbekken die men in de Nederlandse binnenwateren en in de Noordzee nog in het wild kan aantreffen zijn de slijmprik (*Myxine glutinosa*, Afb. 2), de zeeprik (*Petromyzon marinus*, Afb. 3), de rivierprik (*Lampetra fluviatilis*, Afb. 6) en de beekprik (*Lampetra planeri*) (Afb. 7). De laatste drie soorten stonden



Afbeelding 2. Een vertegenwoordiger van de orde van de slijmprikken: *Myxine glutinosa* (wordt in Noord-Amerika Atlantische slijmprik genoemd, maar in Europa gewoon de slijmprik). a) Slijmprik op de bodem van de Noordzee. b) Slijmprik die zichzelf in een knoop heeft gelegd. c) De hoornvanden van een slijmprik.



Afbeelding 8. Vergelijking uiterlijk (schematisch) slijmprik en lamprei.

verwijden tot kieuwkamers. Deze kieuwkamers staan door middel van primitieve kieuwplaatjes in verbinding met het buitenwater. Soms komen deze kieuwkamers allemaal uit in één enkele opening naar buiten. Een ander kenmerk van rondbekken is hun typische reukorgaan. Bij de meeste soorten van rondbekken heeft het reukorgaan de vorm van een zak of een buis, die uitkomt in de keelholte.

Slijmprikken

Afhankelijk van de soort, worden slijmprikken 20-130 cm lang. Ze hebben een lange anaalvin die, evenals de rugvin, doorloopt tot de staartvin. Ze hebben 5 tot 16 paar ronde kieuwopeningen (op enige afstand van de bek). Aan de buikzijde bevinden zich talrijke achter elkaar liggende slijmporiën, de openingen van 70-200 slijmklieren, die slijmcellen en draadcellen produceren. De draden (intermediaire filamenten) uit de draadcellen dienen waarschijnlijk voor versteviging van de slijm huid rond het lichaam. De bek is onderstandig, spleetvormig, bezit twee rijen beweeglijke hoorntanden (Afb. 2c), en is omgeven door 4-6 vlezig baarddraden. De ogen zijn gereduceerd (lens, inwendige en uitwendige oogspieren ontbreken) en verborgen onder de huid (10). Mede hierom wordt de slijmprik als proefdier gebruikt voor evolutionair onderzoek naar het oog van de gewervelden (8). Testes en ovaria komen in ieder individu voor, maar slechts één van beide is functioneel. Sommige soorten slijmprikken hebben een primitief zijlijnsysteem. Dit bestaat uit een stelsel van kanalen dat vlak onder de huid ligt. Door openingen in de huid kan water het zijlijnkanaal binnenkomen. In het kanaal liggen zintuigcellen met microscopisch kleine haartjes. De zintuigcellen worden geprikkeld door trillingen van het water. Slijmprikken zijn de enige vissen waarvan de lichaamsvloeistoffen voor wat betreft de ionen dezelfde samenstelling hebben als het hun omringende zeewater (iso-osmotisch). Om deze reden worden deze dieren gebruikt voor onderzoek naar de regulatie van de ionensamenstelling van lichaamsvloeistoffen (15). Slijmprikken leven op de bodem van de zee, meestal op vrij grote diepte in de modderige zandbodems in de gematigde en subtropische gebieden van de Atlantische, de Indische en de Grote Oceaan. Zij bewonen uitsluitend gebieden met temperaturen tot ca. 10°C. Het zijn aaseters die leven van zachte ongewervelde dieren en dode of stervende vissen. Vaak eten ze ook van vissen die in visnetten gevangen zitten. Ze dringen bij deze vissen het lichaam binnen via de bek of kieuwopeningen en eten de prooi van binnen uit op (5). Ze planten zich voort d.m.v. eieren, die zich met draden verankeren aan elkaar en aan een substraat.

Slijmprikken kunnen hun lichaam in een knoop leggen (Afb. 2b) en de knoop van hun staart »

naar hun kop verplaatsen (zie <http://www.youtube.com/watch?v=RrPvMMkQkk0>). Op deze manier schijnen ze kracht te kunnen zetten om stukken vlees van hun prooien lost te trekken. Ook doen ze het om het slijm van hun huid af te stropen. Hun kleverige slijmlaag dient vooral om vijanden af te schrikken. De slijmprik heeft namelijk een bijzonder afweermechanisme ontwikkeld. Het dier scheidt een berg kleverig slijm af als het in gevaar is. Dit slijm reageert met het zeewater en wordt een taaie, stroperige massa (voor filmpjes zie YouTube, sleutelwoorden: 'hagfish' en 'slime'). Het slijm bevat bovendien componenten van het aangeboren immuunsysteem (17). Hierdoor is de slijmprik niet erg aantrekkelijk om op te eten. De prik stroopt het slijm weer van zich af door verplaatsen van de knoop. De slijmprik is dus een slimme slijmerd. Het slijm is rijk aan vezels (intermediaire filamenten) die een bijzondere structuur blijken te hebben en op spinnenzijde lijken. Deze vezels zijn derhalve een fraai biomimetisch (= door de natuur geïnspireerd) model voor de textielindustrie (4). Vanwege hun uiterlijke verschijning en het overmatige slijm worden slijmprikken meestal niet door de mens gegeten. Echter de soort *Eptatretus burgeri*, die voorkomt in het noordwesten van de Grote Oceaan is in Japan een lekkernij. In Korea maakt men van de huid van slijmprikken zogenaamd aalleer.

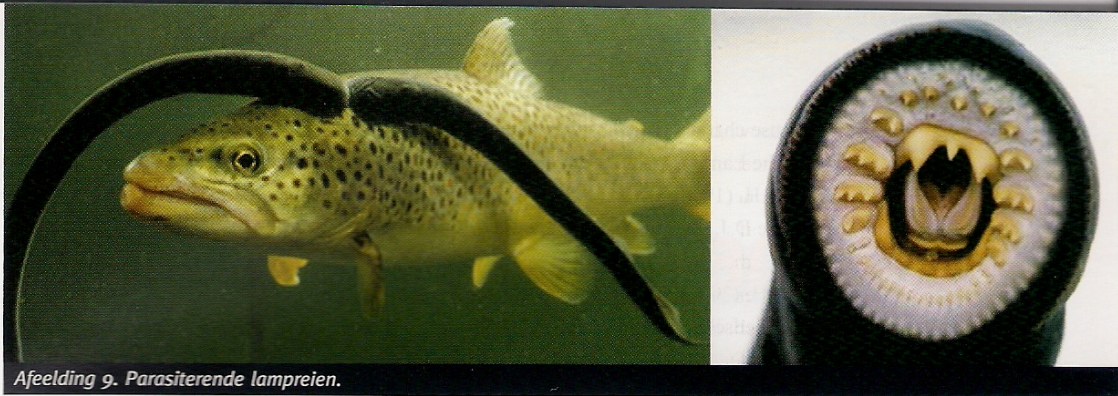
Lampreien

Afhankelijk van de soort worden volwassen lampreien 13-100 cm lang. Ze hebben een bek in de vorm van een ronde, getande mondschijf (Afb. 1b, 3 en 6), waarmee ze zich aan vissen vastzuigen. Met de knotsvormig verdikte tong die is voorzien van hoorntandjes (Afb. 6) raspen ze door de schubben en huid van een prooivis heen en zuigen dan de lichaamssappen van hun slachtoffer op (parasitaire leefwijze; afb. 9). Ze scheiden hierbij een stof af waardoor het weefsel van hun gastheer oplost. In plaats van een kieuwspleet, hebben ze aan beide zijden van de kop zeven ronde kieuwopeningen. Ze werden vroeger negenoog genoemd, omdat ze links en rechts negen openingen in de kop vertonen, indien neusopening en oog worden meegeteld. Ze hebben één of twee rugvinnen.

Rivier- en zeeprikken trekken van uit zee naar zoet water (= zijn anadroom) om zich voort te planten. De volwassen dieren sterven na het paaien (Afb. 3b). Lampreilarven leven enkele jaren in de bodem van meren en rivieren, zich voedend met micro-organismen; het zijn dan dus filterdieren. Ze hebben een wormachtig lichaam met een hoefijzervormige lip en geen ogen. Ze werden aanvankelijk niet als lampreilarven herkend en vroeger als een aparte soort beschreven: *Ammocoetes branchialis*. In navolging van dit misverstand, worden de larven nog steeds 'Ammocoetes'-larven genoemd. Tijdens de metamorfose komen de ogen, de zuigbek met tanden en de geslachtsorganen tot ontwikkeling. Na deze gedaantewisseling tot volwassen dieren, trekken ze naar zee (behalve de beekprik) waar ze gedurende enkele jaren verblijven om zich te voeden en uit te groeien. Lampreien zijn van gescheiden geslacht. Alle lampreisoorten hebben een zijlijnsysteem.

In Groot-Brittannië worden lampreien gebruikt als aas voor de vangst van bijvoorbeeld snoek, baars en voorn. In Nederland is de rivierprik eeuwenlang gebruikt als aas bij de kabeljauwvisserij. Er waren toentertijd rivier vissers die zich in bepaalde perioden van het jaar geheel toededen op de prikvisserij.

Lampreien worden om verschillende redenen in onderzoek gebruikt. Zo verschaft onderzoek met lampreien inzicht in de evolutie van het adaptieve (verworven) immuunsysteem (6) en van morfologische kenmerken (14). Verder is het centrale zenuwstelsel van de lamprei een interessant model voor neurowetenschappers. Het centrale zenuwstelsel is vergelijkbaar georganiseerd als bij de andere gewervelden; zij het dat myeline ontbreekt en het aantal neuronen relatief laag



Afbeelding 9. Parasiterende lampreien.

over zogenaamde reuze-neuronen (2). Deze cellen worden gebruikt als model voor Alzheimer-onderzoek (9). Recent (mei 2011) hebben A. Barreiro-Iglesias en M.C. Rodicio een overzicht van de lamprei als diermodel in de neurobiologie opgesteld (http://www.scitopics.com/Lampreys_as_animal_models_in_neurobiology.html).

Samenvattend

Volgens de huidige inzichten vormen de kaakloze, primitieve vissen samen een klasse, welke onder de gewervelde dieren valt: de rondbekken. Levende vertegenwoordigers van rondbekken zijn de orde van de lampreien en de orde van de slijmprikken. Organismen van beide orden fungeren als diermodel met biologische relevantie.

Spreekwoord

Men moet de prikken levend houden = Je moet altijd zorgen dat je verder kunt met je werk/Je moet zorgen dat de zaak blijft lopen.

Literatuur

- 1 Algers B., Blokhuis H.J., Broom D.M., et al. (2005) Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to "Aspects of the biology and welfare of animals used for experimental and other scientific purposes". *The EFSA Journal* 292: 1-46.
- 2 Brodin L., Shupliakov O. (2006) Giant reticulospinal synapse in lamprey: molecular links between active and periaxial zones. *Cell Tissue Research* 326: 301-310.
- 3 Commissie van de Europese Gemeenschappen (2008). Voorstel voor een richtlijn van het Europees Parlement en de Raad betreffende de bescherming van dieren die voor wetenschappelijke doeleinden worden gebruikt. COM(2008) 543 definitief; 5 november 2008 aangenomen.
- 4 Fudge D.S., Hillis S., Levy N., et al. (2010) Hagfish slime threads as a biomimetic model for high performance protein fibres. *Bioinspiration & Biomimetics* 5: 035002 (8pp).
- 5 Glover C.N., Bucking C, Wood C.M. (2011) Adaptation to in situ feeding: novel nutrient acquisition pathways in an ancient vertebrate. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences* doi:10.1098/rspb.2010.2784.
- 6 Guo P., Hirano M., Herrin B.R., et al. (2009) Dual nature of the adaptive immune system in lampreys. *Nature* 459: 796-801.
- 7 Janvier P. (2010) microRNAs revive old views about jawless vertebrate divergence and evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107: 19137-19138.
- 8 Lamp T.D. (2011) Evolution of the eye. *Scientific American* July: 64-69.
- 9 Lee S., Jung C., Lee G., et al. (2009) Exonic point mutations of human tau enhance its toxicity. *Journal of Biological Chemistry* 284: 1111-1118.

- city and cause characteristic changes in neuronal morphology, tau distribution and tau phosphorylation in the Lamprey cellular model of tauopathy. *Journal of Alzheimer's Disease* 16: 99-111.
- 10 Martini F.H. (1998) Secrets of the slime hag. *Scientific American* October: 70-75.
- 11 McKenzie D.J., Farrell A.P., Brauner C.J. (2007) Primitive fishes. *Fish Physiology* 26: 1-560.
- 12 Nicholls H. (2009) Mouth to mouth. *Nature* 461: 164-166.
- 13 nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit (2010) Zo doende 2009. Jaaroverzicht over dierproeven en proefdieren.
- 14 Osório J., Rétaux S. (2008) The lamprey in evolutionary studies. *Development Genes and Evolution* 218: 221-235.
- 15 Sardella B.A., Baker D.W., Brauner C.J. (2009) The effects of variable water salinity and ionic composition on the plasma status of the Pacific Hagfish (*Eptatretus stoutii*). *Journal of Comparative Physiology B* 179: 721-728.
- 16 Schilling N. (2011) Evolution of the axial system in craniates: morphology and function of the perivertebral musculature. *Frontiers in Zoology* 8:4.
- 17 Subramanian S., Ross N.W., MacKinnon S.L. (2009) Myxinidin, a novel antimicrobial peptide from the epidermal mucus of hagfish, *Myxine glutinosa* L. *Marine Biotechnology* 11: 748-757.
- 18 Wilson-Sanders S.E. (2011) Invertebrate models for biomedical research, testing, and education. *ILAR Journal* 52: 126-152.



Bio Services

Uw dealer voor: **B | BRAUN** producten.

AESCULAP
Aesculap - a B. Braun company

All it takes to operate

- instrumentarium
- hechtmaterialen
- desinfectie en hygiëne
- spuiten en naalden
- infusie materialen
- infusie vloeistoffen
- en véél meer

bioservices.nl