

Kauwspieren

Deel VI. De kauwspieren en bewegingen van de onderkaak

Samenvatting. De bewegingsbanen van het kinematisch middelpunt van het kaakgewricht werden geregistreerd met het bewegingsanalysesysteem OKAS-3D. Drie verschillende situaties werden onderzocht: 1. vrije open- en sluitbewegingen; 2. vrije open- en belaste sluitbewegingen en 3. kauwen van kauwgom. Tijdens vrije kaakbewegingen liggen de openbanen van het kaakopje boven de sluitbanen. Bij sluitbewegingen tegen een lichte tegendruk vallen de open- en sluitbanen samen. Hieruit volgt dat 1. tijdens mondopening het kaakopje-discuscomplex langs het tuberculum articulare glijdt en dat 2. tijdens onbelaste mondsluiting er meer ruimte aanwezig is tussen de articulerende oppervlakken van het gewricht. Tijdens het kauwen van kauwgom vallen aan de balanszijde de open- en sluitbanen van het kaakopje samen, aan de werkszijde is dit gewoonlijk niet het geval. Dit geeft aan dat het gewricht aan de werkszijde niet belast is en aan de balanszijde wel.

NAEIJE M. Kauwspieren. Deel VI. De kauwspieren en bewegingen van de onderkaak. Ned Tijdschr Tandheelkd 1997; 104: 463-6.

Uit de vakgroep Orale Functieleer van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

Trefwoorden: Kauwspieren – Onderkaakbewegingen

Datum van acceptatie: 1 juli 1997.

Adres: Prof.dr. M. Naeije, ACTA, Louwesweg 1, 1066 EA, Amsterdam.

1 Inleiding

Kauwen, slikken, spreken, geeuwen en lachen zijn belangrijke bewegingsfuncties van de onderkaak. Deze bewegingsfuncties maken een goede afstemming noodzakelijk tussen de activiteiten van de kauwspieren, de bewegingen in het kaakgewricht en de occlusie en articulatie. Een verstoring in de bewegingsfunctie van het kauwstelsel uit zich in een aantal klinische problemen die men gewoonlijk samenvat onder de noemer *craniomandibulaire dysfunctie*. Het meest voorkomende symptoom is pijn, gewoonlijk in de kauwspieren en in het gebied van het kaakgewricht. Daar deze pijn zich vooral voordoet tijdens het uitvoeren van bewegingen van de onderkaak is een grondige kennis omtrent de functie van de kauwspieren en de belasting van het kaakgewricht tijdens onderkaakbewegingen gewenst. Immers, alleen dan is het mogelijk de patiënt gefundeerd bewegingsinstructies voor te schrijven als onderdeel van een dysfunctietherapie.

Er zijn diverse mogelijkheden om de activiteiten van de kauwspieren en de daaruit voortvloeiende bewegingen van de onderkaak nader te bestuderen. Een veel gebruikte techniek is die van de elektromyografie (zie deel IV in deze serie).¹ Immers, een elektromyografische afleiding van een spier leert ons wanneer die spier actief is en, indirect, ook de mate waarin. Helaas is het technisch niet goed mogelijk om de elektrische activiteit van alle relevante kauwspieren te registreren. Voor dicht onder de huid gelegen spieren is oppervlakte-elektromyografie mogelijk. Voor de dieper gelegen spieren is men aangewezen op naald- of draadelektromyografie. Daarbij is het vaak niet goed mogelijk om met zekerheid vast te stellen van welke spier of welk spierdeel men heeft afgeleid. Denk hierbij bijvoorbeeld aan pogingen om de elektrische spieractiviteit van de m. pterygoideus lateralis af te leiden.² Hierbij is het lastig om met zekerheid vast te stellen of men heeft afgeleid van de onderste of de bovenste kop van die spier of van het diepe deel van de m. temporalis.

