



# Prothetische dilemma's

## Het verbinden van natuurlijke gebitselementen en implantaten

In de klinische praktijk lijkt met enig voorbehoud de prognose op de middellange termijn van zowel tand-implantaat- als implantaat-implantaatbruggen vergelijkbaar. Die stelling is vooral goed te onderbouwen voor tand-implantaatbruggen in vrijeindigende situaties, waarbij een implantaat met een gebitselement wordt verbonden. Uitgangspunten zijn een gezonde natuurlijke pijler, een overspanning die niet breder is dan 1 premolaar, een starre verbinding tussen het implantaat en het natuurlijke gebitselement en het gebruik van een sterk cement.

Cune MS, Putter C de, Verhoeven JW, Meijer GJ. Prothetische dilemma's. Het verbinden van natuurlijke gebitselementen en implantaten. Ned Tijdschr Tandheelkd 2008; 115: 613-619.

### Inleiding

Soms is het vanwege lokale anatomische omstandigheden niet mogelijk om voldoende implantaten te plaatsen voor een implantaat-implantaatbrug of voor solitaire implantaatkronen (afb. 1). Het verbinden van natuurlijke gebitselementen en implantaten (een tand-implantaatbrug) is dan een optie, die bovendien ook uit kosteneffectief oogpunt aantrekkelijk kan zijn. Immers, de kosten van zowel de chirurgische als de prothetische behandeling van zo'n constructie zijn aanmerkelijk lager, voornamelijk door de lagere kosten voor de implantaatcomponenten. Een tand-implantaatbrug wordt nog aantrekkelijker als het natuurlijke gebitselement toch al een meer duurzame restauratie in de vorm van een kroon behoeft. De nabezwaren van een eventuele botaugmentatie worden bovendien vermeden.

Het spreekt voor zich dat een behandeloptie slechts dan een reële optie is als deze ook klinisch en functioneel kan wedijveren met de alternatieven. Dat wil zeggen dat de implantaten, de prothetische constructie en de al dan niet gebruikte natuurlijke pijler in beide voorzieningen een vergelijkbare prognose hebben. In dit artikel wordt geprobeerd een antwoord te geven op de vraag of uit biologisch en functioneel oogpunt een tand-implantaatbrug een vergelijkbare prognose heeft als een implantaat-implantaatbrug. Daarvoor wordt de beschikbare literatuur besproken en kritisch beschouwd.

### 'Oude' inzichten

Van oudsher werd verondersteld en onderwezen dat het verbinden van implantaten en natuurlijke gebitselementen niet gewenst of mogelijk is (Skalak, 1985; Sullivan, 1986; Pesun

et al, 1999). Er bestaat, zo werd gesteld, een groot verschil in beweeglijkheid tussen implantaten en natuurlijke pijlers. Een natuurlijk gebitselement met een gezond parodontium heeft een beweeglijkheid van 50-200  $\mu\text{m}$ . De beweeglijkheid van een implantaat bedraagt slechts 10  $\mu\text{m}$  (Becker et al, 2000). Tussen implantaat en kaakbot bestaat immers een directe verbinding, gelijkend op die van een ankylose. De beperkte beweeglijkheid van het implantaat wordt dan ook voornamelijk veroorzaakt door de geringe flexibiliteit van het alveolaire bot. Het verschil in beweeglijkheid tussen een natuurlijk gebitselement en een implantaat laat zich ook uitdrukken in een verschil in elasticiteitsmodulus tussen het parodontale ligament en corticale bot, namelijk 0,2 versus 13.700 MPa (Meijer et al, 1995). In theorie zouden de krachten voornamelijk worden geleid naar de pijler met de minste beweeglijkheid: het implantaat dus. Dit zou tot overbelasting van het implantaat en de suprastructuurdelen leiden, met negatieve biologische en mechanische consequenties, zoals implantaatbreuk, excessief marginaal botverlies, breuk of losraken van suprastructuurdelen en cementbreuk bij de natuurlijke pijler.

