



Fig. 1 Doornvormig uitsteeksel met fraaie perforatie

EEN DOORNVORMIG UITSTEEKSEL VAN EEN MAMMOETBORSTWERVEL MET EEN FRAAIE PERFORATIE

In september 2011 vond ik tussen het riviergrind van een “kieswerk” in de omgeving van Bislich (Duitsland) een doornvormig uitsteeksel van een borstwervel van een wolharige mammoet met een wel heel fraai gevormde perforatie (fig. 1). Het gat in het bot was zo gelijkmatig van vorm, dat mijn eerste associatie was dat het door een mens was gemaakt. Ik kon me echter vervolgens niet voorstellen waar het voor zou moeten dienen als het als artefact bedoeld was. Navraag bij Hans van Essen liet me weten dat zo’n perforatie bij mammoeten geen onbekend verschijnsel is.

Alina Krzeminska (2008) beschrijft verschillende vormen van pathologie bij mammoetresten, van een vindplaats in Zuid-Polen die tussen 1968 en 2002 is opgegraven. In het totaal zijn hier 7000 skeletelementen opgegraven van minstens 86 individuen. De datering van het materiaal komt uit tussen 23.000 en 24.000 BP.

Op deze vindplaats zijn ook doornvormige uitstekels van wervels gevonden met gaten en/of uithollingen. Van de 506 gevonden borst- en lendewervels, bleken er twaalf borstwervels en één lendewervel met een gat. Bij vijf borstwervels gaat het om mooie gelijkmatige gaten en bij drie borstwervels lijkt het of er een gat heeft gezeten, wat zich gedeeltelijk weer heeft gesloten. Naast deze wervels met duidelijke gaten in het doornvormig uitsteeksel werden er ook nog veel wervels gevonden met uithollingen in de doornvormige uitsteeksel.

Over het ontstaan van deze pathologische verschijnselen bestaat geen eenduidigheid. Brothwell (2008) betoogt in een kort artikel dat er vaak te

simpel gedacht wordt over de oorzaken hiervan. Als voorbeelden laat hij twee foto’s zien van perforaties in de “spinous process” (het doornvormig uitsteeksel) van vondsten uit de Lynford site in de Engelse regio East Anglia.

In figuur 1 (Anterior view of the perforation in the spinous process of Lynford 50075) in Brothwell (2008) staat een perforatie afgebeeld die qua vorm veel lijkt op mijn eigen vondst, al lijkt het gat bij Brothwell weer gedeeltelijk dichtgegroeid. Ook figuur 1 (Spinous process of vertebra with additional hole penetrating throughout the bone tissue) in Krzeminska (2008) toont een soortgelijk gat, maar dan niet dichtgegroeid. Brothwell oppert dat het bij deze gaten zou kunnen gaan om een proces dat zich al tijdens het embryonale stadium voltrekt in het vergroeiingsvlak van een in aanleg gespleten doornvormig uitsteeksel. Als onderbouwing haalt hij twee voorbeelden aan uit een studie van Maschenko uit 2006, van vondsten uit Sevsk in Rusland, waar perforaties zijn beschreven bij twee dieren van 1-2 jaar oud en van 10-15 jaar oud.

De genoemde gaten in de artikelen

van Brothwell, Krzeminska en in dit artikel, hebben met elkaar gemeen dat ze langwerpig ovaal zijn en een gelijkmatige tot vloeiende begrenzing hebben. Ook in de collectie van Hans van Essen zitten drie doornvormige uitsteeksel met duidelijke uithollingen (fig. 2, 3 en 4). Deze zijn niet door en door, en ook anders van vorm dan de hierboven beschreven gaten. Bij de exemplaren in de figuren 2 en 3 zou je nog kunnen zeggen dat ze wel min of meer op dezelfde plaats zitten als de hierboven beschreven gaten, namelijk in het brede onderste gedeelte van het doornvormig uitsteeksel, maar bij het exemplaar in figuur 4 houdt ook dat vergelijk op.

Zoals Brothwell betoogt kan het zijn dat aan de gaten en uithollingen verschillende processen ten grondslag liggen. Opvallend is echter wel dat de verschijnselen vooral in de borstwervels optreden en bij mammoeten bepaald niet zeldzaam zijn, maar bij andere zoogdieren op deze wijze verder niet systematisch worden aangetroffen. Dat doet dus vermoeden dat het om plaats- en soortspecifieke redenen gaat. Adolf Kleinschmidt (1983) heeft daar nog wel een spannende theorie over.



Fig. 2 Doornvormig uitsteeksel O 029, collectie Hans van Essen

Hij denkt dat de gaten de mogelijkheid bieden voor een betere spierhechting in het borstgebied.

Bij mammoeten is het gebied van de borstwervels natuurlijk een zone waar een groot krachterspel heerst, door de aanhechtingsplaatsen van alle spieren die het enorm zware hoofd moeten dragen en besturen. Brothwell suggereert dan ook dat er wellicht sprake zou kun-

nen zijn van een genetische aanpassing om de aanhechting van spieren te verbeteren. Door de enorme spanningen in dit gebied zou het echter ook kunnen zijn dat door plaatselijke overdruk van spierknopen bot wordt opgelost, of dat er door de spanningen in dit gebied vaker ontstekingen optreden, die ook op het bot inwerken. Deze laatste twee verschijnselen zullen eerder de willekeurige holtes kunnen verklaren.



Fig. 3 Doornvormig uitsteeksel R 1390, collectie Hans van Essen

De fraai gevormde perforaties zoals in mijn vondst, doen toch eerder een oorzaak in de groei vermoeden.

Op dit punt in mijn onderzoek aangekomen, vond ik een tweede doornvormig uitsteeksel van een mammoet (fig. 5) met rommelige uithollingen. Door deze vondst besepte ik dat ik zelf eigenlijk veel te weinig doornvormige uitsteeksels had gezien om hierover te kunnen nadenken en schrijven. Dat gaf de impuls om contact te zoeken met Naturalis om de collectie mammoetmateriaal te mogen bestuderen op dergelijke verschijnselen.

Op 09-10-2012 heb ik onder begeleiding van Reinier van Zelst alle aanwezige doornvormige uitsteeksels van de wolharige mammoet bekeken. In totaal bleken dat er op dat moment 76 te zijn, waarvan er twee duidelijke resten van een doorlopend gat vertoonden (fig. 6, 7). Niet doorlopende gaten, uithollingen en andere oneffenheden bleken veel voor te komen (helaas hebben we die niet geteld, mede doordat het lastig is waar de grens te trekken tussen de verschillende soorten afwijkingen). Reinier bedacht ter plekke dat het wellicht ook leuk was om nog even in de stegodontcollectie te kijken, om te zien of daar overeenkomstige verschijnselen voorkomen. Daar bleek dat in de zes aanwezige doornvormige uitsteeksels er ook één met een gat voorkwam (fig. 8). Omdat het gat nog gevuld is met verhard sediment is niet goed te zien of het geheel doorloopt, maar het lijkt ook een mooi ovaal gat te zijn.

Na onze rondgang door de collectie ontstond op de werkkamer van John de Vos een kleine discussie over de geconstateerde verschijnselen. Ik was ook erg nieuwsgierig of deze verschijnselen ook optreden bij moderne olifanten of andere zoogdiergroepen. Als advies kreeg ik de tip om eens contact op te nemen met Frietson Galis, die als onderzoekster ook verbonden is aan Naturalis.

Frietson reageerde geïnteresseerd en bijzonder vriendelijk en behulpzaam. Om te beginnen stuurde ze mij haar artikel (Varela-Lasheras *et al.*, 2011). Ik ben teveel leek om diep in te gaan op dit artikel, maar wil er wel een paar gedachten uit lenen om een licht te werpen op een mogelijkheid van de ontstaanswijze van de mooie gaten in de doornuitsteeksels bij de mammoeten.

Het hierboven genoemde artikel gaat vooral over het feit dat alle zoogdieren een vast aantal nek-wervels hebben, namelijk zeven, behalve luiaards en zeeoeeien. Heel kort door de bocht gezegd zorgt genetisch afwijken van dit bouwplan ervoor dat er meer gebeurt in het lichaam dan alleen de aanmaak van een extra wervel. Omdat de verschijnselen die ermee samen gaan het



Fig. 4 Doornvormig uitsteeksel O 092, collectie Hans van Essen

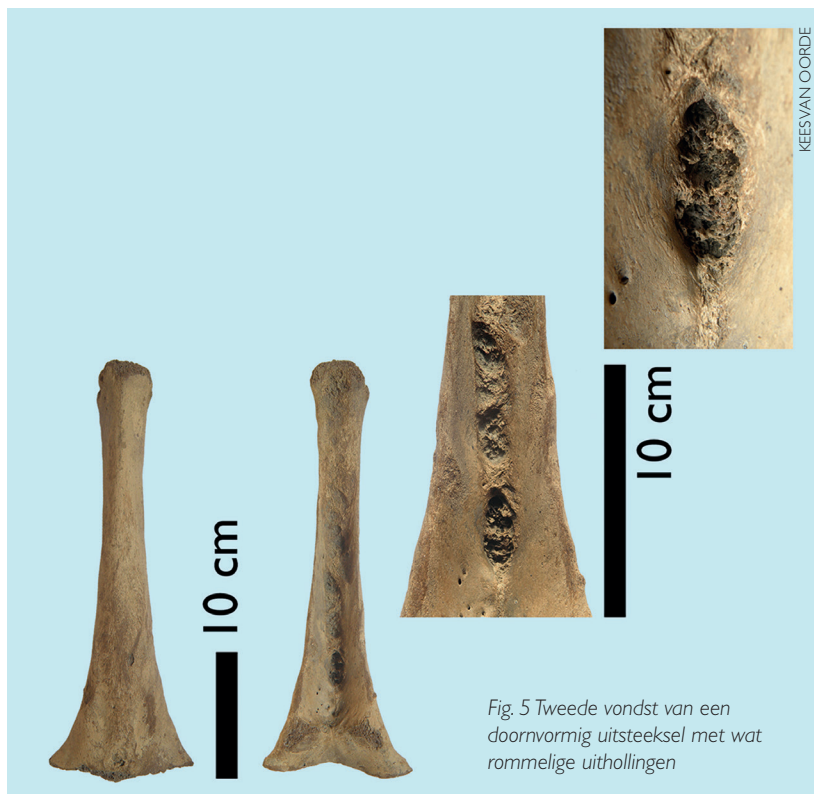


Fig. 5 Tweede vondst van een doornvormig uitsteeksel met wat rommelige uithollingen

organisme veelal verzwakken, zal dit door selectiedruk niet snel structureel gebeuren. Omdat luiaards en zeekoeien een extreem laag metabolisme hebben zouden die hier minder last van hebben. Zoals een oud DAFje minder snel last heeft van een klein gebrek dan een moderne Formule 1 wagen. Behalve een afwijkend aantal nek-wervels blijken luiaards en zeekoeien ook vaak andere afwijkingen aan hun skelet te vertonen, zoals vergroeiingen en fusiedefecten. In het artikel van Varela-Lasheras *et al.* (2011) staat bijvoorbeeld een foto van een fusiedefect in het borstbeen van een *Trichechus manatus* (een zeekoe) die voor een mooie perforatie heeft gezorgd.

Andere relevante informatie over afwijkingen bij wolharige mammoeten wordt beschreven in een onderzoek van Reumer *et al.* (2014), over het voorkomen van nekribben bij wolharige mammoeten. Bestudering van de gehele mammoetcollectie in de musea van Rotterdam en Leiden gaf aan dat bij een globaal percentage van maar liefst 20% deze afwijking voorkomt. In vergelijking met andere zoogdier-

soorten (waar deze afwijking ook van bekend is) is dit extreem hoog. Bij mensen komt deze afwijking gemiddeld slechts 0,2-1% voor en daarbij is ook bekend dat deze afwijking veelal samen gaat met meerdere andere afwijkingen die meestal zorgen voor een vroegtijdig overlijden.

Reumer *et al.* opperen in hun betoog een aantal redenen waarom dit percentage bij wolharige mammoeten zo hoog zou kunnen zijn. Bijvoorbeeld door ziekte of andere stressfactoren (zoals extreme temperatuurwisselingen of gebrek aan voedsel) tijdens de zwangerschap, inteelt door een slinkende populatiegrootte of een verminderde selectiedruk zoals we die ook bij zeekoeien en luiaards hebben gepostuleerd.

Als we nu terugstappen naar het verschijnsel van de mooie perforaties in de doornvormige uitsteeksels bij wolharige mammoeten, denk ik dat we wel kunnen stellen dat het zeer waarschijnlijk is dat het hier om fusiedefecten gaat. Zeker bij de mooie doorlopende gaten. Ook bij de gaten die dezelfde vorm hebben en op dezelfde plaats zitten (in het onderste brede stuk), maar niet doorlopen, lijkt me een fusiedefect aannemelijk. Hier is het gat kennelijk later weer gedeeltelijk dichtgegroeid (of zoals Frietson in een mail schreef: "Wat betreft dat gedeeltelijk dichtgegroeid lijken, het kan ook zijn dat het daar maar gedeeltelijk verbeend is, dat komt beter overeen met een fusiedefect. Het is namelijk zo dat voor botstructuren er eerst niet-verbeende structuren zijn, eerst zijn er "mesenchymale" (ongedifferentieerd embryonaal weefsel) condensaties, vervolgens kunnen die dan bindweefsel (ligament) worden of kraakbeen/bot. Je ziet bij rudimentaire ribben ook veel dat een deel verbeend is en een deel niet, dat ligament is gebleven. De gaten doen me trouwens ook denken aan fusiedefecten in het borstbeen, zoals je die veel bij walvissen ziet en bij zeekoeien.").

Van fusiedefecten bij walvissen had ik nog niet eerder gehoord en toen Frietson op mijn verzoek wat foto's opstuurde (fig. 9), was ik verrast. Ik had bij walvissen automatisch gedacht aan grote logge trage baardwalvissen, maar het bleek dat alle foto's waren van snelle tandwalvissen, zoals dolfijn en orka (daar gaat mijn DAFjes-verhaal dacht ik). Om wat meer licht te werpen in deze nieuwe duisternis, mailde ik Klaas Post voor wat aanvullende informatie. Wat Klaas me leerde is dat bij tandwalvissen de fusiedefecten in het borstbeen eerder regel zijn dan uitzondering. Hij vroeg zich zelfs af of we hier nog wel kunnen spreken van defecten, omdat het meer op een aanpassing lijkt. Daarbij gaf hij aan dat walvissen zich slechts voortstuwden met hun staartvin, waardoor het borstbeen zich mogelijk kon reduce-



Fig. 6
Doornvormig uitsteeksel RGM 139327-com, collectie Naturalis



Fig. 7 Doornvormig uitsteeksel RGM 134548-com, collectie Naturalis

ren, omdat hier niet veel spierweefsel meer op hoeft vast te hechten (ook de sleutelbeenderen zijn bij walvissen verdwenen). Dat walvissen als het ware worden gedragen door het water speelt waarschijnlijk een rol bij het feit dat ze vaak zelfs oud kunnen worden met hernia's of zware vergroeiingen aan de ruggengraat.

Frietson benadrukt nog wel dat de reductie van het borstbeen bij walvissen waarschijnlijk wel als fusiedefect begonnen is, maar vermoedelijk door een positieve selectie uiteindelijk regel

is geworden in plaats van uitzondering. Bij landzoogdieren is een fusiedefect waarschijnlijk meestal wel nadelig.

CONCLUSIE

De mooie ovale gaten die in de basis van een dooruitsteeksel bij mammoeten voorkomen lijken mij toch zeker allen fusiedefecten. De ovale niet doorlopende gaten die ongeveer op dezelfde hoogte zitten lijken mij, zoals Frietson uitlegde, zeer waarschijnlijk gedeeltelijke fusieverschijnselen. Voor alle