Een andere benaderingswijze die veel inzicht kan geven in de functie van de kauwspieren is die waarbij aan de hand van een wiskundig model van het kauwstelsel wordt voorspeld wat de bijdragen zijn van de verschillende kauwspieren aan de uitvoering van onderkaakbewegingen (zie deel III in deze serie).^{3,4} Het kauwstelsel is echter overgedimensioneerd, dat wil zeggen

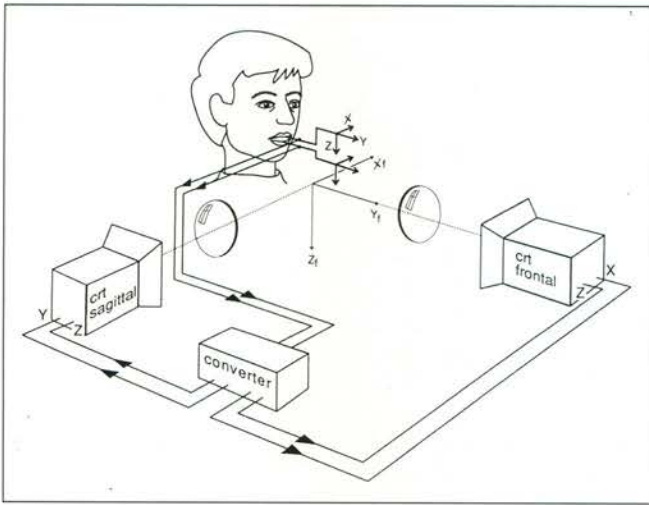
dat een bepaalde beweging van de onderkaak met meerdere combinaties van spieractiviteiten van de kauwspieren tot stand kan worden gebracht. Welke van deze combinaties bij de feitelijke uitvoering van de onderkaakbeweging een rol heeft gespeeld is experimenteel moeilijk te bepalen.

Ook het registreren en bestuderen van de bewegingen van de onderkaak kan onze kennis over de functie van de kauwspieren bij onderkaakbewegingen vergroten. Dit zijn echter complexe driedimensionale bewegingen. Zelfs een eenvoudige open-sluitbeweging van de onderkaak bestaat in feite uit een combinatie van translatie- en rotatiebewegingen.⁵ Dus de registratie van onderkaakbewegingen vereist een nauwkeurig bewegingsregistratiesysteem dat de bewegingen kan vastleggen. Dit soort bewegingsregistratiesystemen komt nu langzamerhand beschikbaar.

Het doel van het onderzoek, dat hier beschreven wordt, is om aan de hand van registraties van de driedimensionale bewegingen van de onderkaak het inzicht te verdiepen in de functie van de kauwspieren en de belasting van het kaakgewricht bij die bewegingen.

2 Het OKAS-3D bewegingsregistratiesysteem

Bewegingen van de onderkaak tijdens functie (open-sluitbewegingen en kauwen) kunnen nauwkeurig worden vastgelegd met het bewegingsregistratiesysteem OKAS-3D, dat is ontwikkeld binnen de vakgroep Orale Functieleer van ACTA. Dit systeem maakt het mogelijk met minimale verstoring van het kauwstelsel onderkaakbewegingen nauwkeurig vast te leggen.⁶ Voor dit doel worden lichtgewicht schildjes (12 g) bevestigd aan de buccale zijde van de boven- en onderincisieven, met aan elk schildje een klein lichtgewicht raamwerk. Zo'n raamwerk bestaat uit 3 loodrecht op elkaar staande pootjes, met aan het uiteinde van elk pootje een paar fotocellen. Via deze fotocellen wordt optisch contact gemaakt met een sagittaal en een frontaal ten opzichte van de patiënt geplaatste monitor (afb. 1). Softwarematig kunnen dan, op basis van de veronderstelling dat de onderkaak zich gedraagt als een stijf lichaam, de bewegingen van elk willekeurig punt van de onderkaak worden gereconstrueerd.



Afb. 1. Schematische weergave van de OKAS-3D bewegingsregistratie-apparaat. CRT duidt de monitor aan, die frontaal of sagittaal ten opzichte van de proefpersoon is geplaatst. De converter bevat de electronica, die zorg draagt voor het optische contact tussen de fotocellen en de beide monitoren.