In de veronderstelling dat de dempende werking van het parodontale ligament ook voor implantaten 'heilzaam' zou zijn, is in de praktijk geprobeerd om hier, al dan niet met voorbedachten rade, voor te compenseren. Zo was bij de Linkow-bladimplantaten, die in de jaren '60 van de vorige eeuw veelvuldig zijn toegepast, sprake van zogenaamde 'fibro-osseointegratie'. Er bestond geen direct implantaat-botcontact, maar er was een laag van circulair verloopende bindweefselvezels tussen implantaat en kaakbot. Hieraan werd door ontwikkelaar en gebruikers van het bladimplan-



**Afb. 1.** a. Vrijeindigende dentate situatie aan de rechterzijde van de onderkaak. Het plaatsen van een implantaat in de regio 45 is om anatomische redenen niet mogelijk. Ter plaatse van de vroegere mesiale radix van gebitselement 46 kan het implantaat wel worden geplaatst.  
 b. Proefopstelling met 2 extra premolaren.  
 c. Boormal ten behoeve van een te plaatsen implantaat in de regio 46.  
 d. Intraorale situatie 3 maanden na het plaatsen van het implantaat.  
 e. Intraorale situatie na het plaatsen van een abutment en het prepareren van de pijler 44.  
 f. Brug met afneemknopje, linguaal van de implantaatpijler.  
 g. Driedelige goud-porseleinbrug geplaatst, lateraal aanzicht.  
 h. Idem, occlusaal aanzicht.  
 i. Twee röntgenbeelden na 1 jaar.

taat een dempende werking toebedacht die vergelijkbaar zou moeten zijn met het parodontale ligament (Linkow en Kohen, 1979). Die veronderstelling is nooit getoetst. Overigens heeft dierexperimenteel onderzoek aangetoond dat het mogelijk is om implantaten van een 'echt' parodontale ligament te voorzien. Cellen van het parodontale ligament werden daarvoor gezaaid op het implantaat. Bij histologische evaluatie bleek dat in sommige coupes horizontaal verlopende, in het kaakbot verankerde vezels aanwezig waren (Choi, 2000). In een ander onderzoek werd bij apen bewust een implantaat in het parodontale ligament van de radix van een gebitselement geïmplanteerd. Bij histologisch onderzoek werden ook daar horizontaal verlopende vezels tussen implantaat en kaakbot gezien die waren verankerd in, wat wordt beschreven als een 'cementachtige laag' (Buser et al, 1990a; Buser et al, 1990b).

Tevens ontwikkelde men implantaatcomponenten die de krachten zouden moeten dempen en het parodontale ligament moesten simuleren (Kirsch en Mentag, 1986; Babbush

et al, 1987; Fugazzotto et al, 1999). Er werden diverse benamingen aan gegeven zoals drukbreker, intramobiel element, stressbreker en stressverdelers. Door de implantaateigenschappen zelf te veranderen, dan wel een coating te simuleren van een materiaal dat de elastische eigenschappen van het parodontale ligament meer benadert, is ook enige demping van krachten te verwachten (Meijer et al, 1997a; Meijer et al, 1997b).

In de praktijk is het beginsel van fibro-osseointegratie al lang verlaten en lijkt een 'echt' parodontale ligament op implantaten niet nodig (en complex te verkrijgen). Het nut van 'drukbekende' implantaatonderdelen in de kliniek is niet aangetoond, noch in dierexperimentele, noch in humane onderzoeken (Van Rossen, 1991).

### Resultaten in de praktijk

In 3 systematische literatuuronderzoeken, uitgevoerd door dezelfde onderzoeksgroep, werd de prognose van verschillende typen brugconstructies beschreven, te weten conven-

tionele tand-tandbruggen, implantaat-implantaatbruggen en tand-implantaatbruggen (Tan et al, 2004; Pjetursson et al, 2004; Lang et al, 2004). De brugoverleving na 10 jaar bedroeg respectievelijk 89%, 87% en 78%. Omdat ook de implantaatoverleving in de tand-implantaatgroepen lager was dan in de implantaat-implantaatgroepen, werd door de auteurs geconcludeerd dat een tand-implantaatbrug ten opzichte van een implantaat-implantaatbrug een minder gunstige prognose heeft. Een implantaat-implantaatbrug verdient volgens hen dan ook de voorkeur. In individuele gevallen – gestuurd door de anatomie – is een tand-implantaatbrug een optie. Ten slotte wordt gesteld dat er een gebrek is aan goede langetermijnonderzoeken, voornamelijk door beperkte groepsgroottes, om de prognose van tand-implantaatconstructies goed te kunnen beoordelen (Lang et al, 2004).

