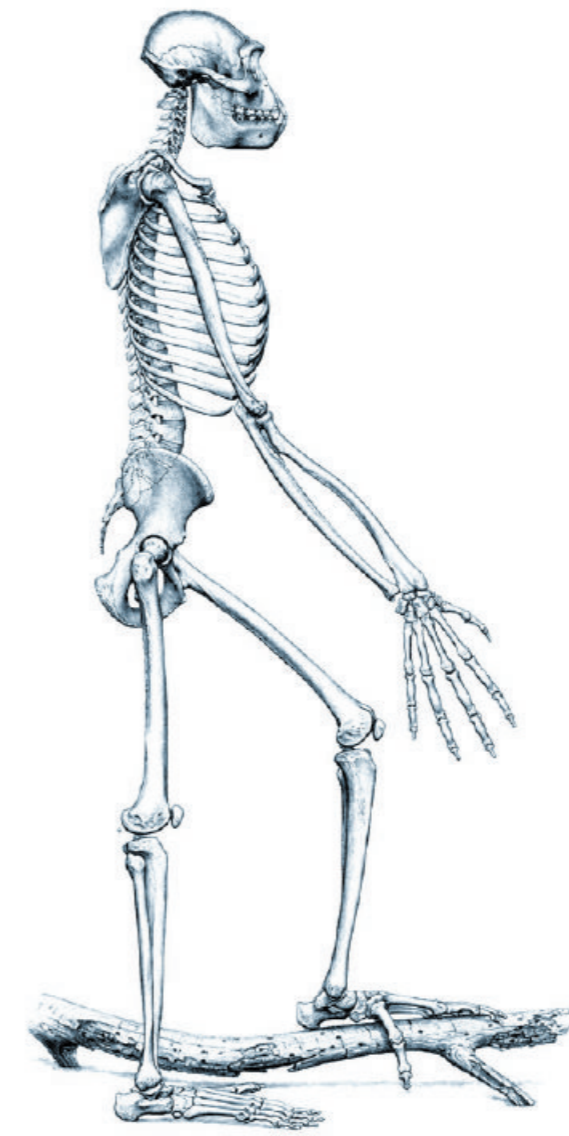


Van links naar rechts Zij- en vooraanzicht van de gereconstrueerde Ardipithecusschedel, chimpanseegebit met grote hoektanden, Ardipithecusgebit met juist kleine hoektanden. Rechts Skelet ARA-VP 6/500 van Ardipithecus, met boven een getekende reconstructie.

