

På sporet af verdens første store pattedyr

Av Jesper Milàn, Charlotta Lüthje og Jørn H. Hurum



Geologisk kart som viser udbredelsen af bergarter fra tertiær (paleogen og neogen) på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitut.

Artikkelen er tidligere publiceret i *Geologisk Nyt* 2009(2), 22-27.

Appetitvækker

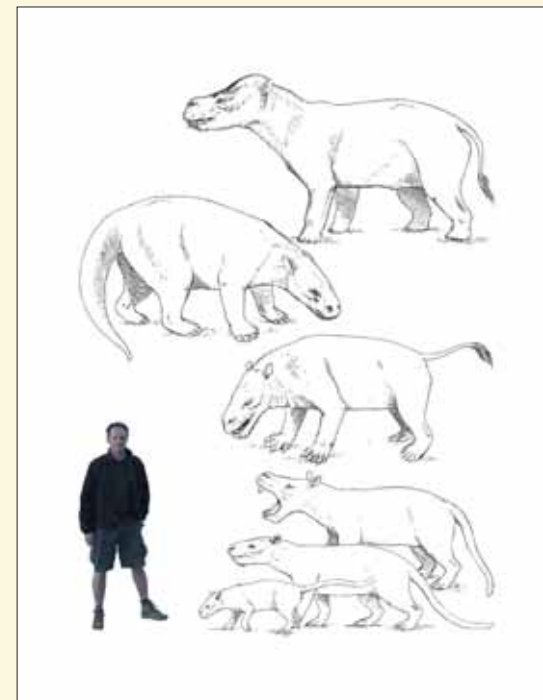
Da de store dinosaurer uddøde ved Kridt/Tertiær grænsen for 65 millioner år siden, fik pattedyrene pludselig frit spil til at udvikle sig og koloniserer landjorden. På den norske øgruppe Svalbard findes forstenede fodspor fra de allertidligste store pattedyr, en mærkelig gruppe kaldet pantodonter.

Introduktion

I perioden lige efter at de store dinosaurer var uddøde ved Kridt/Tertiær grænsen for 65 millioner år siden lå landjorden åben for pattedyrene at kolonisere. Under dinosaurernes herredømme der havde

varet de sidste 180 millioner år, havde pattedyrene levet en skyggetilværelse og havde ikke haft mulighed for at udvikle former større end mus og rotter. Samtlige økologiske nicher for store landlevende hvirveldyr var simpelthen besat af forskellige dinosaurgrupper, lige fra de gigantiske sauropoder til små adrætte fjerklædte rovdinosaurere. Dinosaurernes tid var imidlertid forbi nu, og der var pludselig frit spil for pattedyrene til at udvikle sig og udfylde alle de ledige økologiske nicher dinosaurerne efterlod sig.

De første pattedyr der udviklede en stor kropsstørrelse var en mærkelig gruppe kaldet pantodonter. Pantodonterne opstod i Paleocæn tiden for omkring 60 millioner år siden og udbredte sig over hele verden op gennem den efterfølgende Eocæn tid for 55 til 40 millioner år siden. Størrelsesmæssigt kunne pantodonterne have en kropsvægt på op til 500 kg, og af form har de mest mindet om en blanding mellem en langbenet flodhest og en bjørn. Deres præcise slægtskab med de moderne pattedyrgrupper er imidlertid ikke nemt at fastslå, da de var nogen af de første store dyr, og således ikke har udviklet mange af de morfologiske karaktertræk man bruger til at klassificere de moderne pattedyrgrupper efter. Dog regner man med at de er nærmest beslægtet med hovdyrene, og er en primitiv stamgruppe der er spaltet fra, før de to moderne hovedgrupper af hovdyr, de parrettåede og uparrettåede hovdyr opstod (Figur 1). Fra Paleocæn tiden kendes fossiler af pantodonter fra Nordamerika og Asien og op gennem den efterfølgende Eocæn tid spredte de sig ned gennem Europa, indtil de uddøde i slutningen af Eocæn tiden for 34 millioner år siden og blev efterfulgt af forfædrene til de moderne typer af pattedyr.



Figur 1. Pantodonterne var en stor divers dyregruppe der udviklede former på størrelse med en lille hund og op til en stor bjørn. Her ses silhuetter af kendte pantodont slægter fra Paleocæn tiden. Fra øverst til nederst, *Coryphodon*, *Barylambada*, *Titanoides*, *Caenolambda*, og to arter af *Pantolambda*. Baseret på grafik af Simons 1960.