Deze laatste conclusie is goed te billijken, zeker wanneer in ogenschouw wordt genomen op basis van welke 4 publicaties de overleving van tand-implantaatconstructies na 10 jaar is berekend (tab. 1). Het betreft in totaal slechts 100 implantaten en 60 bruggen. Twee onderzoeken betreffen zogenaamde ‘single crystal’ implantaten (Bioceram), vervaardigd van aluminiumoxide, dat niet langer als gangbaar mag worden beschouwd (Steflik et al, 1995; Fartash en Arvidson, 1997). Deze 2 onderzoeken en ook het onderzoek van Brägger et al, (2005) waren bovendien niet specifiek ingericht om het verschil tussen tand-implantaat en implantaat-implantaatconstructies te evalueren. Van grote wetenschappelijk schoonheid is echter wel het onderzoek van Gunne et al (1999). Drieëntwintig patiënten die bilateraal in de onderkaak edentaat waren in de zijdelingse delen (Kennedy-Applegate klasse I) werden geselecteerd. Beiderzijds werden 2 implantaten geplaatst. Aan de ene kant werd vervolgens een implantaat-implantaatbrug gemaakt, terwijl aan de andere kant het mediane implantaat ‘slappend’ werd gehouden en een tand-implantaatbrug werd vervaar-

**Tabel 1.** Kans op implantaat- en brugoverleving na 10 jaar (naar Lang et al, 2004).

Auteur	Aantal Implantaten	Verlies	Kans op implantaat-overleving
Brägger et al (2005)	22	5	77,7
Gunne et al (1999)	23	2	89,9
Fartash en Arvidson (1997)	27	0	100,0
Steflik et al (1995)	28	9	64,7
<b>Totaal</b>			
Implantaatoverleving (en 95% betrouwbaarheidsinterval) gebaseerd op 100 implantaten: 82,1% (55,8 - 93,6)			
Brugoverleving (en 95% betrouwbaarheidsinterval) gebaseerd op 60 bruggen: 77,8% (66,4 - 85,7)			

digd. Implantaat en natuurlijk gebitselement werden star met elkaar verbonden door middel van een McCollum-schuifslot met laterale verschroefing. Na minimaal 10 jaar bestond er geen verschil in implantaatverlies tussen beide typen bruggen bij dezelfde patiënt (10,9 versus 8,7%). Ook de hoeveelheid marginaal botverlies en de ‘parodontale’ indices rond zowel de natuurlijke als de implantaatpijlers waren gelijk. Dat gold eveneens voor de brugoverleving.

Gezien de onderzoeksopzet, de groepsgrootte én de duur van het onderzoek, mag aan de resultaten van dit vergelijkende onderzoek tussen tand-implantaatbruggen en implantaat-implantaatbruggen veel waarde worden toegekend. In een ander onderzoek door dezelfde onderzoeksgroep, maar dan ingericht voor de vergelijking van beide typen bruggen in de bovenkaak bestond ook geen verschil in implantaat- en brugoverleving bij patiënten met een dubbelzijdig vrijeindigende dentate bovenkaak (Lindh et al, 2001). De tand-implantaatbrug deed het in termen van marginaal botverlies zelfs iets beter.

Omdat er weinig geschikte onderzoeken zijn met een observatieperiode van 10 jaar lijkt het zinvoller om te kijken naar de onderzoeken met een observatieperiode van ten minste 5 jaar. In deze literatuuronderzoeken konden veel meer artikelen en dus patiënten, implantaten en bruggen worden opgenomen (namelijk 115 bruggen en 932 implantaten). De brugoverleving voor implantaat-implantaatbruggen en tand-implantaatbruggen bedroeg respectievelijk 95% en 94%. Vijf procent van de implantaten in de implantaat-implantaatgroep ging na 5 jaar verloren en 3% in de tand-implantaatgroep. De belangrijkste mechanische complicaties bij implantaat-implantaatbruggen respectievelijk tand-implantaatbruggen waren porseleinbreuk (13% versus 10%), het losraken van de brug (3% versus 6%), intrusie van de natuurlijke pijlers (niet van toepassing versus 5%) en het losraken van het abutment (6% versus 3%).

