

Oud Nieuws

Lars van den Hoek Ostende

Een nieuw scenario voor de evolutie van de mens

Eind vorig jaar publiceerden John de Vos, Paul Sondaar en Jelle Reumer een nieuw scenario over de evolutie van de mens, en dan met name over de evolutie van het rechtop lopen. Eén van de typische kenmerken van de mens is, dat hij als enige primate rechtop loopt. Die overgang van het lopen op vier poten naar het lopen op de achterbenen gebeurde al vrij vroeg in de evolutie van de mens. Zo zijn in Laetoli in Tanzania voetsporen gevonden van meer dan 2 miljoen jaar oud (fig. 1). Aan deze voetsporen is te zien dat het wezen dat ze gemaakt heeft, rechtop gelopen moet hebben. De vroege mensachtigen die rechtop gingen lopen behoren tot het geslacht *Australopithecus*. De bekendste vertegenwoordiger van dit geslacht is Lucy, een incompleet skelet dat in Ethiopië gevonden is. Aan botten van *Australopithecus* is goed te zien dat deze aapmens al rechtop liep, alhoewel hun voortbeweging nog verschildte van die van de moderne mens.

Maar waarom zijn onze voorouders toen ze de bos voor de savanne verruilden op hun achterbenen gaan staan? In wetenschappelijke kringen is er al heel wat gespeculeerd over deze vraag. Sommige ideeën zijn:

- om de handen vrij te hebben om stenen te kunnen werpen of werktuigen te maken
- om voedsel naar het kamp te kunnen dragen
- om de geslachtsorganen beter te laten zien
- om over het gras heen te kunnen kijken
- om minder blootgesteld te zijn aan de zon

Er is zo een hele lijst van theorieën te maken, maar die zijn geen van allen echt bevredigend. De Nederlandse paleontologen kozen voor een andere aanpak van het probleem. De mens is een zoogdier. Als we dus kijken naar de voortbeweging van andere zoogdieren die vanuit het bos de vlakte op getrokken zijn, kunnen we misschien parallellen trekken met de evolutie van de mens.

De Vos et al. vergeleken de ontwikkeling van de voortbeweging bij de mens met die van het paard. Dat is op zich een logische keus. De evolutie van het paard is namelijk erg goed bekend, er is veel onderzoek gedaan naar voortbeweging bij paarden en paarden hebben, net als de voorouders van de mens, ooit de overgang gemaakt van het bos naar de vlakte. Een bijkomende



Fig. 1 De Laetoli voetafdrukken van de G site van hominid sporen die doorkruist worden door twee *Hipparion* sporen (foto Paul Sondaar)

The Laetoli footprint site G with hominid trails which are intersected by two *Hipparion* trails (photo Paul Sondaar)

aardigheid is dat het beroemde voetspoor van Laetoli wordt doorkruist door sporen van het drietenige paard *Hipparion*.

De vergelijking tussen de evolutie van het paard en die van de vroege mens blijkt verrassend goed op te gaan (fig. 2). Zo zien we dat zodra de eerste vlaktepaaarden ontstaan er een enorme veelvoud aan vormen ontstaat. Een dergelijke radiatie vinden we ook bij de eerste mensachtigen wanneer die het bos verlaten. De overgang van bos naar vlakte gaat zowel bij de mens als bij het paard gepaard met een toename van de hersenen. En de evolutie van het voortbewegingsorgaan is bij beide bijzonder snel verlopen.