FOTO'S SCIENCE/AAAS



Circus Ardipithecus

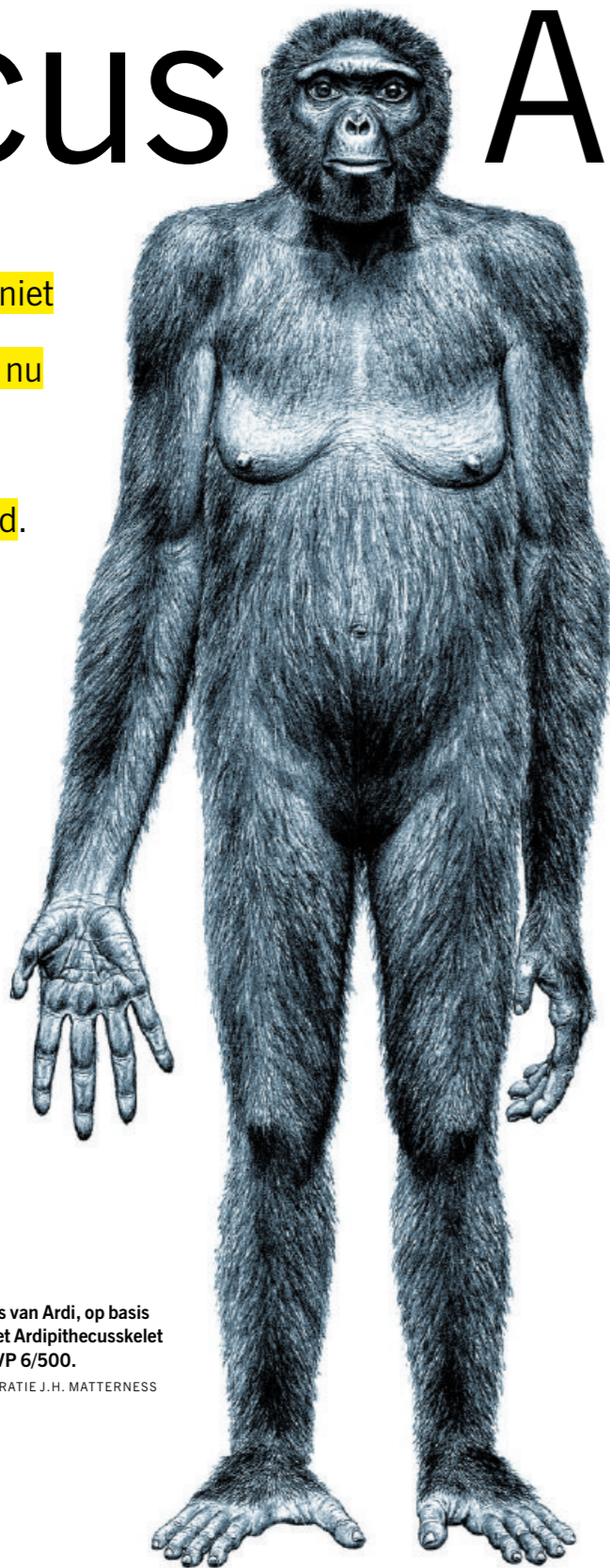
Onze verre voorouders leken niet

op de chimpansee. Dat blijkt nu

eindelijk het mysterieuze

Ardipithecus-skelet is onthuld.

Hendrik Spiering



Schets van Ardi, op basis van het Ardipithecusskelet ARA-VP 6/500.

ILLUSTRATIE J. H. MATTERNESS



Boven Hand van Ardi, met de karakteristieke lange vingers. Onder Ardipithecusvoet, met de nog aapachtige grote teen die als een duim opzij staat.

FOTO'S SCIENCE/AAAS



HET IS BEGONNEN, circus Ardipithecus is gearriveerd. Na vijftien jaar puzzelen op 381 grote en vooral kleine stukjes bot verschijnen er in *Science* deze week elf artikelen (waarvan zeven alleen online) over deze oermens – een ongehoorde hoeveelheid over één nieuwe vondst. Het is het levenswerk van paleontoloog Tim White, die met zijn team al veel andere ontdekkingen deed, maar het langst aan Ardipithecus werkte. Hij deed altijd erg geheimzinnig over het half complete skelet en de botresten van nog eens tientallen soortgenoten van deze 4,4 miljoen jaar oude voorouder van de mens die leefde in wat nu Ethiopië heet.

We wisten wel dat er zoiets als *Ardipithecus ramidus* heeft bestaan, ergens in het vage evolutionaire landschap van 6 tot 4 miljoen jaar geleden, ver voor het mensengeslacht *Homo*, en zelfs ouder dan diens voorganger *Australopithecus*, van het bekende fossiel Lucy. Een paar tanden en wat schedelresten, een stukje armbot. Dat was er van Ardipithecus bekend. Maar liep hij rechtop? Wat voor handen had hij? Wat at-ie? Waren de mannen groter dan de vrouwen? Niemand wist het. Nu wel.

Want de enorme fossienvondst van Tim White uit 1994, waarover tot nu toe alleen maar werd gefluisterd, is eindelijk gepubliceerd. Het 'mysterie-skelet' is openbaar.

BOTDETAILS Veruit de belangrijkste conclusie van Tim White is: deze verre voorouders leken niet op chimpansees. Ze slingerden niet aan hun armen. Ze liepen niet op hun knokkels zoals chimpansees. En ze hebben allerlei anatomische botdetails die wel lijken op veel eerdere mensapen (zoals *Proconsul*, die leefde rond 20 miljoen jaar geleden) maar niet op details in chimpansees of gorilla's. En White gaat nog veel verder: alle eerdere mensapen, voorouders van chimp en mens samen, leken óók niet op een chimpansee – maar die conclusie is al omstrede. Maar vrijwel onomstreden is dat de mens in rechte lijn van Ardipithecus afstamt. De oudste *Australopithecus* duikt in hetzelfde gebied op, 300.000

jaar later, met allerlei anatomische overeenkomsten. Ardipithecus was hoogst waarschijnlijk de eerste primate die rechtop liep, zijn bekken is aan de bovenkant al goed aangepast aan rechtoplopen, maar de onderkant van het bekken is nog echt aapachtig. *Ardi*, zoals zijn koosnaam luidt, kon ook nog prima klimmen. Hij – of eigenlijk: zij, want het gevonden skelet is vrouwelijk – is 120 cm lang en woog 50 kilo. Best als *Proconsul*, die leefde rond 20 miljoen jaar geleden) maar niet op details in chimpansees of gorilla's. En White gaat nog veel verder: alle eerdere mensapen, voorouders van chimp en mens samen, leken óók niet op een chimpansee – maar die conclusie is al omstrede. Maar vrijwel onomstreden is dat de mens in rechte lijn van Ardipithecus afstamt. De oudste *Australopithecus* duikt in hetzelfde gebied op, 300.000