Omdat de gegevens voor tand-implantaatbruggen na 10 jaar waren gebaseerd op een zeer klein aantal onderzoeken, weinig patiënten, bruggen en implantaten, met bovendien methodologische tekortkomingen, zijn ze voor de meningsvorming niet goed bruikbaar. De voorzichtige conclusie is dat tand-implantaatbruggen op de middellange termijn (na 5 jaar) zowel wat overleving van brug en implantaat betreft als wat technische complicaties betreft niet onderdoen voor implantaat-implantaatbruggen. Ook recentere artikelen over tand-implantaatbruggen, bijvoorbeeld Palmer et al (2005), laten goede resultaten zien.

### Theoretische verklaringen

Kennelijk bestaat er dus discrepantie tussen de ‘oude’ inzichten, waarbij het vervaardigen van tand-implantaatbruggen werd ontraden, en de acceptabele resultaten in de klinische praktijk. Het verschil in beweeglijkheid tussen implantaat en natuurlijk gebitselement lijkt niet funest voor tand-implantaatconstructies. Daar zijn verklaringen voor te bedenken en aangedragen.

- › In tegenstelling tot wat voorheen werd verondersteld delen implantaten en natuurlijke gebitselementen wel degelijk de belasting. Uit een *in vivo*-experiment bij patiënten met tand-implantaatbruggen werden rekstrookjes op een natuurlijk gebitselement en op een implantaat geplakt. Daarmee kon worden bepaald in hoeverre de krachten tijdens kauwen naar het implantaat of naar het gebitselement werden herleid. Het blijkt dat implantaat en gebitselement gezamenlijk de belasting dragen. Neemt de totale belasting op de brugconstructie toe, dan neemt ook het aandeel dat wordt opgevangen door het gebitselement toe (Rangert et al, 1995). In dierexperimenteel onderzoek werden bij hetzelfde proefdier implantaat-implantaat- en tand-implantaatbruggen gemaakt. Bij histologische evaluatie werden geen verschillen geconstateerd tussen het parodontale ligament van de natuurlijke pijlers die als brugpijler hadden gediend en dat van de belendende natuurlijke gebitselementen die geen onderdeel van de brug vormden (Biancu et al, 1995; Pesun et al, 1999). Omdat bij zowel overbelasting als onderbelasting veranderingen in het parodontale ligament plaatsvinden, werden deze bevindingen beschouwd als indirect bewijs dat het parodontium van natuurlijke pijlers in tand-implantaatbruggen normaal wordt belast. In een ander dierexperimenteel onderzoek bestond geen verschil in het percentage botcontact tussen vrijstaande implantaten, implantaten die star en implantaten die door middel van een drukkbreker met een natuurlijk gebitselement waren verbonden (Van Rossen, 1991). De generaliseerbaarheid van gegevens uit proefdieronderzoek naar de humane situatie is echter beperkt.
- › De implantaat-abutmentverbinding van het Bråne-mark-implantaat laat in een *in vitro*-experiment 10 µm beweeglijkheid of speling toe. Vertaald naar een situatie met een premolaar brede dummy, ligt de beweeglijkheid in dezelfde orde van grootte als die van het natuurlijke gebitselement (Rangert et al, 1991). Naar de huidige inzichten lijkt een beweeglijke implantaat-abutmentverbinding echter juist ongewenst. Door de visco-elastische eigenschappen van het parodontium zal het gebitselement tijdens de eerste fase van belasting, als de antagonist elkaar raken, een groot deel van de last dragen. Het gebitselement reageert feitelijk zelfs als een rigide pijler. Dit kon in een eindige-elementenmethode worden berekend (Menicucci et al, 2002). De aanwezigheid van interstitieel vocht in de parodontalspleet wordt voor dit fenomeen verantwoordelijk gehouden (Brunski en Skalak, 1993). Deze eerste fase van de belasting treedt op tijdens kauwen en wordt ook wel transitionele of dynamische belasting genoemd. Andere onderzoeken naar de karakteristieken van het parodontium gaan ten onrechte aan deze visco-elastische eigenschappen voorbij en beschouwen het parodontium als puur elastisch (Wilson et al, 1994).

