

# Proefschriften 25 jaar na dato 32. Fysiologische aspecten van het kauwproces

Kauwen is de eerste fase in het spijsverteringsproces. Het dient om het vaste voedsel te verkleinen en te vermengen met speeksel zodat het geschikt wordt om door te slikken. De mate van voedselverkleining hangt af van verschillende factoren, zoals de kauwkracht opgewekt door de kauwspieren, het aantal en de vorm van de (pre)molaren, de neuromusculaire sturing van de bewegingen van de onderkaak en de hoeveelheid en de samenstelling van het speeksel. Om het kauwen doelgericht te laten verlopen dienen vorm en functie goed op elkaar te zijn afgestemd. Stoornissen in de functie en afwijkingen in de vorm kunnen aanleiding geven tot klachten en dat gaat vaak samen met een verminderde voedselverkleining. Door onderzoek naar de mechanismen die ten grondslag liggen aan de functionele processen kunnen klinische afwijkingen beter worden begrepen.

Olthoff LW, Bilt A van der. Proefschriften 25 jaar na dato 32. Fysiologische aspecten van het kauwproces

Ned Tijdschr Tandheelkd 2012; 119: 85-89

doi: 10.5177/ntvt.2012.02.11185

## Inleiding

In 1986 verscheen het proefschrift 'Comminution and neuromuscular mechanisms in human mastication', waarin de resultaten werden beschreven van een experimenteel onderzoek naar de kauwfunctie (Olthoff, 1986). Bij een groep gezonde proefpersonen werden het kauwvermogen, de kauwbeweging en de neuromusculaire sturing in hun onderlinge samenhang onderzocht om inzicht te krijgen in de 'normale' kauwfunctie.

Vijftientig jaar geleden werden al verschillende methoden toegepast om het kauwvermogen van personen te kwantificeren, zoals het bepalen van suikerverlies bij het kauwen op kauwgom, een colorimetrische methode voor het bepalen van het vrijkomen van kleurstof bij het kauwen op wortels en een fotometrische methode voor het bepalen van kleurveranderingen van het voedsel. Echter, in de meeste onderzoeken werd het kauwvermogen bepaald door het kwantificeren van de mate van verkleining van het voedsel. Daartoe werd na het kauwen het verkleinde voedsel gezeefd en gewogen. In sommige onderzoeken werd gebruikgemaakt van slechts 1 zeef, waarbij het kauwvermogen werd gedefinieerd als het percentage van het gewicht van het gekauwde voedsel dat een zeef met bepaalde diameter kon passeren na een vast aantal kauwslagen.

In het promotieonderzoek dat aan het proefschrift ten grondslag lag, werd een methode ontwikkeld om het kauwvermogen op een reproduceerbare en nauwkeurige wijze te bepalen met behulp van een zeefmethode met meerdere zeven, waardoor gedetailleerde informatie kon worden verkregen over de verschillende deeltjesgrootten

## Wat weten we?

Stoornissen in de kauwfunctie en afwijkingen in de vorm van de gebitselementen kunnen aanleiding geven tot een verminderde voedselverkleining.

## Wat is nieuw?

Om na te gaan hoe het kauwproces wordt gestuurd, is de onderlinge samenhang tussen de kauwbewegingen en de elektrische spieractiviteit onderzocht.

## Praktijktoepassing

De spieractiviteit die tijdens het kauwproces wordt ontwikkeld, dient bij iedere kauwbeweging te worden aangepast aan de op dat ogenblik heersende orale omstandigheden. Dit omdat het voedsel verandert in grootte en consistentie en omdat de positie van het voedsel ten opzichte van de gebitselementen bij iedere kauwbeweging wijzigt.