Et sensationelt fund på Svalbard

Indtil for nyligt kendte man meget lidt til den tidlige fase i pantodonternes udvikling hvor de udbredte sig fra Nordamerika til Asien og senere til Europa, men et nyt sensationelt fund på den norske øgruppe Svalbard har vist sig at være en meget vigtig brik til dette puslespil. Her blev der fundet de første utvetydige forstenede fodspor fra pantodonter.

Sporene blev fundet i kulminen Gruva 7, der drives af Store Norske Spitsbergen Kulkompani i Longyearbyen på Svalbard. De var to minearbejdere, Håvard Dyrkolbotn og Kent Solberg, der den 22. december 2006, omkring 3.5 kilometer inde i minen og 400 meter under jordens overflade, opdagede en række mærkelige 30 cm lange sandstensknolde der hang ned



Figur 2. Sporene som de så ud da de lige var blevet fundet i loftet i kulminen. Minearbejder Håvard Dyrkolbotn viser stolt sporene frem. Foto: Charlotta Lüthje.

fra loftet i minegangen, mens de kørte den store kulknusemaskine der bryder kullene. Kullet mellem sandstensknoldene var løst og da der var risiko for at det kunne styrte ned blev det besluttet at rense loftet i minen med håndkraft før maskinen kunne fortsætte. Da de fik kigget nærmere på knoldene mens de rensede kullet væk omkring dem, opdagede de at de mærkelige knolde havde tydelige aftryk af tæer og kløer og altså viste sig at være forstenede fodspor, fra dyr der engang havde gået på toppen af kullaget. Minearbejderne forstod straks at de var noget helt specielt de havde fundet og rapporterede straks fundet til ledelsen af minen der kontaktede universitetet i Oslo. Nogle af sporene blev indsamlet og er nu udstillet på museet i Longyearbyen, mens resten stadig hænger i loftet på minen, så folk kan se dem på guidede ture i kulminen (Figur 2).

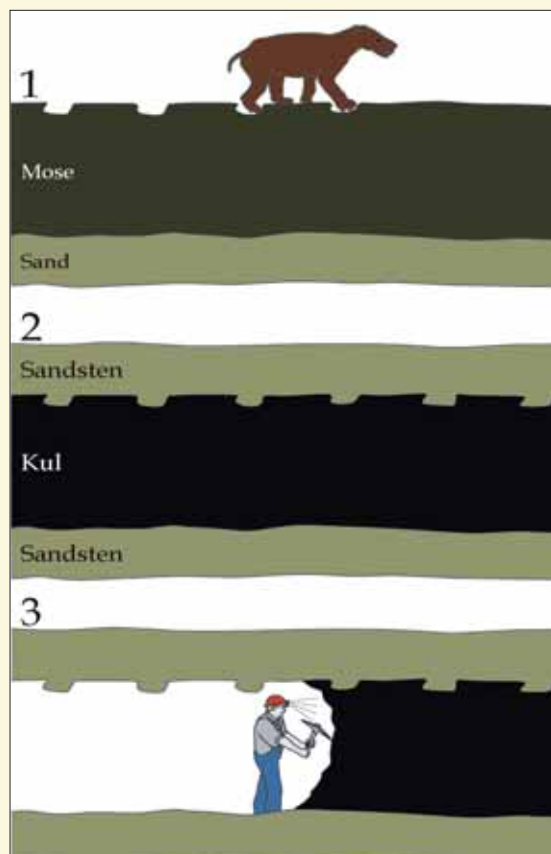
Der er kun en gang tidligere i verden blevet fundet forstenede fodspor der menes at stamme fra Pantodonter, og det er fra Washington i Nordamerika. Disse spor stammer fra Eocæn tiden og er omkring 15 millioner år yngre end sporene fra Svalbard. Sporene blev fundet på en lagflade sammen med talrige spor fra mindre pattedyr og fugle. Imidlertid er disse spor så dårligt bevaret af de kun fremstår som afrundede

huller i sedimentet og der er bevaret nogle detaljer af fodens udseende. Den eneste grund til at disse spor blev beskrevet som mulige spor fra pantodonter, var på grund af deres størrelse, men på den tid fandtes der allerede adskillige andre store former for pattedyr som kunne have sat disse spor. Så det eneste der kan siges med sikkerhed om disse spor, er at de stammer fra et stort pattedyr.

Spor i kulminer

At finde forstenede dyrespor bevaret i loftet i kulminer, er ikke så sjældent som man skulle tro og er resultatet af en række forskellige heldige omstændigheder. For det første er kullet som sporene oprindeligt blev afsat i omdannede rester af gamle moser og tørveaflejringer, som har været frodige steder hvor det var attraktivt for dyrene at færdes. På et tidspunkt, lige efter at en gruppe pantodonter har krydset hen over tørveoverfladen er moserne blevet dækket til med et lag af fint sand, der stammer fra et kraftigt tidevand eller en anden oversvømmelse af området. Det fine sand har udfyldt sporene og beskyttet dem mod yderligere erosion. Igennem millioner af år, er lagene langsomt blevet begravet under tykkere og tykkere lag af sedimenter der har været op mod 2–3 km tykke. Under denne begravelse er sandlagene hærdnet til sandsten og tørvelagene er blevet omdannet til kullag. Det sand der udfyldte sporene har bevaret formen og dannet en naturlig afstøbning af det oprindelige spor (Figur 3).

Netop grænsen mellem to forskellige typer af sedimenter er det bedste sted at finde forstenede spor bevaret, da sedimenterne har en naturlig tendens til at spaltes langs disse horisonter. Langt de fleste af de tusinder af forstenede fodspor fra fortidens dyreliv, der i dag findes bevaret rundt omkring i verden, er fundet enten som det oprindelige spor dyret afsatte, eller som den naturligt dannede afstøbning dannet af det sediment der i sin tid udfyldte



Figur 3. Tegneserie der viser dannelsen og bevaringen af sporene. 1, pantodonterne gik hen over den tørvede moseoverflade og deres fødder satte dybe spor ned i den bløde tørv. Efterfølgende blev tørveoverfladen dækket af et lag sand, der begravde sporene. 2, gennem de næste mange millioner af år hærdnede sandlagene til sandsten og tørven blev kompakteret til et kullag. 3, når kullaget graves væk under vore dages brydning af kullet, kommer sporene igen til syne i minegangens loft, som naturlige dannede afstøbninger dannet af det sand der i sin tid fyldte dem.

Grafik af Britta Munch.

sporet. Under vore dages brydning af kul fjerner man kun kullagene og lader de over- og underliggende sedimenter være. Som tilfældet med pattedyr sporene fra Svalbard der er af en betydelig størrelse, bliver der simpelthen hakket udenom dem når der brydes kul i minegangen med det resultat at den naturlige afstøbning af sporene hænger tilbage i loftet i minegangen. På samme måde er der fundet adskillige velbevarede spor fra

dinosaurere og andre fortidsdyr i loftet i kulminer adskillige steder rundt omkring i verden. Fænomenet med spor der hænger ned fra loftet i kulminer er så velkendt at det i gamle amerikanske kulminer var kendt under det lidet politisk korrekte navn "niggerheads". I et enkelt dokumenteret tilfælde er en minearbejder endda blevet dræbt af et forstenet dinosaurspor der faldt ned fra mineloftet og ramte ham, måske det eneste menneske i historien der er blevet trampet ihjel af en dinosaur, dog med en vis forsinkelse.

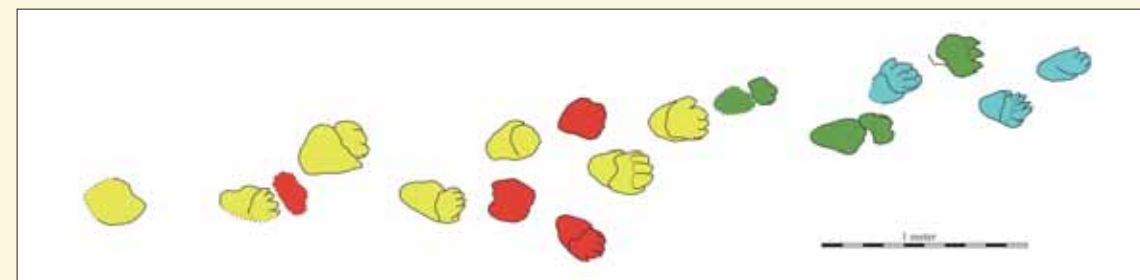
Hvad sporene kan fortælle

Indtil nu er der blevet fundet 17 velbevarede fodspor i loftet af minen, og under arbejdet med at opmåle og kortlægge sporene blev det klart at de måtte stamme fra mere end et enkelt dyr. Der er forskelle i størrelsen på nogle af sporene og gang mønsteret sporene er afsat i, passer ikke med at de skulle være afsat af kun et enkelt dyr. Det ser derimod ud til at sporene stammer fra mindst 3 forskellige dyr, hvis spor hver kan følges over et par meter gående i nogenlunde samme retning. Derudover er der fire enkelt spor der ikke umiddelbart passer ind i nogle af sporserierne og sikkert repræsenterer dyr der har gået i andre retninger og har krydset sporene fra de tre andre (Figur 4). Hvorvidt der er tale om en flok af dyr der har gået forbi samtidig, eller der drejer sig om enkelte dyr der har

kommet forbi på tilfældige tidspunkter kan være svært at sige. Dog kan forskelle i hvor velbevarede sporene er hjælpe lidt til med at bestemme rækkefølgen af hvornår de forskellige spor er sat. Sporene der indgår i de sammenhængende sporserier er lidt bedre bevarede end de fire spor der ikke hænger sammen med en sporserie. Det kunne tyde på at disse spor har været afsat først af dyr der har gået rundt i området, og så er sporene langsomt skredet sammen og de fine detaljer af fodens anatomi er forsvundet. Nogle af sporene i sporserierne er meget velbevarede med aftryk af de enkelte tæer og kløer (Figur 5).



Figur 5. Nærbillede af et af de bedst bevarede spor som hænger i mineloftet. Sporet er et dobbeltaftryk og består af både forfod og bagfod der er trådt oven i hinanden. Den forreste del af sporet viser de skarpe kløer på forfodens tæer, ligesom man også tydeligt kan se hvordan aftrykket af den mindre forfod er dybere end bagfodens aftryk. Fodsporet er i alt 28 cm langt. Foto: Jørn H. Hurum.



Figur 4. Kort over sporene som de blev fundet i loftet af kulminen. Kortet er tegnet på baggrund af en fotomosaik af mineloftet, og de enkelte sporserier fra de forskellige dyr er markeret med gul, blå og grøn farve. De fire spor der ikke umiddelbart passer ind i nogle af sporserierne er farvet røde. Bemærk hvordan bagfoden fra dyrene i de fleste tilfælde har trådt oven i sporen fra forfoden.

Grafik af Jesper Milàn, baseret på fotos af Jørn H. Hurum.

Disse spor må have været afsat umiddelbart før området blev oversvømmet og sporene blev fyldt med sand.

De individuelle spor er i mange tilfælde så godt bevaret at man kan se at aftrykket fra forfoden af dyret er omtrent halvdelen af størrelsen af aftrykket fra bagfoden, og i alle de fundne spor er forfoden sunket dybere ned i sedimentet end bagfoden da den har haft et mindre areal til at bære dyrets vægt med. Når dyret har gået har dets skridt passet med at de har sat bagfoden delvist oven i aftrykket fra forfoden. Derfor er næsten alle sporene bevaret som dobbeltaftryk bestående af en dyb "forende" der består af aftrykket fra forfoden kombineret med en længere, men ikke ligeså dyb "bagende" der er afsat af den bagerste del af dyrets bagfod. Da forfoden er trykket dybere ned end bagfoden, er formen på forfoden i de fleste tilfælde velbevaret og ud fra sporene kan man rekonstruere forfodens og klovenes morfologi i detaljer. Af bagfoden er der derimod kun i enkelte tilfælde bevaret aftryk af tæerne på foden (Figur 6).

Identifikation af sporsætteren

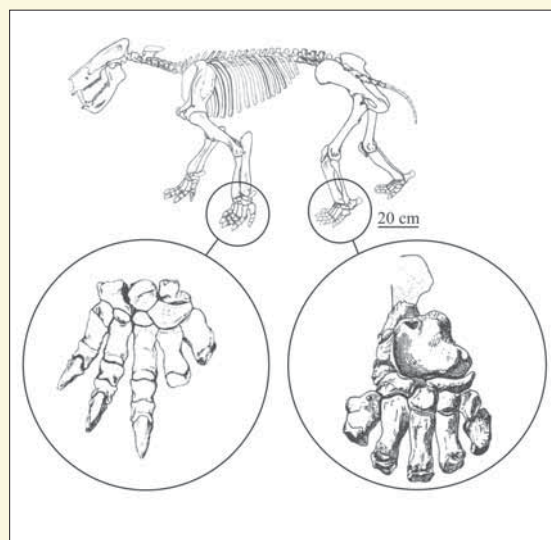
Sporenes størrelse med fodlængder op til 25 cm og alderen på omkring 60 millioner år, indsnævrer hurtigt feltet af mistænkte sporsættere til en enkelt dyregruppe, nemlig pantodonterne, der var de eneste



Figur 6. Rekonstruktion af fodsporene baseret på de bedst bevarede eksemplarer fra mineloftet. Til venstre ses et typisk eksempel hvor bagfoden er trådt halvt oven i forfoden. I midten forfoden alene og til højre bagfoden alene. Grafik af Jesper Milàn.

kendte store pattedyr på det tidspunkt. Når man arbejder med fossile fodspor fra uddøde dyregrupper er man vant til at det kan være meget svært at identificere sporsætteren til andet end overordnet niveau, simpelthen fordi der kan være meget stor forskel på hvordan sporet fra et dyr ser ud, og hvordan skelettet fra den samme fod ser ud. Det er fordi alle fodens bløddele, som skind, hår og muskler, ikke bliver bevaret fossilt, og da det er bløddelene der danner fodsporet bliver det som oftest bare et godt bud på hvem sporsætteren er. I tilfældet med sporene fra Svalbard var vi dog så heldige at sporsætteren kunne bestemmes meget mere præcist end normalt.

I de bedst bevarede spor kan man se at forfoden, har fem korte tæer der hver ender i en relativ lang, smal skarp klo. Bagfoden derimod har aftryk af fem korte tæer, der hver ender i korte trekantede hovlignende kløer (Figur 5 og 6). Netop denne konfiguration med skarpe kløer på forfoden og brede hove på bagfoden gør det muligt at identificere sporsætteren helt ned til slægtsniveau, hvilket er en helt



Figur 7. Skelet af pantodonten *Titanoides* med forstørrede udsnit af for- og bagfodens skelet. Læg mærke til de skarpe kløer på tæerne af forfoden, sammenlignet med sporene i figur 5 og 6. Baseret på grafik af Simons 1960.

uhørt nøjagtighed når man arbejder med fossile spor.

Ud af de 5 slægter af pantodonter man kender som fossiler fra Paleocæn tiden, har de alle korte, brede hovlignende kløer på både for- og bagfoden, på nær en slægt, *Titanoides*, der havde skarpe kløer på forfoden, og blunte kløer på bagfoden (Figur 1). Desuden passede kropsstørrelsen hos *Titanoides* også perfekt til størrelsen af sporene fra Svalbard (Figur 7). Havde det været spor fra enhver anden pantodont slægt end *Titanoides*, havde vi ikke været i stand til at bestemme sporene så nøjagtigt. Vi gav sporene navnet *Thulitheripus svalbardii* da de ble beskrevet i 2010 (Lüthje et al. 2010).

Svalbard i Paleocæn

Ud fra geologiske rekonstruktioner af kontinenternes placeringer i fortiden, ved vi at Svalbard var placeret sidelæns i forbindelse med nordenden af Grønland i Paleocæn tiden da sporene blev dannet

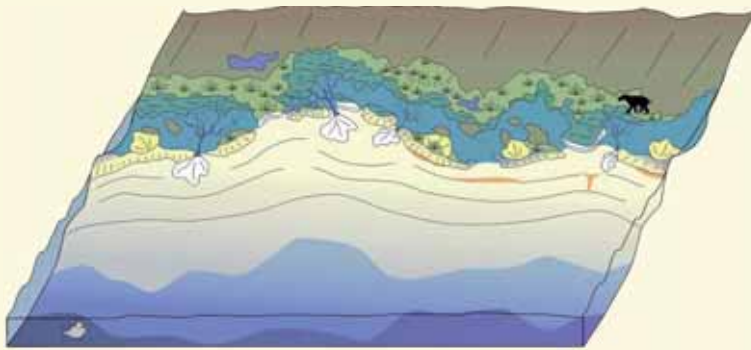


Figur 8. Svalbard før og nu. I dag ligger Svalbard (indikeret med orange) ensomt langt ude i Nordatlanten mellem Norge og Grønland. I Paleocæntiden lå Norge og Grønland meget tættere på hinanden og Svalbard lå placeret i forlængelse af den nordlige del af Grønland. I flere perioder var der fast forbindelse mellem Grønland og Rusland/Norge ved landbroer der gjorde det muligt for dyr at indvandre fra Nordamerika. Grafik af Jesper Milàn.

(Figur 8). Det Paleocæne landskab var et fladt kystområde med store tidevandsfloder og laguner beskyttet af barriereø komplekser, lidt i stil med landskabet omkring Vadehavet i dag.

På kystsletten var der udstrakte sumpede moseområder med frodig vegetation der var attraktive områder for dyr at leve i. I dag kendes disse aflejringer som Firkanten Formationen, og består af fine sandstenslag og vidtstrakte kullag der brydes kommercielt. Ud fra indholdet af plantefossiler i kullagene kan man se at klimaet på Svalbard var meget anderledes end det er i dag. Dengang var der fugtigt, tempereret og rimeligt stabilt klima hele året rundt, og ikke koldt og arktisk som i dag, selvom Svalbard også lå nord for polarcirklen dengang (Figur 9).

Sporene fra kulminen er de hidtil nordligste rester af pantodonter man har fundet, og har vist sig at være meget vigtige i opklaringen af mysteriet om hvordan pantodonterne og andre pattedyr spredte sig fra Nordamerika til Asien. Som det ses af kortet (Figur 8), var Nordamerika,



Figur 9. Rekonstruktion af landskabet på Svalbard som det så ud for omkring 60 millioner år siden i Paleocæntiden. Området var en frodig kystslette med tidevandskanaler, barriereøer og små beskyttede laguner. Grafik af Charlotta Lühje.

Grønland og Svalbard placeret tæt på hinanden og har været forbundet af landbroer gennem længere perioder. Nordatlanten var kun lige begyndt at åbne sig op mellem Norge og Grønland og der har stadig været periodiske forbindelser mellem Nordgrønland, Svalbard og Norge. Den mest accepterede model for pattedyrenes udberdelse mellem Nordamerika og Asien er at de har vandret vestover gennem Alaska til Rusland. Men fundet af pantodont spor så langt mod nord mens der stadig var periodisk forbindelse mellem Nordgrønland og Nordeuropa gør det sandsynligt at de tidlige migrationsruter for pattedyr gik østover fra Nordamerika til Europa og videre til Asien.

Indtil videre er fodsporene på Svalbard de eneste beviser for pattedyr i det område, da der aldrig er fundet noget skeletmateriale i aflejringerne eller tilsvarende lag på Nordgrønland. Men måske vil fremtidige undersøgelser i de arktiske egne, bringe nyt materiale frem i lyset og være med til at kortlægge denne spændende periode i den tidligste del af pattedyrenes historie.

Når man i dag står og kigger ud over det barske og ugæstfrie klima der i dag hersker på Svalbard, hvor der kun vokser få lave græsser og urter, er det svært at forestille sig at for 60 millioner år siden var klimaet varmt og frodigt (Figur 10). Men

tilstedeværelsen af de tykke kullag med deres rige forekomst af plantefossiler, samt de forstenede fodspor i loftet af kulminen beviser at verdens første store pattedyr herskede i Svalbards vidtstrakte frodige moseområder dengang.



Figur 10. Udsigten over Longyearbyen på Svalbard i dag. Det er det svært at forestille sig at området for omkring 60 millioner år siden var en flad, frodig kystslette hvor flokke af pantodonte græssede i den tætte vegetation mellem tidevandskanalerne. Foto: Jesper Milàn.

Referencer

Lühje, C. J., Milàn, J. & Hurum, J.H. 2010: Paleocene tracks of the mammal pantodont genus *Titanoides* in coal-bearing strata, Svalbard, Arctic Norway. *Journal of Vertebrate Paleontology* 30, 521-527

Simons, E.L., 1960. The Palaeocene pantodonta. *Transactions of the American Philosophical Society*, volume 50, 1-98.