



# De relatie tussen malocclusie en kauwfunctie

In de mondzorg kunnen 3 aspecten tot verbetering van de levenskwaliteit leiden: pijnvermindering, esthetische correcties en verbetering van de kauwfunctie. Van deze 3 aspecten kan alleen de verbetering van de kauwfunctie objectief worden gemeten. Hoewel orthodontisten vaak beweren dat ze de kauwfunctie verbeteren, wordt een behandeling zelden geïndiceerd op basis van functiebeperkingen. Ook patiënten koesteren vaak de verwachting dat een orthodontische behandeling hun orale functies verbetert. Kauwen is afhankelijk van diverse anatomische, fysiologische en psychische factoren. De combinatie van al deze factoren kan het voedsel in meer of mindere mate verkleinen. De mate waarin dit gebeurt, wordt de kauwprestatie genoemd. De kauwprestatie is gerelateerd aan de levenskwaliteit omdat deze van invloed is op de voedselselectie, op de kwaliteit van de vertering van het voedsel en op de beleving ofwel het genieten van het eten. Hoe kleiner de voedselpartikels zijn, hoe gemakkelijker de verdere enzymatische verwerking tijdens de latere stadia van de voedselvertering is. Omdat duidelijk is dat malocclusies functiebeperkingen veroorzaken, wordt geconcludeerd dat orthodontisten functionele doelen in hun behandelingen zouden moeten inbouwen om de levenskwaliteit van hun patiënten te verbeteren.

Bertrand J, Hoste S, Carels CEL. De relatie tussen malocclusie en kauwfunctie  
Ned Tijdschr Tandheelkd 2008; 115: 388-393

## Verantwoording

Dit artikel is een samenvattende en bewerkte vertaling van een themanummer rond malocclusie en kauwfunctie van het Amerikaanse tijdschrift *Seminars in Orthodontics* 2006, jaargang 12, nummer 2.

## Inleiding

De gastredacteuren van het themanummer, Bushang en Throckmorton, bespreken in hun inleiding hoe in de mondzorg 3 aspecten tot verbetering van de levenskwaliteit kunnen leiden. Dit zijn pijnvermindering, esthetische correcties en verbetering van de kauwfunctie (Buschang en Throckmorton, 2006). Van deze 3 aspecten kan alleen de verbetering van de kauwfunctie objectief worden gemeten. Het kwantificeren van pijnvermindering en van verbetering van het esthetische zelfbeeld blijkt veel moeilijker. Nochtans wordt aan het meten van de kauwfunctie door orthodontisten en andere mondzorgverleners weinig aandacht besteed. Hoewel orthodontisten geloven en ook vaak beweren dat ze de kauwfunctie verbeteren, wordt een behandeling zelden geïndiceerd op basis van een functiebeperking. Verbetering van de kauwfunctie zou nochtans een even belangrijk motief zijn bij de vraag naar orthodontische behandeling als de verbetering van het uiterlijk (Tung en Kiyak, 1998). Ook patiënten koesteren vaak de verwachting dat een orthodontische behandeling hun orale functies verbetert. De gastredacteuren willen met dit themanummer orthodontisten en andere mondzorgverleners ervan bewust maken dat de relatie tus-

sen malocclusie en kauwfunctie wel degelijk is gestoeld op wetenschappelijk bewijs en dat deze dus ook relevant kan zijn in de klinische context.

Kauwen is een complexe zaak die afhankelijk is van diverse anatomische, fysiologische en ook psychische factoren. De combinatie van al deze factoren stelt de mens in staat voedsel in meer of mindere mate te verkleinen. De mate waarin dit gebeurt, wordt de kauwprestatie genoemd (afb. 1). De kauwprestatie is gerelateerd aan de levenskwaliteit omdat deze van invloed is op de voedselselectie, op de kwaliteit van de vertering van het voedsel en op de beleving ofwel het genieten van het eten. Hoe kleiner de voedselpartikels zijn, hoe gemakkelijker de verdere enzymatische verwerking tijdens de latere stadia van de voedselvertering is.

## Gemutileerde dentities en malocclusies

Het kauwvermogen, de kauwefficiëntie en de kauwprestatie zijn 3 mogelijke parameters voor het meten van de kauwfunctie (Buschang, 2006). Het kauwvermogen is een subjectieve parameter omdat het wordt bepaald door de perceptie van de patiënt over de mate waarin deze denkt zijn voedsel te kunnen verwerken. De kauwefficiëntie en de kauwprestatie zijn daarentegen objectieve parameters. De kauwefficiëntie heeft betrekking op het aantal kauwcycli dat nodig is om voedsel tot een zekere afmeting af te breken. Voor de kauwprestatie wordt de partikelgrootte van kunstvoedsel gemeten na een standaard aantal kauwcycli.

In een groot aantal onderzoeken is aangetoond dat bij per-

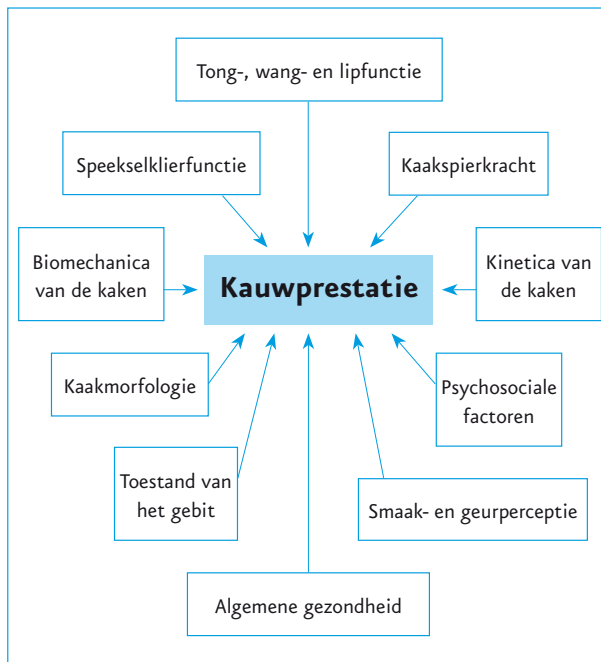
sonen met een gemutileerde dentitie de kauwprestatie is verminderd (Wayler et al, 1984; Hatch et al, 2000). Dit geldt ook voor personen die een partiële of volledige gebitsprothese dragen (Wayler en Chauncey, 1983). Hoewel minder duidelijk dan bij gemutileerde dentities, zouden malocclusies ook een verminderde kauwprestatie veroorzaken. Angle Klasse III-malocclusies creëren de grootste functiebeperkingen, gevolgd door de Angle Klasse II- en Klasse I-malocclusies (afb. 2) (English et al, 2002). Ook open beten en kruisbeten zouden functiebeperkingen veroorzaken (Durante Gavião et al, 2001).

Voor individuen met een volledige dentitie is de kauwprestatie gerelateerd aan het occlusale contact- of bijna-contactgebied. Er zijn significant grotere contactgebieden bij personen met een normale occlusie dan bij personen met een malocclusie. Aangetoond is dat mensen met een Angle Klasse III-malocclusie het kleinste occlusale contactgebied hebben, gevolgd door mensen met een Angle Klasse II- en een Angle Klasse I-malocclusie (Owens et al, 2002). Hieruit zou men kunnen afleiden dat mensen met een malocclusie grotere functiebeperkingen moeten ervaren.

De mogelijkheid om efficiënt en effectief voedsel te kauwen, is van belang omdat de grootte van de doorgeslikte voedselpartikels is gerelateerd aan de tijd die nodig is voor de verplaatsing van het voedsel door het maag-darmstelsel en voor de vertering van het voedsel (Pera et al, 2002). Bij oudere personen met ontbrekende gebitselementen en uitneembare gebitsprothesen zijn stoornissen in de kauwprestatie in verband gebracht met gastro-intestinale stoornissen en ondervoeding (Mercier en Poitras, 1992; Krall et al, 1998).

### Kauwfunctie en malocclusie

De dentitie en de occlusie van de mens hebben in de recente geschiedenis significante veranderingen ondergaan (Varrela, 2006). Tot de zeventiende eeuw was het menselijke gebit namelijk gekenmerkt door occlusale en incisale slijtage met regelmatig gevormde tandbogen (Kaifu et al, 2003). Onderzoeksgegevens tonen aan dat een afname van de slijtage en een toename van malocclusies gelijktijdig zijn opgetreden met het aannemen van een 'moderne' levensstijl. Deze levensstijl wordt onder andere gekenmerkt door het nuttigen van een zacht en energierijk dieet dat de kauwkracht en de kauwduur heeft doen afnemen. Omdat geen enkel genetisch model deze epidemiologische ontwikkelingen adequaat kan verklaren, lijkt het aannemelijk dat de toename van het aantal malocclusies is veroorzaakt door de mindere eisen die aan het kauwen worden gesteld (Corruccini, 1984). Begg (1954) concludeerde dat voornamelijk de interproximale slijtage de hoofdfactor is voor de aanpassing van de tandbooglengthe aan de afnemende lengte van de kaakbasis. Corruccini (1984) verwierp deze hypothese en stelde dat malocclusies zich ontwikkelen door onvoldoende kaakgroei. Experimentele onderzoeken hebben aangetoond dat de voedselconsistentie en de kauwactiviteit niet alleen de kaakspieren beïnvloeden, maar ook vele aspecten van de

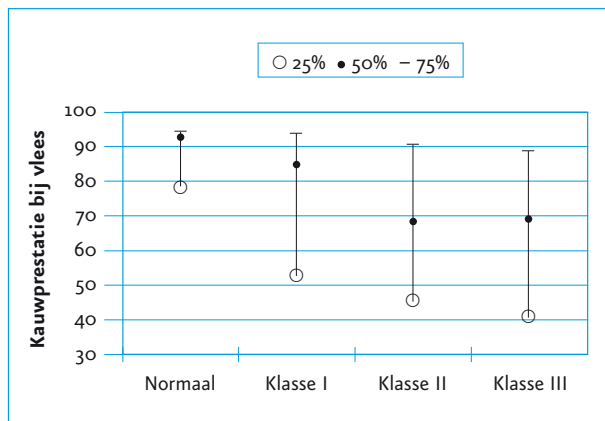


Afb. 1. Anatomische, fysiologische en psychologische determinanten van de kauwfunctie (Buschang en Thockmorton, 2006).

botgroei. Zo zouden de afmetingen van de kaken, de botmassa, de interne botstructuur en de craniofaciale afmetingen en morfologie worden beïnvloed door de kauwactiviteit (Katsaros et al, 2002). Zowel de botgroei ter plaatse van de botsuturen als de botappositie ter plaatse van het periost blijkt te worden gecontroleerd door de spieractiviteit. De recente toename in variatie van de occlusie toont aan dat mensen het genetisch potentieel hebben voor de ontwikkeling van een normale occlusie onder de juiste omgevingsomstandigheden, de secundaire factoren (Gilbert, 2001). In deze visie worden externe factoren die het genoom beïnvloeden beschouwd als tertiair betrokken bij de groei van de craniofaciale structuren en de ontwikkeling van de occlusie. Alleen de faciale structuren die kunnen reageren op epigenetische factoren kunnen worden beïnvloed door een orthodontische behandeling. Omdat de variabiliteit van elke parameter de grenzen aangeeft van een interventie, moet de orthodontie worden gebaseerd op het begrijpen van de interactie van genetische en epigenetische factoren tijdens de groei en de ontwikkeling.

### Kauwspieren en craniofaciale groei

De kauwspieren blijken als lokale factor een rol te spelen in de craniofaciale groei (Kiliaridis, 2006). De invloed hiervan is uitgebreid bestudeerd in dierexperimenten en klinische onderzoeken. Deze onderzoeken komen tot de gemeenschappelijke conclusie dat de kauwspieren de transversale en de verticale aangezichtsdimensies beïnvloeden (Katsaros et al, 2002). Grote functiekrachten van de kauwspieren vergroten de sutuurgroei en stimuleren de botappositie. Dit resulteert in een grotere transversale groei van de maxilla en een bredere basis voor beide tandbogen. Een verhoogde kauwspierfunctie is ook vaak geassocieerd met een anteri-



**Afb. 2.** Percentielen (20%, 50% en 75%) voor individuen met een normale occlusie en malocclusies (Angle Klasse I, II en III), die voldoende in staat zijn alle soorten vlees te kauwen (English et al, 2002).

eure groeiratatie en een goed ontwikkelde processus angularis, processus coronoideus en processus condylaris van de mandibula.

Ingervall en Helkimo (1978) stelden vast dat mensen met sterk ontwikkelde kauwspieren een meer homogene gezichtsmorfologie hebben dan mensen met zwak ontwikkelde kauwspieren die een grote interindividuele variatie in verticale dimensie vertonen. Mensen met sterk ontwikkelde kauwspieren hebben gewoonlijk ook een hypodivergent aangezicht, hoewel niet alle personen met een hypodivergent aangezicht sterke kauwspieren hebben (Kiliaridis en Kalebo, 1991).

Er wordt geconcludeerd dat kauwspieren in staat zijn om de craniofaciale groei te beïnvloeden, mits de druk die zij op de faciale botstructuren uitoefenen een zekere drempel overschrijdt (Frost, 1994). Verder zou de epigenetische invloed van de kauwspieren op de craniofaciale groei alleen gelden in aanwezigheid van een vergrote spieractiviteit, maar niet noodzakelijk bij een geringe spieractiviteit.

### Bijtkracht en occlusie

De maximale bijtkracht is een indicatie voor de functie van het kauwstelsel en de belasting van de gebitselementen (Bakke, 2006). Metingen van de maximale bijtkracht zijn onder meer afhankelijk van de meetmethode en van het geslacht en de leeftijd van de patiënt (Hagberg, 1987; Julien et al, 1996). Hoewel er, voornamelijk in het posterieure gebied, een sterke associatie is aangetoond tussen de maximale bijtkracht en het aantal occlusale contacten mag dit uiteraard niet als een causale relatie worden geïnterpreteerd. Vooral mag niet worden geconcludeerd dat een goede occlusie sterkere en actievere kauwspieren bewerkstelligt (Bakke et al, 1990; Miyaura et al, 1999). Omgekeerd zou men namelijk ook kunnen stellen dat sterkere spieren aanleiding geven tot een betere occlusie en een groter aantal occlusale contacten.

De registratie van de maximale bijtkracht blijkt patiëntgerelateerd te zijn, want bij grotere motivatie en coöperatie van de proefpersoon is de maximale bijtkracht groter. Pijn is

daarentegen een belangrijke reducerende factor. Onderzoek heeft aangetoond dat de bijtkracht en het occlusale contact tijdelijk zijn gereduceerd tijdens een orthodontische behandeling (Yawaka et al, 2003). Uiteraard spelen de factoren die zijn gerelateerd aan de kauwspieren een belangrijke rol bij de maximale bijtkracht. Voorbeelden daarvan zijn het spiervolume, de diameter van een spier, de spiervezelverdeling en de mate van training (Raadsheer et al, 2004). Als laatste wordt ook de morfologie van het craniofaciale skelet vermeld als beïnvloedende factor van de maximale bijtkracht (Ingervall en Minder, 1997). De maximale bijtkracht zou een reflectie zijn van de geometrie van het hefboomsysteem van de mandibula. Voor de kauwspieren is het mechanisch gezien gunstig als de opstijgende tak van de mandibula meer verticaal is en de kaakhoek scherp.

Samenvattend stelt de auteur dat de relatie tussen maximale bijtkracht en malocclusie niet zo sterk is als de relatie tussen maximale bijtkracht en het aantal occlusale contacten. Bij personen met een malocclusie is de reductie in maximale bijtkracht meer gerelateerd aan het effect van het geringere aantal occlusale contacten en aan de biomechanische invloed van de kaken en de kauwspieren dan aan het type malocclusie (Bakke, 2006).

### Functiebeperkingen vóór een orthognathisch-chirurgische behandeling

De kauwfunctie kan door middel van 5 parameters worden geobjectiveerd: de kauwprestatie, de mobiliteit van de mandibula, het patroon van de kauwcyclus, de kracht van de kauwspieren en de occlusale kauwkracht (Throckmorton, 2006). Met verschillende onderzoeken is inmiddels aangetoond dat bij patiënten die een orthognathisch-chirurgische behandeling ondergaan, objectief meetbare functiebeperkingen aanwezig zijn.

Bij patiënten met een prognathie die na een orthodontische voorbehandeling gereed waren voor een chirurgische behandeling, is een significant geringere kauwprestatie aangetoond dan bij controlepersonen (Åstrand, 1974). Dit probleem werd toegeschreven aan het kleinere aantal occlusale contacten, omdat aangetoond is dat het aantal occlusale eenheden een sterke samenhang vertoont met de kauwprestatie (Helkimo et al 1978; Omar et al, 1987). Een andere oorzaak zou de orthodontische behandeling kunnen zijn die voorafgaat aan de chirurgische behandeling, maar daarentegen is ook aangetoond dat deze orthodontische behandeling geen invloed had op een aantal aspecten van de kauwprestatie (Van den Braber et al, 2004).

Van alle patiënten die na een orthodontische voorbehandeling gereed waren voor een orthognathisch-chirurgische behandeling vertoonden de patiënten met een retrognathie van de mandibula de grootste beperking in mobiliteit van de mandibula (Stacy, 1987; Thomas et al, 1995). Dit zou echter eveneens een gevolg kunnen zijn van de orthodontische voorbehandeling.

Over de kauwcyclus van patiënten met een malocclusie is wei-

nig bekend omdat dure apparatuur nodig is voor dit onderzoek. Duidelijk is wel dat de kauwcycli van deze patiënten een beter patroon kunnen krijgen na een orthodontische behandeling (Throckmorton et al, 2001).

De relatief kleine bijtkracht bij patiënten die een orthognatisch-chirurgische behandeling ondergaan, is niet enkel te wijten aan zwakkere kauwspieren, aan mechanische inefficiëntie en aan de afmetingen van de spieren, maar wellicht ook aan een mindere tolerantie van de dentitie voor daarop uitgeoefende krachten (Precious, 1989; Goldreich et al, 1994). Een veel gebruikte parameter van kauwspierefficiëntie is het 'mechanische voordeel'. Dit is voor een spier in een bepaalde bijtpositie van de mandibula de verhouding tussen de momentarm van de spier in rust ten opzichte van de momentarm van die spier in die bepaalde bijtpositie. De skelettale verhoudingen kunnen de momentarmen van de spieren en dus het mechanische voordeel in bepaalde posities van de mandibula beïnvloeden. Patiënten die een orthognatisch-chirurgische behandeling ondergaan, hebben een kleiner, meestal niet statistisch significant mechanisch voordeel dan controlepersonen. Dit geldt zowel voor patiënten met een onderontwikkelde mandibula als voor patiënten met een onderontwikkelde maxilla. Vooral voor patiënten met een onderontwikkelde mandibula is dit opzienbarend, maar wel verklaarbaar. De momentarmen van de spieren in rust zijn immers weliswaar kleiner, maar dit wordt gecompenseerd door de ook kortere momentarmen in een bepaalde bijtpositie. Voor patiënten met prognathie geldt het tegenovergestelde. Hun mechanisch voordeel is verkleind doordat in bijtposities anders dan de rustpositie de momentarmen niet proportioneel langer zijn (Trockmorton en Dean, 1994). Alleen relatieve verschillen tussen de anterieure en posterieure aangezichtshoogte blijken sterk gecorreleerd met zowel de maximale bijtkracht als de klinische diagnose van een craniofaciale afwijking (Trockmorton et al, 2000). Een methode om de spiersterkte te bepalen is de registratie van de spieractiviteit met een elektromyogram bij verschillende niveaus van bijtkracht. Hieruit blijkt dat de kauwspierefficiëntie niet altijd kleiner is bij patiënten die een orthognatisch-chirurgische behandeling zullen ondergaan, ondanks de afwijkende afmetingen van de spieren en het kleinere mechanische voordeel.

Met betrekking tot de occlusale kauwkracht zou het kunnen zijn dat patiënten die een orthognatisch-chirurgische behandeling ondergaan voor de behandeling normale kauwkrachten aanwenden hoewel de maximale bijtkracht onder het gemiddelde niveau ligt. Het zou kunnen dat ze minder gemotiveerd zijn om een grote bijtkracht te ontwikkelen. Aangetoond is namelijk dat zij kleinere occlusale krachten ontwikkelen tijdens het kauwen (Hannam et al, 1977).

### Kauwpatroon bij normale occlusie en malocclusie

De bewegingen van de mandibula tijdens het kauwen verlopen meestal via een vast patroon en dit kauwpatroon is

ook een parameter voor de kauwfunctie (Proeschel, 2006). Met betrekking tot het kauwpatroon bij verschillende typen malocclusie zijn de kauwcycli geregistreerd aan de hand van een registratie van de kauwbewegingen ter hoogte van het incisiefpunt in de mandibula (Gibbs et al, 1971). Deze metingen werden gedaan bij groepen patiënten met een Angle Klasse I-malocclusie, een Angle Klasse II-malocclusie, een diepe beet en een posterieure kruisbeet. Ook bij patiënten met een pro- of retrognathie van de mandibula werd een registratie uitgevoerd vóór en 6 maanden na een orthognatisch-chirurgische behandeling. Zowel het kauwpatroon als de grens- en de kauwhoeken werden gemeten. De grenshoeken geven de occlusale geleiding bij laterotrusie weer. De kauwpatronen werden ingedeeld volgens hun sequentiepatroon. Zo bleken er kauwpatronen te zijn met een normale, een gemengde of een omgekeerde sequentie (Proeschel, 1987). De groepen patiënten met een Angle Klasse I-malocclusie, een Angle Klasse II-malocclusie en die met een diepe beet vertoonden meestal een kauwpatroon met een normale sequentie, waarbij de kauwhoeken nauw zijn gerelateerd aan de grenshoeken. Patiënten met een kruisbeet vertoonden vaak een omgekeerde sequentie, maar dit wordt niet als abnormaal beschouwd. Bij patiënten met een prognathie werd de kauwcyclus weinig beïnvloed door de chirurgische behandeling. Wel bleek dat er in die groep prechirurgisch een groot verschil was tussen de grenshoeken en de kauwhoeken. Dit geeft aan dat deze patiënten het voedsel eerder 'hakken' dan kauwen. Na de chirurgische behandeling werd het verschil tussen de hoeken wel kleiner, voornamelijk als gevolg van scherpere grenshoeken. Bij patiënten met retrognathie veranderde de kauwcyclus echter wel na een chirurgische behandeling. Voor de behandeling vertoonden deze een cyclus gelijk aan patiënten met een Angle Klasse I-malocclusie. Na de behandeling bleek er echter wel een toename van de druppelvormige kauwcycli. Ook het verschil tussen de grenshoeken en de kauwhoeken werd groter. Dit laatste zou dan weer kunnen worden verklaard door het feit dat het nieuwe occlusiepatroon wordt vermeden en dit verklaart vervolgens de ongewijzigde of verminderde kauwprestatie na de chirurgische behandeling (Ehmer en Broll, 1992; Van den Braber et al, 2004).

### Conclusie

Op basis van de in deze serie artikelen verzamelde wetenschappelijke informatie mag worden geconcludeerd dat een aantal malocclusies zijn geassocieerd met functiebeperkingen. Hiermee is evenwel de discussie over 'de kip en het ei' of het oorzakelijke verband tussen malocclusie en functie nog niet beslecht. Of orthodontisten en tandartsen ter preventie van malocclusies bij jonge kinderen een steviger voedselconsistentie moeten gaan voorschrijven of kauwinstructie moeten gaan geven, is nog maar de vraag. Desondanks moet bij elke tandheelkundige en/of orthodontische behandeling een maximale hoeveelheid occlusale contacten worden nagestreefd omdat het bewijs van functiebeperking

bij een gebrekkige interdigatie reeds is geleverd. Omdat het duidelijk is dat malocclusies functiebeperkingen veroorzaken, zouden orthodontisten, meer dan nu het geval is, functionele doelen in hun behandelingen moeten inbouwen om de levenskwaliteit van hun patiënten te verbeteren. Of dit behandeldoel automatisch en op lange termijn een heilzaam effect heeft op de kauwfunctie, op de groei van de kaken en op de verdere occlusieontwikkeling, is echter tot nog toe niet bewezen.

#### Literatuur

- Åstrand P. Chewing efficiency before and after surgical correction of developmental deformities of the jaws. *Swed Dent J* 1974; 67: 135-145.
- Bakke M, Holm B, Jensen BL, Michler L, Moller E. Unilateral, isometric bite force in 8 68-year-old women and men related to occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 149-158.
- Bakke M. Bite force and occlusion. *Semin Orthod* 2006; 12: 120-126.
- Begg PR. Stone age man's dentition. *Am J Orthod* 1954; 40: 298-312.
- Buschang PH, Throckmorton GS. Introduction. *Semin Orthod* 2006; 12: 89-91
- Buschang PH. Masticatory ability and performance: the effects of mutilated and maloccluded dentitions. *Semin Orthod* 2006; 12: 92-101.
- Corruccini RS. An epidemiologic transition in dental occlusion in world populations. *Am J Orthod* 1984; 86: 419-426.
- Braber W van den, Glas H van der, Bilt A van der, Bosman F. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62: 549-554.
- Durante Gavião MB, Raymundo VG, Sobrinho LC. Masticatory efficiency in children with primary dentition. *Pediatr Dent* 2001; 23: 499-505.
- Ehmer U, Broll P. Mandibular border movements and masticatory patterns before and after orthognathic surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1992; 7: 153-159.
- English JD, Bushang PH, Throckmorton GS. Does malocclusion affect masticatory performance? *Angle Orthod* 2002; 72: 21-27.
- Frost HM. Wolffs Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *Angle Orthod* 1994; 64: 175-188.
- Gibbs CH, Messerman T, Reswick JB, Derda HJ. Functional movements of the mandible. *J Prosthet Dent* 1971; 26: 604-620.
- Gilbert SF. Ecological developmental biology: developmental biology meets the real world. *Dev Biol* 2001; 233: 1-12.
- Goldreich H, Gazit E, Lieberman MA, Rugh JD. The effect of pain from orthodontic arch wire adjustment on masseter muscle electromyographic activity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106: 365-370.
- Hagberg C. Assessments of bite force: a review. *J Craniomandib Disord* 1987; 1: 162-169.
- Hannam AG, DeCou RE, Scott JD, Wood WW. The relationship between dental occlusion, muscle activity and associated jaw movement in man. *Arch Oral Biol* 1977; 22: 25-32.
- Hatch JB, Shinkai RSA, Sakai S, Ruch JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol* 2000; 46: 641-648.
- Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Chewing efficiency and state of dentition. A methodologic study. *Acta Odontol Scand* 1978; 36: 33-41.
- Ingervall B, Helkimo E. Masticatory muscle force and facial morphology in man. *Arch Oral Biol* 1978; 23: 203-206.
- Ingervall B, Minder C. Correlation between maximum bite force and facial morphology in children. *Angle Orthod* 1997; 67: 415-424; discussion 423-424.
- Julien KC, Buschang PH, Trockmorton GS, Dechow PC. Normal masticatory performance in young adults and children. *Arch Oral Biol* 1996; 41: 69-75.
- Kaifu Y, Kasai K, Townsend GC, Richards LC. Tooth wear and the 'design' of the human dentition: a perspective from evolutionary medicine. *Am J Phys Anthropol* 2003; Suppl 37: 47-61.
- Katsaros C, Berg R, Kiliaridis S. Influence of masticatory muscle function on transverse skull dimensions in the growing rat. *J Orofac Orthop* 2002; 63: 5-13.
- Kiliaridis S, Kalebo P. Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *J Dent Res* 1991; 70: 1262-1265.
- Kiliaridis S. The importance of masticatory muscle function in dentofacial growth. *Semin Orthod* 2006; 12: 110-119.
- Krall E, Hayes G, Garcia R. How dentition status and masticatory function affect nutrient intake. *J Am Dent Assoc* 1998; 129: 1261-1269.
- Mercier P, Poitras P. Gastrointestinal symptoms and masticatory dysfunction. *J Gastroenterol Hepatol* 1992; 7: 61-65.
- Miyaura K, Matsuka Y, Morita M, Yamashita A, Watanabe T. Comparison in biting forces in different age and sex groups: a study of biting efficiency with mobile and non-mobile teeth. *J Oral Rehabil* 1999; 26: 223-227.
- Omar SM, McEwen JD, Ogston SA. A test for occlusal function. The value of a masticatory efficiency test in the assessment of occlusal function. *Br J Orthod* 1987; 14: 85-90.
- Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121: 602-609.
- Pera P, Bucca C, Borro R, Bernocco C, De Lillo A, Carossa S. Influence of mastication on gastric emptying. *J Dent Res* 2002; 81: 179-181.
- Precious DS. Assessment of bite force prior to and during presurgical orthodontic treatment. Presentation at the annual meeting of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 1989.
- Pröschel P. An extensive classification of chewing patterns in the frontal plane. *J Cranio* 1987; 5: 55-63.
- Proeschel PA. Chewing patterns in subjects with normal occlusion and with malocclusions. *Semin Orthod* 2006; 12: 138-149.
- Raadsheer MC, Eijden TM van, Ginkel FC van, Prahl-Andersen B. Human jaw muscle strength and size in relation to limb muscle strength and size. *Eur J Oral Sci* 2004; 112: 398-405.
- Stacy GC. Recovery of oral opening following sagittal ramus osteotomy for mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 1987; 45: 487-492.
- Thomas GP, Trockmorton GS, Ellis E 3rd, Sinn DP. The effects of orthodontic treatment on isometric bite forces and mandibular motion in patients before orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1995; 53: 673-678.

- > *Trockmorton GS, Dean JS.* The relationship between jaw-muscle mechanical advantage and activity levels during isometric bites in humans. *Arch Oral Biol* 1994; 39: 429-437.
- > *Trockmorton GS, Ellis E 3rd, Buschang PH.* Morphologic and biomechanical correlates with maximum bite forces in orthognatic surgery patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2000; 58: 515-524.
- > *Trockmorton GS, Buschang PH, Hayasaki H, Santos-Pinto A.* Changes in masticatory cycle following treatment of posterior unilateral crossbite in children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 120: 521-529.
- > *Trockmorton GS.* Functional deficits in orthognatic surgery patients. *Semin Orthod* 2006; 12: 127-137.
- > *Tung AW, Kiyak HA.* Psychological influences on the timing of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113: 29-39.
- > *Varrela J.* Masticatory function and malocclusion: A clinical perspective. *Semin Orthod* 2006; 12: 102-109.
- > *Wayler AH, Chauncey HH.* Impact of complete dentures and impaired natural dentition on masticatory performance and food choice in healthy aging men. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 427-433.
- > *Wayler AH, Muench ME, Kapur KK, Chauncey HH.* Masticatory performance and food acceptability in persons with removable partial dentures, full dentures and intact natural dentitions. *J Gerontol* 1984; 39: 284-289.
- > *Yawaka Y, Hironaka S, Akiyama A, Matzuduka I, Takasaki C, Oquchi H.* Changes in occlusal contact area and average bite pressure during treatment of anterior crossbite in primary dentition. *J Clin Pediatr Dent* 2003; 28: 75-79.

## Summary

### The relationship between malocclusion and masticatory performance

In dentistry 3 aspects may lead to an improvement in the quality of life: pain reduction, aesthetic adjustments, and improvement of masticatory performance. Only the improvement of masticatory performance can be assessed objectively. Although orthodontists often claim that they improve masticatory performance, they seldom initiate treatment on the basis of functional limitations. Patients also often express the expectation that orthodontic treatment will improve their oral functions. Chewing is dependent on various anatomical, physiological and physical factors. The combination of all of these factors can reduce food particles to a greater or lesser extent. The magnitude of food reduction is known as masticatory performance. The masticatory performance is related to quality of life since it influences food selection, the quality of digestion, and the experience or enjoyment of eating. The smaller food particles are the easier will be the subsequent enzymatic food digestion during the later phases of digestion. Because it is clear that malocclusions cause functional limitations, it is concluded that orthodontists should integrate functional goals in their treatments in order to improve the quality of life of their patients.

## Bron

J. Bertrand, S. Hoste, C.E.L. Carels  
Uit de afdeling Orthodontie van de School voor Tandheelkunde,  
Mondziekten en Maxillo-Faciale Chirurgie, Faculteit der Geneeskunde,  
Katholieke Universiteit Leuven in België  
Datum van acceptatie: 11 april 2007  
Adres: mw. prof. dr. C.E.L. Carels, KU Leuven/UZ-St Rafaël,  
Kapucijnenvoer 7, 3000 Leuven, België  
carine.carels@uz.kuleuven.ac.be