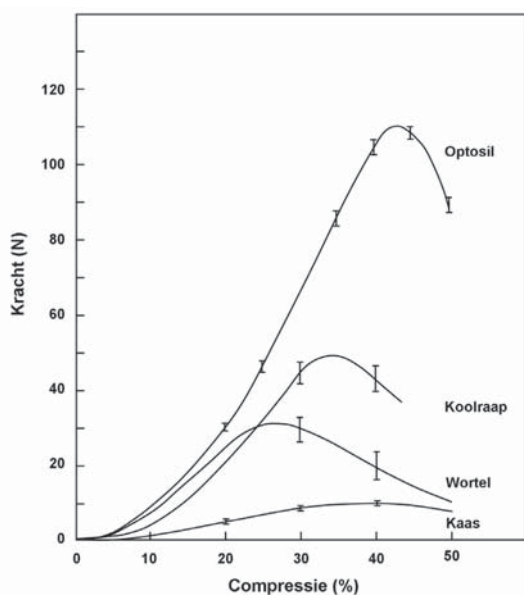
van het verkleinde voedsel. Een complicatie bij het gebruik van meerdere zeven bleek dat met de verkregen informatie het kauwvermogen niet zonder meer met 1 getal kon worden gekarakteriseerd. Een overzicht van deze methoden werd recent gepubliceerd (Van der Bilt, 2011).

## Het proefschrift

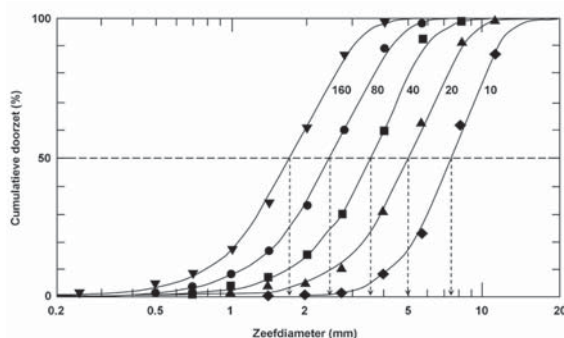
### Kauwvermogen

Voor het bepalen van het kauwvermogen werd gebruikgemaakt van Optosil®. Natuurlijk voedsel, bijvoorbeeld wortel, koolraap, amandel en pinda, heeft het voordeel dat de proefpersonen eraan gewend zijn en er dus op een normale wijze op kauwen. De fysische eigenschappen van natuurlijk voedsel zijn echter niet constant. De fysische eigenschappen van Optosil® zijn wel reproduceerbaar en bovendien kan het in iedere gewenste kleur, vorm en grootte worden gemaakt. Om de eigenschappen van Optosil® met natuurlijk voedsel te kunnen vergelijken, werden kracht-deformatiecurven bepaald. Een voorbeeld van een dergelijke curve is weergegeven in afbeelding 1. Hierin is te zien dat relatief veel kracht nodig is om Optosil® te breken.

De proefpersonen kregen de opdracht op kubussen met een ribbe van 8 mm te kauwen. Na een bepaald aantal kauwslagen werden de deeltjes Optosil® verzameld, gewassen en gedroogd. Hierna werden de deeltjes gezeefd en werd de gewichtsfractie per zeef bepaald. De resultaten werden vervolgens uitgezet in een cumulatieve verdelingsfunctie: het gewichtspercentage dat een bepaalde zeef passeert (de doorzet) als functie van de maaswijdte van de zeef (afb. 2). De mediane deeltjesgrootte werd als maat genomen om het



Afb. 1. Kracht-deformatiecurven voor 3 verschillende soorten natuurlijk voedsel en Optosil®.



Afb. 2. Cumulatief gewichtpercentage van het gekauwde Optosil® dat door een bepaalde maaswijdte van een zeef kan vallen, uitgezet tegen de logaritme van de maaswijdte van de zeef. De resultaten zijn van 1 proefpersoon die respectievelijk 10, 20, 40, 80 en 160 keer kauwde op Optosil®. De verticale gestippelde lijnen geven de mediane deeltjesgrootte aan voor 10 tot 160 keer kauwen.

kauwvermogen van 1 proefpersoon na een bepaald aantal kauwslagen te karakteriseren (Olthoff et al, 1984). Afbeelding 3 laat zien hoe de mediane deeltjesgrootte afneemt naarmate er langer wordt gekauwd voor 5 proefpersonen. Voor een goede kauwer daalt de mediane deeltjesgrootte snel en voor een slechte kauwer langzaam. Uit dit experiment bleek dat knobbelvormige gebitselementen geschikt waren voor het breken van hardere voedselsoorten (Olthoff et al, 1986). Ook voor andere soorten voedsel uit het omnivore dieet van de mens, zoals vlees, bleken de knobbelvormige gebitselementen geschikt te zijn.

In het proefschrift werd ook aandacht besteed aan de theoretische achtergronden van het verkleiningsproces van vast voedsel. Voedselverkleining kan worden beschouwd als het resultaat van 2 deelprocessen: selectie en breken (Lucas en Luke, 1983). Bij elke kauwbeweging heeft een voedseldeeltje de kans tussen de kiezen te worden ge-

plaatst (selectie) en vervolgens te worden verkleind in deeltjes van verschillende vorm en grootte (breken). De selectie hangt af van factoren als kaak- en tongbeweging, aantal en vorm van de (pre)molaren en de hoeveelheid voedsel. Het breken van de voedseldeeltjes hangt eveneens af van de vorm van de (pre)molaren, van de kracht waarmee wordt gekauwd en van de voedsleigenschappen. De selectie- en breekprocessen tijdens de voedselverkleining werden onderscheiden door de deeltjes herkenbaar te maken door hun vorm en kleur (afb. 4). Het verkleiningsproces werd gesimuleerd met behulp van een wiskundig model (Van der Bilt et al, 1987).

### Neuromusculaire sturing

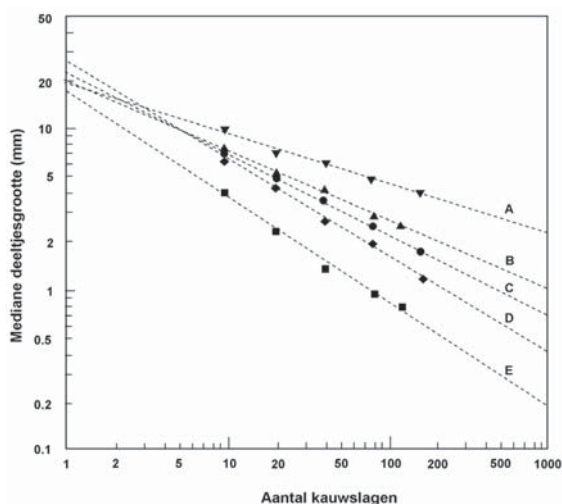
Om na te gaan hoe het kauwproces neurofysiologisch wordt gestuurd, werd de onderlinge samenhang onderzocht tussen de kauwbewegingen en de elektrische spieractiviteit (afb. 5). De beweging van de onderkaak ten opzichte van de bovenkaak werd vastgelegd door registratie van 1 vast punt in de onderkaak ten opzichte van 1 vast punt in de bovenkaak. Hierbij werd gebruikgemaakt van een zogenoemd Selspot-systeem, waarbij de banen van kauwbewegingen werden geregistreerd, zowel in het sagittale als het frontale vlak. Uit de metingen bleek dat het eerste contact van de gebitselementen met het voedsel nauw was gecorreleerd met het ogenblik waarop spieren extra activiteit leverden (afb. 6). Eveneens was er een goede correlatie tussen het moment van contact tussen de gebitselementen van de onder- en bovenkaak en de maximale spieractiviteit. De resultaten gaven aanwijzingen over de manier waarop de centrale patroongenerator in de hersenstam wordt bijgestuurd door de signalen die de receptoren in spieren, gewrichten, mucosa, tong en parodontium afgeven (afb. 5). De variabiliteit in opeenvolgende kauwcyclus en het kunnen omgaan met een grote diversiteit aan voedselconsistenties maakten het aannemelijk dat informatie uit het kauwstelsel een belangrijke rol speelt bij het kauwen.

### Resultaten van later onderzoek

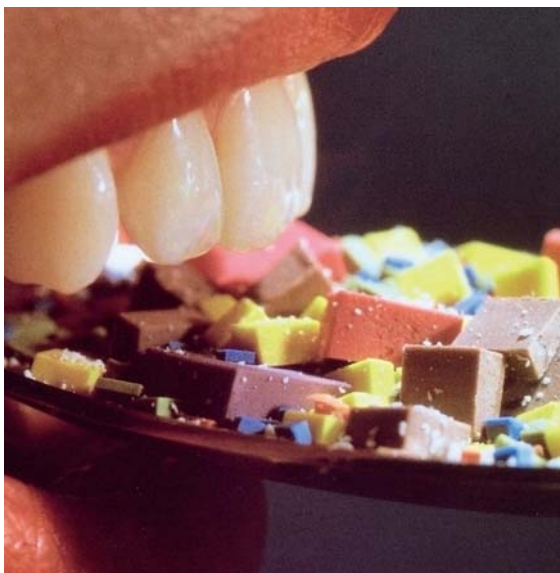
#### Kauwvermogen met natuurlijke dentitie

De afgelopen decennia is veel onderzoek verricht naar de kauwfunctie van zowel gezonde proefpersonen met een volledige dentitie als van personen met diverse stoornissen in het orofaciale systeem. Een duidelijke samenhang is gevonden tussen verslechtering van de dentitie en vermindering van het kauwvermogen (Fontijn-Tekamp et al, 2000). Ook zijn de resultaten van onderzoek bij patiënten met stoornissen in het orofaciale systeem vergeleken met die van een controlegroep met een volledige dentitie. Hiermee is inzicht verkregen in de mate van afwijking van het kauwvermogen van deze patiënten. Personen met een incomplete dentitie kauwden bij voorkeur aan de zijde met de meeste occlusale eenheden.

Als door een restauratieve behandeling het aantal occlusale eenheden was toegenomen, bleek het kauwvermogen significant te verbeteren. Wanneer alle occlusale



**Afb. 3.** Mediane deeltjesgrootte als functie van het aantal kauwslagen voor 5 proefpersonen met een natuurlijke dentitie. Bij proefpersonen met een beter kauwvermogen is de helling van de lijn steiler.



**Afb. 4.** Deeltjes Optosil® van verschillende grootte die bij een kauwexperiment een eigen kleur hebben.

eenheden aan 1 zijde werden hersteld bleek het kauwvermogen zelfs dat van de controlegroep te benaderen (Van der Bilt et al, 1994).

Een geheel andere methode om het kauwvermogen te testen, is gebaseerd op het 'kneeden' van kauwgom of parafine dat bestaat uit 2 kleuren. De mate waarin de kleuren zijn vermengd vormt een aanwijzing voor het kauwvermogen. Deze test bleek zeer geschikt om het kauwvermogen te kwantificeren van personen met een verminderd kauwvermogen, zoals patiënten die waren behandeld in verband met een carcinoom in het hoofd-halsgebied (Speksnijder et al, 2011).

#### **Kauwvermogen met volledige gebitsprothesen**

Problemen met de stabiliteit en retentie van de onderprothese zijn vaak de oorzaak van klachten over de kauw-

functie bij personen met volledige gebitsprothesen. Het vermogen van personen om met een volledige gebitsprothese het voedsel te breken is zeer slecht in vergelijking met dat van dentate personen. Slagter et al (1992) hebben in een onderzoek gevonden dat dragers van volledige gebitsprothesen onvoldoende kauwkracht hadden om Optosil® te verkleinen. Deze onderzoekers hebben voor deze groep hierna een nieuw testvoedsel ontwikkeld (Optocal®). Uit onderzoek bleek dat proefpersonen met een volledige gebitsprothese gemiddeld 4 keer zoveel kauwslagen gebruiken als dentate personen om een bepaalde mate van voedselverkleining te bereiken (Fontijn-Tekamp et al, 2000). Het slechte kauwvermogen compenseerden zij door langer te kauwen en grover voedsel door te slikken (Veyrone et al, 2007).

De gemiddelde maximale bijtkracht (unilateraal gemeten) van dragers van een gebitsprothese varieert van 77 tot 135 N, terwijl de maximale bijtkracht voor dentate personen tussen 306 en 847 N ligt (Van der Bilt, 2011). De maximale bijtkracht kan zelfs kleiner zijn dan de kracht die nodig is voor het kauwen van natuurlijke voedingsmiddelen, zoals gekookt vlees (80 N), rauwe wortel (118 N) en roggebrood (167 N), waardoor problemen ontstaan met het kauwen van dergelijke levensmiddelen. Het voedsel kan niet worden verkleind of er worden maar een paar voedseldeeltjes per kauwslag geselecteerd (Eerikäinen en Könönen, 1987; Slagter et al, 1993).

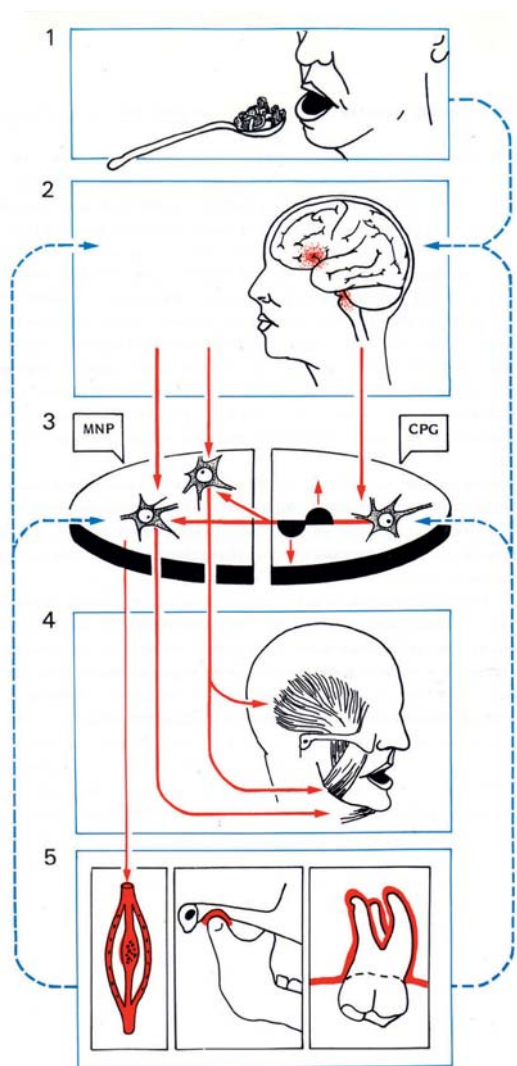
De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat edentate personen ernstig beperkt zijn in hun kauwfunctie en dat zelfs klinisch optimale gebitsprothesen slechte vervangers zijn voor de natuurlijke dentitie. Opvallend is wel dat dragers van een gebitsprothese hun kauwvermogen desondanks als 'goed' beoordelen (Johansson et al, 2007).

#### **Kauwvermogen met een overkappingsprothese op implantaten**

De maximale bijtkracht van personen met een overkappingsprothese op implantaten in de onderkaak was 60-200% hoger dan van personen met conventionele volledige gebitsprothesen (Bakke et al, 2002; Van Kampen et al, 2002). Ook het kauwvermogen nam aanzienlijk toe na behandeling met implantaten in de onderkaak (Geertman et al, 1994; Van Kampen et al, 2004). Tien jaar na behandeling van edentaten met implantaten in de onderkaak waren de maximale bijtkracht en het kauwvermogen nog op hetzelfde niveau als direct na de behandeling (Carlsson en Lindquist, 1994). De orale functies waren na een dergelijke behandeling sterk verbeterd en de patiënttevredenheid was zeer hoog, zowel op de korte als op de lange termijn (Van Kampen et al, 2003; Cune et al, 2010).

#### **Neuromusculaire sturing van het kauwproces**

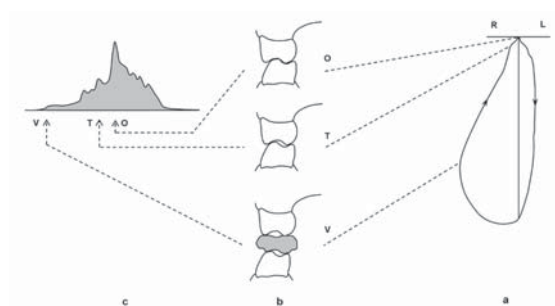
De extra spieractiviteit die nodig is om het voedsel te verkleinen, bleek opgebouwd uit 2 componenten: een anticiperend deel, dat al actief was voordat de externe kracht aanwezig was en een perifere geïnduceerd deel, dat pas na de kracht begon. Het anticiperende deel van de spieractiviteit was alleen aanwezig wanneer een kracht werd ver-



**Afb. 5.** Vereenvoudigd schema van neuromusculaire sturing tijdens het kauwproces.

1. Inname voedsel.
2. Structuren van het centraal zenuwstelsel, die actief zijn bij het kauwproces.
3. De motorneuronen-poel (MNP) van de sluit- en openingsspieren. Deze worden geactiveerd of in activiteit geremd door signalen uit het corticale kauwgebied en uit de centrale patroongenerator (CPG) gelegen in de hersenstam.
4. Belangrijke spieren die bij het kauwen zijn betrokken: de musculus masseter, de musculus temporalis en de musculus digastricus.
5. Sensorische informatie is afkomstig van de spierspoeltjes (links), van de gewrichtsreceptoren (midden) en van de mechanoreceptoren in het parodontium en de mucosa.

wacht en bleek samen te vallen met het begin van de sluitbeweging. Het perifere geïnduceerde deel begon ongeveer 25 milliseconden na de uitgeoefende externe kracht. Ongeveer 85% van de totale spieractiviteit werd perifere geïnduceerd, hetgeen betekent dat de spieractiviteit voor het grootste deel wordt opgewekt als gevolg van sensorische informatie over de actuele kauwslag (Ottenhoff et al, 1992; Abbink et al, 1998; Naser-Ud-Dins et al, 2010). Het kauwproces wordt dus voor een groot deel reflexmatig



**Afb. 6.** Bewegingsbaan van de centrale incisief in de onderkaak in het frontale vlak tijdens kauwen aan de rechterzijde (a), interocclusale contactsituaties bij voedsel treffen (V), eerste tandcontact (T) en contact in maximale occlusie (O) (b) en gelijkgerichte elektrische spieractiviteit (c).

gestuurd. De reden hiervoor kan zijn dat de relatief grote kauwkrachten die nodig zijn voor voedselverkleining moeten worden gecontroleerd onder nogal onzekere condities. Er vindt namelijk geen visuele terugkoppeling plaats bij het kauwen en de voedselweerstand varieert sterk van kauwslag tot kauwslag doordat een wisselende hoeveelheid voedsel tussen de (pre)molaren kan zitten. Een snelle sturing van de kauwkracht is daarom noodzakelijk om een constant kauwritme te waarborgen. Ook moet worden voorkomen dat de gebitselementen schade oplopen bij het kauwen op te harde delen in het voedsel. Kracht-snelheidseigenschappen van de kauwspieren worden genoemd als de belangrijkste factoren om te voorkomen dat de kaak doorschiet wanneer de voedselweerstand plotseling wegvalt bij het breken van hard voedsel (Slager et al, 1997). De kracht van de kauwspieren zal afnemen wanneer de spieren plotseling sterk verkorten. De intrinsieke eigenschappen van de spieren zorgen zo voor een snelle terugschakeling van de kracht en voorkomen beschadiging van de (pre)molaren.

### Slotbeschouwing

De beweging van de onderkaak en de hierbij betrokken neuromusculaire sturing van het kauwen speelt een belangrijke rol bij de verkleining van het voedsel. Kauwen vereist spieractiviteit om de kaakbewegingen te maken en om de kracht te leveren voor het breken van het voedsel.

De variabiliteit in opeenvolgende kauwcycli en het kunnen omgaan met een grote diversiteit aan voedselconsistenties maken het aannemelijk dat informatie uit het orofaciale systeem van spieren, gewrichten, parodontium, mucosa en tong, een belangrijke rol speelt bij het kauwen. Bij het kauwen zijn verschillende structuren van het centrale zenuwstelsel betrokken. De activiteit van de kauwspieren wordt geregeld vanuit 3 gebieden: het corticale kauwgebied dat verantwoordelijk is voor het initiëren en stoppen van het kauwproces, de centrale patroongenerator gelegen in de hersenstam die de basisactiviteit van het kauwen levert en ten slotte receptoren in het orofaciale systeem, de spierspoeltjes en receptoren in het parodontium, de mucosa en het temporomandibulaire gewricht, die sensorische informatie over de betreffende kauwslag verschaffen (Lund, 1991).

De spieractiviteit die tijdens het kauwproces wordt ontwikkeld, dient bij elke kauwbeweging te zijn aangepast aan de op dat ogenblik heersende omstandigheden in de mond omdat niet alleen voedseldeeltjes veranderen in grootte en consistentie, maar omdat ook de positie van het voedsel ten opzichte van de gebitselementen bij iedere kauwbeweging wijzigt.

#### Literatuur

- \* *Abbink JH, Bilt A van der, Bosman F, Glas HW van der.* A comparison of jaw-opener and jaw-closing muscle activity in humans to overcome an external force counteracting jaw movement. *Exp Brain Res* 1998; 118: 269-278.
- \* *Bakke M, Holm B, Gotfredsen K.* Masticatory function and patient satisfaction with implant-supported mandibular overdentures: a prospective 5-year study. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 575-581.
- \* *Bilt A van der, Olthoff LW, Glas HW van der, Weelen K van der, Bosman F.* A mathematical description of the comminution of food during mastication in man. *Arch Oral Biol* 1987; 32: 579-586.
- \* *Bilt A van der, Olthoff LW, Bosman F, Oosterhaven SP.* Chewing performance before and after rehabilitation of postcanine teeth in man. *J Dent Res* 1994; 73: 1677-1683.
- \* *Bilt A van der.* Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: A review. *J Oral Rehabil* 2011; 38: 754-780.
- \* *Carlsson GE, Lindquist LW.* Ten-year longitudinal study of masticatory function in edentulous patients treated with fixed complete dentures on osseointegrated implants. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 448-453.
- \* *Cune MS, Burgers M, Kampen FMC van, Putter C de, Bilt A van der.* Mandibular overdentures retained by two implants: 10-year results from a crossover clinical trial comparing ball-socket and bar-clip attachments. *Int J Prosthodont* 2010; 23: 310-317.
- \* *Eerikäinen E, Könönen M.* Forces required by complete dentures for penetrating food in simulated function. *J Oral Rehabil* 1987; 14: 607-613.
- \* *Fontijn-Tekamp FA, Slagter AP, Bilt A van der, et al.* Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res* 2000; 79: 1519-1524.
- \* *Geertman ME, Slagter AP, Waas MAJ van, Kalk W.* Comminution of food with mandibular implant-retained overdentures. *J Dent Res* 1994; 73: 1858-1864.
- \* *Johansson A, Unell L, Johansson AK, Carlsson GE.* A 10-year longitudinal study of self-assessed chewing ability and dental status in 50-year-old subjects. *Int J Prosthodont* 2007; 20: 643-645.
- \* *Kampen FMC van, Bilt A van der, Cune MS, Bosman F.* The influence of various attachment types in mandibular implant-retained overdentures on maximum bite force and EMG. *J Dent Res* 2002; 81: 170-173.
- \* *Kampen FMC van, Cune MS, Bilt A van der, Bosman F.* Retention and post-insertion maintenance of bar-clip, ball, and magnet attachments in mandibular implant overdenture treatment; an *in vivo* comparison after three months of function. *Clin Oral Implants Res* 2003; 14: 720-726.
- \* *Kampen FMC van, Bilt A van der, Cune MS, Fontijn-Tekamp FA, Bosman F.* Masticatory function with implant-supported overdentures. *J Dent Res* 2004; 83: 708-711.
- \* *Lucas PW, Luke DA.* Methods for analysing the breakdown of food in human mastication. *Arch Oral Biol* 1983; 28: 813-819.
- \* *Lund JP.* Mastication and its control by the brain stem. *Crit Rev Oral*

#### Onderzoek en wetenschap

- Biol Med* 1991; 2: 33-64.
- \* *Naser-Ud-Dins S, Sowman PF, Dang H, Türker KS.* Modulation of masticatory reflexes by simulated mastication. *J Dent Res* 2010; 89: 61-65.
- \* *Olthoff LW.* Communication and neuromuscular mechanisms in human mastication. Utrecht: Universiteit Utrecht, 1986. Academisch proefschrift.
- \* *Olthoff LW, Bilt A van der, Boer A de, Bosman F.* Comparison of force-deformation characteristics of artificial and several natural foods for chewing experiments. *J Texture Stud* 1986; 17: 275-289.
- \* *Olthoff LW, Bilt A van der, Bosman F, Kleizen HH.* Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication. *Arch Oral Biol* 1984; 29: 899-903.
- \* *Ottenhoff FM, Bilt A van der, Glas HW van der, Bosman F.* Peripherally induced and anticipated elevator muscle activity during simulated chewing in humans. *J Neurophysiol* 1992; 67: 75-83.
- \* *Slager GEC, Otten E, Eijden TMGJ van, Willigen JD van.* Mathematical model of the human jaw system simulating static biting and movements after unloading. *J Neurophysiol* 1997; 78: 3222-3233.
- \* *Slagter AP, Glas HW van der, Bosman F, Olthoff LW.* Force-deformation properties of artificial and natural foods for testing chewing efficiency. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 790-799.
- \* *Slagter AP, Bosman F, Bilt A van der.* Comminution of two artificial test foods by dentate and edentulous subjects. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 159-176.
- \* *Speksnijder CM, Bilt A van der, Abbink JH, Merckx MAW, Koole R.* Mastication in patients treated for malignancies in tongue and/or floor of mouth; a 1-year prospective study. *Head & Neck* 2011; 33: 1013-1020.
- \* *Veyrune JL, Lassauzay C, Nicolas E, Peyron MA, Woda A.* Mastication of model products in complete denture wearers. *Arch Oral Biol* 2007; 52: 1180-1185.

#### Summary

##### Dissertations 25 years after date 32. Physiological aspects of mastication

*Mastication is the first phase of the digestive process. It serves to reduce the size of solid food and to mix it with saliva so that it can be swallowed. The degree to which food is reduced in size depends on various factors, such as the masticatory force generated by the jaw muscles, the number and form of the (pre-)molars, the neuro-muscular control of the movements of the mandible and the quantity and composition of the saliva. If the mastication is to operate efficiently, form and function have to be properly balanced. Disturbances in function and abnormalities in form can lead to complaints and are often accompanied by a diminished fragmentation of the food. By investigating the fundamental mechanisms of the functional process, abnormalities can clinically be better understood.*

#### Bron

L.W. Olthoff  
 Uit de afdeling Mondziekten, Kaak-, en Aangezichts chirurgie en Bijzondere Tandheelkunde, divisie Heelkundige Specialismen, van het Universitair Medisch Centrum Utrecht  
 Datum van acceptatie: 29 april 2011  
 Adres: dr. L.W. Olthoff, UMC Utrecht, G05.129, postbus 85.500, 3508 GA Utrecht  
 l.w.olthoff@umcutrecht.nl