Het gebruik van mathematische modellen, zoals bij de

eindige-elementenmethode, verdient overigens kritische beschouwing vanwege de diverse aannamen die in die modellen worden gedaan (Geng et al, 2001). Zo wordt aangenomen dat bot homogeen, isotroop en lineair elastisch is, dat het implantaat 100% botcontact onderhoudt en aan dat bot is gebonden. Bot is echter niet homogeen; sommige gebieden hebben een grotere botdichtheid dan andere. Bot is anisotroop; de reactie op belasting hangt door de trabeculae af van de richting waarin wordt belast. Bot is niet als een lineair elastisch, maar als een visco-elastisch materiaal te beschouwen. Geen enkel implantaat(type) onderhoudt 100% botcontact en het is maar de vraag of bij de huidige implantaten, oppervlaktestructuren en bewerkingen, kan worden gesproken van binding aan bot. Bij de interpretatie van de resultaten van onderzoeken met de eindige-elementenmethode en bij de vertaalslag van die resultaten naar de kliniek moet de validiteit van het rekenmodel dan ook altijd in ogenschouw worden genomen. De bevindingen verkregen uit dit soort onderzoek dienen aan de praktijk te worden getoetst.

- › Bij toenemende belasting loopt door het doorbuigen van de brug, het natuurlijke gebitselement vast in zijn alveole. Er zou dan sprake zijn van direct contact tussen het worteloppervlak en het alveolaire bot, net als bij de implantaatpijler. In hoeverre orthodontische krachten na verloop van tijd zorg dragen voor een functionele aanpassing van de alveole wordt hier buiten beschouwing gelaten, maar dit lijkt niet ondenkbaar.

Uit de vergelijking van de in dit artikel besproken systematische literatuuronderzoeken over tand-implantaat- en implantaat-implantaatbruggen zou bij onzorgvuldige beschouwing kunnen worden verondersteld dat het losraken van de brug in de tand-implantaatgroepen meer zou voorkomen dan bij implantaat-implantaatbruggen (6% versus 3% na 5 jaar). Die conclusie zou voorbarig zijn. Veel auteurs vonden het bij tand-implantaatbruggen, vaker dan bij implantaat-implantaatbruggen, verstandig om de suprastructuur met slap cement te plaatsen. Het wekt geen verbazing dat die bruggen vaker loskomen. Illustratief is een vrij recent prospectief onderzoek van Palmer et al (2005). Bij 19 patiënten die edentaat waren in de laterale delen, werd distaal van het laatste gebitselement een implantaat geplaatst en vervolgens een tand-implantaatbrug met een premolaar-brede dummy vervaardigd. Daarbij werd gebruikgemaakt van een gouden kap op de natuurlijke pijler die met sterk cement werd bevestigd. De 3-delige brug werd met slap cement vastgezet op het implantaat en het gebitselement met kap. Tijdens de 3 jaar durende observatieperiode kwamen 8 van de 19 bruggen los. Besloten werd om ze met sterk cement te herplaatsen. Losraken van de brug kwam vervolgens niet meer voor. Er gingen geen implantaten of natuurlijke pijlers verloren, alle bruggen bleven behouden en men constateerde stabiele marginale botniveaus na 3 jaar. De breedte van het

te vervangen gebitselement was in alle gevallen kleiner dan 8 mm. Uit onderzoek naar tand-implantaatconstructies blijkt die afstand, een premolaarbreedte dus, een kritische grens te zijn met betrekking tot de hoeveelheid marginaal botverlies rond het implantaat. Het botverlies neemt significant toe als de tand-implantaatafstand groter wordt dan 8 mm (Baron et al, 2005).