Daar de onderkaak via het kaakkopje-discuscomplex van het kaakgewricht belangrijke raakpunten heeft met de schedel, gaat onze belangstelling in het bijzonder uit naar de bewegingen van dit complex tijdens kaakbewegingen. De keuze van een geschikt referentiepunt voor het kaakgewricht is dan van groot belang, daar elk punt van het kaakkopje-discuscomplex ten gevolge van de rotatiecomponent in de onderkaakbewegingen zijn eigen specifieke bewegingsbaan zal volgen.⁷ In dit onderzoek is als referentiepunt voor het kaakgewricht het kinematisch middelpunt van het kaakkopje-discuscomplex genomen.⁸ Het kinematisch middelpunt is dat punt van het kaakkopje-discuscomplex, dat zo goed mogelijk de contouren van het tuberculum articulare volgt bij de bewegingen van de onderkaak.

3 Bewegingsbanen tijdens verschillende onderkaakbewegingen

3.1 Open-sluitbewegingen

Aan proefpersonen werd gevraagd de volgende bewegingen uit te voeren: 1. vrije open- en sluitbewegingen; 2. vrije open- en belaste sluitbewegingen (de proefpersonen sloten hun onderkaak tegen een kleine, manueel uitgevoerde, tegendruk op de kin) en 3. kauwen van kauwgom.

Afbeelding 2 toont een typisch voorbeeld van de bewegingsbanen van het kinematisch middelpunt van het kaakgewricht (afb. 2a) en die van het onderincisiepunt (afb. 2c) tijdens het uitvoeren van een viertal vrije open-sluitbewegingen van de onderkaak. Direct vanaf het begin van de openbeweging beweegt het kaakkopje-discuscomplex naar voren en naar beneden langs het tuberculum articulare. Opvallend daarbij is dat de bewegingsbanen van het kaakkopje-discuscomplex tijdens het openen hoger liggen dan tijdens het sluiten. Daar de bewegingsbanen zich onder het tuberculum articulare bevinden, suggereert dit dat de openbanen van het kaakkopje-discuscomplex dichterbij het tuberculum articulare aanliggen dan de sluitbanen.

Wordt de sluitbeweging echter tegen een (lichte) tegendruk op de kin uitgevoerd, dan schuift de sluitbaan van het kaakkopje-discuscomplex op naar boven en valt deze samen met de openbaan (afb. 2b). Bij een met tegendruk uitgevoerde sluitbeweging ontstaat er een vergrote reactiekracht in het kaakgewricht en wordt het kaakkopje-discuscomplex tegen

het tuberculum articulare aangedrukt. Uit de waarneming dat de belaste, tegen het tuberculum articulare aanliggende, sluitbaan samenvalt met de onbelaste openbaan van het kaakkopje-discuscomplex, kan geconcludeerd worden dat de onbelaste openbaan van het kaakkopje-discuscomplex eveneens tegen het tuberculum articulare aanligt. Klaarblijkelijk wordt tijdens de openbewegingen van de onderkaak het kaakgewricht (licht) belast. Dat de onbelaste sluitbanen van het kaakkopje onder die van de openbanen liggen, suggereert dat er tijdens onbelast sluiten meer ruimte zit tussen het kaakkopje-discuscomplex en het tuberculum articulare en dat het kaakgewricht dan dus (praktisch) onbelast is.

Het bovenstaande geeft aan dat de ligging van de sluitbanen van het kaakkopje-discuscomplex ten opzichte van de openbanen bepaald wordt door het wel of niet belast zijn van het kaakgewricht tijdens de sluitbeweging. Liggen de sluitbanen onder die van de openbanen, dan is het gewricht niet of slechts licht belast geweest tijdens het sluiten. Vallen daarentegen de open- en sluitbanen samen, dan is het gewricht belast geweest tijdens sluiten. Dit biedt de mogelijkheid om de belasting van het kaakgewricht tijdens kauwen nader te bestuderen.

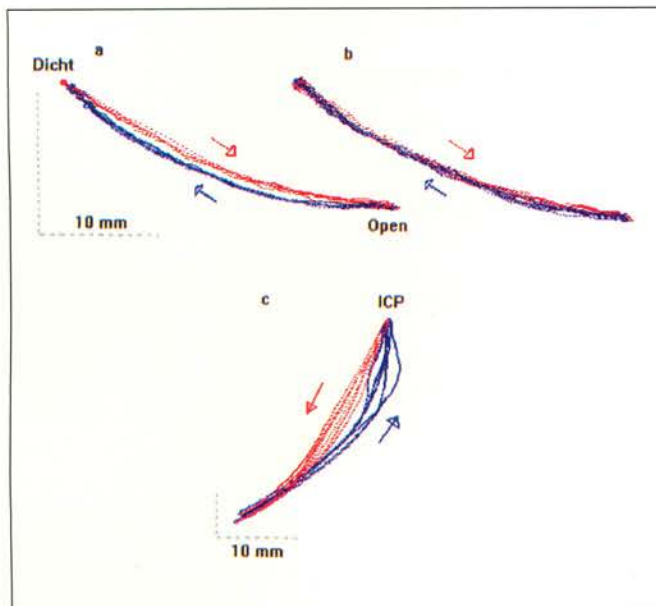
3.2 Kauwen

Afbeelding 3 toont een typisch voorbeeld van een tiental kauwbewegingen van het onderincisiepunt, weergegeven in het frontale vlak, en van de bewegingen van het linker en rechter kaakkopje, weergegeven in het sagittale vlak, tijdens het kauwen van kauwgom. Het feit dat de bewegingsbanen van het onderincisiepunt aan de rechter zijde sluiten geeft aan dat de proefpersoon rechts heeft gekauwd. Bestudering van de bewegingsbanen van het linker en het rechter kaakkopje-discuscomplex leert dat aan de werkszijde de sluitbanen van het kaakkopje-discuscomplex onder die van de openbanen liggen, terwijl aan de balanszijde de open- en sluitbanen van het kaakkopje-discuscomplex samenvallen. Hieruit kan worden afgeleid, dat voor deze proefpersoon tijdens het kauwen van kauwgom het kaakgewricht aan de werkszijde minder belast is geweest dan het kaakgewricht aan de balanszijde. Tevens valt op dat de bewegingsbanen van het kaakkopje aan de werkszijde kleiner zijn dan die aan de balanszijde.

4 Hoe zijn de waargenomen bewegingsbanen te verklaren?

Bij de uitvoering van bewegingen van het kaakkopje in het kaakgewricht spelen naast de kauwspieren ook de vorm van de benige structuren in het gewricht (het kaakkopje en het temporale deel), de zich daartussen bevindende discus articularis en de aanwezige gewrichtsligamenten een belangrijke rol. De onderlinge afstemming tussen deze structuren zal bepalend zijn voor de uiteindelijk door het kaakkopje uit te voeren bewegingsbanen. Experimenteel is deze onderlinge afstemming echter moeilijk te bepalen.

Osborn was de eerste die aan de hand van een vereenvoudigd kinematisch model voor de openbeweging van de onderkaak voorspelde dat het kaakkopje-discuscomplex tijdens de openbeweging nauw zou aansluiten bij het tuberculum articulare.^{9,10} In de visie van Osborn worden de openbewegingen van het kaakkopje vooral bepaald door de passieve structuren in het gewricht (ligamenten en de benige structuren), terwijl de sluitbewegingen meer door de actieve elementen van het kauwstelsel, de kauwspieren, worden bepaald. In zijn model speelt vooral het temporomandibulaire ligament een belangrijke rol. Dit ligament loopt vanaf het tuberculum in dorso-cau-

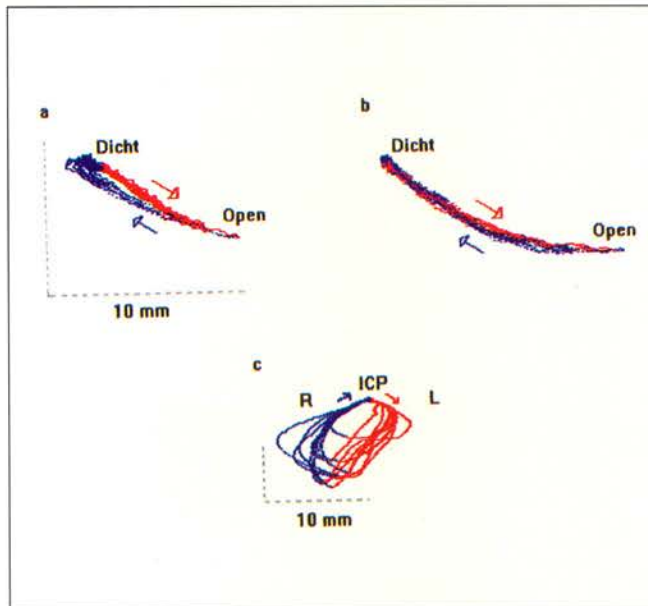


Afb. 2. Typisch voorbeeld van de sagittale bewegingsbanen van het kaakopje-discuscomplex (a,b) en het onderincisiepunt (c) bij de uitvoering van een 4-tal open-sluitbewegingen. Afb. 2a geeft de sagittale bewegingsbanen weer van het kaakopje-discuscomplex bij de uitvoering van onbelaste sluitbewegingen, afb. 2b geeft de banen weer bij belaste sluitbewegingen.

dale richting en insereert aan het dorso-laterale deel van het collum mandibulae. Door de activiteit van de kaakopeners zou het ligament reeds aan het begin van de kaakopenbeweging 'strak' komen te staan en daarmee zou dit ligament, tezamen met de gewrichtsoppervlakken en de discus articularis, de openbeweging verder dicteren. De openbeweging van het kaakopje wordt in het model van Osborn ook wel beschreven als een 'rotate and swing' om de aanhechtingspunten van het temporomandibulaire ligament aan het kaakopje en het tuberculum. Vergelijkende metingen naar de variabiliteit in de bewegingsbanen van het kaakopje tijdens het openen en sluiten tonen aan, dat de openbanen van het kaakopje beduidend minder variabel zijn dan de sluitbanen.¹¹ Dit zou aansluiten bij de suggestie dat de openbanen meer door passieve elementen worden bepaald en de sluitbanen meer door actieve elementen.

Het feit dat het kaakopje-discuscomplex tijdens de openbeweging zachtjes tegen het tuberculum articulare wordt aangedrukt en dat er tijdens de vrije sluitbeweging meer ruimte bestaat tussen het kaakopje-discuscomplex en het temporale deel kan de verklaring zijn voor de klinische waarneming dat kaakgewrichtsknappen, die hun oorsprong vinden in een voorwaarts verplaatste discus articularis, gewoonlijk luider zijn tijdens het openen dan tijdens het sluiten. Immers, bevindt er zich een 'hobbel', zoals bijvoorbeeld de achterste band van een voorwaarts verplaatste discus, tussen de articulerende oppervlakken van het kaakgewricht, dan is het nemen van die hobbel lastiger, wanneer de articulerende oppervlakken tegen elkaar aangedrukt worden dan wanneer er ruimte aanwezig is tussen die oppervlakken. Tevens is het dan ook duidelijk waarom door zachte tegendruk te geven tijdens de sluitbeweging de sluitknop harder wordt. De articulerende gewrichtsoppervlakken liggen dan weer tegen elkaar aan zodat het nu ook tijdens het sluiten moeite kost om de 'hobbel' te nemen.¹²

Het feit dat tijdens onbelast sluiten het kaakgewricht niet of nauwelijks belast wordt, zou erop kunnen duiden dat tijdens die beweging vooral die spier(delen) actief zijn, die een meer horizontaal gerichte spierkracht vertonen. Dit zou dan vooral de bovenste kop van de m. pterygoideus lateralis en de pars posterior van de m. temporalis betreffen. Wordt de onderkaak tijdens het sluiten echter belast, dan zullen ook kaaksluiters



Afb. 3. Typisch voorbeeld van de sagittale bewegingsbanen van het kaakopje-discuscomplex aan de werkszijde (a) en aan de balanszijde (b) bij een 10-tal kauwslagen bij het kauwen van kauwgom. C geeft de frontale bewegingsbanen weer van het onderincisiepunt.

met een meer verticaal gerichte kracht gerecruteerd worden met als gevolg dat het gewricht belast wordt. Helaas is een elektromyografische verificatie van deze suggestie moeilijk te verkrijgen.