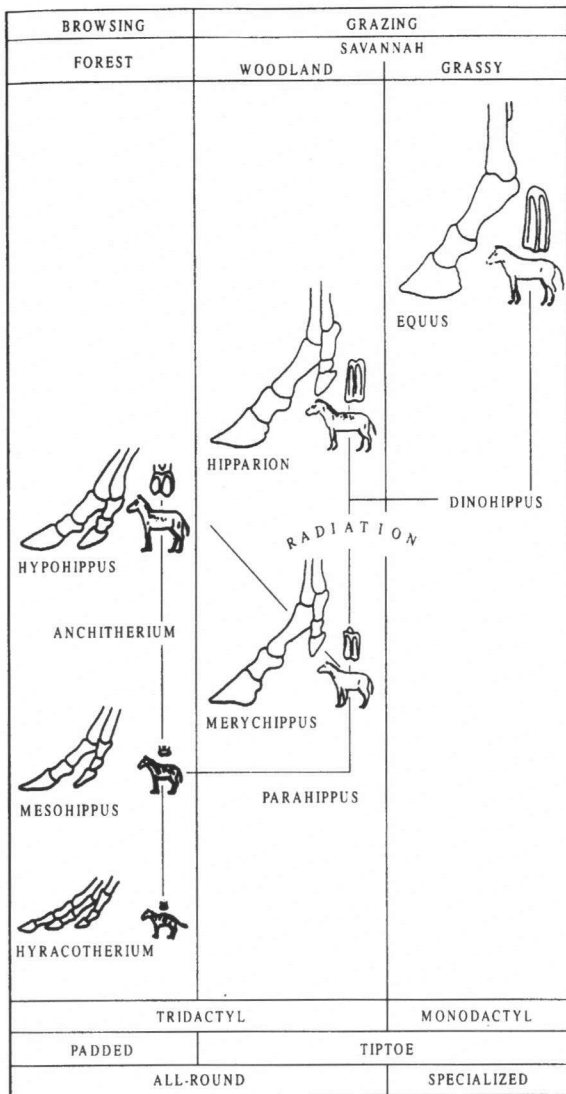
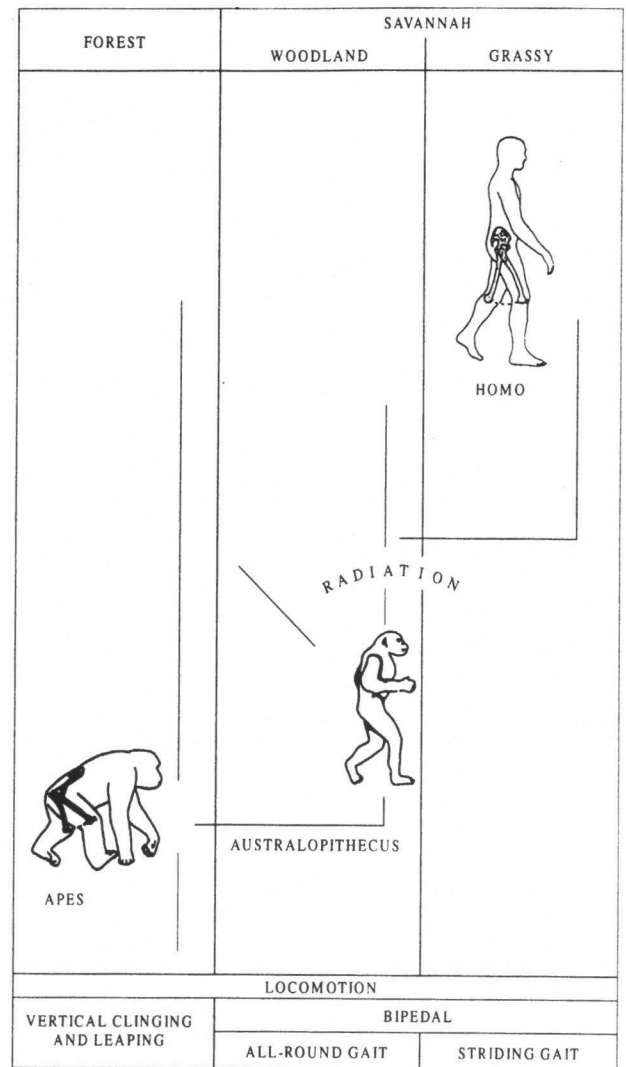


Fig. 2 De evolutie van de mens en het paard vertonen verrassende overeenkomsten.

The phylogeny of man and horse show remarkable resemblances.