Cementbreuk is een vervelende maar reversibele complicatie. Intrusie van natuurlijke pijlers is echter een ernstige mechanische complicatie omdat het overmaken van de suprastructuur dan nodig kan zijn. Intrusie is immers onomkeerbaar en de suprastructuur zal niet meer passen. Over intrusie van de natuurlijke pijler in tand-implantaatbruggen wordt erg wisselend gerapporteerd (Ericsson et al, 1986; Astrand et al, 1991; Cho en Chee, 1992; English, 1993; Kay, 1993; Rieder en Parel, 1993; Lundgren en Laurell, 1994; Gunne et al, 1997; Sheets en Earthman, 1997; Garcia en Oesterle, 1998; Schlumberger et al, 1998; Fugazzotto et al, 1999; Hosny et al, 2000; Kindberg et al, 2001; Naert et al, 2001a; Naert et al, 2001b; Tangerud et al, 2002; Block et al, 2002; Lang et al, 2004; Brägger et al, 2005; Palmer et al, 2005; Cordaro et al, 2005; Akça et al, 2006). De gerapporteerde incidentie varieert tussen 0 en 66% (!). Opvallend is dat intrusie alleen voorkomt in die onderzoeken waar losgeraakte implantaatbruggen langere tijd onopgemerkt bleven of in gevallen waarbij de auteurs hadden gekozen om gebitselement en implantaat te verbinden door middel van een precisieslot dat beweging toeliet. Dit type verbinding is ongewenst (afb. 2). Als oorzaak voor het optreden van intrusie wordt onder andere gedacht aan onderbelasting ('disuse atrophy') en impactie van voedselresten in het slot (Sheets en Earthman, 1997). Als toch voor een voorwaardelijk uitneembare constructie wordt gekozen, dan is een rigide schuifslot een verstandigere keus, bijvoorbeeld de Combi-Snap® (Cendres et Métaux, Biel, Zwitserland) (Tangerud et al, 2002). Dergelijke precisieverankeringen zijn echter kostbaar. Aangezien de constructie, mocht

Afb. 2. Een non-rigide schuifslot (T-slot) is ongewenst bij het verbinden van implantaten en natuurlijke gebitselementen.



cementbreuk optreden, het meest waarschijnlijk zal losraken op de natuurlijke pijler is het aanbrengen van een afneemknop ter plaatse van de implantaatpijler een optie. De brug kan dan gemakkelijker worden losgetikt zonder schade aan het porselein te veroorzaken (afb. 1f).

### Slotbeschouwing en klinische aanbevelingen

Bij beschouwing van de literatuur valt op dat er veel informatie beschikbaar is over de prognose van tand-implantaatbruggen en implantaat-implantaatbruggen. Om te kunnen beoordelen of beide constructies ook een vergelijkbare prognose hebben laat de kwaliteit van die informatie echter te wensen over. De patiëntenpopulaties, indicatiegebieden en technische oplossingen in de verschillende onderzoeken zijn erg divers. De toepasbaarheid van de *in vitro*-onderzoeken (eindige-elementenmethode en buigtesten) en dierexperimenten naar de klinische humane situatie is moeilijk omdat gerandomiseerde klinische onderzoeken ontbreken. Wel zijn er cohortonderzoeken, maar het probleem daarbij is dat het veelal niet duidelijk is waarom voor een bepaalde therapie ten faveure van een andere werd gekozen. Vaak is er een negatieve therapie-keuze; het alternatief was niet mogelijk. Ten slotte valt op dat de observatieperiode van de meeste onderzoeken de 5 jaar niet overstijgt. De meeste onderzoeken met langetermijnresultaten hebben belangrijke tekortkomingen. Enkele onderzoeken naar de toepassing van tand-implantaatbruggen en implantaat-implantaatbruggen vormen een positieve uitzondering doordat beide constructies bij dezelfde patiënt werden beschouwd (Gunne et al, 1999; Hosny et al, 2000; Lindh et al, 2001). De onderzoeken van Gunne et al (1999) en Lindh et al (2001) beperkten zich bovendien tot de vrijeindigende situatie in respectievelijk de onder- en de bovenkaak. Aan de goede resultaten uit deze onderzoeken moet dan ook veel waarde worden gehecht.