Hij leefde in bosachtig gebied, waar hij een breed dieet had: noten, vruchten, insecten, kleine zoogdieren. Het is dus echt niet waar dat de mensachtigen ontstonden op de savanne, schrijven de onderzoekers. Aan de voet van Ardipithecus zat dan ook nog altijd een opvallend duimachtige

grote teen aan de zijkant van zijn voet, waarmee hij zich aan takken kon klemmen. Als hij rechtop liep, wikkeld Ardipithecus zijn voet daarvoor anders af dan wij. Mensen en Australopithecus zetten af met hun grote teen, die bij hen naast de andere tenen zit. Maar bij Ardipithecus zit die sterke 'duimteen' nog aan de zijkant. Hij zal zich dus (zwakker) hebben afgezet met de vier andere tenen. En een stevige hak had hij ook al niet. Geen primate heeft ooit gelopen zoals Ardipithecus, zegt Tim White. Een groot brein had Ardipithecus niet: 300 tot 350 cc, ongeveer zo veel als een vrouwelijke chimpansee nu, hij een breed dieet had: noten, vruchten, insecten, kleine zoogdieren. Het is dus echt niet waar dat de mensachtigen ontstonden op de savanne, schrijven de onderzoekers. Aan de voet van Ardipithecus zat dan ook nog altijd een opvallend duimachtige

grote teen aan de zijkant van zijn voet, waarmee hij zich aan takken kon klemmen. Als hij rechtop liep, wikkeld Ardipithecus zijn voet daarvoor anders af dan wij. Mensen en Australopithecus zetten af met hun grote teen, die bij hen naast de andere tenen zit. Maar bij Ardipithecus zit die sterke 'duimteen' nog aan de zijkant. Hij zal zich dus (zwakker) hebben afgezet met de vier andere tenen. En een stevige hak had hij ook al niet. Geen primate heeft ooit gelopen zoals Ardipithecus, zegt Tim White. Een groot brein had Ardipithecus niet: 300 tot 350 cc, ongeveer zo veel als een vrouwelijke chimpansee nu, hij een breed dieet had: noten, vruchten, insecten, kleine zoogdieren. Het is dus echt niet waar dat de mensachtigen ontstonden op de savanne, schrijven de onderzoekers. Aan de voet van Ardipithecus zat dan ook nog altijd een opvallend duimachtige

grote teen aan de zijkant van zijn voet, waarmee hij zich aan takken kon klemmen. Als hij rechtop liep, wikkeld Ardipithecus zijn voet daarvoor anders af dan wij. Mensen en Australopithecus zetten af met hun grote teen, die bij hen naast de andere tenen zit. Maar bij Ardipithecus zit die sterke 'duimteen' nog aan de zijkant. Hij zal zich dus (zwakker) hebben afgezet met de vier andere tenen. En een stevige hak had hij ook al niet. Geen primate heeft ooit gelopen zoals Ardipithecus, zegt Tim White. Een groot brein had Ardipithecus niet: 300 tot 350 cc, ongeveer zo veel als een vrouwelijke chimpansee nu, hij een breed dieet had: noten, vruchten, insecten, kleine zoogdieren. Het is dus echt niet waar dat de mensachtigen ontstonden op de savanne, schrijven de onderzoekers. Aan de voet van Ardipithecus zat dan ook nog altijd een opvallend duimachtige

grote teen aan de zijkant van zijn voet, waarmee hij zich aan takken kon klemmen. Als hij rechtop liep, wikkeld Ardipithecus zijn voet daarvoor anders af dan wij. Mensen en Australopithecus zetten af met hun grote teen, die bij hen naast de andere tenen zit. Maar bij Ardipithecus zit die sterke 'duimteen' nog aan de zijkant. Hij zal zich dus (zwakker) hebben afgezet met de vier andere tenen. En een stevige hak had hij ook al niet. Geen primate heeft ooit gelopen zoals Ardipithecus, zegt Tim White. Een groot brein had Ardipithecus niet: 300 tot 350 cc, ongeveer zo veel als een vrouwelijke chimpansee nu, hij een breed dieet had: noten, vruchten, insecten, kleine zoogdieren. Het is dus echt niet waar dat de mensachtigen ontstonden op de savanne, schrijven de onderzoekers. Aan de voet van Ardipithecus zat dan ook nog altijd een opvallend duimachtige

nig onderlinge rivaliteit tussen mannen zijn geweest. Mede omdat White en zijn team denken dat rechtoplopen is ontstaan om voedsel te kunnen dragen, schrijven ze zelfs dat er tussen Ardipithecus-mannen en -vrouwen al een soort *paarbinding* zou zijn geweest. Langdurige relaties tussen man en vrouw, gebaseerd op wederzijdse voedselhulp en grote gezamenlijke investeringen in de kindercare. Als in een modern gezinnetje haast, het lijkt wel alsof de eerste echte liefde toen al ontstond. Op deze theorie, die vooral in een apart *Science*-artikel van White's naaste collega Owen Lovejoy wordt uiteengezet, is al veel kritiek gekomen. Veel scherpere kritiek dan op de 'voorouder-leek-niet-op-een-chimp'-theorie. "Erg teleurstellend dat *Science* zo'n extreem speculatieve theorie publiceert, naast zulk tonderzoek", zegt primatoloog en antropoloog Richard Wrangham erover vanuit Harvard. En Fred Spoor, paleontoloog en hoogleraar aan het University College London, ziet er vooral een oud en versleten stokpaardje in van Lovejoy. "Verder een prima geleerde hoor, maar dit is toch wel een beetje *blahdiblahdiblah*."

VERPLETTERD En dat allemaal op basis van meestal flink vernielde tanden, hand- en voetbotjes, kaken, een eindeloze reeks schedel- en bekkensfragmenten, delen van schouderbladen, losse ribben – veel is beschadigd of zelfs verpletterd. Soms staat er in het lijstje in *Science* zelfs achter: "geëxplodeerd", een niet geheel ongewone toestand van een fossiel waarin klei is terecht gekomen die dan gaat uitzetten.

Heel veel is nu aan elkaar gelijmd, vaak met behulp van de computer. Zo presenteert White nu zelfs een skelet dat voor 45% compleet is – 136 stukjes bot in totaal. Ongelooft veel voor deze vroege tijd.

Bel een paleontoloog over deze Ardipithecus-golf en je hoort: "Eindelijk, exciting!" Vooral omdat er géén andere uitgebreide skeletvondsten uit deze vroege periode zijn, de vroegste uit de menselijke evolutie.

Ardipithecus stamt van ver voor het echt menselijke geslacht *Homo*, dat ongeveer tweeënhalf miljoen jaar geleden op aarde verscheen. En ook nog voor de periode van de voorganger van *Homo*: de nog altijd aap-achtige *Australopithecus*, met kleine hersenen maar al wel rechtoplopend. *Australopithecus* begon 4,2 miljoen jaar geleden, precies na Ardipithecus.

Ardipithecus hoort bij de eerste fase van de menselijke evolutie, hij valt tussen de laatste gemeenschappelijke voorouder met de chimpansees (ca. 7 à 5 miljoen jaar geleden) en *Australopithecus*. Ook het andere bekende fossiel uit deze vroege periode, de *Sahelanthropus*-schedel uit Tsjaad (7 à 6 miljoen jaar oud), baarde bij de publicatie (in 2002) veel opzien. Zo oud, zo onverwacht en zo gaaf! Maar van *Sahelanthropus* is er alleen een schedel, die nog altijd raadselachtig is (er schijnt inmiddels ook een dijbeen ge-

vonden te zijn). Van de andere mensachtige uit de vroegste periode, *Ororin* uit Kenia (ca. 6 miljoen jaar oud), zijn slechts een paar losse botten gevonden.

GAAF Alleen al door de enorme omvang van de vondst zal dus Ardipithecus voorlopig maatgevend zijn voor deze eerste periode van de menselijke evolutie. "Zoals het bijna complete skelet van Lucy bepalend was voor de periode van de *Australopithecus*, en het al even gaaf bewaard gebleven skelet van de *Turkana Boy* bepalend is voor het beeld van *Homo erectus*", zegt Fred Spoor. "Gewoon omdat het zulke complete vondsten zijn. Dit is echt *Circus Ardipithecus*."

De opwindende over Ardipithecus was verwachte opwindende. Al 15 jaar geleden vond het Amerikaanse-Ethiopische team van paleontoloog Tim White (van de universiteit van Berkeley)

de meeste van de nu gepubliceerde stukjes bot in de Midden Awash, een bekende fossienvindplaats in Ethiopië. Oude lagen sediment komen daar aan de oppervlakte in een door vulkaanuitbarstingen goed dateerbare opeenvolging. Na ieder reenseizoen gaat het team van White's *Middle Awash Project* zoeken. Die regen spoelt de bovenlaag weg en daarna steken de fossielen vaak keurig uit de grond. Als de onderzoekers te lang wachten, zijn de botten vaak al weer vertrappt door vee of wilde dieren. White's team heeft al veel Ethiopische paleo-anthropologen en geologen opgeleid. Sommigen behoren nu tot de belangrijkste ter wereld, zoals Be-hane Asfaw, Yohannes Haile-Selassie (nu verbonden aan het Cleveland Museum of Natural History) en Giday WoldeGabriel (nu Los Alamos National Laboratory). Ook voor buitenstaanders was in 1995

al duidelijk dat hier een grote vondst was gedaan. Want het viel op dat White en zijn team toen ineens de naam van een eerdere vondst veranderden. Een paar armdelen en wat tanden hadden ze eerst bij het bekende geslacht *Australopithecus* ondergebracht. Maar ineens heette die soort nu *Ardipithecus ramidus*, terwijl de vondst op zich die stap niet rechtvaardigde. In de biologie is een nieuwe geslachtsnaam (het eerste deel van de soortnaam, zoals *Homo* in *Homo sapiens*) een belangrijke symbolische stap. Het betekent dat er sprake is van een heel nieuwe soortengroep, die anders leeft dan de soorten met een andere naam. "Daarom vermoedden we dat Tim echt iets bijzonders had gevonden", zegt nu Fred Spoor. "Maar niemand wist precies wat het skelet liet zien. Tot vandaag. Het is echt verbazend dat het geheim is gebleven, zo lang. De onderzoeksgroep van Tim White is zeer gedisciplineerd."

Dat skelet (ARA-VP-6/500) is er nu echt, met handen en voeten, een heup en een schedel: alle belangrijke elementen voor een paleontoloog.

Spoor: "Op dit moment is er weinig te bekritisieren. Het ziet er allemaal prachtig uit. Maar de komende tijd zullen we wel over de details gaan kibbelen. Dit soort complexe reconstructies, zoals van de schedel en de heup, zijn nooit helemaal betrouwbaar."

De meest besproken conclusie uit het Ardipithecus-onderzoek zal ongetwijfeld het idee worden dat de oudste gemeenschappelijke voorouder van mensen en chimpansees niet op een chimpansee leek, zoals tot nu toe algemeen wordt aangenomen. Want White en de zijnen gaan verder dan de constatering dat Ardipithecus niet op een chimpansee leek. Volgens hen leek ook de gemeenschappelijke voorouder van chimpansee en mens, die vermoedelijk een paar miljoen jaar eerder leefde, niet op een chimpansee.

OERTYPE Deze vaak besproken gemeenschappelijke voorouder, waarvan nooit fossielen zijn gevonden, zou volgens genetische berekeningen ergens tussen 7 en 5 miljoen jaar geleden geleefd moeten hebben. White en de zijnen baseren hun veronderstelling op het gegeven dat in Ardipithecus zoveel 'primitieve' details uit nog veel oudere tijd bewaard zijn. De chimpansee en gorilla zijn latere specialisaties van het oertype dat ca 8 à 6 miljoen jaar geleden leefde en dat dus volgens White sprekend moet hebben geleken op ... *Ardipithecus*.

De discussie is al losgebarsten. Luister bijvoorbeeld naar het commentaar van de kenner van vroege mensaapsoorten David Pilbeam (Harvard University, ontdekker van de eerste *Sivapithecus*-schedel, een mensaap die 12 tot 8 miljoen jaar geleden leefde in India), dat hij per e-mail toestuurde: "Het is geweldig onderzoek maar ik vind die herhaalde stellingname dat de voorouder van mensen en chimpansees en ook de gemeenschappelijke voorouder met de gorilla's niet leek op een chimpansee niet erg overtuigend."

Er zijn zoveel studies waaruit blijkt dat gorilla's in feite vergrote chimpansees zijn, en erg nauw verwant. De meeste verschillen kun je verklaren uit het simpele feit dat gorilla's vier keer zo groot zijn."

Het is een oud principe in de biologie. Als er uit een stamboom drie soorten komen (zoals mens, chimpansee en gorilla) waarvan er twee sterk op elkaar lijken, dan zal de gemeenschappelijke voorouder waarschijnlijk sterk overeenkomen met de twee meeste gelijken. Het is aannemelijker dat één variant is gaan afwijken, dan twee. Maar volgens Tim White en zijn groep is die gelijkenis van gorilla en chimp maar schijn. De overeenkomsten tussen hen zijn het resultaat van parallelle evolutie, niet het gevolg van hun gelijke afstamming. Lastig is dat er vrijwel geen fossiele gorilla- of chimpanseeachtigen zijn. Want in echte bosgrond, waarop deze

mensapen nu leven, fossiliseert vrijwel niks. De zes en acht miljoen jaar evolutie van chimp en gorilla zijn een leeg doek. Alleen de mensachtigen kunnen we goed volgen, omdat die langs rivieren leefden, waar de meeste fossielen ontstaan in het sediment.

OVERDREVEN Paleontoloog Fred Spoor (mede-ontdekker van *Kenyantropus*, een mensachtige die ca. 3,5 miljoen jaar geleden leefde) vindt het wel een goede zet van Tim White. Eerst heeft hij kritiek: "Natuurlijk is het overdreven om te doen alsof de laatste gemeenschappelijke voorouder heel erg leek op Ardipithecus. Het lijkt wel alsof Tim en de zijnen vergeten dat die voorouder ver voor deze Ardipithecus leefde. Misschien wel twee miljoen jaar. Dan kan er evolutie-onair nog veel gebeuren en veranderen." Maar dan zegt Spoor: "White maakt óók een heel belangrijk punt. Het is echt fout om de laatste voorouder van chimp en mens altijd maar als een chimp te beschouwen. In feite zijn de gorilla en de chimp – met de mens – de enige overlevers van een grote variatie in mensapen die daarvoor in Afrika bestond. Er liep toen veel meer rond. Er wordt ook veel te gemakkelijk gezegd dat de chimp en gorilla zo op elkaar lijken. Als we beter gaan kijken, zullen we juist veel verschillen vinden, denk ik. Recent bleek uit onderzoek dat gorilla's toch echt anders op hun knokkels lopen dan chimpansees. Dan zijn die twee dus waarschijnlijk wel degelijk apart ontstaan."

En vervolgt Spoor, "uiteindelijk is het helemaal niet zo nauwkeurig bekend wanneer die gemeenschappelijke voorouder met de chimps eigenlijk leefde. Die genetische berekeningen hebben grote marges." ●

Alle artikelen zijn vrij toegankelijk (na registratie) op www.sciencemag.org/ardipithecus/

MEER FOSSIELEN

Tussen Ardipithecus en de modernere mens liggen ongeveer 21.000 generaties. De moderne mens, *Homo sapiens*, met zijn grote ronde schedeldak en zijn op (hard)lopen ingestelde lichaam, ontstond ongeveer 200.000 jaar geleden in Afrika.

Dezelfde Tim White (1950) die nu Ardipithecus aan de wereld toont, heeft ook een aantal van de oudste moderne-mensskelleten gevonden: *Homo sapiens idaltu*, uit het Ethiopische Herto – 160.000 jaar oud. Die vondst uit 1997 werd pas in 2003 gepubliceerd, omdat de reconstructie van de botfragmenten veel tijd vroeg. Ook 'Idaltu' bood toen ineens veel nieuw inzicht in de voorheen duistere periode, net als nu weer Ardipithecus. Het is nog steeds de belangrijkste vondst uit de vroege tijd van *Homo sapiens*, met zijn grote zware schedel (inhoud: 1450 cc) en de aanwijzingen dat deze voorouders al een soort begrafeniscultuur hadden: ze sneden en krasten het vlees van de schedels. Uit een veel eerdere periode publiceerde Tim White in 1999 de vondst van *Australopithecus garhi*, 2,5 miljoen jaar oud. Door zijn lichte bouw en mogelijk werktuiggebruik is het nog altijd een belangrijke kandidaat als directe voorganger van het geslacht *Homo*.

Verder had White als jonge onderzoeker al een belangrijk aandeel in de vondst van Lucy (in 1974). En in 2006 publiceerde hij belangrijke vondsten van *Australopithecus anamensis*, die 4,1 miljoen jaar geleden leefde.