De relatieve belasting van het linker en rechter kaakgewricht tijdens kauwen is mede afhankelijk van de plaats van de voedselbolus in de mond (links of rechts, voor of achter in de mond) en van eventuele links-rechts verschillen in spierkracht van de kaaksluiters (zie deel III in deze serie).⁵ Daar het direct meten van de reactiekrachten in het kaakgewricht niet mogelijk is, is men voor het schatten van de grootte van de gewrichtsreactiekrachten afhankelijk van indirecte technieken zoals elektromyografie. Dan doet zich echter weer het probleem voor dat niet van alle kauwspieren de elektromyografische activiteit afgeleid kan worden. Analyse van de bewegingsbanen van het kaakopje-discuscomplex geeft aan, dat bij het kauwen van kauwgom het gewricht aan de werkszijde niet of slechts in geringe mate belast wordt en het gewricht aan de balanszijde wel belast wordt. Dat stemt overeen met de klinische waarneming dat personen met een compressiegevoelig kaakgewricht, bijvoorbeeld ten gevolge van een fractuur of een acute voorwaarts verplaatste discus, wel aan de pijnlijke zijde kunnen kauwen, maar niet aan de contralaterale zijde. Immers, bij een juiste balans in spieractiviteit tussen de linker en de rechter kauwspieren is het mogelijk het pijnlijke gewricht te ontlasten. Tevens zal meespelen dat de bewegingsuitslagen van het kaakopje aan de werkszijde kleiner zijn dan aan de balanszijde. Het belast zijn van het gewricht aan de balanszijde en het onbelast zijn van het gewricht aan de werkszijde strookt ook met de ervaring dat personen met een kaakgewrichtsknap deze gewoonlijk luider horen wanneer zij aan de contralaterale zijde kauwen.

Literatuur

- 1 Eijden TMGJ van, Blanksma NG. Kauwspieren. Deel IV. De kauwspieren werken niet homogeen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1997; 104: 348-50.
- 2 Orfanos T, Sarrinaphakorn L, Murray GM, Klineberg IJ. Placement and verification of recording electrodes in the superior head of the human lateral pterygoid muscle. Archs Oral Biol 1996; 41: 493-503.

- 3 Koolstra JH. Kauwspieren. Deel III. Mechanische werking van de kauwspieren. Ned Tijdschr Tandheelkd 1997; 104: 302-5.
- 4 Koolstra JH, Eijden TMGJ van. Biomechanical analysis of jaw-closing movements. J Dent Res 1995; 74: 1564-70.
- 5 Lötters FJB, Zwijnenburg AJ, Megens CCEJ, Naeije M. Relationship between condylar and incisor point displacement during habitual maximum open-close movements. J Oral Rehabil 1996; 23: 548-54.
- 6 Naeije M, Weijden JJ van der, Megens CCEJ. OKAS-3D: optoelectronic jaw movement recording system with six degrees of freedom. Med & Biol Eng & Comput 1995; 33: 683-8.
- 7 Zwijnenburg A, Megens CCEJ, Naeije M. Influence of choice of reference point on the condylar movement paths during mandibular movements. J Oral Rehabil; in press.
- 8 Yatabe M, Zwijnenburg A, Megens CCEJ, Naeije M. The kinematic center: a reference for condylar movements. J Dent Res 1995; 74: 1644-8.
- 9 Osborn JW. The temporomandibular ligament and the articular eminence as constraints during jaw opening. J Oral Rehabil 1989; 16: 323-3.
- 10 Osborn JW. A model to describe how ligaments may control symmetrical jaw opening movements in man. J Oral Rehabil 1993; 20: 585-604.
- 11 Yatabe M, Zwijnenburg A, Megens CCEJ, Naeije M. Movements of the mandibular condyle kinematic center during jaw opening and jaw closing. J Dent Res 1996; in press.
- 12 Huddleston Slater JJR, Naeije M. Kaakgewrichtsknappen, achtergronden en diagnostiek. Ned Tijdschr Tandheelkd 1997; 104: 182-5.

Summary

MASTICATORY MUSCLES AND MANDIBULAR MOVEMENTS

Keywords: Chewing muscles – Mandibular movements

The movement paths of the kinematic center of the temporomandibular joint were recorded by means of a jaw movement recording system (OKAS-3D) under 3 conditions: 1. free open and close movements; 2. free opening and loaded closing movements (subjects closed against a small, manually applied, downward directed force on the chin); and 3. during chewing of chewing gum. During free jaw movements, the opening path of the kinematic center lies above the closing path. During loaded closing movements, the opening and closing paths coincide. This indicates that during opening and loaded closing, the condyle-disc complex is slightly pressed against the articular eminence. However, during free closing, there is more space between the articulating surfaces. During gum chewing, the opening and closing paths of the condyle coincide on the balancing side, on the working side they don't. Thus, the joint on the balancing side is loaded and the joint on the working side is not.

Uit de historie

Uit 'Functionele anatomie van het kauwen' door G. Becht

'A. Hoewel een uitgebreide literatuur bestaat over de anatomie en functie van delen van het kauwapparaat, ontbrak bij ons weten een vergelijkend biologisch-anatomisch onderzoek, waarbij skelet, gebit en kauwspieren in hun onderlinge relatie en in verband met de wijze van kauwen werden onderzocht. Als basis voor uitgebreider werk werd een onderzoek ingesteld naar de kauwfunctie en de bouw en het kauwapparaat bij een drietal typen van zoogdieren t.w. vleeseters (Carnivora), plantenetters (Rodentia = knaagdieren) en graseters (Ungulata = hoefdieren).

Wat de spieren betreft, werd het onderzoek beperkt tot de kauwspieren in engere zin, de m.m. adductores mandibulae externi en interni, t.w. de m.m. masseter, temporalis en pterygoidei.

Het materiaal bestond uit de koppen van de volgende dieren: tijger, bruine beer, hond; stekelvarken, konijn, hamster; zebu, wisent, paard. Bij al deze dieren en nog enige verwanten werd de wijze van kauwen bestudeerd en buitendien werd een filmpje gemaakt van het kauwen bij een zebu, wisent, paard en beverrat.

B. Het kauwen en het kauwapparaat bij verschillende diergroepen.

I. Carnivora.

a. *Het kauwen.* De kaak beweegt uitsluitend recht op en neer. De katachtigen leggen veelal de prooi tussen de voorpoten. Ze likken veel aan het vlees, gebruiken incisivi en canini spaarzaam, de molaren veel.

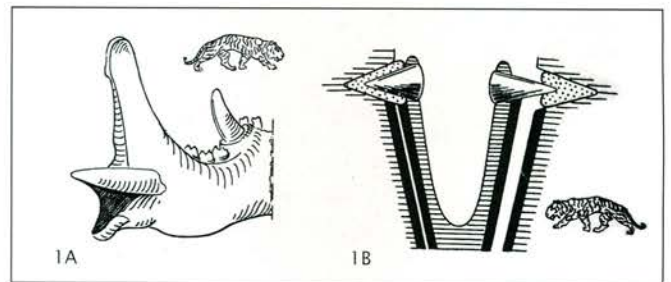


Fig. 1a. Onderkaak van tijger met konische condylus; van caudaal. Fig. 1b. Schema van de werking van de konische condyli ter verzekering van goede schaarwerking. De onderkaak is in extreem linkse stand; alleen het gebit aan de linkerzijde is in functie.

Hondachtigen staan bij voorkeur, ze likken weinig, bijten allereerst en vooral met de incisivi en canini, later met de molaren.

Vlees, pezen, kraakbeen en ook kleine beenderen worden stukgeknipt met behulp van de z.g. "Scheurkiezen", de achterste molaren, die als bladen van een schaar langs elkaar glijden.

Beren hebben platte molaren, waardoor ze hun voedsel kneuzen inplaats van knippen.

B. *Anatomie van het kauwapparaat.* Gegeven de exclusieve mogelijkheid van een eenvoudige knipbeweging vertoont het apparaat o.m. de volgende bijzonderheden:

I. De condylus is bij de tijger conusvormig, blijkbaar als verzekering tegen zijwaartse bewegingen (zie fig. 1).'

Bron: Tijdschr Tandheelkd 1957; 64: 229-40.