Bovengenoemde bezwaren in aanmerking genomen kan met de nodige reserves worden gesteld dat op de middel-lange termijn, vanuit functioneel en biologisch perspectief, tand-implantaatbruggen en implantaat-implantaatbruggen vergelijkbaar zijn. Ze hebben beide een goede prognose. Deze stelling lijkt vooral goed te onderbouwen voor tand-implantaatbruggen in vrijeindigende situaties waarbij een enkel implantaat met een gebitselement wordt verbonden. Wanneer wordt gekozen om gebitselementen en implantaten te verbinden dan gelden, naast gangbare restauratieve principes, de volgende praktische uitgangspunten en aanbevelingen in het bijzonder:

- > de natuurlijke pijler heeft een goede parodontale, restauratieve en endodontale prognose;
- > geen overspanningen van meer dan 1 premolaarbreedte;
- > toepassen van een implantaatsysteem met een betrouwbare implantaat-abutmentverbinding;
- > aanbrengen van een rigide verbinding tussen implantaat en gebitselement;
- > een sterk cement gebruiken.

Literatuur

- Akça K, Uysal S, Cehreli MC. Implant-tooth-supported fixed partial prostheses: correlations between *in vivo* occlusal bite forces and marginal bone reactions. *Clin Oral Implants Res* 2006; 17: 331-336.
- Astrand P, Borg K, Gunne J, Olsson M. Combination of natural teeth and osseointegrated implants as prosthesis abutments: a 2-year longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991; 6: 305-312.
- Babbush CA, Kirsch A, Mentag PJ, Hill B. Intramobile cylinder (IMZ) two-stage osteointegrated implant system with the intramobile element (IME): part I. Its rationale and procedure for use. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987; 2: 203-216.
- Baron M, Haas R, Baron W, Mailath-Pokorny G. Peri-implant bone loss as a function of tooth-implant distance. *Int J Prosthodont* 2005; 18: 427-433.
- Becker CM, Kaiser DA, Jones JD. Guidelines for splinting implants. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 210-214.
- Biancu S, Ericsson I, Lindhe J. The periodontal ligament of teeth connected to osseointegrated implants. An experimental study in the beagle dog. *J Clin Periodontol* 1995; 22: 362-370.
- Block MS, Lirette D, Gardiner D et al. Prospective evaluation of implants connected to teeth. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17: 473-487.
- Brägger U, Karoussis I, Persson R, Pjetursson B, Salvi G, Lang N. Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10-year prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 326-334.
- Brunski JB, Skalak R. Biomechanics of osseointegration and dental prostheses. In: I Naert, D van Steenberghe, P Worthington. *Osseointegration in Oral Rehabilitation. An Introductory Text-book.* Chicago: Quintessence, 1993.
- Buser D, Warrer K, Karring T. Formation of a periodontal ligament around titanium implants. *J Periodontol* 1990a; 61: 597-601.
- Buser D, Warrer K, Karring T, Stich H. Titanium implants with a true periodontal ligament: an alternative to osseointegrated implants? *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990b; 5: 113-116.
- Cho GC, Chee WW. Apparent intrusion of natural teeth under an implant-supported prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 3-5.
- Choi BH. Periodontal ligament formation around titanium implants using cultured periodontal ligament cells: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000; 15: 193-196.
- Cordaro L, Ercoli C, Rossini C, Torsello F, Feng C. Retrospective evaluation of complete-arch fixed partial dentures connecting teeth and implant abutments in patients with normal and reduced periodontal support. *J Prosthet Dent* 2005; 94: 313-320.
- English CE. Implant-supported versus implant-natural-tooth-supported fixed partial dentures. *J Dent Symp* 1993; 1: 10-15.
- Ericsson I, Lekholm U, Brånemark PI, Lindhe J, Glantz PO, Nyman S. A clinical evaluation of fixed-bridge restorations supported by the combination of teeth and osseointegrated titanium implants. *J Clin Periodontol* 1986; 13: 307-312.
- Fartash B, Arvidson K. Long-term evaluation of single crystal sapphire implants as abutments in fixed prosthodontics. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8: 58-67.
- Fugazzotto PA, Kirsch A, Ackermann KL, Neuendorff G. Implant/tooth-connected restorations utilizing screw-fixed attachments: a survey of 3.096 sites in function for 3 to 14 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14: 819-823.
- Garcia LT, Oesterle LJ. Natural tooth intrusion phenomenon with implants: a survey. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13: 227-231.
- Geng JP, Tan KB, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 585-598.
- Gunne J, Astrand P, Lindh T, Borg K, Olsson M. Tooth-implant and implant supported fixed partial dentures: a 10-year report. *Int J Prosthodont* 1999; 12: 216-221.
- Gunne J, Rangert B, Glantz PO, Svensson A. Functional loads on freestanding and connected implants in three-unit mandibular prostheses opposing complete dentures: an *in vivo* study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997; 12: 335-341.
- Hosny M, Duyck J, Steenberghe D van, Naert I. Within-subject comparison between connected and nonconnected tooth-to-implant fixed partial prostheses: up to 14-year follow-up study. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 340-346.
- Kay HB. Free-standing versus implant-tooth-interconnected restorations: understanding the prosthodontic perspective. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993; 13: 47-69.
- Kindberg H, Gunne J, Kronström M. Tooth- and implant-supported prostheses: a retrospective clinical follow-up up to 8 years. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 575-581.
- Kirsch A, Mentag PJ. The IMZ endosseous two phase implant system: a complete oral rehabilitation treatment concept. *J Oral Implantol* 1986; 12: 576-589.
- Lang NP, Pjetursson BE, Tan K, Brägger U, Egger M, Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. II. Combined tooth--implant-supported FPDs. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15: 643-653.
- Lindh T, Back T, Nyström E, Gunne J. Implant versus tooth-implant supported prostheses in the posterior maxilla: a 2-year report. *Clin Oral Implants Res* 2001; 12: 441-449.
- Linkow LI, Kohen PA. Evaluation of 564 implant patients (1.540 implants). *Implantologist* 1979; 1: 35-37.
- Lundgren D, Laurell L. Biomechanical aspects of fixed bridgework supported by natural teeth and endosseous implants. *Periodontol* 2000 1994; 4: 23-40.
- Meijer GJ, Cune MS, Dooren M van, Putter C de, Blitterswijk CA van. A comparative study of flexible (Polyactive) versus rigid (hydroxyapatite) permucosal dental implants. I. Clinical aspects. *J Oral Rehabil* 1997a; 24: 85-92.
- Meijer GJ, Heethaar J, Cune MS, Putter C de, Blitterswijk CA van. Flexible (Polyactive) versus rigid (hydroxyapatite) dental implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997b; 26: 135-140.
- Meijer GJ, Starmans FJ, Putter C de, Blitterswijk CA van. The influence of a flexible coating on the bone stress around dental implants. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 105-111.
- Menicucci G, Mossolov A, Mozzati M, Lorenzetti M, Preti G. Tooth-implant connection: some biomechanical aspects based on finite element analyses. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 334-341.

- Naert IE, Duyck JA, Hosny MM, Quirynen M, Steenberghe D van. Freestanding and tooth-implant connected prostheses in the treatment of partially edentulous patients Part II: An up to 15-years radiographic evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2001a; 12: 245-251.
- Naert IE, Duyck JA, Hosny MM, Steenberghe D van. Freestanding and tooth-implant connected prostheses in the treatment of partially edentulous patients. Part I: An up to 15-years clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2001b; 12: 237-244.
- Palmer RM, Howe LC, Palmer PJ. A prospective 3-year study of fixed bridges linking Astra Tech ST implants to natural teeth. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 302-307.
- Pesun IJ, Steflik DE, Parr GR, Hanes PJ. Histologic evaluation of the periodontium of abutment teeth in combination implant/tooth fixed partial denture. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14: 342-350.
- Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Brägger U, Egger M, Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15: 667-676.
- Rangert B, Gunne J, