

# Het krachtenspel van kronen en bruggen in het oclusiesysteem, mede in relatie tot het orofaciale systeem

Een niet goed functionerend oclusiesysteem heeft negatieve gevolgen voor het functieniveau van het orale systeem en het orofaciale systeem. Zuiver mechanisch gezien heeft een beperkte anatomische reductie van het oclusiesysteem beperkte gevolgen voor het functieniveau omdat er diverse vormen van adaptatie, reservecapaciteit en compensatie zijn. Na verlies van (delen van) gebitselementen kan een oclusiesysteem echter zodanig anatomisch zijn gereduceerd dat herstel van het functieniveau nodig is, bijvoorbeeld met al dan niet implantaatgedragen kronen en bruggen. De mechanische belastbaarheid van een intact gebitselement en van eenzelfde type gebitselement dat na aantasting is geres-taureerd met een gegoten kroon is niet essentieel verschillend. Bij bruggen ligt dit anders omdat de mechanische belasting wordt gereguleerd via de mechanoreceptoren in de parodontale ligamenten van de gebitselementen. Deze regulering wordt verstoord bij een tekort aan of, in geval van implantaten, de afwezigheid van mechanoreceptoren. Of dit tot merkbare problemen leidt, is niet bekend.

Baat C de, Witter DJ, Maarel-Wierink CD van der, Creugers NHJ. Het krachtenspel van kronen en bruggen in het oclusiesysteem, mede in relatie tot het orofaciale systeem

Ned Tijdschr Tandheelkd 2013; 120: 94-101

doi: 10.5177/ntvt.2013.02.12265

## Inleiding

Van Willigen, voormalig hoogleraar Orale Fysiologie aan de Rijksuniversiteit Groningen, heeft in het Nederlandstalige gebied het begrip orofaciale systeem geïntroduceerd, overigens zonder dit begrip te definiëren (Van Willigen, 1983). Het achterwege laten van een definitie is wel begrijpelijk want het orofaciale systeem als anatomische of functionele entiteit is veelomvattend en gecompliceerd zodat definiëring lastig is. Anatomisch gezien bestrijkt het orofaciale systeem het anterieure gebied vanaf de onderste helft van de schedel tot en met de hals. Binnen dit anatomische gebied bevinden zich diverse organen die onderdeel van het orofaciale systeem zijn, maar die ook als aparte entiteit kunnen worden beoordeeld, zoals de tong, de neus, de farynx, de speekselklieren, de temporomandibulaire gewrichten en de dentitie. In een gezond orofaciaal systeem bestaat, evenals in elk gezond biologisch systeem, een fysiologisch evenwicht tussen mechanische belasting en belastbaarheid. Bij grotere dan de normale mechanische belasting en/of bij aantasting van de interne anatomische of fysiologische factoren die de belastbaarheid bepalen, treden interne regelmechanismen in werking. Deze kunnen ervoor zorgen dat de mechanische belastbaarheid in zijn algemeenheid of per onderdeel van het orofaciale systeem wordt vergroot. Dit zou men de homeostase van het

orofaciale systeem kunnen noemen. Bij pathologische mechanische belasting of bij te ingrijpende aantasting van de interne anatomische of fysiologische factoren die de belastbaarheid bepalen, ontstaat wel een nieuwe homeostase, maar op een lager niveau van functioneren, kortweg een lager functieniveau genoemd.

Van Willigen onderscheidde ook nog het orale systeem als onderdeel van het orofaciale systeem en de hoofdfuncties daarvan omschreef hij als: 1. de voedselopneming (zuigen, bijten, kauwen, slikken enzovoorts), 2. het spreken, zingen enzovoorts, 3. de mimiek als onderdeel van de fysionomie. De voor de uitvoering van deze hoofdfuncties noodzakelijke bewegingen worden mogelijk gemaakt door een complex samenspel van de orale spieren, de mandibula, de maxilla, de temporomandibulaire gewrichten en de gebitselementen. Voor de uitvoering van alle functies moeten de spieren van de tong, de wangen, de lippen, de kauwspier en de supra- en infrahyoïdale spieren de benodigde energie leveren en gecoördineerd samenwerken. Daarbij moeten ook nog beide temporomandibulaire gewrichten gecoördineerd, gelijktijdig, maar ongelijk functioneren (Van Willigen, 1983). Ook in het orale systeem heerst onder fysiologische omstandigheden homeostase.

Binnen het gecompliceerde orale systeem kan het oclusiesysteem worden onderscheiden dat iets minder gecompliceerd is en daardoor gemakkelijker kan worden gedefinieerd. Met een modificatie van een eerder gepresenteerde definitie kan het oclusiesysteem worden omschreven als een onderdeel van het orofaciale systeem dat bestaat uit de processus alveolares maxillae en mandibulae en de al dan niet occluderende en al dan niet gerestaureerde gebitselementen, waarbij ook of uitsluitend prothese-elementen aanwezig kunnen zijn (Witter et al, 2011). Ook in het oclusiesysteem bestaat homeostase: een zelfregulerend fysiologisch evenwicht dat kan worden verstoord bij pathologische mechanische belasting of bij aantasting van de interne anatomische en fysiologische factoren die de belastbaarheid bepalen. Anatomische reductie van het oclusiesysteem tast de homeostase aan en als reactie daarop komt intern een mechanisme op gang dat een nieuw evenwicht zoekt om de homeostase te herstellen. Een niet goed functionerend oclusiesysteem heeft negatieve gevolgen voor de homeostase en het functieniveau van het orale systeem en in het verlengde daarvan ook voor de homeostase en het functieniveau van het orofaciale systeem.

De orale functieleer is het deelgebied van de tandheelkunde dat zich bezighoudt met de anatomie, de fysiologie en de pathologie van het orofaciale systeem door middel van diagnostiek, preventie en behandeling van problemen. Het meest voorkomende probleem van het orofaciale sys-

teem is anatomische reductie van het occlusiesysteem. Daarom is de orale functieleer vooral gericht op het handhaven of herstellen van de homeostase en het functieniveau in het occlusiesysteem, zo nodig met behulp van prothetische constructies. In dit artikel wordt aandacht besteed aan het onderdeel van de orale functieleer dat zich bezighoudt met de fysiologische mechanische belasting van het occlusiesysteem, aan het effect van anatomische reductie van het occlusiesysteem op deze mechanische belasting en aan het effect van herstel van een anatomisch gereduceerd occlusiesysteem op deze mechanische belasting.

### Mechanische belasting

Zoals gezegd, bestaat in een gezond occlusiesysteem homeostase: een op een bepaald functieniveau zelfregulerend mechanisch evenwicht, onder andere tussen de extern uitgeoefende krachten en de belastbaarheid. De mechanische belasting van het occlusiesysteem onder normale of gebruikelijke omstandigheden is voornamelijk afhankelijk van de energie die wordt geleverd door de spieren die verantwoordelijk zijn voor het met elkaar in contact brengen (van de gebitselementen en/of prothetische constructies) van de maxilla en de mandibula, ook wel kauwkracht genoemd. Deze kauwspieren zijn beiderzijds de musculus masseter, de musculus temporalis en de musculus pterygoideus medialis. In een gezond occlusiesysteem worden de door de kauwspieren geleverde krachten opgevangen door de occluderende gebitselementen en de temporomandibulaire gewrichten. De mechanische belastbaarheid van het occlusiesysteem is daarom afhankelijk van de anatomische en/of prothetische conditie en de gezondheid van het occlusiesysteem en in breder verband ook van de gezondheid van het gehele orofaciale systeem. Duidelijk is dat een anatomisch compleet occlusiesysteem een hoger functieniveau heeft en een grotere mechanische belasting aankan dan een occlusiesysteem met atrofische edentate processus alveolares en volledige gebitsprothesen. Hoewel in de 2 beschreven extreme condities van een occlusiesysteem de mechanische belastbaarheid enorm zal verschillen, kan in beide occlusiesystemen homeostase bestaan.

In onderzoeken naar de mogelijke mechanische belastbaarheid, uitgedrukt in kauwkracht, wordt soms op directe wijze met een dynamometer de unilateraal of bilateraal uitgeoefende kracht in occlusie gemeten. Andere onderzoekers geven de voorkeur aan een indirecte meting, bijvoorbeeld het registreren van de elektromyografische activiteit van een of meer kauwspieren of het bepalen van de hoeveelheid vrijkomende suiker bij het kauwen op kauwgom of het colorimetrisch vaststellen van vrijkomende kleurstof bij het kauwen op rauwe wortels of het fotometrisch bepalen van kleurveranderingen van voedsel of het kwantificeren van de verkleining van voedsel met behulp van zeven (Van der Bilt, 2011; Olthoff en Van der Bilt, 2012). Zoals al aangegeven, kan de kauwkracht per individu flink verschillen. Gerapporteerd zijn kauwkrachten van 30 tot 610 Newton en dit komt overeen met ongeveer

3-62 kilogram (Pröschel en Raum, 2001). De kracht die door het maximaal aanspannen van de kauwspieren unilateraal wordt gemeten, wordt de bijkracht genoemd en deze varieert van 306 tot 847 Newton. Dit komt overeen met 31-86 kilogram. Mannen hebben gemiddeld een grotere bijkracht dan vrouwen. Op volwassen leeftijd wordt bij het ouder worden een significante afname van de bijkracht gezien, maar deze afname is beperkt en leidt onder gelijkblijvende anatomische omstandigheden van het occlusiesysteem niet tot problemen (Van der Bilt, 2011).

Een mechanische belasting waartegen zelfs een gezond occlusiesysteem meestal niet goed bestand is, is die ten gevolge van orale bewegingsstoornissen, waarvan bruxisme de bekendste en meest voorkomende is. Bruxisme is tandenknarsen en kaakklemmen tijdens het waken en/of gedurende de slaap (Lavigne et al, 2008). Het gevolg van orale bewegingsstoornissen kan zijn dat de gebitselementen occlusale slijtage oftewel attritie gaan vertonen, waardoor anatomische reductie van de verticale dimensie in occlusie optreedt (De Baat et al, 2009a). Bij orale bewegingsstoornissen lijkt desondanks de homeostase van het occlusiesysteem op hetzelfde functieniveau te blijven.

### Anatomische reductie van het occlusiesysteem

Elke anatomische aantasting of reductie van het occlusiesysteem, hoe klein ook, tast op dat moment de homeostase aan. Het occlusiesysteem is echter meestal vrij snel in staat door interne adaptatie de homeostase te herstellen waardoor het occlusiesysteem in een nieuwe homeostase nagenoeg ongestoord zijn functies kan blijven uitoefenen. Een sprekend voorbeeld daarvan doet zich voor bij een orthodontische behandeling. Door externe mechanische belasting in de vorm van orthodontische apparatuur worden gebitselementen beetje bij beetje verplaatst. Dit vindt plaats door botafbraak aan de ene zijde van de gebitselementen en dit verstoort de homeostase van het occlusiesysteem. De homeostase wordt echter onmiddellijk hersteld door botaanmaak aan de andere zijde van de gebitselementen en door aanpassing van de groeirichting van het botweefsel. De reikwijdte van het interne adaptatievermogen is uiteraard afhankelijk van de mate van anatomische aantasting of reductie van het occlusiesysteem. Een fractuur van de distobuccale knobbel van een tweede molaar in de maxilla is een te verwaarlozen anatomische reductie in vergelijking met het verlies van alle gebitselementen. In het eerste geval is herstel van de homeostase door interne adaptatie relatief eenvoudig en blijft nagenoeg hetzelfde functieniveau gehandhaafd. In het tweede geval vergt herstel van de homeostase veel meer actie of is herstel niet mogelijk zonder externe maatregelen in de vorm van de vervaardiging van volledige gebitsprothesen. Vervolgens ontstaat wel weer homeostase, maar op een aanmerkelijk lager mechanisch functieniveau.

Een anatomische aantasting van het occlusiesysteem met blijvende gevolgen is de situatie van een edentate kaak ten opzichte van een edentate kaak. Als door het ontbreken van natuurlijke occlusie een edentate processus alveolaris

of een deel daarvan mechanisch wordt belast door gebits-elementen in de antagonistische kaak leidt dit meestal tot versnelde lokale reductie van de edentate processus alveolaris (Palmqvist et al, 2003). Ook in die gevallen ontstaat weer homeostase. Maar door de reductie van de edentate processus alveolaris en daardoor de gebrekkige functie van het prothetische deel van het oclusiesysteem ontstaat homeostase op een lager functieniveau.

### **Mechanische gevolgen**

Zuiver mechanisch gezien, heeft een beperkte anatomische reductie van het oclusiesysteem beperkte gevolgen voor het functieniveau. Om de functie van een oclusiesysteem te kwantificeren, wordt een paar occluderende premolaren beschouwd als 1 oclusale eenheid en een paar occluderende molaren als 2 oclusale eenheden (Kanno en Carlsson, 2006). Uitgaande van 12 oclusale eenheden in een compleet oclusiesysteem die met elkaar een normale kauwkracht van 600 Newton moeten verwerken, zou theoretisch het verlies van 1 premolaar betekenen dat om overbelasting te voorkomen de kauwkracht moet worden gereduceerd tot 550 Newton. Het verlies van occlusie in het gehele molaargebied zou echter een reductie van de kauwkracht vereisen tot 200 Newton. Deze mechanische benadering is echter niet in overeenstemming met de werkelijkheid omdat het oclusiesysteem onderdeel uitmaakt van het orofaciale systeem dat diverse adaptatiemogelijkheden en reservecapaciteiten heeft. Bij anatomische reductie van het oclusiesysteem kan het orofaciale systeem namelijk hulp bieden, bijvoorbeeld door via het adaptatievermogen en de reservecapaciteit met meer spierbewegingen of met grotere spierkracht een vergelijkbaar resultaat te bereiken (Hattori et al, 2003; Sierpińska et al, 2006; Rues et al, 2011). Als een gebitselement occlusaal wordt belast, wordt het zijn alveolus ingedrukt waarbij het parodontale ligament wordt uitgerekt. In het parodontale ligament bevinden zich mechanoreceptoren die informatie over de uitgeoefende kracht verstrekken aan het neurologische systeem dat vervolgens informatie geeft aan de kauwspieren om de uit te oefenen krachten te reguleren aan de hand van de behoefte. Uit klinische experimenten is gebleken dat voor het volvoeren van de normale kauwfunctie vanaf de incisieven tot aan de molaren steeds grotere krachten per occluderend paar gebitselementen worden aangewend. Met andere woorden, voor een goede functie worden in de molaarstreek grotere krachten aangewend dan in het front. Zodra echter met behulp van anesthesie de sensibiliteit van de parodontale ligamenten werd uitgeschakeld, zoals in 1 van de onderzoeken is gedaan, raakte dit regelmechanisme in de war en was de uitoefening van krachten minder gestructureerd (Türker, 2002; Hattori et al, 2003; Johnsen et al, 2007). Het is dus aannemelijk dat bij anatomische reductie van het natuurlijke oclusiesysteem de regulering van de mechanische belasting zorgt voor de uitoefening van grotere krachten per occluderend paar gebitselementen. Dit bleek uit een onderzoek naar het kauwvermogen van 3 groepen mensen van middelbare

leeftijd met een volledige dentitie in de maxilla. De eerste groep had ook een volledige dentitie in de mandibula, de tweede groep had hier beiderzijds een verkorte tandboog tot en met de premolaren en de derde groep had eenzelfde dentitie als de tweede groep, maar aangevuld met een vrij-eindigende partiële gebitsprothese. Met behulp van zeven werd hun vermogen tot verkleining van een testmateriaal gemeten en dit bleek in de 3 groepen niet te verschillen. Maar de maximale bijtkracht van het oclusiesysteem was in de groep met een verkorte tandboog statistisch significant kleiner dan in de 2 andere groepen (Aras et al, 2009). Een onderzoek waarin de eindige-elementenanalyse werd gebruikt, toonde aan dat na verlies van de molaren vooral op de meest dorsale premolaar grotere kauwkrachten worden uitgeoefend dan op de premolaren in een intact oclusiesysteem (Kondo en Wakabayashi, 2009).

Een tweede vorm van hulpverlening door het orofaciale systeem speelt zich af op niveau van de temporomandibulaire gewrichten. In een op de werkelijkheid gebaseerd theoretisch model is berekend dat bij normale kauwkrachten een compleet oclusiesysteem de gewrichten respectievelijk 25 en 53% minder mechanisch belast dan een verkorte tandboog tot en met de premolaren of tot en met de cuspidaten (Rues et al, 2011). Kennelijk kunnen de temporomandibulaire gewrichten een ruimschoots grotere mechanische belasting aan dan binnen een compleet oclusiesysteem gebruikelijk is en daarmee beschikken ze over een ruime mate van reservecapaciteit.

Andere, niet bewezen, maar zeker niet denkbeeldige adaptatiemogelijkheden en reservecapaciteiten van het orofaciale systeem kunnen zijn: toename van de speekselproductie en verbetering van de voedselverwerkende kwaliteit van het speeksel waardoor met minder kracht toch een vergelijkbaar rendement kan worden bereikt. Deze redenering volgend, heeft een beperkte anatomische reductie van het oclusiesysteem dus niet direct merkbare gevolgen voor de mechanische functie van het oclusiesysteem en is het ook niet nodig externe maatregelen te treffen om het oclusiesysteem mechanisch weer op volle sterkte te brengen.

### **Compensatiemechanismen**

Binnen het oclusiesysteem bestaan 4 compensatiemechanismen die in werking treden zodra de homeostase van het oclusiesysteem mechanisch wordt verstoord. Deze compensatiemechanismen zijn: antagonistische dentoalveolaire eruptie, mesiaalwaartse migratie van de gebitselementen die zich distaal van een diasteem bevinden, ruimtebenuttende migratie van gebitselementen en het ontstaan van (meer) incisale contacten van de gebitselementen in het front (Witter et al, 2001; Sarita et al, 2003a). Antagonistische dentoalveolaire eruptie na verlies van een gebitselement kan worden omschreven als eruptie van het lokale antagonistische dentoalveolaire complex en wellicht enige supereruptie van het antagonistische gebitselement. Het antagonistische gebitselement gaat als het ware op zoek naar occlusaal contact en neemt daarbij het alveolaire kaakbot met zich mee dat zich als totale massa verplaatst





**Afb. 1.** Antagonistische dentoalveolaire eruptie na verlies van meerdere gebitselementen met diverse verstoringen van het occlusievlak.

en/of extra bot aanmaakt om de verplaatsing van het gebitselement mogelijk te maken. Indien er geen antagonistisch gebitselement is, kan er ook geen contact ontstaan. Men zou dan verwachten dat de dentoalveolaire eruptie blijft voortgaan, maar dat gebeurt veelal niet omdat de tong zich inmiddels ter plaatse van het diasteem heeft verbreed en op die manier een soort lokale barrière heeft opgeworpen. Bij verlies van 1 of meerdere gebitselementen is de antagonistische dentoalveolaire eruptie na verloop van tijd in de regel duidelijk zichtbaar met verstoring van het occlusievlak als kenmerk (afb. 1). Deze compensatie vindt, zij het minder direct merkbaar, ook plaats na het mechanisch occlusaal verlagen van een gebitselement of bij een occlusale cariëslaesie. Antagonistische dentoalveolaire eruptie op kleinere schaal zorgt ervoor dat de verdeling van de op het occlusiesysteem uitgeoefende krachten zoveel mogelijk over de aanwezige gebitselementen blijft gehandhaafd. Extreme vormen van occlusale attritie als gevolg van orale bewegingsstoornissen gaan gepaard met gegeneraliseerde dentoalveolaire eruptie in zowel de maxilla als de mandibula. Dit heeft als gevolg dat de lengte van de kronen van de gebitselementen steeds kleiner wordt en de hoogte van de beide processus alveolares steeds groter (De Baat et al, 2009a).

Mesiaalwaartse migratie van gebitselementen die zich distaal van een diasteem bevinden, is een bekend fenomeen, vooral van molaren en dan nog vooral de molaren in de mandibula (afb. 2) (Van Beek, 2004; Lindskog-Stokland et al, 2012). Onderzoek heeft aangetoond dat occlusale krachten en de occlusale interdigitering mede verantwoordelijk zijn voor dit fenomeen (Van Beek, 2004). Dit compensatiemechanisme heeft weinig consequenties voor het krachtenpel in het occlusiesysteem en het orofaciale systeem, zij het dat de lokale verdeling van de krachten wordt aangepast.

Ruimtebenuttende migratie treedt voornamelijk op bij extreme anatomische reductie van een occlusiesysteem en dan vooral in het geval van extreem verkorte tandbogen. De resterende gebitselementen hebben veel ruimte in de tandbogen gekregen en gaan deze ruimte gebruiken door te migreren in de richting van het distaal gelegen edentate



**Afb. 2.** Na extractie van gebitselement 45 is mesiaalwaartse migratie van gebitselement 46 opgetreden en ruimtebenuttende migratie van gebitselement 44.

gebied van de processus alveolaris (afb. 2). Kenmerkend voor deze vorm van compenserende migratie van gebitselementen is dat (grotere) interdentalen ruimten ontstaan (afb. 3) (Witter et al, 1987; Witter et al, 2001; Sarita et al, 2003a). Duidelijk is dat ook door dit compensatiemechanisme de lokale verdeling van de krachten wordt aangepast.

Evenals ruimtebenuttende migratie is het ontstaan van (meer) incisale contacten in het front vooral waarneembaar bij extreme anatomische reductie van een occlusiesysteem en vooral beschreven voor extreem verkorte tandbogen. De distale gebitselementen in een extreem verkorte tandboog migreren naar distaal en als gevolg hiervan ontstaan (grotere) interdentalen ruimten en een reductie van de verticale dimensie in occlusie. Als gevolg daarvan ontstaan frontcontacten en ook in het front (grotere) interdentalen ruimten (Witter et al, 1987; Witter et al, 2001; Sarita et al, 2003a). Ook dit compensatiemechanisme verbetert de lokale verdeling van de krachten.

#### ***Gevolgen voor het functieniveau***

Zoals eerder gesteld, is de voedselopneming een belangrijke functie van het orale systeem (Van Willigen, 1983). De mond functioneert daarbij als het ware als toegangspoort tot de tractus digestivus. Een onderdeel van de voedselopneming is het verkleinen van het voedsel door te kauwen, waarbij het occlusiesysteem een voorname plaats inneemt. Anatomische reductie van het occlusiesysteem heeft derhalve gevolgen voor het functieniveau, in dit geval de kauwprestatie die is gedefinieerd als de mate waarin een bepaald soort (test)voedsel kan worden verkleind met een bepaald aantal kauwbewegingen (Van der Bilt et al, 1993; Van der Bilt, 2011). De kauwprestatie met een anatomisch gereduceerd occlusiesysteem is significant kleiner dan de objectieve kauwfunctie met een intact occlusiesysteem (Van der Bilt et al, 1993; Slagter et al, 1993; Fontijn-Tekamp et al, 2000; Veyrone et al, 2007). Opvallend is echter dat mensen met een (extreem) anatomisch gereduceerd occlusiesysteem subjectief nauwelijks problemen ervaren bij het kauwen (Johansson et al, 2007; Österberg



**Afb. 3.** Ruimtebenuttende migratie met als gevolg interdentalen ruimten in extreem verkorte tandbogen.

en Carlsson, 2007). Dit lijkt een bewijs voor de in het voorgaande beschreven theorie dat in een anatomisch gereduceerd occlusiesysteem het adaptatievermogen en de reservecapaciteit van het orofaciale systeem en in mindere mate de compensatiemechanismen van het occlusiesysteem ervoor zorgen dat nog steeds een acceptabel mechanisch functieniveau kan worden bereikt.

#### **Metten van kauwkracht**

Door de fenomenen adaptatie, reservecapaciteit en compensatie is het de vraag of het meten van de mechanische kauwkracht wel zinvol is. Vooral ook omdat onderzoek heeft aangetoond dat zelfs bij mensen met een anatomisch extreem gereduceerd occlusiesysteem, edentaten, geen relatie bestaat tussen het objectieve kauwvermogen en de subjectieve kauwfunctie (Slagter et al, 1992; Carlsson en Lindquist, 1994). Waar het uiteindelijk om gaat is of een voedselbolus wordt gevormd die veilig en comfortabel slikken mogelijk maakt (Woda et al, 2011). Dit simpelweg aan een individu of aan groepen mensen vragen zou best eens een doelmatige methode kunnen zijn voor het beoordelen van de mechanische functie van het occlusiesysteem. Aannemelijk is immers dat bij een subjectieve beoordeling van het kauwvermogen van een anatomisch gereduceerd occlusiesysteem onbewust de fenomenen adaptatie, reservecapaciteit en compensatie worden meegewogen. Daarom werd in een onderzoek onder dentate Tanzanianen weliswaar een relatie tussen klachten over het kauwvermogen en de mate van tandboogverkorting gevonden, maar waren de geuite klachten eigenlijk gering (Sarita et al, 2003b). In een Japans onderzoek werd aan een cohort van meer dan 2.000 40-plussers gevraagd of ze in staat waren 15 in hardheid variërende soorten voedsel te kauwen. Daarna werd het cohort verdeeld in een groep die alle soorten voedsel kon kauwen en een groep overigen. Degenen die alle soorten voedsel konden kauwen, hadden met gemiddeld 23,4 gebitselementen, een significant groter gemiddeld aantal gebitselementen dan de overigen. Het is jammer dat in dit onderzoek niet is doorgevraagd of het

niet goed kunnen kauwen van sommige soorten voedsel ook als een probleem werd ervaren. Wellicht waren de onderzoekers daarmee tot een andere conclusie gekomen dan hun huidige conclusie dat 20 gebitselementen nodig zijn om geen kauwproblemen te ervaren (Ueno et al, 2008). Een populatie van bijna 1.500 Chinese 40-plussers werd volgens een classificatiesysteem ingedeeld naar functie van het occlusiesysteem met en zonder prothetische constructies en ondervraagd over kauwproblemen bij het eten van 8 soorten voedsel. Van hen rapporteerde 78-91% geen kauwproblemen met deze soorten voedsel. Uit dit onderzoek bleek dat de afwezigheid van occluderende molaren geen oorzaak was voor kauwproblemen mits voldoende occluderende premolaren, een complete frontdentitie en zowel in de maxilla als de mandibula minimaal 10 gebitselementen aanwezig waren (Zhang et al, 2013).

#### **Herstel van een anatomisch gereduceerd occlusiesysteem**

Na verlies van (delen van) gebitselementen kan een occlusiesysteem als onderdeel van het orofaciale systeem zodanig anatomisch zijn gereduceerd dat voor het herstel van de mechanische functies restauraties in gebitselementen en/of prothetische constructies nodig zijn, in de verwachting dat deze zullen bijdragen aan herstel van het functieniveau. Bij dergelijke restauratieve en/of prothetische behandelingen is het voor het bereiken van een goed resultaat soms nodig eerst positionele correcties uit te voeren van gebitselementen die zijn gemigreerd als gevolg van de 4 in dit artikel beschreven compensatiemechanismen van het occlusiesysteem.

#### **Prothetische constructies**

Doorgaans is de eerste behandeloptie voor de restauratie van aangetaste gebitselementen een directe restauratie met plastische restauratiematerialen. Onder andere afhankelijk van de grootte van de aantasting kan ook worden gekozen voor een indirect vervaardigde kroon. Ontbrekende gebitselementen worden voornamelijk vervangen door indirecte prothetische constructies, zoals al dan niet implantaatgedragen bruggen of partiële of volledige gebitsprothesen (Witter et al, 2012a). Om binnen het kader van dit artikel te blijven, worden in het vervolg alleen de vaste prothetische constructies besproken. In relatie tot de uitoefening van mechanische krachten in de zijdelingse delen van het occlusiesysteem komen als vaste prothetische constructies, al dan niet op implantaten, in principe in aanmerking een keramiekkroon, een metaal-porseleinkroon, een keramiebrug, een metaal-porseleinbrug, een vrij-eindigende brug en bij geringe belasting en een klein diastem ook een adhesiebrug of een vezelversterkte composietbrug (afb. 4) (Witter et al, 2012a). De doelstelling van elke behandeling moet zijn het handhaven, herstellen of verhogen van het gereduceerde functieniveau. Als het vervullen van deze doelstelling met een bepaalde behandeling twijfelachtig is, doet men er verstandig aan terughoudendheid te betrachten.



**Afb. 4.** Een volledig met grote metaal-porseleinkronen en -bruggen gerestaureerde maxilla.



**Afb. 5.** Een occlusiesysteem met een gecompliceerde maxillomandibulaire relatie en vergaande interne compensatiemechanismen die een totale occlusale reconstructie nodig maken.

Bij het herstellen van de mechanische functie is een goede occlusie belangrijk voor de verdeling van de op het occlusiesysteem uitgeoefende krachten. Indien de bestaande occlusie geen functionele problemen oplevert, is het zinloos en riskant deze te wijzigen. Daarom worden kronen en bruggen in principe zo goed mogelijk ingepast in de bestaande occlusie en articulatie, waarbij zij zeker niet storend mogen werken. De bestaande maximale occlusie is eenvoudig reproduceerbaar en daarom uitgangspunt voor de te vervaardigen prothetische constructies (Witter et al, 2013). Van sommige mutilaties van het occlusiesysteem kan echter de bestaande occlusie zoveel problemen geven dat een totale occlusale reconstructie nodig is. Daarbij valt te denken aan gecompliceerde maxillomandibulaire relaties en aan vergaande interne compensatiemechanismen die zijn opgetreden na het verlies van gebitselementen (afb. 5). In die gevallen is het verstandig voor de vervaardiging van kronen en bruggen de centrale relatie van de mandibula als uitgangspunt te nemen.

#### **Correctie van gemigreerde gebitselementen**

Correctie van de positie van gebitselementen die zijn gemigreerd als gevolg van de 4 in dit artikel beschreven compensatiemechanismen is soms nodig om een goede functie, waaronder vooral de esthetische, te kunnen bewerkstelligen.

Migraties door antagonistische dentoalveolaire eruptie zijn als de omvang van het probleem niet al te groot is soms eenvoudig corrigeerbaar door de desbetreffende gebitselementen te beslijpen. Voor uitgebreidere correcties kan een orthodontische behandeling geïndiceerd zijn of een behandeling volgens het zogenoemde Dahl-concept. De behandeling van een door antagonistische dentoalveolaire eruptie gemigreerd gebitselement volgens het Dahl-concept houdt in dat door middel van een kunststofplaat met een occlusaal platform ter plaatse van het verticaal gemigreerde gebitselement het desbetreffende dentoalveolaire complex wordt geïntrudeerd (Poysier et al, 2005; De Baat et al, 2009b). In wezen is een behandeling volgens het Dahl-concept een eenvoudige vorm van een orthodontische behandeling. Complexer is de behandeling van gegeneraliseerde antago-

nistische dentoalveolaire eruptie door attritie als gevolg van orale bewegingsstoornissen. Primair daarbij is de behandeling van de oorzaak van de orale bewegingsstoornis, die in het kader van dit artikel buiten beschouwing blijft (De Baat et al, 2009a). Vervolgens kan in principe weer gedeeltelijk volgens het Dahl-concept worden gewerkt. Een kunststofplaat met bijvoorbeeld een occlusaal platform in het front zorgt tegelijkertijd voor enige intrusie van de frontelementen en voor antagonistische dentoalveolaire eruptie van de gebitselementen in de zijdelingse delen. Als de zijdelingse delen weer in occlusie staan, kunnen de frontelementen met composiet worden opgebouwd. Daarna kan men nog een kunststofplaat met een occlusaal platform in de zijdelingse delen vervaardigen die tegelijkertijd zorgt voor enige intrusie van de gebitselementen in de zijdelingse delen en voor antagonistische dentoalveolaire eruptie van de frontelementen. Als de frontelementen voldoende zijn geërupteerd, kunnen de gebitselementen in de zijdelingse delen met composiet worden opgebouwd. Een dergelijke behandeling kan 6 maanden tot 2 jaar in beslag nemen (Poysier et al, 2005).

Mesiaalwaartse migraties van gebitselementen die zich distaal van een diasteem bevinden, ruimtebenuttende migraties en incisale contacten van de gebitselementen in het front zijn alleen adequaat te corrigeren met een orthodontische behandeling die in het kader van dit artikel buiten beschouwing blijft.

#### **Herstel kauwvermogen en kauwfunctie**

In het nabije verleden zijn enkele onderzoeken verricht naar de bijdrage die kronen en bruggen leveren aan het objectieve kauwvermogen en de subjectieve kauwfunctie. Gedeeltelijk herstel van in de zijdelingse delen anatomisch gereduceerde occlusiesystemen zorgde voor een groter objectief kauwvermogen in vergelijking met de situatie van voor de behandeling, maar een verbetering van de subjectieve kauwfunctie kon niet worden vastgesteld. De mensen die een behandeling met kronen en bruggen hadden ondergaan, misten na de behandeling nog gemiddeld 2,7 gebitselementen, maar desondanks was hun subjectieve



kauwfunctie identiek aan dat van een groep mensen met een volledige dentitie (Van der Bilt et al, 1994). In later uitgevoerde onderzoeken kwam men tot vergelijkbare conclusies (Ikebe et al, 2007; Ikebe et al, 2011; Ikebe et al, 2012).

### Belastbaarheid kronen en bruggen

Zuiver mechanisch gezien, kan er geen essentieel verschil bestaan tussen de belastbaarheid van een intact gebitselement en eenzelfde type gebitselement dat na aantasting is gerestaureerd met een gegoten kroon. De afwikkeling van de mechanische belasting verloopt via de radix, het parodontale ligament en de processus alveolaris en die anatomische structuren veranderen niet door het vervaardigen van een kroon.

Bij bruggen ligt dit anders. Theoretisch moet het zo zijn dat de mechanische belasting van de pijlers voor eenzelfde kauwprestatie groter is dan bij een intact occlusiesysteem. Dit lijkt echter door de reservecapaciteit van het orofaciale systeem niet tot problemen te leiden, althans wetenschappelijke rapportages daarover zijn niet bekend. Er is wel iets bekend over de mechanische belasting van bruggen. Zoals al eerder besproken, wordt de mechanische belasting gereguleerd via de mechanoreceptoren in de parodontale ligamenten van de gebitselementen. Een tekort aan gebitselementen of, in geval van een implantaatgedragen brug, afwezigheid van gebitselementen en dus een tekort aan of afwezigheid van mechanoreceptoren verstoort de regulering van de mechanische belasting. Proefpersonen die in beide zijdelingse delen van het occlusiesysteem door gebitselementen of implantaten gedragen bruggen hadden, waren bij eenzelfde te leveren kauwprestatie veel minder in staat de benodigde mechanische belasting te reguleren dan proefpersonen met een intact occlusiesysteem (Svensson en Trulsson, 2011). Of dit ook tot merkbare problemen of zelfs klachten leidt, is echter niet bekend.

Evenals voor gebitselementen geldt voor kronen en bruggen en voor implantaten dat ze onvoldoende bestand zijn tegen extreme mechanische belasting die zich kan manifesteren bij orale bewegingsstoornissen. Daarom zij nogmaals benadrukt dat primair de oorzaak van de orale bewegingsstoornis moet worden behandeld. Omdat het uitermate lastig is orale bewegingsstoornissen volledig uit te bannen, is het verstandig bij het maken van een keus voor het materiaal van kronen en bruggen hiermee rekening te houden. De keuze zal dan vallen op metaal of metaal-porselein (Witter et al, 2012a). Bovendien wordt aanbevolen zo mogelijk voor (herstel van) cuspidaatgeleiding te kiezen en voor (nachtelijke) bescherming van de restauraties en eventueel van de implantaten een stabilisatieopbeetplaat te vervaardigen (Derksen et al, 2000; Lobbezoo et al, 2004; Steenks et al, 2005).

### Slotbeschouwing

Voor herstel of verhoging van het functieniveau van een anatomisch gereduceerd occlusiesysteem met kronen en bruggen bestaan meerdere mogelijkheden en indicaties (Witter et al, 2012a; Witter et al, 2012b). Bij het indiceren

van deze prothetische constructies is ook het mechanische aspect een belangrijk punt van overweging. Om die afwijking verantwoord te kunnen maken, is kennis nodig over de mechanische gevolgen van anatomische reductie, de adaptatiemogelijkheden, de reservecapaciteiten, de compensatiemechanismen en de mechanische aspecten van herstel of verhoging van het functieniveau van het occlusiesysteem.

### Literatuur

- \* Aras K, Hasanreisoglu U, Shinogaya T. Masticatory performance, maximum occlusal force, and occlusal contact area in patients with bilaterally missing molars and distal extension removable partial dentures. *Int J Prosthodont* 2009; 22: 204-209.
- \* Baat C de, Nieuw Amerongen A van, Lobbezoo F. Gebitsslijtage. Een praktische handreiking voor preventie, diagnostiek en behandeling. Hoofdstuk 3. Attritie. Houten: Prelum Uitgevers, 2009a.
- \* Baat C de, Nieuw Amerongen A van, Lobbezoo F. Gebitsslijtage. Een praktische handreiking voor preventie, diagnostiek en behandeling. Hoofdstuk 11. Restauratieve behandeling van gebitsslijtage. Houten: Prelum Uitgevers, 2009b.
- \* Beek H van. Proefschriften 25 jaar na dato 1. Mesiale migratie van gebitselementen door occlusale krachten. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2004; 111: 48-51.
- \* Bilt A van der, Olthoff LW, Bosman F, Oosterhaven SP. The effect of missing postcanine teeth on chewing performance in man. *Arch Oral Biol* 1993; 38: 423-429.
- \* Bilt A van der, Olthoff LW, Bosman F, Oosterhaven SP. Chewing performance before and after rehabilitation of post-canine 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.
- \* Derksen HB, Kuij P van der, Battistuzzi PGFCM. Herstel van tand-slijtage. Restauratief-prothetische aspecten. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2000; 107: 301-307.
- \* 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.
- \* Hattori Y, Satoh C, Seki S, Watanabe Y, Ogino Y, Watanabe M. Occlusal and TMJ loads in subjects with experimentally shortened dental arches. *J Dent Res* 2003; 82: 532-536.
- \* Ikebe K, Morii K, Matsuda K, Nokubi T. Discrepancy between satisfaction with mastication, food acceptability, and masticatory performance in older adults. *Int J Prosthodont* 2007; 20: 161-167.
- \* Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, et al. Association of masticatory performance with age, gender, number of teeth, occlusal force and salivary flow in Japanese older adults: is ageing a risk factor for masticatory dysfunction? *Arch Oral Biol* 2011; 56: 991-996.
- \* Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, et al. Masticatory performance in older subjects with varying degrees of tooth loss. *J Dent* 2012; 40: 71-76.
- \* 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.
- \* Kanno T, Carlsson GE. A review of the shortened dental arch concept

- focusing on the work by the Käyser/Nijmegen group. *J Oral Rehabil* 2006; 33: 850-862.
- \* Kondo T, Wakabayashi N. Influence of molar support loss on stress and strain in premolar periodontium: A patient-specific FEM study. *J Dent* 2009; 37: 541-548.
  - \* Lavigne GJ, Khoury S, Abe S, Yamaguchi T, Raphael K. Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians. *J Oral Rehabil* 2008; 35: 476-494.
  - \* Lindskog-Stokland B, Hansen K, Tomasi C, Hakeberg M, Wennström JL. Changes in molar position associated with missing opposed and/or adjacent tooth: a 12-year study in women. *J Oral Rehabil* 2012; 39: 136-143.
  - \* Lobbezoo F, Brouwers JEIG, Cune MS, Naeije M. Tandheelkundige implantaten bij bruxisten. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2004; 111: 85-90.
  - \* Olthoff LW, Bilt A van der. Proefschriften 25 jaar na dato 32. Fysiologische aspecten van het kauwproces. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2012; 119: 85-89.
  - \* Österberg T, Carlsson GE. Dental state, prosthodontic treatment and chewing ability - a study of five cohorts of 70-year-old subjects. *J Oral Rehabil* 2007; 34: 553-559.
  - \* Palmqvist S, Carlsson GE, Öwall B. The combination syndrome: A literature review. *J Prosthet Dent* 2003; 90: 270-275.
  - \* Poyser NJ, Porter RWJ, Briggs PFA, Chana HS, Kelleher MGD. The Dahl Concept: past, present and future. *Br Dent J* 2005; 198: 669-676.
  - \* Pröschel PA, Raum J. Preconditions for estimation of masticatory forces from dynamic EMG and isometric bite force-activity relations of elevator muscles. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 563-569.
  - \* Rues S, Lenz J, Türp JC, Schweizerhof K, Schindler HJ. Muscle and joint forces under variable equilibrium states of the mandible. *Clin Oral Invest* 2011; 15: 737-747.
  - \* Sarita PT, Kreulen CM, Witter DJ, Hof MA van 't, Creugers NHJ. A study on occlusal stability in shortened dental arches. *Int J Prosthodont* 2003a; 16: 375-380.
  - \* Sarita PT, Witter DJ, Kreulen CM, Hof MA van 't, Creugers NHJ. Chewing ability of subjects with shortened dental arches. *Community Dent Oral Epidemiol* 2003b; 31: 328-334.
  - \* Sierpińska T, Golebiewska M, Diugosz JW. The relationship between masticatory efficiency and the state of dentition at patients with non rehabilitated partial lost of teeth. *Adv Med Sci* 2006; 51 (Suppl. 1): 196-199.
  - \* Slagter AP, Olthoff LW, Bosman F, Steen WHA. Masticatory ability, denture quality, and oral conditions in edentulous subjects. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 299-307.
  - \* Slagter AP, Bosman F, Bilt A van der. Communion of two artificial test foods by dentate and edentulous subjects. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 159-176.
  - \* Steenks MH, The GL, Aaftink HM. Kaakrelatie bij de behandeling van musculoskeletale stoornissen met een stabilisatieopbeetplaat. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2005; 112: 279-282.
  - \* Svensson KG, Trulsson M. Impaired force control during food holding and biting in subjects with tooth- or implant-supported fixed prostheses. *J Clin Periodontol* 2011; 38: 1137-1146.
  - \* Türker KS. Reflex control of human jaw muscles. *Crit Rev Oral Biol Med* 2002; 13: 85-104.
  - \* Ueno M, Yanagisawa T, Shimada K, Ohara S, Kawaguchi Y. Masticatory ability and functional tooth units in Japanese adults. *J Oral Rehabil* 2008; 35: 337-344.
  - \* 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.
  - \* Willigen JD van. Morfologie en functie van het orofaciale systeem. Utrecht/Antwerpen: Bohn, Scheltema & Holkema, 1983.
  - \* Witter DJ, Elteren P van, Käyser AF. Migration of teeth in shortened dental arches. *J Oral Rehabil* 1987; 14: 321-329.
  - \* Witter DJ, Creugers NHJ, Kreulen CM, Haan AF de. Occlusal stability in shortened dental arches. *J Dent Res* 2001; 80: 432-436.
  - \* Witter DJ, Barèl JC, Baat C de, Keltjens HMAM, Creugers NHJ. Behandeling met een partiële gebitsprothese 2. Oorzaken en gevolgen van een gereduceerd occlusiesysteem. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2011; 118: 21-28.
  - \* Witter DJ, Hoefnagel RA, Gerritsen AE, Creugers NHJ. Kronen en bruggen - functies en typen. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2012a; 119: 595-605.
  - \* Witter DJ, Brands WG, Hoefnagel RA, Creugers NHJ. Medisch-ethische overwegingen bij de indicatie van kronen, bruggen en implantaten. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2012b; 119: 611-619.
  - \* Witter DJ, Gerritsen AE, Spijker A van 't, Creugers NHJ. Kronen en bruggen in relatie tot het occlusiesysteem. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2013; 120: 68-80.
  - \* Woda A, Hennequin M, Peyron MA. Mastication in humans: finding a rationale. *J Oral Rehabil* 2011; 38: 781-784.
  - \* Zhang Q, Witter DJ, Bronkhorst EM, Creugers NHJ. Chewing ability in an urban and rural population over 40 years in Shandong Province, China. *Clin Oral Investig* 2013; Epub ahead of print.

## Summary

### The role of single- and multiple-unit fixed dental prostheses in the strength distribution of the occlusal and orofacial system

*An occlusal system that does not function well, has a negative impact on the functional level of the oral system and the orofacial system. In purely mechanical terms, a limited anatomical reduction of the occlusal system has limited implications for the functional level since the occlusal system has several forms of adaptation, reserve, and compensation. However, following the loss of (parts of) teeth, an occlusal system may be anatomically reduced to such an extent that restoration of the functional level is required, for instance by the use of implant-supported single- and multiple-unit fixed dental prostheses. The mechanical strength of a tooth and a single-tooth fixed dental prosthesis on a similar tooth type is not essentially different. But the same cannot be said of the mechanical strength of a multiple-unit fixed dental prosthesis, because the strength is controlled by the mechanoreceptors in the periodontal ligaments of the abutment teeth. This control system is disturbed by the insufficiency of or, when oral implants are involved, the absence of mechanoreceptors. It is unknown whether this is causing noticeable problems.*

## Bron

C. de Baat, DJ. Witter, C.D. van der Maarel-Wierink, N.H.J. Creugers  
Uit de vakgroep Orale Functieer van het Universitair Medisch Centrum St Radboud in Nijmegen

Datum van acceptatie: 10 december 2012

Adres: prof. dr. C. de Baat, UMC St Radboud, postbus 9101, 6500 HB

Nijmegen

c.debaat@dent.umcn.nl