

De staart van het staartenverhaal

Een reactie op het artikel “Heeft de mens een gedegeneerde staart?” van Peter Scheele

Bart Klink

Maart 2006

Samenvatting

Creationist Peter Scheele bekritiseert in een artikel op zijn website dat het staartbeentje, de embryonale staart en menselijke staarten bewijsmateriaal vormen voor evolutie. In deze reactie zal ik op de hoofdpunten van zijn kritiek ingaan. Elk embryo ontwikkelt in de loop van de zwangerschap een staart met somieten, neurale buis en chorda dorsalis, die vervolgens weer afgebroken wordt. Over het exacte aantal coccygale somieten is enige discrepantie in de literatuur. Bij dieren met een staart ontwikkelt deze staart zich uit hetzelfde weefsel en grofweg op dezelfde manier als bij het menselijk embryo, waarbij de staart al snel weer wordt afgebroken. De regulering van de ontwikkeling van de menselijke embryonale staart gebeurt door dezelfde genen als bij andere gewervelden, wat te verwachten is bij gemeenschappelijke afstamming. Het oorspronkelijke onderscheid tussen ‘echte’ en ‘pseudostaarten’ is onduidelijk. Een nieuw onderscheid is echter mogelijk op grond van betere kennis van embryonale ontwikkeling. ‘Echte’ staarten zijn restanten van de embryonale staart, ‘pseudostaarten’ bestaan uit weefsel dat zich toevallig in de lumbosacrale regio bevindt. Het menselijk staartbeentje en de daarop aanhechtende spieren zijn rudimenten van een staart. Het staartbeentje kan voor zodanig ernstige klachten zorgen dat de enige oplossing verwijdering van het staartbeentje is, een over het algemeen succesvolle operatie zonder verdere gevolgen. Scheele maakt in zijn artikel zowel opmaakkundige als vertaalkundige fouten en gaat zeer slordig om met de door hem geraadpleegde literatuur.

Inleiding

Voorafgaand aan dit artikel wil ik benadrukken dat de discussie over evolutie en creationisme in de wetenschappelijke wereld *niet* bestaat. Voor biologen is evolutie een feit¹, simpelweg vanwege de gigantische hoeveelheid bewijsmateriaal die hiervoor pleit (dit komt o.a. vanuit de vergelijkende anatomie, fysiologie en embryologie, de genetica, ‘evo-devo’², paleontologie en biogeografie). De enigen die het feit evolutie niet willen accepteren zijn gelovigen die vast willen houden aan een letterlijke interpretatie van hun heilige boek. De meeste argumenten die zij hiervoor gebruiken zijn al zó vaak weerlegd³, dat serieuze wetenschappers zich liever met wetenschappelijke onderzoek bezig houden in plaats van op deze ‘argumenten’ in te gaan. Een andere reden waarom wetenschappers zich niet met het creationisme bezighouden is dat het geen wetenschap is, zoals ik reeds eerder in een on-line artikel heb betoogd (Klink, 2005).

De discussie over de waarheid van evolutie vindt hoofdzakelijk plaats in religieuze kringen, niet in wetenschappelijke. Vooral op internet wordt deze discussie veel gevoerd, voornamelijk dan ook op fora over religie. Ook ik voer deze discussies regelmatig en heb

ooit eens het menselijk staartbeentje (os coccygis) naar voren geschoven als argument voor evolutie. In de loop der tijd heb ik dit argument verder uitgewerkt met de spieren die aan het staartbeentje hechten, de tijdelijke staart die elk menselijk embryo ontwikkelt en het fenomeen 'menselijke staarten'. Dit heeft uiteindelijk geleid tot het schrijven van het artikel "Evolutie met een staartje", dat op een aantal internetsites te vinden is. Ook is het artikel in een technischere vorm gepubliceerd in een fysiotherapietijdschrift (Klink, 2004).

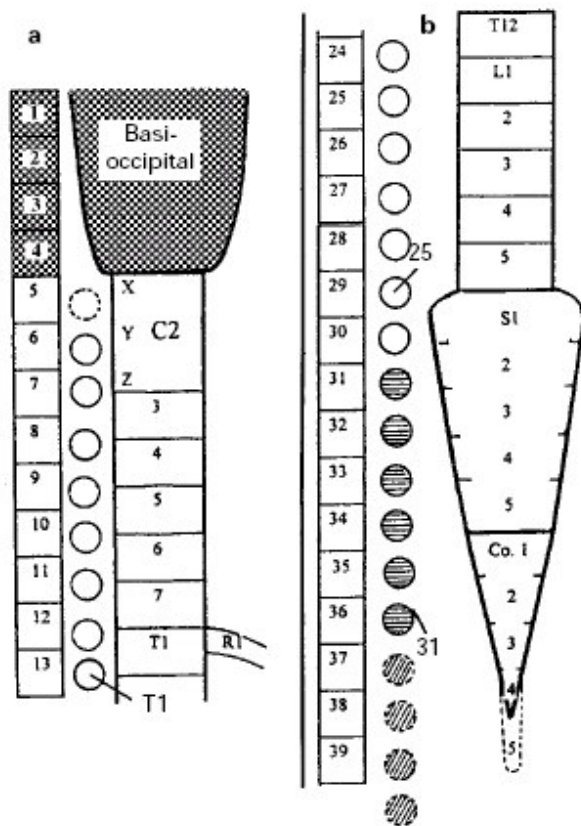
Creationist Peter Scheele (auteur van het boek "Degeneratie") heeft op zijn site kritiek geuit op het argument van het staartbeentje, de tijdelijke embryonale staart en menselijke staarten⁴. Ik ga ervan uit dat hij zich niet direct tot mij heeft gericht omdat hij mij niet ingelicht heeft over zijn kritiek. Desalniettemin ga ik in dit artikel in op de hoofdpunten uit kritiek die Scheele levert. Het zou hier te ver voeren om op al de fouten die hij maakt in te gaan. Omdat deze discussie aardig diep op de materie ingaat, is technisch taalgebruik onvermijdelijk. Desondanks hoop ik dat het toch te volgen is.

De embryonale staart

Natuurlijk heeft een ontwikkelend embryo geen echte staartwervels, het heeft nog helemaal geen wervels of andere botten in de betreffende stadia. Dat is de reden waarom er ook wordt gesproken over zich *ontwikkellende* wervels. Het is inderdaad beter om te spreken over somieten, uit welke later, *als ze niet worden afgebroken (zoals de laatste paar coccygale)*, onder andere wervels ontstaan.

Dat er maximaal 38/39 somieten zijn waargenomen, is een opvatting die *alleen* gebaseerd is op het werk van R. O'Rahilly en F. Müller. Deze opvatting is in strijd met heel veel andere literatuur op dit gebied (o.a. Fallon et al., 1978; Saraga-Babic et al., 1994; Gilbert-Barness et al., 2004; Moore et al., 1998; Sadler et al., 2000; Larsen, 1997 en cursusmateriaal van embryologie aan diverse universiteiten^{5,6}). Hier wordt gesproken over 42 tot 44 somieten waarvan er 4 occipitaal (achterhoofd), 8 cervicaal (nek), 12 thoracaal (borst), 5 lumbaal (lende), 5 sacraal (heiligbeen) en 8 – 10 (soms wordt er zelfs over 12 gesproken) coccygaal (staart) zijn. Vervolgens verdwijnen de laatste 5 tot 7 somieten, waardoor er ongeveer 37 somieten overblijven. De auteurs van het meest recente onderzoek dat ik heb kunnen vinden (Saitsu et al., 2004), spreken van maximaal 40 of meer somieten⁷. De laatste coccygale wervels zijn, naast interindividuele variatie in de ontwikkeling, echter lastig te identificeren en te tellen, wat waarschijnlijk de redenen zijn voor de discrepantie in de literatuur (O'Rahilly et al., 2003). Sapunar et al. (2001) beschrijven tot in detail hoe de embryonale staart in de 4^e week gevormd wordt, in de 5^e week zijn maximale lengte bereikt en in de 6^e week weer duidelijk in de regressie gaat.

Naast de afbraak van coccygale somieten, verdwijnen ook de laatste drie spinale ganglia (schuinsgestreepte bolletjes in figuur 1) (Müller et al., 2004; O'Rahilly et al., 2003). Spinale ganglia zijn grote groepen neuronen (zenuwcellen) in de achterste wortel van de uit de wervelkolom tredende zenuwen. Waarom worden deze coccygale spinale ganglia aangelegd, om vervolgens weer afgebroken te worden? Hier meldt Scheele niets over.



Figuur 1 De relatie tussen de somieten en spinale ganglia en centra in de occipitocervicale (a) en sacrococcygale (b) regio. De somieten zijn de linker genummerde vierkantjes, de centra zijn de rechter genummerde rechthoekjes. De rondjes tussen beide rijen vierkantjes in zijn de spinale ganglia. De schuin gestreepte bolletjes zijn spinale ganglia die weer afgebroken worden. Zie tekst voor verdere uitleg. Ontleend aan O’Rahilly et al. (2003).

overblijven om de maximaal 5 botjes van het staartbeentje te leveren, alsook diverse overige achterwerkstructuren. Dit alles blijkt onder ander uit recent onderzoek van R. O’Rahilly (2003) naar de ontwikkeling van de wervels uit somieten bij 99 embryo’s.” (cursivering BK). Vreemd genoeg laat een schema uit het betreffende onderzoek (O’Rahilly et al., 2003) wat anders zien (zie figuur 1)

Er wordt in het betreffende artikel nergens gesproken over somieten die zich tot de binnenkant van de schedel en het strottenhoofd (larynx) ontwikkelen, uit de eerste vier somieten ontwikkelt zich de onderachterkant (basis-occipital) van het hoofd (zoals duidelijk blijkt uit de gestippelde somieten en centra in figuur 1). De binnenkant van de schedel en het strottenhoofd hebben namelijk een andere oorsprong, die in elk embryologieboek uitgebreid besproken wordt (zie bijvoorbeeld Sadler et al., 2000; Larsen, 1997). Tevens vermelden de auteurs dat het coccygale uiteinde *wel* een neurale buis heeft (pag. 83), in tegenstelling tot wat Scheele uit hun artikel meent te halen.

Buiten het feit om dat O’Rahilly en Müller over minder somieten spreken dan de meeste andere auteurs, gaat Scheele de fout in bij de verdeling van de somieten en de structuren die zich uit deze somieten ontwikkelen. Scheele schrijft hierover: “Er worden maximaal 38/39 somieten waargenomen, waarvan de eerste 4 bijdragen aan de binnenkant van schedel en strottehoofd [sic], er 4 de onderachterkant van de schedel vormen, er uit 8 somieten 7 nekwerfels ontstaan, 12 vormen ruggewervels [sic], en er 2 werfels met het einde van het ruggemerg [sic] de S1 en S2 van het heiligbeen vormen. Dat zijn samen 30 somieten. Het caudale uiteinde, dat dus geen neurale buis heeft, bestaat uit maximaal 9 somieten, dat geeft 39 somieten totaal. Dit laat zien dat er sowieso niet een volledige 1 op 1 relatie is tussen somieten en het aantal werfels. Hoe dan ook, de laatste 9 somieten van het caudale einde genereren de 3 andere werfels voor het heiligbeen, zodat er 6

Verder geven O’Rahilly en Müller in hun artikel uit 2004 (Müller et al., 2004) ook een reden waarom ze niet spreken over een staart: “The term tail-bud or *Schwanzknospe*, however, should be used for tailed species only, and hence is not appropriate for the human, despite the etymology of the word ‘caudal’ (pag. 3). Ze willen dus niet spreken over een staart(knop) omdat ze vinden dat die term alleen gebruikt mag worden voor soorten met een staart. Aangezien de menselijke soort geen staart heeft, is de term ongeschikt, ondanks de herkomst van het woord ‘caudaal’ (dit is een anatomische term, ontleend aan het Latijn voor staart: *cauda*). Hoewel dit opgevat kan worden als een cirkelredenering (de mens heeft geen staart omdat hij per definitie geen staart heeft), is hun reden wel duidelijk. Tevens wijzen ze er op dat de staart van gewervelden misschien het best beschreven kan worden als een extremitet, vergelijkbaar met een ledemaat, in plaats van een voortzetting van de hoofd-as van het lichaam, zoals Minelli (2003) betoogt.

Een aantal pagina’s verder vermelden de auteurs: “The caudal end of the trunk, which appears particularly tapered at stages 15 and 16 because it contains only neural tube and notochord, is, however, nonvertebrated (fig. 10) and is not a ‘tail.’ ” (pag. 17). Natuurlijk is dit ongewerveld (nonvertebrated), een embryo heeft in dit stadium immers nog geen enkel bot, dus ook geen wervels. De ‘staart’ (die de auteurs geen staart willen noemen vanwege bovenstaande reden) bevat echter wel een neurale buis (de embryonale voorloper van het ruggenmerg) en chorda dorsalis⁸. Ook hieruit blijkt weer dat het caudale uiteinde wel degelijk een neurale buis heeft, in tegenstelling tot wat Scheele beweert. Dit is tevens duidelijk te zien in MRI-anatomies⁹. O’Rahilly en Müller maken er dus vooral een semantische kwestie van: wanneer noem je iets een staart? Misschien is Scheele niet op de hoogte van deze nuancering, die de auteurs van het door hem geciteerde artikel maken, doordat hij alleen de (voor iedereen gratis beschikbare) samenvatting heeft gelezen. Scheele beweert, in tegenstelling tot bovenstaande reden, dat de auteurs het uitsteeksel geen staart noemen omdat “het op een andere manier en uit ander weefsel ontstaat dan echte staarten van dieren”. Ik heb deze reden echter niet kunnen vinden in het artikel. Waarschijnlijk doelt hij op wat Zijlmans et al. (1992) schrijven: “In tegenstelling tot wat bij dieren met staartvorming het geval is, houdt bij de mens de caudale extensie van de neurale buis op en sluit de neuroporus posterior zich vóór de vorming van de staartknop.” (pag. 2532). Dit is echter onjuist

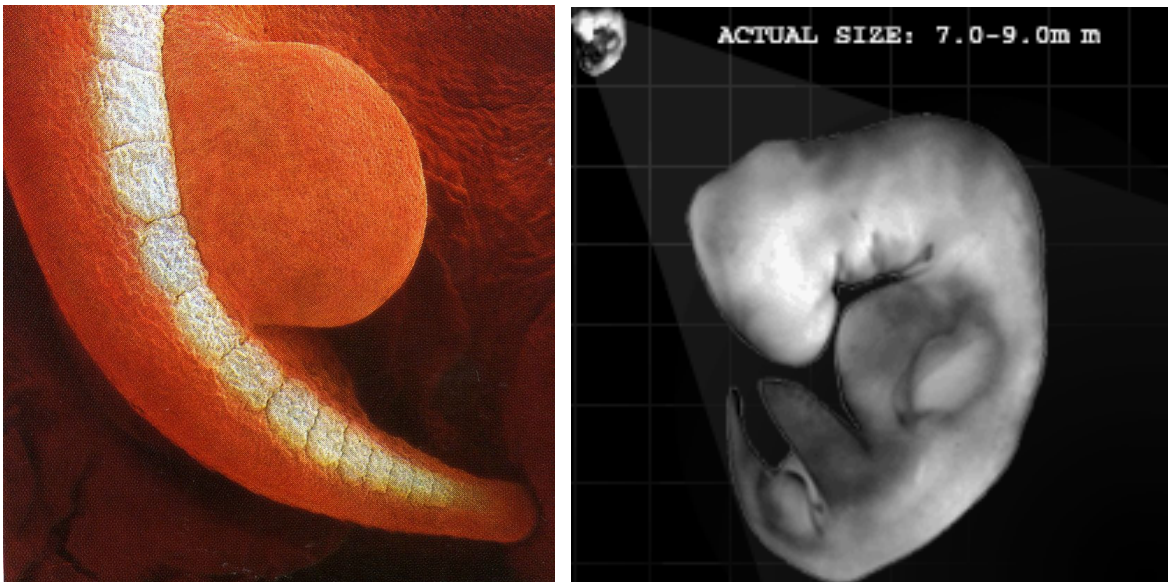
De caudale eminentie (staartknop) produceert bij de mens alle caudale structuren (coccygale somieten, het caudale deel van de neurale buis en chorda dorsalis (Müller et al., 2004; Larsen, 1997). Ditzelfde gebied zorgt bij dieren met een staart (bijv. muis) ook voor de ontwikkeling van de caudale structuren (Goldman et al., 2000; Mitrecic et al., 2004) Uit deze studies blijkt dat zowel bij mensen als bij muizen de staartstructuren uit hetzelfde weefsel ontstaan, namelijk het mesenchym (soms TBM, *tail bud mesenchyme*, genoemd). Economides et al. (2003) schrijven zelfs: “The caudal neural tube, the caudal somites, and the neural crest derived caudal spinal ganglia are all derived from the tail bud. This process is well conserved in vertebrates *regardless of whether or not the final adult form has a tail*, but little is known about the genes involved in determining the final length and pattern of the adult tail.” (pag. 319, cursivering BK). Het caudale gedeelte van de neurale buis, caudale somieten en caudale spinale ganglia komen dus allemaal uit de

staartknop, onafhankelijk of de volwassen vorm een staart heeft of niet (zoals de mens). Nog weer andere auteurs vermelden ook dat de formatie van de neurale buis wat betreft primaire en secundaire neurulatie gelijk is aan dat van sommige andere dieren (Sapunar et al., 2001), in het bijzonder de muis (Nievalstein et al., 1993; Saitsu et al., 2004). Als de formatie van het caudale uiteinde van de mens totaal anders zou zijn dan dat van andere dieren, in het bijzonder zoogdieren (wat dus niet het geval is), zou dat een argument zijn tegen gemeenschappelijke afstamming.

Om nog eens extra te controleren of de menselijke staart inderdaad op dezelfde manier en uit hetzelfde weefsel ontstaat als de staart van andere (zoog)dieren, heb ik een aantal wetenschappers die onderzoek gedaan hebben naar staartvorming een e-mail gestuurd. In die e-mail stelde ik aan hen de volgende vraag (vertaald): “Is het waar dat de tijdelijke staart (caudal eminence) die een menselijk embryo ontwikkelt equivalent (d.w.z. ontstaat uit hetzelfde weefsel en op dezelfde manier) is aan de staart die andere zoogdieren (bv. muizen) ontwikkelen?”

Van Srecko Gajovic, co-auteur van Mitrecic et al. (2004), kreeg ik de volgende reactie: “The answer is clearly yes. After following the developmental sequence similar to the other mammals including rodents, the human tail undergoes massive cell death and disappears.”⁹ (vertaling: “Het antwoord is ongetwijfeld ja. Na een ontwikkelingspatroon gevolgd te hebben dat gelijk is aan andere zoogdieren inclusief knaagdieren, ondergaat de menselijke staart aanzienlijke celdood en verdwijnt.”) Reacties van andere onderzoekers bevestigden dit¹⁰. Graag had ik ook O’Rahilly en/of Müller geë-maild, maar ik heb nergens een e-mailadres kunnen ontdekken, zowel niet in het artikel (wat eigenlijk altijd het geval is) als ergens op het internet.

Ondanks de vraag of er wel of niet gesproken mag worden over een staart, is op beelden (figuur 2) duidelijk te zien dat er ‘iets’ ruim achter de zich ontwikkelende benen uitsteekt.



Figuur 2: op beide foto's is het uitsteeksel achter de onderste extremitetknoppen (waaruit later de benen zullen ontwikkelen) goed te zien. Linker foto ontleend aan Nilsson (1996), rechter ontleend aan "The Visible Embryo"¹²

De regressie van de embryonale staart is het mooist te zien op de Multi-dimensional Human Embryo site¹¹. Hier is de ontwikkeling van het embryo aan de hand van MRI-beelden in elk stadium (de zogenaamde Carnegie-stadia) te zien. De embryonale staart is duidelijk te zien in de stadia 14, 15 en 16. De meeste stadia hebben filmpjes waarin de neurale buis extra naar voren komt. Door de stadia 14 en 15 met de laatste (23) te vergelijken, is duidelijk te zien hoe de neurale buis in de staart afneemt.

O’Rahilly en Müller prefereren bij het benoemen van dit uitsteeksel “caudal eminence” in plaats van “staart”. Andere woorden voor dit uitsteeksel zijn “eminencia caudalis”, “end bud”, “Endwulst”, “Rumpfknospe” of “tail bud” (staartknop). Ik noem het gewoon een staart, net als veruit de meeste andere auteurs die over dit onderwerp schrijven. Ik laat het verder aan de lezer over hoe hij dit zich ontwikkelende en later weer verdwijnende stuk embryonaal weefsel wil noemen.

Geprogrammeerde celdood door gedeelde genen

Scheele geeft toe dat de embryonale staart weer wordt afgebroken in de loop van de embryonale ontwikkeling (zoals mooi te zien is in de animaties waarnaar hierboven wordt verwezen). Dit wordt onder andere veroorzaakt door geprogrammeerde celdood (apoptose). De genen die verantwoordelijk zijn voor de regulering van de ontwikkeling van de staart zijn bij meerdere gewervelde dieren geïdentificeerd, ook bij de mens (zie voor referenties Theobald, 2005). Vanuit evolutionair oogpunt is het logisch dat de mens deze genen ook heeft, hij heeft ze immers overgeërfd van zijn evolutionaire voorgangers (Theobald, 2005). Maar hoe is dit te verklaren vanuit het oogpunt dat de mens onafhankelijk van alle andere diersoorten is geschapen? Scheele geeft hier het volgende antwoord op: “Het grootste deel van de genen voor het ontwikkelen van een ruggegraat [sic] is bij al de gewervelden gelijk. Dat komt omdat ze allemaal een ruggegraat [sic] hebben.” Hier draait Scheele echter de boel om: een organisme ontwikkelt een ruggengraat *doordat* hij daarvoor genen heeft, niet andersom. Hiermee ontwijkt hij tevens de vraag *waardoor* het komt dat de mens deze genen heeft. Het moge duidelijk zijn dat de ad hoc verklaring “de Schepper heeft het zo gewild” geen geldige verklaring is, laat staan een wetenschappelijke.

Menselijke staarten

Het klopt dat de oorspronkelijke opvatting van Dao en Netsky (1984) over het onderscheid tussen echte en pseudo-staarten onduidelijk is. De reden hiervoor is dat Dao en Netsky meenden dat de echte staart, het restant van de embryonale staart, *geen* bot, kraakbeen, chorda dorsalis en ruggenmerg bevat. Uit later en beter onderzoek (zie hierboven) bleek dat de embryonale staart dit wél bevat (althans, de embryonale staart heeft de potentie om die structuren te ontwikkelen). Hierdoor was het oorspronkelijke onderscheid dus niet duidelijk. Vanwege deze onduidelijkheid stellen Lu et al. (1998) een nieuw onderscheid voor, zoals Scheele ook vermeldt. Wat dit nieuwe voorstel is, vermeldt hij echter niet (waarschijnlijk ook weer omdat hij alleen de samenvatting heeft gelezen), terwijl dat het juist zo interessant maakt. Volgens Lu et al. zou de definitie “echte staart” alleen gebruikt moeten worden in het geval de staart het gevolg is van een

abnormale ontwikkeling en regressie van de staart. Pseudo-staarten hebben geen verband met de embryonale ontwikkeling van de staart, het is weefsel dat toevallig in het lumbosacrale gebied zit. Ze vermelden er wel bij dat er op dat moment (1998) met de klinische, beeldverwerkingstechnische en pathologische studies geen scherp omlind onderscheid te maken is. Ook vermelden Lu et al. dat de aandoeningen die vaak gepaard gaan met de menselijke staart de directe *oorzaak* er van kunnen zijn, omdat zij de normale ontwikkeling en regressie van de embryonale staart verstoren. Dit verklaart de hoge correlatie tussen verscheidene aandoeningen in de lumbosacrale regio en menselijke staarten. Grangé et al. (2001) geven ook aan dat de persisterende staart het gevolg is van een vertraagde regressie van de embryonale staart.

Verder haalt Scheele ook de samenvatting van het onderzoek van Carstens et al. (1994) aan omdat zij vermelden dat het misleidend is om “dit” een ‘terugtrekkings-syndroom’ van het caudale einde te noemen. Waar het in dit onderzoek echter om gaat (het “dit” uit de vorige zin) is *caudale aplasie*, oftewel het *niet tot ontwikkeling komen* van de caudale structuren. Dit gaat dus om een geheel andere aandoening dan echte menselijke staarten, die juist het gevolg zijn van het *niet voldoende terugtrekken* van de embryonale staart. Het is mij dan ook niet duidelijk waarom Scheele dit onderzoek vermeldt. Het sprak hem waarschijnlijk aan dat de auteurs het hadden over caudale terugtrekking en dit misleidend noemden, ondanks het hier om een totaal andere aandoening gaat.

Het staartbeentje en de daarop aanhechtende spieren

Hoewel Scheele uitgebreid ingaat op menselijke staarten en de embryonale staart, gaat hij amper in op de anatomie van het staartbeentje (os coccygis) en de daarop aanhechtende musculatuur (spieren). Het os coccygis bestaat meestal uit vier rudimentaire wervels, maar dit kunnen er ook drie of vijf zijn (anatomische variatie). Ik wil ook hier nogmaals benadrukken dat een rudimentair orgaan niet functioneel *hoeft* te zijn (zie verder Klink, 2004). Op de eerste coccygale wervel zit zowel links als rechts een naar craniaal (naar boven) gericht uitsteeksel: de cornu coccygeum. Dit is homoloog aan de processus articularis superior en pediculus arcus vertebrae van de andere wervels (Standing, 2004). Tevens steekt aan beide kanten van de eerste coccygale wervel een rudimentair processus transversus (dwarsuitsteeksel) uit in cranio-laterale (schuin omhoog) richting (Standing, 2004). Deze dwarsuitsteeksel zijn soms in meer of mindere mate ook nog op de andere coccygale wervels terug te vinden (zoals, ironisch genoeg, een illustratie in Scheeles artikel mooi laat zien). Waarom heeft het os coccygis deze specifieke anatomische structuren die homoloog zijn aan de structuren van andere wervels? Dit is logisch in het licht dat de coccygale wervels rudimenten zijn van staartwervels. Scheele gaat echter niet in op deze vraag.

Ook gaat Scheele heel kort in op de functie van het staartbeentje door een paar links te geven. Hij refereert hierbij aan een onderzoek naar de bekkenbodemspieren met behulp van MRI (Bo et al., 2001), waaruit blijkt dat het os coccygis iets beweegt bij het aanspannen van deze spieren. Wat hij daarmee duidelijk wil maken ontgaat mij echter. Natuurlijk beweegt het staartbeentje bij het aanspannen van deze spieren, ze hebben immers onder andere een effect over het sacrococcygale gewricht (het gewricht tussen het

heiligbeen en staartbeen). Echt iets over de functie vermeldt Scheele niet. De site die hij vaak als bron gebruikt, geeft echter aan dat je ook prima zonder kunt leven: “Cutting these ligaments and removing the coccyx does not affect mobility in any way. Afterwards, the ex-patient is able to do anything that a normal person does - run, jump, and so on.”¹³. Waarom vermeldt Scheele dit niet? Hij moet het haast zeker wel gezien hebben, omdat hij het plaatje dat er naast staat gebruikt in zijn eigen artikel.

Verder vermeldt hij dat het os coccygis voor pijnlijke klachten kan zorgen, dit wordt coccygodynie genoemd. De kans hierop is groter naarmate het staartbeentje minder beweeglijk is. Waarom hebben wij dan een staartbeentje, waarmee we prima zonder kunnen leven, terwijl het wel voor hele pijnlijke klachten kan zorgen. Een sterk staaltje *Intelligent Design* misschien?

In sommige gevallen zijn de coccygodynie-klachten zodanig dat alleen het gedeeltelijk of geheel verwijderen van het staartbeentje (coccygectomie) de enige oplossing is. Uit een samenvatting van studies tot 1999, die het succes van coccygectomie onderzocht hebben, blijkt dat de operatie in 58% tot 91% van de gevallen succesvol is, afhankelijk van de geschiktheid van de patiënt voor de betreffende operatie¹⁴. Ook uit recentere studies blijkt dat het verwijderen van het staartbeentje bij coccygodenie tot significante verbetering leidt (Ramsey et al., 2003; Perkins et al., 2003).

Verder gaat hij ook niet in op de spieren die op het os coccygis aanhechten. Van deze spieren wil ik er hier slechts één kort behandelen. Een uitgebreidere beschrijving van de spieren heb ik reeds eerder gegeven (Klink, 2004). Aan de achterkant van het sacrococcygeale gewricht loopt een kleine spier die soms aanwezig is: de m. sacrococcygeus dorsalis (synoniem: m. extensor coccygis). Deze spier is evolutionair gezien logisch te verklaren. Bij dieren met een staart zorgt deze spier ervoor dat de dieren hun staart kunnen extenderen (strekken). Scheele gaat niet in de op vraag waarom ook de mens (soms) een spier heeft waarmee hij zijn ‘staart’ kan strekken. Hadden Adam en Eva misschien een staart, waar onder andere deze spier het ‘gedegenereerde’ derivaat van is?

Algemene opmerkingen

Tot slot wil ik nog een paar algemene opmerkingen maken over Scheeles artikel. Ten eerste vermeldt hij onder “Referenties” veel meer referenties dan waarnaar hij in zijn artikel verwijst. Het is onjuist, zeker in de wetenschappelijke wereld, om literatuur in de lijst te vermelden waarnaar niet wordt verwezen. Ook komt het voor dat hij in de tekst naar literatuur verwijst die niet in zijn referentielijst voorkomt (bijvoorbeeld: “James en collega schrijven in 1995 [...]”). Gelukkig kan men, ondanks deze slordigheid, met behulp van internet het betreffende artikel vrij gemakkelijk vinden.

Daarnaast werkt hij in zijn literatuurlijst met nummers, echter zonder deze in zijn tekst te gebruiken als verwijismiddel (wat wel gebruikelijk is als er met nummers gewerkt wordt). Tevens is de literatuurlijst niet in de gebruikelijke alfabetische volgorde geordend. Dit maakt het onhandig om het betreffende artikel bij de referentie uit de tekst (als die er al staat) te zoeken.

Ten derde bevat het artikel een aantal vertaalfouten. Dit is slordig, zeker als uit de verkeerd vertaalde tekst conclusies getrokken worden. Een aantal voorbeelden van vertaalfouten die Scheele maakt:

- “superficial” met “kunstmatig” (moet “oppervlakkig” zijn)
- “thoracic” met “rugge-” (moet “borst-” of “thoracale” zijn)
- “neurenteric canal” met “neurale buis” (moet “neurenterisch kanaal” zijn)
- “primitive streak” met “primitiefstreng” (moet “primitiefstreep” zijn).

Tot slot probeert Scheele een aantal keren zijn claims te funderen door naar artikelen te verwijzen, terwijl de claim helemaal niet voorkomt in het betreffende artikel. Ik mag aannemen dat hij dit niet opzettelijk heeft gedaan. Hoe dan ook, dit is zeer slordig!

Noten

- 1 Evolutie is zowel een feit als een wetenschappelijke theorie. Een theorie is niet een onbewezen feit (zoals vaak gedacht wordt), maar een verklarings- en interpretatiemodel voor de feiten. Zie verder:
<http://www.talkorigins.org/faqs/evolution-fact.html>
- 2 *Evolutionary developmental biology* (evo-devo) is een vrij recente tak van wetenschap die onderzoekt hoe genetische veranderingen leiden tot veranderingen in vorm en functie van een organisme. Zie verder Goodman et al., 2000.
- 3 Een uitgebreid overzicht van creationistische argumenten met hun weerleggingen is te vinden op: <http://www.talkorigins.org/indexcc/list.html>
- 4 *Heeft de mens een gedegenererde staart?*
<http://www.degeneratie.nl/index.asp?PaginaID=1825>
- 5 http://isc.temple.edu/marino/embryology/Back98/back_text.htm
- 6 http://medicine.uchc.edu/curriculum_pub/SWP/Mike/embryology.html
- 7 Dit wordt niet vermeld in het artikel dat geschreven is over dit onderzoek, maar heeft één van de onderzoekers, Kohei Shiota, mij persoonlijk per e-mail medegedeeld (e-mail ontvangen op 20-9-2005).
- 8 De chorda dorsalis (of notochord in het Engels) is een soepele staaf die de lichaams-as vormt in embryo's en bij sommige dieren de rest van het leven. Bij een groot aantal fossiele en sommige recente vissen, die geen wervellichamen bezitten (Steuren, Prikken), vormt de chorda gedurende het gehele leven een belangrijk element van de lichaamsas en speelt zij een grote rol bij de voortbeweging. Bij de overige gewervelde dieren (ook bij de mens) wordt zij later door de wervellichamen vervangen en verdwijnt dan vrijwel geheel. Alleen bij de zoogdieren kunnen vrij belangrijke resten in de vorm van de nucleus pulposus in de tussenwervelschijven overblijven.
- 9 E-mail ontvangen op 13-2-2006
- 10 E-mail van Mario Capecchi, co-auteur van Economides et al. (2004), ontvangen op 14-2-2006. E-mail van Patrick Tam, co-auteur van Goldman et al. (2000), ontvangen op 17-2-2006. Patrick Tam heeft mijn vraag ook nog doorgemailed naar een andere onderzoeker (Susan Mackem) die de grote gelijkenis ook bevestigde.
- 11 <http://embryo.soad.umich.edu/carnStages/stage15/stage15.html>
- 12 <http://www.visembryo.com/baby/stage15.html>
- 13 <http://www.coccyx.org/whatisit/normal.htm>
- 14 <http://www.coccyx.org/treatmen/summary.htm>

Referenties

Bo K, Lilleas F, Talseth T, Hedland H., *Dynamic MRI of the pelvic floor muscles in an upright sitting position*, *Neurourol Urodyn* 20(2):167-74, 2001

Carstens C., Mai G., Greiner C., *Malformations of the human tail bud or: caudal agenesis syndrome. A review* *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 132(5):345-56, 1994

Dao A.H., Netsky M.G., *Human tails and pseudotails*, *Hum Pathol.* 15(5):449-53, 1984

Economides K.D., Zeltser L., Capecchi M.R., *Hoxb13 mutations cause overgrowth of caudal spinal cord and tail vertebrae*, Dev. Biol. 15;256(2):317-30, 2003

Fallon, J. F., and Simandl, B. K., *Evidence of a role for cell death in the disappearance of the embryonic human tail.*" Am J Anat 152: 111-129, 1978

Gilbert-Barness, E., Debich-Spicer, D., *Embryo and Fetal Pathology, Color Atlas with Ultrasound Correlation*, Cambridge University Press, 2004

Goldman D.C., Martin G.R., Tam P.P., *Fate and function of the ventral ectodermal ridge during mouse tail development*, Development.127(10):2113-23, 2000

Goodman, C.S., Coughlin, B.C., *The evolution of evo-devo biology*, PNAS, vol. 97, no.9, 2000, <http://www.pnas.org/cgi/content/full/97/9/4424>

Grangé G., Tantau J., Pannier E., Aubry M.C., Viot G., Fallet-Bianco C., Terrasse G., Cabrol D., *Prenatal diagnosis of fetal tail and postabortum anatomical description.* Ultrasound Obstet Gynecol.,18(5):531-3, 2001

Klink, B.J., *De menselijke staart*, Versus, tijdschrift voor fysiotherapie, no. 4, 2004 (een eenvoudigere versie van dit artikel is te vinden op: http://www.freewebs.com/deatheist/Artikelen/Evolutie_staartje.pdf)

Klink, B.J., *Waarom creationisme geen wetenschap is*, 2005, http://www.freewebs.com/deatheist/Artikelen/Waarom_creationisme_geen_wetenschap_is.htm

Larsen, W.J., *Human embryology*, 2nd ed., Churchill Livingstone, 1997

Lu F.L., Wang P.J., Teng R.J., Yau K.I., *The human tail.* Pediatr Neurol. 19(3):230-3, 1998

Minelli, A., *The Development of Animal Form: Ontogeny, Morphology, and Evolution*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003

Mitrecic D., Kostovic-Knezevic L., Gajovic S., *Morphological features of tail bud development in truncate mouse mutants*, Cells Tissues Organs 178(1):23-32, 2004

Moore, K. L. and Persaud, T. V. N. *The developing human: clinically oriented embryology*, 6th ed., W.B. Saunders Company, 1998

Müller F., O'Rahilly, R., *The primitive streak, the caudal eminence and related Structures in staged human embryos*, Cells Tissues Organs 177:2-20, 2004

Nievelstein, R. A., Hartwig, N. G., Vermeij-Keers, C., and Valk, J. *Embryonic development of the mammalian caudal neural tube*, Teratology 48: 21-31, 1993

Nilsson, L., *Het grote wonder*, Uitgeverij Ploegsma bv, 23e druk, 1996

O’Rahilly, R., Müller F., *Somites, spinal Ganglia, and centra. Enumeration and interrelationships in staged human embryos, and implications for neural tube defects*, Cells Tissues Organs 173:75–92, 2003

Perkins, R., Schofferman, J., and Reynolds, J., *Coccygectomy for severe refractory sacrococcygeal joint pain*, J Spinal Disord Tech 16: 100-103, 2003

Ramsey, M. L., Toohey, J. S., Neidre, A., Stromberg, L. J., and Roberts, D. A., *Coccygodynia: treatment*, Orthopedics 26: 403-405, 2003

Sadler, T.W., Peters, P.W.J., *Langman’s medische embryologie en teratology*, 11^e druk, Bohn Stafleu Van Loghum, 2000

Saitsu, H., Yamada, S., Uwabe, C., Ishibashi, M., Shiota, K., *Development of the posterior neural tube in human embryos*, Anat Embryol, 209:107–117, 2004

Sapunar, D., Vilovic ,K., England, M., Saraga-Babi, M., *Morphological diversity of dying cells during regression of the human tail*, Ann Anat 183:217-222, 2001

Saraga-Babic, M., Lehtonen, E., Svajger, A., Wartiovaara, J., *Morphological and immunohistochemical characteristics of axial structures in the transitory human tail*. Anat Anz 176:277–286, 1994

Standring, S. (red.), *Gray’s anatomy*, Elsevier, 2004

Theobald, D. L., *29+ Evidences for Macroevolution: the Scientific Case for Common Descent.*, Vers. 2.85., 29 augustus, 2005, <http://www.talkorigins.org/faqs/comdesc/>

Zijlmans, C.W.R., Hoekstra, J.H., *Een zuigeling met een staart*, Ned. Tijdschr. Geneeskd, 136:2531-2533, 1992