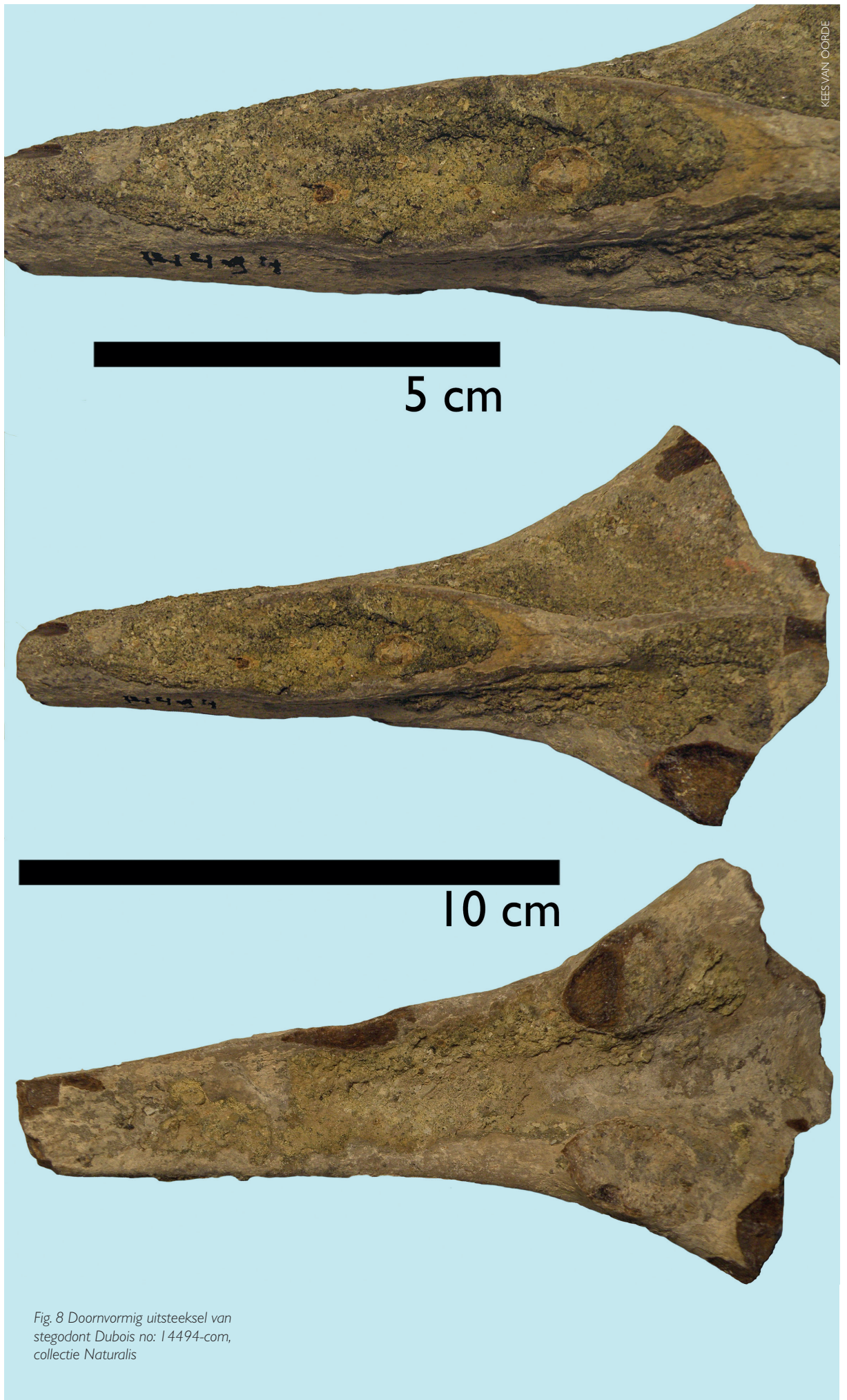


Fig. 8 Doornvormig uitsteeksel van
stegodont Dubois no: 14494-com,
collectie Naturalis



Fig. 9 Gereduceerde borstbeneden van tandwalvissen: v.l.b.n.l.o. *Pseudorca crassidens* CRW_4498, *Mesoplodon bibens* CRW_4345, *Orcinus orca* CRW_4286, *Ziphius cavirostris* CRW_4286, collectie Natuurhistorisch Museum Stockholm

andere gaten en uithollingen zijn waarschijnlijk andere verklaringen meer op hun plaats (zoals kanker, ontstekingen en botontkalking).

De oorzaak voor de fusiedefecten zal hoogstwaarschijnlijk in dezelfde hoek gezocht moeten worden als de oorzaak voor het voorkomen van halsribben bij wolharige mammoeten. We hebben het dan in ieder geval over aangeboren afwijkingen. Dat deze bij mammoeten procentueel zoveel voorkomen kan dus deels met het DAFjes-verhaal te maken hebben (een grote tolerantie voor afwijkingen), maar ook met een versterkte druk vanuit het milieu, zoals voedselschaarste (vooral tijdens de zwangerschap), grote temperatuurschommelingen door een instabiel klimaat en inteelt. Al deze oorzaken zijn intussen wel aangetoond voor sommige van de allerlaatste mammoetpopulaties uit het Laat-Pleistoceen. Een positieve selectie op de afwijkingen, zoals we die bij walvissen vermoeden, lijkt bij de mammoet niet aannemelijk.

Bij losse vondsten is het natuurlijk meestal niet duidelijk of het gaat om één van de laatste individuen uit een uitstervende groep. Er is denk ik ook niet genoeg materiaal om oude vondsten kwantitatief met jonge vondsten te vergelijken. Wel opvallend is dat de afwijkingen bij mammoeten procentueel veel meer voorkomen dan bij moderne olifanten.

Omdat we van de stegodont maar één geval kennen van een doornvorming uitsteeksel met een gat, valt hier niet veel over te zeggen (hoogstens dat het mogelijk een heel oud DAFje is).

DANKWOORD

Na jaren zoeken tussen het riviergrind, ben ik steeds weer verbaasd dat er vondsten zijn die weer een heel nieuw kennisgebied voor me ontsluiten. Naast dat ik dankbaar ben voor die vondsten, ben ik ook erg dankbaar voor alle medewerking die ik heb gekregen tijdens mijn zoektocht naar verklaringen en achtergronden. Als betrekkelijke leek zou ik zonder die hulp niet ver komen. Ik ben vooral veel dank verschuldigd aan Fritson Galis, die me rijkelijk heeft laten delen in haar kennis en altijd bereid was om met me mee te denken. Reinier van Zelst wil ik bedanken voor zijn enthousiaste hulp bij het doorkijken van de collectie van Naturalis. Mijn dank gaat natuurlijk ook uit naar het instituut zelf dat dit mogelijk maakte. Hans van Essen bedank ik voor de eerste schreden op het pad van dit artikel en ook voor de inzet van stukken uit zijn collectie. En Klaas Post voor zijn korte aanvulling op de zijweg der walvissen.

LITERATUUR

- Brothwell, D. (2008) Problems of differential diagnosis in Pleistocene mammal pathology. Short communication. *Veterinaria ir zootechnika T.44 (66)*, 88-90.
- Online PDF beschikbaar op: <http://vetzoo.lva.lt/data/vols/2008/44/pdf/brothwell.pdf>
- Kleinschmidt, A. (1983) Das Problem sagittaler Spalten in den Dornfortsätzen von Brustwirbeln des späteiszeitlichen Mammuts (*Mammuthus primigenius*). *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 1-4, 751-761.
- Krzeminska, A. (2008) Preliminary characteristics of pathologies found in skeletons of mammoths at the Kraków Spadzista

Street (B) site. *Veterinaria ir zootechnika T.43 (65)*, 52-57.

Online PDF beschikbaar op: <http://vetzoo.lva.lt/data/vols/2008/43/pdf/krzeminska.pdf>

Leshchinskiy, S.V. (2012) Paleocological investigation of mammoth remains from the Kraków Spadzista Street (B) site. *Quaternary International* 276-277, 155-169.

Musil R. (1983) Das Auftreten von Spalten in den Dornfortsätzen von Wirbeln des Mammuts (*Mammuthus primigenius*) in der Sammlung des Moravské-Museums in Brünn (CSSR). *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 1-4, 745-749.

Reumer J.W.F., C.M.A. ten Broek, F. Galis (2014) Extraordinary incidence of cervical ribs indicates vulnerable condition in late Pleistocene mammoths. *PeerJ* 2:e318; DOI 10.7717/peerj.318.

Varela-Lasheras, I., A.J. Bakker, S.D. van der Mije, J.A.J. Metz, J. van Alphen, F. Galis (2011) Breaking evolutionary and pleiotropic constraints in mammals: On sloths, manatees and homeotic mutations. *EvoDevo* 2:11.

Online PDF beschikbaar op: <http://www.evodevojournal.com/content/2/1/11>