Misschien wel de opvallendste overeenkomst die De Vos et al. vonden was het feit dat de evolutie bij beide groepen in twee stappen verliep. Bij paarden zijn die twee fases in de evolutie van het voortbewegingsapparaat uitgebreid bestudeerd. De eerste vlaktepaarden ontstonden zo'n 20 miljoen jaar geleden. Deze dieren liepen hoger op de poten dan de bospaarden waaruit ze ontstaan zijn. Door hoger op de poten te gaan lopen, kostte de voortbeweging minder energie. Daarmee konden deze paarden dus langer blijven doorrennen, hetgeen op een vlakte een voordeel is. Alhoewel de eerste vlaktepaarden hoger op de poten liepen, behielden ze hun zijtenen. De tweede sprong in de evolutie van de voortbeweging van paarden vond zo'n 4 miljoen jaar geleden plaats. Toen maakte de drietenige voet plotseling plaats voor een voet maar slechts één teen.

De evolutie van de mens lijkt ook in twee fasen te zijn verlopen. *Australopithecus* en *Homo habilis* (welke volgens sommigen ook tot *Australopithecus* gerekend moet worden) hebben nog een “all-round gait”: ze



lopen rechtop, maar zeker nog niet zo nadrukkelijk als de moderne mens. De echte rechtopgaande gang vinden we pas bij vormen als *Homo ergaster* en *Homo erectus*. Het oudste fossiel waaraan deze gang is af te lezen is Turkana Boy. Voor zover we dat kunnen nagaan, is die evolutie van het voortbewegingsorgaan, net als bij de paarden, sprongsgewijs verlopen.

De Vos et al. stellen dat we ons niet zozeer moeten afvragen waarom de mens rechtop is gaan lopen, maar eerder hoe dat zo gekomen is. Eerdere scenario's gingen uit van een gericht doel, een duidelijk evolutionair voordeel. De grote gelijkenis tussen de evolutie van het paard en van de mens suggereert eerder dat we te maken hebben met een simpele wetmatigheid: dieren die op de vlakte leven strekken hun benen, waardoor de voortbeweging minder energie kost. Dat geldt voor het paard, en ook voor de mens. Er is echter één belangrijk verschil. De voorouders van de mens waren mensapen, die net als huidige chimpansees en gorilla's de knokkels van de voorpoten alleen voor ondersteuning gebruiken. Ze lopen vooral op hun

achterpoten. Toen de achterpoten zich strekten, om zo meer uithoudingsvermogen te krijgen bij het rennen op de vlakke, kwamen de voorpoten van de grond. Daarmee kwamen de handen vrij, hetgeen een belangrijk moment in de evolutie van de mens is. Vanaf dat moment konden die handen namelijk gebruikt worden voor allerlei zaken, waaronder het maken van werktuigen.

We zijn geneigd naar onszelf te kijken als heel bijzonder. De moderne mens heeft zich min of meer weten te onttrekken aan de natuur. Het is heel verleidelijk om te denken dat we superieur zijn door onze intelligentie en onze 'handige' voorpoten. Onze verre voorouders waren echter gewoon één van de vele soorten die op de Afrikaanse vlakten rondwaarde. Als we de evolutie van de mens willen begrijpen, dan moeten we hem ook zo behandelen. De evolutie van het rechtop lopen is niet ontstaan vanuit een uitzonderingspositie, maar is een natuurlijk uitvloeisel van een proces wat we ook bij andere dieren zien. Je zou kunnen zeggen dat het in de aard van het beestje zit.

Vos, J. de, P.Y. Sondaar, J.W.F. Reumer, 1998. The evolution of homonid bipedalism. *Anthropologie* 36/1 (2), 5 - 16.

Een megadrol

Coprolieten, versteende uitwerpselen, kunnen ons heel veel vertellen over het gedrag en de omgeving van het dier dat ze ooit geproduceerd heeft. De inhoud kan ons iets vertellen over de voedselkeuze en eetgewoontes van het dier, ingewaaide pollenkorrels kunnen ons een beeld geven van de leefomgeving. Het grote probleem bij coprolieten is evenwel om te achterhalen wie de oorspronkelijke eigenaar was. Soms is dat direct duidelijk. Een bekend voorbeeld zijn de versteende uitwerpselen van hyena's die onder andere uit de Oosterschelde opgevestigd zijn. En ook zijn mammoetdrollen met zekerheid geïdentificeerd. Maar meestal ligt dat een stuk moeilijker. Dat is met name het geval bij dinosauriërs en dan vooral bij vleesetende soorten. De coprolieten van vleeseters zijn als dusdanig gemakkelijk te herkennen aan de vele botresten. Maar dinosauriërs waren niet de enige vleeseters uit het Mesozoïcum. Coprolieten met veel bot kunnen ook geproduceerd zijn door bijvoorbeeld krokodillen. In het Maastrichtien van Canada is een coproliet gevonden die wel met hoge waarschijnlijkheid aan een vleesetende dinosauriër toegeschreven kan worden. En dan niet zo maar één: de wetenschappers die het fossiel beschrijven vermoeden dat de oorspronkelijke drol ooit gelegd is door *Tyrannosaurus rex*.

De coproliet was in situ gevonden in de zogenaamde Frenchman Formatie in zuidwest Saskatchewan. Het fossiel lag in een rivierafzetting. De suggestie dat het een *Tyrannosaurus* coproliet is, is vooral gebaseerd op zijn grootte. Het stuk, waar al enkele brokken vanaf geërodeerd waren, is 44 centimeter lang, 13 centimeter hoog en 16 centimeter breed. Het huidige volume ligt

rond de 2,4 liter, maar moet oorspronkelijk hoger geweest zijn. Voordat de uitwerpselen fossiliseerden zijn ze waarschijnlijk uitgedroogd en braken al stukken af. In het fossilisatieproces is het geheel dan mogelijk nog samengeperst. Aan de hand van de faunalijs van de Frenchman Formatie is al snel duidelijk dat een dergelijke grote drol alleen door *Tyrannosaurus* gelegd kan zijn. Alle andere vleeseters uit de formatie hebben een geschat lichaamsgewicht van minder dan 100 kilo en zijn dan ook te klein om zo'n megadrol te produceren. Voor *Tyrannosaurus rex*, die rond de 6000 kilo gewogen heeft, moet dat echter geen probleem zijn geweest.

Om aan te tonen dat de gevonden massa inderdaad een coproliet is, en niet een samenklontering van botfragmenten die bijeengespoeld zijn, werd een chemische analyse uitgevoerd. Deze toonde aan dat de chemische samenstelling van het fossiel verschilde van die van het omliggende sediment. Met name het hoge fosfaatgehalte is opvallend. Aangezien uitwerpselen van vleeseters altijd veel fosfaat bevatten, lijkt daarmee vrijwel zeker dat het hier inderdaad om een coproliet gaat. Het fossiel bevat tal van botfragmenten, die in lengte variëren van 0,2 tot 3,4 centimeter. Aan de hand van de fragmenten is niet met zekerheid vast te stellen van welke prooi deze afkomstig waren. Waarschijnlijk gaat het om een nog niet volgroeide vogelheupdinosaurius. *Triceratops* of *Edmontosaurus*, de meest talrijke dino's uit de Frenchman Formatie, lijken de meest geschikte kandidaten.

De wetenschappers waren nog het meest verrast door de sterke fragmentatie van het bot. Over het algemeen gaat men ervan uit, dat vleesetende dinosauriërs hun voedsel verwerkten op dezelfde wijze als krokodillen. Die slikken grote hapen uit hun prooi door, waarna het spijsverteringskanaal de rest van het werk doet. Deze eetgewoonten zijn goed af te lezen aan de uitwerpselen: die bevatten vaak relatief grote stukken bot, die sterk door maagzuur zijn aangetast. De coproliet uit Saskatchewan geeft echter een compleet ander beeld. Het bot is in zeer kleine stukken gebroken en vertoont weinig etssporen van zuur. Dat betekent dat *Tyrannosaurus* de prooi al grotendeels in zijn bek tot kleine stukken verwerkt moet hebben door regelmatig te bijten. Die conclusie komt goed overeen met taphonomisch onderzoek aan botten van *Triceratops* en *Edmontosaurus*. De laatste jaren waren bijtsporen gevonden die toegeschreven waren aan *Tyrannosaurus*. Die sporen suggereerden dat *Tyrannosaurus* goed in staat was om botten te kraken en waarschijnlijk botfragmenten doorslikte. De vondst van de megadrol vormt een mooie bevestiging van die conclusies uit het taphonomische onderzoek.

Chin, K., T.T. Tokaryk, G.M. Erickson & L.C. Calk, 1998. A king-sized theropod coprolite. *Nature* 393, 680-682.

Andrews, P. & Y. Fernandez-Javlo, 1998. Palaeobiology: 101 uses for fossilized faeces. *Nature* 393, 629-630.

Primitieve vogel had dinosaurusschedel

Chinese en Amerikaanse wetenschappers hebben een tweede soort *Confuciusornis* gevonden. Pas vier jaar geleden beschreef hetzelfde team dit geslacht en zijn typesoort *Confuciusornis sanctus* (heilige vogel van Confucius). Dit is een zeer primitieve vogel, die in zijn skelet sterke overeenkomsten vertoont met de oervogel *Archaeopteryx*. Er is echter één belangrijk verschil. *Confuciusornis* had geen bek met tanden maar een heuse snavel. Daarmee is het de oudst bekende gesnauwde vogel ter wereld.

Toen *Confuciusornis* beschreven werd, gebeurde dat aan de hand van slechts drie fossielen met delen van het skelet en veerafdrukken. Die fossielen waren afkomstig uit de Yinxian formatie uit de provincie Liaoning in noordoost China. Deze Boven Jura/ Onder Krijt formatie is inmiddels wereldberoemd geworden door opmerkelijke vondsten als *Sinosauropteryx*, *Caudipteryx*, *Protoarchaeopteryx* en *Confuciusornis*. Door de unieke fossilisatieomstandigheden bleven de resten van deze dieren bewaard met de afdrukken van weke delen en veren. De vindplaatsen in het gebied hebben de laatste jaren een schat aan fossielen opgeleverd. Waren er in 1995 nog maar drie deelskeletten van *Confuciusornis* bekend, inmiddels zijn er duizenden fossielen opgegraven waaronder prachtige skeletten met verenkleed en al. Ofschoon onder de Chinese wetgeving fossielen niet mogen worden uitgevoerd, zijn *Confuciusornis*-fossielen inmiddels ook op de zwarte markt verkrijgbaar. Alle *Confuciusornis*-fossielen die tot dusver zijn gevonden, behoorden tot een enkele soort, *C. sanctus*.

Inmiddels blijkt dus dat er nog een soort *Confuciusornis* zo'n 140 miljoen jaar geleden in Liaoning geleefd heeft. Er zijn twee fossielen gevonden die duidelijk kleiner zijn dan *C. sanctus*. Verder vertoont het skelet grote overeenkomsten met de typesoort. Ter ere van de ontdekker van het holotype, Wenya Du, werd de nieuwe soort *Confuciusornis dui* gedoopt.

Doordat de schedel van één van de twee fossielen prachtig in zijaanzicht is bewaard, konden kenmerken worden waargenomen die nog niet eerder bekend waren. Paleontologen worstelden al enige tijd met de vraag of primitieve vogels net als dinosauriërs twee slaapvensters hadden, of dat deze net als bij moderne vogels tot een venster versmolten waren. Alles draait daarbij om de vraag of *Archaeopteryx* en *Confuciusornis* in het bezit waren van een postorbitale, het bot dat de twee slaapvensters scheidt. Het nieuwe fossiel toont duidelijk een postorbitale dat nog volledig op zijn plaats zit. De vorm van de beide slaapvensters is dus ook goed te zien.

De vondst van een zogenaamde diapside schedel in primitieve vogels vervaagt eens te meer de grens tussen dinosauriërs en vogels. Met de vondsten van de laatste jaren, en dan met name de ontdekking van een dinosaurius met veren, *Caudipteryx*, wordt steeds duidelijker dat de overgang van vogels naar dinosauriërs een geleidelijk proces is geweest. Dat alles

maakt de stamboom en de classificatie van vroege vogels er niet eenvoudiger op.

Kort na de publicatie van de nieuwe *Confuciusornis* vondst verscheen in Nature nog een artikel over Yinxian. Terwijl de vindplaats de laatste jaren talrijke zeer belangrijke fossielen heeft opgeleverd, kon één belangrijke vraag niet beantwoord worden. Hoe oud zijn de fossielen van Yinxian? Schattingen lopen uiteen van Laat Jura tot Vroeg Krijt. De Chinese vindplaats ligt ver van de gebieden waar tot dusver veel onderzoek aan fossielen uit die periode gedaan zijn, zoals Europa en Noord Amerika. Biostratigrafische correlatie over dergelijk lange afstanden is vrijwel niet te doen en de heersende onzekerheid was dan ook logisch. Numerieke dateringen moesten uitkomst bieden. Gelukkig bevat de Yinxian formatie vulkanische aslagen die radiometrisch gedateerd kunnen worden. Eén van die aslagen leverde een ouderdom van $124,6 \pm 0,1$ miljoen jaar. Daarmee is nu eindelijk aangetoond dat de formatie is gevormd gedurende het Vroege Krijt.

Hou, L., L. D. Martin, Z. Zhou, A. Feduccia & F. Zhang, 1999. A diapsid skull in a new species of the primitive bird *Confuciusornis*. Nature 399, 679 - 682.

Swisher III, C.C. Y.-Q. Wang, X. Wang, X. XU & Y. Wang, 1999. Cretaceous age for the feathered dinosaurs of Liaoning, China. Nature 400, 58 - 61.

Basismodel zoogdierkies al meer dan 160 miljoen jaar oud

Als je het hebt over zoogdierpaleontologie, denk je al snel aan het Kenozoïcum. Terecht, want kwamen de zoogdieren niet op na het uitsterven van de dinosauriërs? En wordt het Kenozoïcum niet het tijdvak van de zoogdieren genoemd? De evolutionaire geschiedenis van de zoogdieren gaat echter veel verder terug. De eerste vertegenwoordigers van de klasse verschijnen al rond de Trias/Jura grens. Maar tweedeerde van de geschiedenis van de zoogdieren speelt zich af in de schaduw van de reuzenreptielen van het Mesozoïcum. Fossielen uit die periode zijn zeldzaam en nog altijd is de vroege evolutie van de zoogdieren in nevelen gehuld. Het laatste decennium zijn een aantal belangwekkend vondsten gedaan. Zo werden in de inmiddels beroemde aardlagen bij Yinxian (China) twee volledige skeletten van compleet verschillende mesozoïsche zoogdieren gevonden. Ook elders in de wereld werden fossielen gevonden, waardoor inmiddels langzamerhand de grote evolutionaire lijnen steeds duidelijker zijn geworden. De laatste vondst komt van Madagaskar, een eiland waar de zoogdierpaleontologie zich vrijwel uitsluitend toelegt op Plio/Pleistocene fossielen. Het is de tweede keer dat er een ouder zoogdierfossiel gevonden is. En het is meteen een heel belangrijke vondst.

Het fossiel bestaat uit een onderkaaksfragment van ca. 3,5 mm. Het fragment bevat drie gebits-elementen. Het voorste element het een iets andere vorm dan de an-

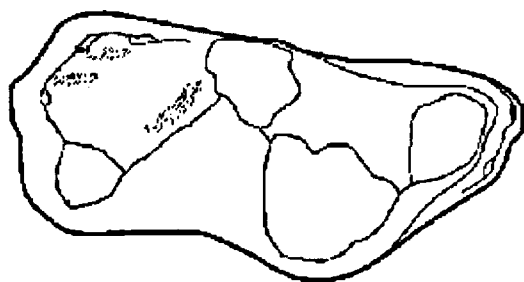


Fig. 3 Onderkaakskies van *Ambondro mahabo*

Lower molar of *Ambondro mahabo*

dere twee, en het lijkt dan ook logisch om aan te nemen dat dit de laatste premolaar is, alhoewel dat niet met zekerheid te zeggen is. Het fossiel werd gevonden in het Mahajanga bekken nabij het dorp Ambondromahabo in het noordwesten van Madagaskar. De nieuwe soort dankt zijn naam ook aan dit dorp: *Ambondro mahabo*. De vondst werd gedaan in gesteentelagen van de Isalo groep. Onder andere vanwege de goed gedocumenteerde fossielen van evertrebraten in de vindplaats, kon de ouderdom vastgesteld worden op Barthonien (Midden Jura; ca. 167 miljoen jaar). Andere fossielen van gewervelde dieren uit de vindplaats bestaan uit resten van krokodillen, plesiosauriërs en de sauropode dinosauriër *Bothriospondylus*.

Zoogdieren onderscheiden zich van andere gewervelde dieren door een gebit waarbij de knobbels van de boven- en onderkaak precies in elkaar vallen. Een belangrijke ontwikkeling in de geschiedenis van de groep is de vorming van het zogenaamde tribosphenische gebit. Een dergelijk gebit kent onderkaakskiezen met een duidelijk talonid met een bekken waarin het protocoloon van de bovenkaakskiezen in valt. Hierdoor ontstaat een soortement van stamper/vijzel actie. Tegelijkertijd schuiven de opstaande delen van de

kiezen langs elkaar en vormen een snijfunctie. Het tribosphenische gebit is het basismodel van waaruit de enorme variatie in tandvormen binnen zowel de placentale zoogdieren als de buideldieren ontstaan is. Dat basismodel is vandaag de dag nog min of meer te herkennen in onder andere mollen, spitsmuizen en buidelratten.

Ambondro mahabo heeft ook een tribosphenisch gebit (fig. 3). De onderkaakskiezen hebben een goed ontwikkeld talonid. Ofschoon de bovenkaakskiezen niet bekend zijn, is uit de slijtvlakken aan het fossiel af te leiden dat het protocoloon van deze kiezen occludeerde met het talonid. Daarmee is het meteen het oudst bekende voorbeeld van een zoogdier met een tribosphenisch gebit, 25 miljoen jaar ouder dan tot dusver bekend. Aan de hand van analyse van eiwitten (de molculaire klok) hadden biochemici gesteld dat de afsplitsing van de buideldieren en placentale zoogdieren aan de ene kant en de Monotremata (eierleggende zoogdieren) aan de andere kant plaats moet hebben gevonden voor het Midden Jura. De vondst van tribosphenische kiezen (een kenmerk van buideldieren én placentale zoogdieren) in het Midden Jura vormt een mooie bevestiging van deze hypothese. Het is wel opvallend dat deze vondst gedaan werd op het zuidelijk halfmond. Lange tijd waren er geen fossielen met dit type kies bekend van de zuidelijke continenten. Paleontologen gingen daarom ervan uit, dat de zoogdierfauna's van Laurasië en Gondwana een gescheiden ontwikkeling hebben doorgemaakt, waarbij buideldieren en placentale zoogdieren pas aan het eind van het Krijt of het begin van het Paleoceen op de zuidelijke continenten wisten door te dringen. Recente vondsten in Australië en Marokko gaven al aan dat deze dieren veel eerder ook in Gondwana leven. Nu de oudst bekende tribosphenische molaar ook op het zuidelijk halfmond gevonden is, staat de vraag van plaats van de oorsprong van dit type kies weer helemaal open.

Flynn, J.J., M. Parrish, B. Rakotosamimanana, W.F. Simpson & A.R. Wyss, 1999. A Middle Jurassic mammal from Madagascar. *Nature* 401, 57-60.