

Sabeltandkat *Machairodus*, hoe hard beet hij eigenlijk?

Bas Brittijn

Samenvatting

In een recentelijk verschenen artikel van een Australische onderzoeksgroep (McHenry *et al.*, 2007) werd aangetoond dat de Amerikaanse sabeltandkat (*Smilodon fatalis*) een zwakkere bijtkracht had dan de huidige leeuw (*Panthera leo*). In het NRC werd hierover een artikeltje geplaatst (2 oktober 2007). Maar dat sabeltandkatten een zwakkere beet hadden, dat wisten we eigenlijk al. Een stageonderzoek aan een schedel van *Machairodus cf. aphanistus* bij Naturalis in Leiden, twee jaar geleden, wees dit al uit. In dit artikel wordt aan de hand van schedelanatomie uitgelegd waardoor die kleinere bijtkracht van de sabeltandkat veroorzaakt wordt en worden twee methodes besproken waarmee bijtkracht te berekenen is.

Summary

A recent publication by an Australian research group (Mc Henry *et al.*, 2007) showed that the American sabretoothed cat *Smilodon fatalis* had weaker bite strength than the extant lion (*Panthera leo*). This finding was also mentioned in the Dutch newspaper NRC, but actually, it was old news. Two years ago, an internship project on a skull of *Machairodus cf. aphanistus* at the National Museum of Natural History 'Naturalis' in Leiden, gave a similar result. By comparing morphological features of cat skulls, this article gives an explanation why the sabretoothed cats had a weaker bite than the extant lion. It also describes two methods that can be used to determine bite strength.

Inleiding

Machairodus aphanistus (Fig. 1) was een algemeen voorkomende sabeltandkat in Noord Amerika en Eurazië, twaalf tot twee miljoen jaar geleden. Het was een katachtige zo groot als een leeuw, hoewel de lichaamsbouw meer op die van een tijger leek. *M. aphanistus* was een goede springer die met een korte sprint zijn prooi vanuit een hinderlaag kon verrassen.

Het doel van mijn onderzoeksstage bij Naturalis was in de eerste plaats om de schedel van deze sabeltandkat uit Rhodos te beschrijven en te determineren. Vervolgens heb ik de bijtkracht vergeleken met die van de huidige leeuw. Dit interesseerde mij omdat al gelijk duidelijk werd dat de schedel van een sabeltandkat heel anders is dan die van een huidige kat. Welke gevolgen zouden deze verschillen hebben voor de bijtkracht? Je zou kunnen verwachten dat de sabeltandkatten harder konden bijten, omdat ze die lange tanden in het vlees moesten drukken, maar het is ook mogelijk dat ze juist minder kracht konden leveren.

Om een antwoord op deze vraagstelling te krijgen is het van belang om eerst te weten te komen hoe de schedel functioneerde. In andere woorden: hoe werd de prooi gedood?

Het doden van prooien

Over de manier waarop de sabeltandkat haar prooi doodde is veel discussie gevoerd. Dat het een andere methode was dan die van de hedendaagse katten, daar was men het wel over eens. De hedendaagse kat doodt haar prooi door verstikking door ofwel de keel dicht te drukken of door de snuit vast te houden en zo de neusgaten te blokkeren. Kleinere prooien worden ook wel gedood door in de nek of schedel te bijten. De prooi sterft dan door de schade toegebracht aan ruggenmerg of hersenen (Turner & Antón, 1997).

Bij de sabeltandkat ging dat anders. De eerste theorieën over de genadeslag van de sabeltandkat stammen uit de eerste helft van de twintigste eeuw. Er werd gesuggereerd dat de grote hoektanden van de bovenkaak in de prooi werden geslagen, zoals een gifslang dat doet met zijn giftanden (Matthew, 1910; Simpson, 1941). Echter, bij een dergelijke aanvalstechniek zouden de smalle tanden zeker afgebroken zijn.

De alternatieve theorie die nu algemeen geaccepteerd wordt, is de 'hoektand snij-beet' techniek. Hierbij werden de hoektanden oppervlakkig in een vastgehouden prooi gedreven zodat er een stuk huid kon worden afgesneden en een grote wond ontstond (Akersten, 1985). De prooi bloedde dan snel dood. Het was belangrijk dat de prooi goed stil



Fig. 1. Schedel van *Machairodus* cf. *aphanistus*, afkomstig van het Griekse eiland Rhodos.

Skull of *Machairodus* cf. *aphanistus* from the Greek island of Rhodes.

werd gehouden, omdat een snelle zijwaartse beweging van een tegenstribbelende prooi een gebroken tand tot gevolg zou kunnen hebben. Voor dat doel waren de sabeltandkatten uitgerust met intrekbare klauwen en voorpoten met veel spiermassa (Turner & Antón, 1997).

Het grote verschil met de huidige katten en de sabeltandkatten is dus de duur van de beet; bij de huidige grote katten is de beet lang van duur. De prooi sterft door verstikking en dat kost tijd. Bij de sabeltandkat zou het sneller gebeurd zijn met de prooi. Een vernietigende beet in de hals waarbij de slagaders of luchtpijp worden doorgesneden leidt vrijwel direct tot de dood.

Nu is het de vraag welke beet meer spierkracht vereist. De langdurende wurggreep van de huidige grote kat, of de snelle beet van de sabeltandkat. Wanneer we een verschil kunnen vinden in de bijtkracht aan de hand van anatomische kenmerken van de schedel, dan zou de duur van de beet dus een mogelijke functionele verklaring zijn.

Sabeltand-schedel

De bouw van de schedel van een sabeltandkat verschilt veel van die van de huidige grote kat (Fig. 2). Veel van deze verschillen in de schedel bestaan, niet geheel onlogisch, vanwege de grote hoektanden van de sabeltandkat. Zo is het bijvoorbeeld noodzaak voor een sabeltandkat zijn bek ver te kunnen openen omdat hij anders niet zijn prooi tussen de punten van zijn hoektanden kan krijgen. Dit kun je zien aan de hoogte van het draaipunt van de onderkaak (*fossa glenoideus*) en de grootte van de hefboom van de onderkaak (*processus coronoideus*). Doordat het draaipunt van de onderkaak verlaagd is (ze liggen bij de sabeltandkat op één lijn met de knipkiezen van de bovenkaak), krijg je al veel sneller een grotere bekopening. En door de hefboom van de onderkaak (de *processus coronoideus*) te verkleinen, wordt de spier (de *musculus temporalis*, fig. 3) die van het schedeldak naar de *processus coronoideus* loopt, langer. Een langere spier kan verder uitrekken dan een korte, waardoor de bek dus weer verder open kan. Deze twee aanpassingen zorgen voor een grotere bekopening: bij de huidige katten kan de onderkaak maximaal een hoek van 65 tot 70 graden maken, maar bij de

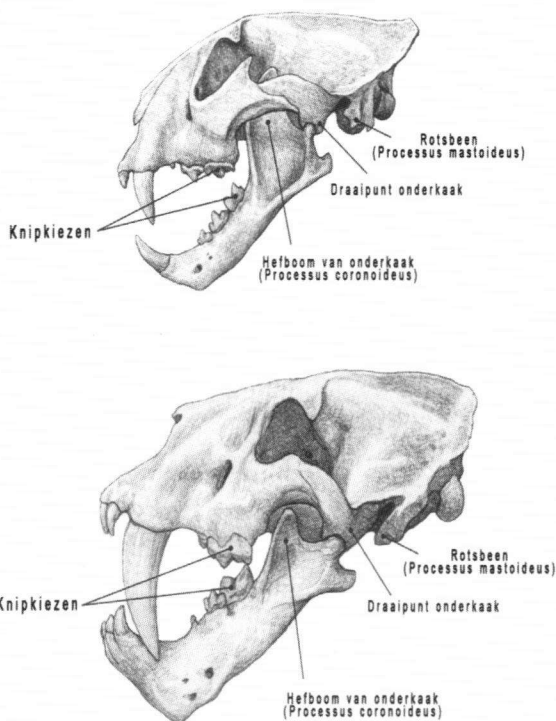


Fig. 2. Vergelijking tussen schedel van huidige luipaard (*Panthera pardis*, boven) en sabeltandkat (*Homotherium latidens*, beneden). Naar Turner & Antón (1997).

Comparison between skull morphology of the extant leopard (*Panthera pardis*, top), and a sabertoothed cat (*Homotherium*, bottom). After Turner & Antón (1997).

sabeltandkatten was dit een hoek van 90 tot 95 graden (Emerson & Radinsky, 1980). Tevens zijn de hoektanden van de onderkaak verkleind om nog meer ruimte tussen de tanden vrij te maken.

Andere anatomische verschillen met huidige grote katten maakt het voor de sabeltandkat mogelijk de nekspieren optimaal te benutten bij het doden van de prooi. Het rotsbeen (*processus mastoideus*) is groter en verlaagd (Fig. 2), waardoor de spier verantwoordelijk voor het neertrekken van de kop meer onder het draaipunt komt te liggen (Fig. 4). Zo kan er met kracht een stuk vlees van de prooi worden gesneden.

Spieren

De twee belangrijkste spieren die betrokken zijn van het sluiten van de bek zijn de temporalis

(*m. temporalis*) en de masseter (*m. masseter*) (Fig. 3). Het sluiten van de geopende bek gebeurt in twee fasen. De temporalis contraheert als eerste en trekt de onderkaak omhoog via de *processus coronoideus*. Met deze samentrekking wordt kracht ter hoogte van de hoek- en snijtanden gegenereerd. De temporalis is van groot belang bij carnivoren om de prooi te vangen en vast te houden. In de tweede fase, wanneer de bek al bijna gesloten is, trekt de masseter samen en maakt de beweging af. De richting van deze spier is recht op de kiezen en levert de kracht voor het knippen van vlees met de knipkiezen.

Er zijn twee factoren die de kracht van een spier bepalen, i) de grootte van de spier (lengte, breedte en doorsnede), en ii) de arm van de spier. De arm is de afstand tussen aanhechting van de spier (op het bewegende bot) en het draaipunt. Hoe langer de arm, hoe effectiever de beweging (het is veel makkelijker een deur open te duwen bij de klink dan bij het scharnier). Voor de grootte van de temporalis en de masseter geldt: hoe groter, hoe krachtiger. Dit geldt ook voor de hoogte van de *processus coronoideus* (als de hoogte groot is trekt de temporalis aan een lange hefboom).

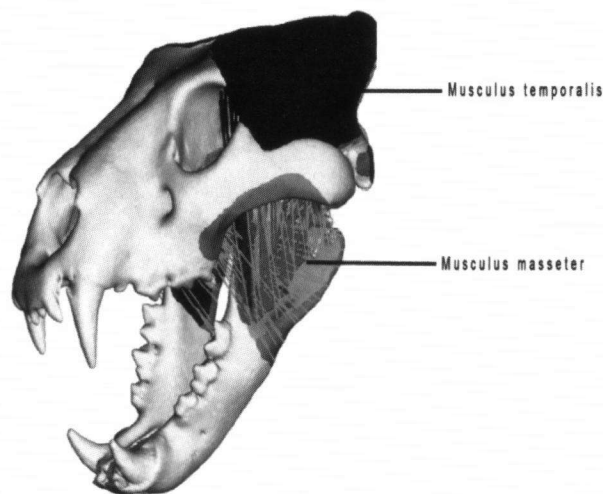


Fig. 3. De twee bijtspieren aangegeven in een leeuw (*Panthera leo*). De *temporalis* loopt van het schedeldak naar de hefboom van de onderkaak. De *masseter* loopt van de onderkant van de basis van de onderkaak naar de jukbeenboog. Naar McHenry *et al.* (2007).

The most important muscles needed for biting, shown in a lion skull (*Panthera leo*). The *temporalis* is running from the roof of the skull to the lever of the mandible. The *masseter* originates at the base of the mandible and is attached to the zygomatic arch. After McHenry *et al.* (2007).

Tabel 1. Afmetingen van schedelonderdelen van leeuw, tijger en *Machairodus* cf. *aphanistus*. De bovenste waarde is in mm, de onderste waarde is de waarde relatief aan de lichaamsgrootte (in dit geval de basislengte van de schedel). MFL is geschaald aan de onderkaakslengte. De vetgedrukte waarden geven meetwaarden aan die van belang zijn bij bijtkracht en voor *Machairodus* kleiner zijn dan bij de leeuw en de tijger.

Size measurements of parts of the skull of a lion, a tiger and the extinct *Machairodus* cf. *aphanistus*. The upper value is the absolute length of a skull part, the lower value shows the measurement as a fraction of the body size (in this case the base length of the skull). MFL is scaled to the length of the mandible. Numbers in bold show important measurements for bite strength which are smaller in *Machairodus* than in the extant lion and tiger.

| | <i>Panthera leo</i> (v) | <i>Panthera leo</i> (m) | <i>Panthera tigris</i> | <i>M. aphanistus</i> |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| Hoogte processus coronoideus (HCP) | 89,90 | 109,30 | 90,70 | 94,70 |
| | 0,44 | 0,46 | 0,48 | 0,42 |
| Lengte temporalis aanhechting (TFL) | 150,00 | 180,00 | 152,20 | 147,00 |
| | 0,60 | 0,61 | 0,65 | 0,50 |
| Breedte temporalis aanhechting (TFW) | 142,25 | 154,00 | 125,75 | 132,85 |
| | 0,57 | 0,52 | 0,53 | 0,48 |
| Temporalis doorsnede oppervlak (TXA) | 146,07 | 166,49 | 138,34 | 139,75 |
| | 0,58 | 0,56 | 0,59 | 0,51 |
| Lengte masseter aanhechting (MFL) | 70,30 | 97,60 | 70,20 | 87,10 |
| | 0,34 | 0,41 | 0,37 | 0,38 |

Laten we deze twee kenmerken bij *Machairodus* cf. *aphanistus* vergelijken met de huidige leeuw en tijger door deze op te meten. In Tabel 1 staat de hoogte van de *processus coronoideus* weergegeven en een aantal afmetingen van schedelonderdelen die indicatief zijn voor spiergrootte. *M. cf. aphanistus* heeft een kleinere temporalis (TFL, TFW, TXA) dan de leeuw en tijger, maar de masseter is vergelijkbaar van grootte (MFL). De *processus coronoideus* van de onderkaak is korter, al is dit verschil niet zo groot bij *Smilodon* en *Homotherium* (vergelijk Fig. 1, 2 & 6).

Deze resultaten geven aan dat *Machairodus* cf. *aphanistus* een kleinere bijtkracht zou hebben gehad dan de huidige leeuw en tijger, maar hoeveel kleiner is moeilijk te zeggen. Om echt een kwantitatief verschil aan te kunnen tonen moet je met een kwantitatieve methode vergelijken. Een methode die hier geschikt voor is, is de 'onderkaakmethode'.

Resultaten

De onderkaakmethode

Deze methode is betrekkelijk eenvoudig. Op vaste punten van de onderkaak (tussen de tanden) wordt de hoogte en breedte van de

kaak gemeten, evenals de afstand van dat punt tot aan het draaipunt van de kaak (Fig. 5). Door de kaak als elliptische structuur met constante materiële eigenschappen te beschouwen, kan er met wiskundige formules voor elk meetpunt de maximaal toelaatbare kracht worden uitgerekend, ten opzichte van het draaipunt. Op deze manier kunnen zowel de krachten in dorsoventrale (boven - onder) als labiolinguale (zijwaartse) richting worden uitgerekend en mandibulaire profielen worden gemaakt. Een dergelijk profiel is te zien in Figuur 6.

Figuur 6, afkomstig uit Therrien (2005), geeft een aantal verschillen weer in bijtkracht tussen huidige leeuw en sabeltandkat *Smilodon fatalis*. Het blijkt dat wat betreft de dorsoventrale krachten, *Smilodon* sterker is op het achterste deel van de kaak. Ter hoogte van de symphyse (het vergroeide raakpunt aan de voorzijde van de twee onderkaakhelften) is de leeuw weer net iets sterker. Dit zelfde patroon is ook zichtbaar bij de krachten die van de zijkant op de kaak worden uitgeoefend: achter in de kaak is *Smilodon* sterker, maar voorin bij de hoektand delft deze het onderspit tegen de leeuw. De kracht die *Smilodon* zou kunnen weerstaan op de symphyse, het gedeelte dat een grote rol speelt bij het doden van prooi, is dus kleiner dan bij de leeuw.

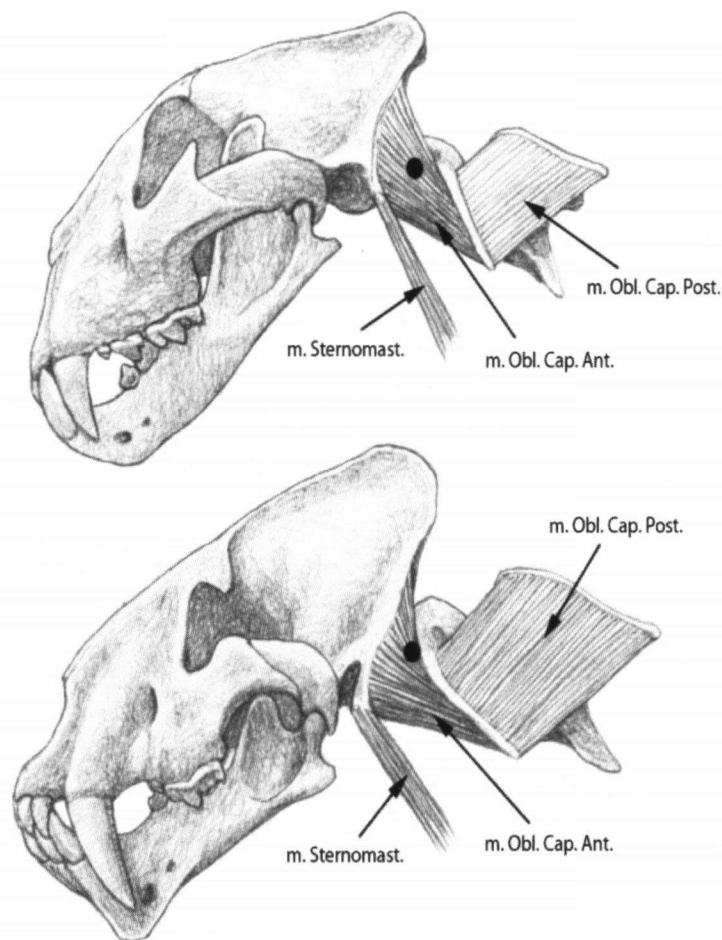


Fig. 4. Tekening van de schedel en bovenste nekwervels van de tijger, *Panthera tigris* (boven) en *Homotherium latidens* (beneden). Een aantal spieren is ook aangegeven. De zwarte stip geeft het draaipunt van de schedel op de atlas (bovenste nekwervel) weer. Je kunt zien dat bij *Homotherium* een groter gedeelte van de *musculus obliquus capitis anterior* beneden het draaipunt ligt dan bij de tijger. Dit komt omdat het rotsbeen (*processus mastoideus*, zie figuur 1) lager ligt dan bij de tijger. Met een grotere spiermassa onder het draaipunt kan de kop met meer kracht naar beneden worden getrokken. Deze beweging wordt gebruikt bij de 'hoektand snij-beet' om stukken vlees af te snijden. Naar Antón *et al.* (2004).

Drawings of the skull and upper vertebrae of a tiger (*Panthera tigris*, top), and of *Homotherium latidens* (bottom). A number of muscles is shown as well. The black dot indicates the rotation center of the skull on the atlas (uppermost vertebra). Since the *processus mastoideus* (see fig. 1) is situated lower in *Homotherium* than in the tiger, a larger proportion of the *musculus obliquus capitis anterior* is situated below the rotation center of the skull, making a downward movement with the head more powerful. This flexion of the head was used with the 'canine shear bite' to tear pieces of meat from prey. After Antón *et al.* (2004).

De *relative force* (Fig 6) geeft de hoogte-breedte verhouding van de onderkaak weer. Als de kaak even hoog als breed is, dan is deze waarde 1. Bij de leeuw wordt de kaak naar voren toe steeds breder (de waarde daalt en de hoogte van de kaak verandert bijna niet), terwijl bij

Smilodon deze waarde constant blijft. Dit duidt op een 'versteving' van de symphyse bij de leeuw.

Voorgaande profielen gaven dus aan dat *Smilodon* sterk is in het achterste deel van de kaak, maar zwak bij de hoektand. Nu was het aan mij om zelf te testen of ik dit resultaat kon reproduceren, en hoe de schedel van *Machairodus cf. aphanistus* in het geheel paste. Voor dit doel had ik 4 schedels tot mijn beschikking: de *Machairodus* schedel, een afgietsel van *Smilodon fatalis*, en twee leeuwschedels van zowel een mannetje als een vrouwtje.

De resultaten van de metingen zijn in Figuur 7 weergegeven. Wat direct zichtbaar wordt is dat zowel dorsoventrale als labiolinguale bijtkracht van *Machairodus* ruim onder de andere lijnen ligt en dit dus de zwakste bijter is van de 3 soorten. *Smilodon* laat ruwweg hetzelfde patroon zien als de profielen uit de literatuur: sterk achter in de kaak, maar zwak bij de hoektand. Dat verschil in bijtkracht ter hoogte van de hoektand is vooral groot bij de labiolinguale krachten (Fig. 7B).

CT Scans

In het onderzoek van McHenry *et al.*, (2007) is er ook gekeken naar verschil in bijtkracht tussen huidige leeuw en een sabeltandkat (*Smilodon fatalis*). Zij deden dat door schedels in te scannen met een CT-scanner en deze met FE (finite element) software te analyseren. Hierbij was het mogelijk modellen van spiergroepen te maken. De schedelmodellen werden vervolgens belast met eenzelfde hoeveelheid gesimuleerde kracht en de stress (de uitgeoefende kracht per oppervlakte-eenheid) die dat opleverde in de schedel werd zichtbaar (stress produceert 'strain': deformatie van het skelet).

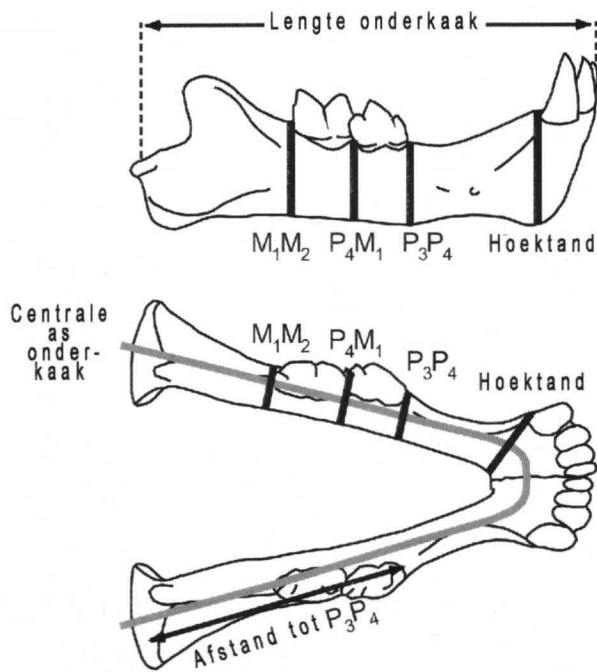


Fig. 5. Metingen voor de onderkaakmethode. De hoogte, breedte en afstand tot het draaipunt worden gemeten op een aantal interdentale posities. De voorste kies is p4, de achterste m1. (p3 en m2 zijn in deze kaak niet aanwezig). Naar Therrien (2005).

Measurements taken of the mandible to create a mandible force profile. At several interdental positions height, width and distance to the articulation are measured. The front premolar is p4, the one at the back m1 (p2 and p3 are absent in this jaw). After Therrien (2005).

In Figuur 8A is te zien dat onder 3388 N (krachteenheid vernoemd naar Sir Isaac Newton) de leeuwenschedel nauwelijks stress vertoont terwijl de schedel van *Smilodon*, die zwakker belast wordt, veel meer van stress te lijden heeft. Vooral in de onderkaak is dit verschil duidelijk (lichtere tinten betekent meer stress). Figuur 8B en C laten zien dat er veel minder stress optreedt als *Smilodon* naast de kaakspieren ook de spieren in de nek gebruikt bij het bijten. Dit maakt aannemelijk dat de sabeltandkat vanwege de vergrote en verlaagde mastoideus de nekspieren optimaal kon benutten (Fig. 3) en daarbij de stresslevels op de schedel minimaal kon houden. Echter, bij gelijke fysische belasting treden grote verschillen in stress op tussen leeuw en *Smilodon*, wat suggereert dat de maximale belasting van de leeuwenschedel groter is en de leeuw dus een sterkere beet heeft dan *Smilodon* zou hebben gehad.

Discussie

Uit de resultaten van mijn onderzoek, van Therrien (2005) en van McHenry *et al.*, (2007) zijn een aantal dingen te concluderen. In de eerste plaats is de bijtkracht van de bij Naturalis onderzochte *Machairodus cf. aphanistus* veel zwakker dan van huidige leeuw (en tijger, niet getoond) en ook van neef sabeltandkat *Smilodon fatalis*.

Neef sabeltandkat *Smilodon* heeft een sterkere bijtkracht op de knipkiezen, maar ter hoogte van de hoektanden doet de bijtkracht van *Smilodon* onder voor de leeuw en tijger. Dat is geen uitzondering: bijna alle uitgestorven sabeltandkatten hadden een zwakke symphyse (Therrien, 2005). Wat kan dit ons vertellen over

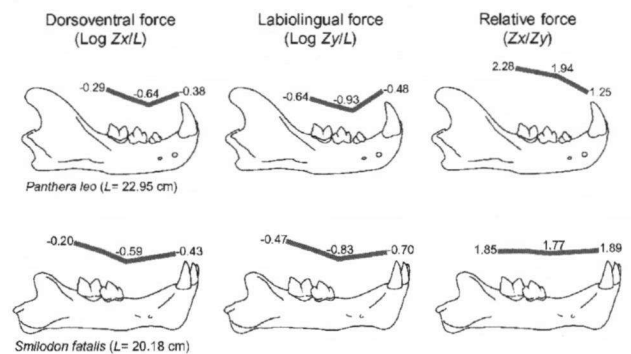


Fig. 6. Mandibulaire profielen van de leeuw, en van *Smilodon fatalis*. Bijtkrachten op meetpunten m1m2, p3p4 en hoektand zijn weergegeven (p4m1 is hier buiten beschouwing gelaten). Van links naar rechts: Dorsoventral force, geeft de krachten weer die van boven naar beneden op de kaak kan worden uitgeoefend. Labiolingual force is een schatting van de zijwaartse krachten. Voor deze beide profielen geldt dat hoe hoger de waarde (hoe minder negatief), des te hoger de maximale kracht. Relative force geeft de relatieve vorm van de kaak weer; hoe hoger deze waarde hoe relatief smaller en hoger de kaak is. Uit Therrien (2005).

Mandibular force profiles of lower jaws of a lion and of *Smilodon fatalis*. Bite forces at m1m2, p3p4 and the canine are shown (p4m1 has been omitted). From left to right: dorsoventral force; gives the maximal force to be exerted upon the jaw in an up-down direction. Labiolingual force; maximal force in a left-right direction. The higher these two values are, the stronger the mandible and hence bite force is. Relative force indicates the relative shape of the mandible. When this value is high, the mandible is relatively high and narrow. From Therrien (2005).

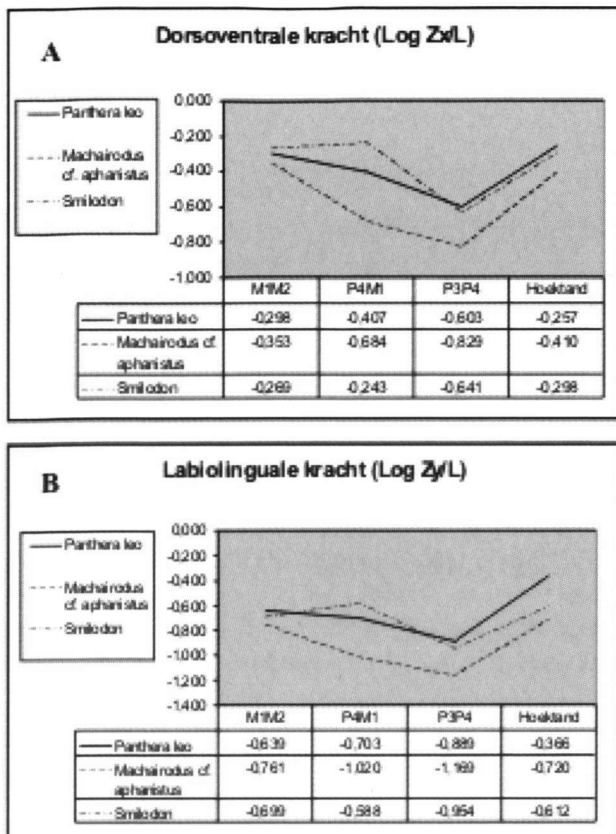


Fig. 7. Bijtkracht-profielen van *Panthera leo*, *Machairodus cf. aphanistus* en *Smilodon*. Lengte van de onderkaak (L) is respectievelijk 21,5 cm, 23,0 cm, en 18,0 cm. (A) Dorsoventrale krachten. (B) Labiolinguale krachten.

Bite force profiles of *Panthera leo*, *Machairodus cf. aphanistus* and *Smilodon fatalis*. Length of the mandible (L) is 21.5 cm, 23.0 cm and 18.0 cm, respectively. (A) Dorsoventral force. (B) Labiolingual force.

de levenswijze van de sabeltandkat en met name over de manier van prooidoding?

Het is eigenlijk heel simpel. Als een dier morfologisch niet is aangepast om bepaalde krachten te weerstaan, betekent dat het dier deze krachten ook niet *hoefde* te weerstaan. In dit geval houdt dat in dat door haar prooi goed te stabiliseren, de hoektanden weinig stress ondervonden. De zware voorpoten waren hiertoe uitgerust. Tevens zorgden de vergrote voortanden voor een stabilisatie van het bijtoppervlak (Biknevicius *et al.*, 1996).

De dodelijke beet van de sabeltandkat zou dus minder kracht gekost hebben dan die van de huidige leeuw. Dat komt omdat de beet van de sabeltandkat veel effectiever was; er hoefde maar één keer kortstondig gebeten te worden om de prooi te doden. Daarna kon de prooi worden losgelaten. Leeuwen doden hun prooi

door verstikking en dat is een veel langer durend proces, dat erop neerkomt dat zij de te leveren beet veel langer moeten kunnen volhouden. Daar is meer spierkracht voor nodig. De sterkere beet van de leeuw reflecteert dus niet de noodzaak van een *piekmoment* van kracht, maar in meerdere mate de noodzaak van een langdurende krachtsinspanning. Vanwege die langdurigheid van de beet, en omdat de voorpoten minder goed zijn aangepast om de prooi goed vast te houden, is de symphyse van de leeuw uitgerust om zijwaartse krachten beter te weerstaan.

De twee methodes voor het berekenen van bijtkracht zijn zeer verschillend. Het onderkaakmodel baseert bijtkrachten op mechanische eigenschappen van een onbeweeglijk stuk bot. Een betrekkelijk eenvoudige methode en daardoor geschikt om meerdere diersoorten met elkaar te vergelijken. Met de CT scan methode kan een veel dynamischere voorspelling worden gedaan waarbij tevens rekening kan worden gehouden met de verschillende spiergroepen en bijvoorbeeld de lengte van de coronoid (*processus coronoides*). Het model van McHenry *et al.* (2007) is vollediger. Echter wanneer men niet over de gehele schedel of over de technologie beschikt, moet men een indicatie van bijtkracht verkrijgen via metingen aan de onderkaak en de invloed van verschillende spiergroepen buiten beschouwing laten.

McHenry beweert dat in het onderzoek van Therrien (2005) er geen rekening is gehouden met relatief grote verschillen in kaaklengte ten opzichte van de schedel of lichaamsgrootte, en dat daardoor er een grotere bijtkracht is gevonden voor *Smilodon*. Dat betekent dat wanneer een onderkaak relatief klein is, deze met de onderkaakmethode een grotere, foutieve, bijtkracht zou weergeven. Korte armen zijn krachtiger dan lange. *Smilodon* had inderdaad een relatief kortere onderkaak (70% van schedellengte tegenover ca. 80% van leeuw, tijger, en *M. cf. aphanistus*), dus het zou mogelijk de hoge bijtkracht van *Smilodon* verklaren. Op meetpunten net achter de achterste kies werden met de onderkaakmethode krachten voor *Smilodon* gevonden die 151% van de tijger en 137% van de leeuw waren (Therrien, 2005). Het niet corrigeren voor armlengte zou dus een fout in de methode kunnen zijn. Desondanks is de onderkaakmethode een snelle en bruikbare manier om een voorspelling te kunnen doen over bijtkracht van uitgestorven dieren.

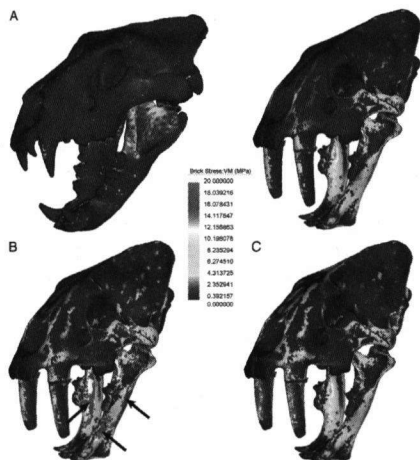


Fig. 8 Von Mises stress bij intrinsieke belasting (bilaterale hoektand beten). (A) Voorspelde bijtkracht met 3D droge schedel methode. Links een leeuw die bijt met 3388 N, rechts *Smilodon fatalis* bijtend met 1104 N. Merk op dat onder lagere belasting de schedel van *Smilodon* veel meer stress vertoont dan de leeuw. (B en C) *S. fatalis* bijtend met een kracht die een kat van gelijke grootte (229 kg) zou kunnen uitoefenen (2110 N). (B) Alleen de kaakspieren worden gebruikt bij de beet. (C) De kaakspieren én de nekspieren worden gebruikt. Merk het verschil tussen (B) en (C) op in stress in de onderkaak (pijlen). Uit McHenry *et al.* (2007).

Von Mises stress under intrinsic loads (bilateral canine bites). (A) Bite force predicted by 3-D dry skull method; shown are lion biting at 3,388 N (left) and *S. fatalis* biting at 1,104 N (right). Note that under the same load, surface stress in the skull of *Smilodon* is far greater than in the lion, especially in the mandible. (B and C) *S. fatalis* biting at the forces an equally sized cat (229 kg) would be capable of (2,110 N). Bite powered by jaw adductors only (B) and by neck plus jaw muscles (C). The difference in stress in the mandible is striking (arrows). From McHenry *et al.* (2007).

Het feit dat er met de onderkaakmethode een voor *Smilodon* grotere bijtkracht (op de knipkiezen) dan de leeuw is gevonden, en met de CT scan een kleinere, is een indicatie dat de onderkaakmethode hogere waarden weergeeft dan je met de computermethode zou terugvinden. Als dit waar is, dan kunnen we in ieder geval concluderen dat *Machairodus aphanistus* nooit een hogere bijtkracht zou hebben gehad dan de huidige leeuw (Fig. 7), en deze in werkelijkheid zelfs nog iets lager was geweest.

De resultaten van het onderzoek van McHenry *et al.*, (2007) waren helemaal niet zo baanbrekend als het NRC deed geloven. Met ouderwetse methoden zoals de onderkaakmethode en het simpelweg opmeten van een aantal onderdelen van de schedel was al gebleken dat sabeltandkatten een kleinere bijtkracht hadden dan de recente leeuw. Dit resultaat is nu gereproduceerd met een moderne techniek. Enerzijds zullen wetenschappers verzuchten dat het verkregen resultaat al lang bekend was en dat de kleine hype omtrent sabeltandkatten die er toch wel even was in Nederland overdreven was, anderzijds is het een bevestiging dat de oude vertrouwde methodes het altijd bij het rechte eind hebben gehad. En dat is wel een fijne gedachte.

Dankwoord

Mijn dank gaat uit naar John de Vos, die het destijds voor mij mogelijk maakte stage te lopen bij Naturalis. Aart Walen wil ik bedanken omdat hij zijn *Smilodon* afgietsel voor mij beschikbaar stelde. En tenslotte Ilse de Jong, die de eerste versie van dit artikeltje voor mij corrigeerde.

Literatuur

Akersten, W. 1985. Canine function in *Smilodon* (Mammalia, Felidae, Machairodontinae). Los Angeles County Museum Contributions in Science 356:1-22.

Antón, M., Salesa, M.J., Pastor, J.F., Sanchez, I.M., Fraile, S., Morales, J., 2004. Implications of the mastoid anatomy of larger extant felids for the evolution and predatory behaviour of sabertoothed cats (Mammalia, Carnivora, Felidae). Zoological Journal of the Linnean Society 140:207-221.

Biknevicius, A. R., Van Valkenburgh, B., Walker, J., 1996. Incisor size and shape: implications for feeding behaviors in saber-toothed "cats." Journal of Vertebrate Paleontology 16:510-521.

Emerson, S. B., Radinsky, L., 1980. Functional analysis of saber-tooth cranial morphology. Paleobiology 6:295-312.

Matthew, W. D., 1910. The phylogeny of the Felidae. Bulletin of American Museum of Natural History 28:289-316.

McHenry, C. R., S. Wroe, Clausen, P.D., Moreno, K. and E. Cunningham (2007). "Supermodeled sabercat, predatory behavior in *Smilodon fatalis* revealed by high-resolution 3D computer simulation." Proceedings of the National Academy of Sciences 104(41): 16010-16015.

Simpson, G. G., 1941. The function of saber-like canines in carnivorous mammals. American Museum Novitates 130:1-12.

Therrien, F., 2005. Feeding behaviour and bite force of sabertoothed predators. Zoological Journal of the Linnean Society 145: 393-426.

Turner, A., Antón, M., 1997. The Big Cats and their Fossil Relatives. Columbia University Press, New York, 234 pp.

Link naar artikel van NRC:

http://www.nrc.nl/binnenland/article779714.ece/Sabeltijger_beet_slapjes

Adres van de auteur

Drs. S.A. Brittijn

E-mail: basbrittijn@gmail.com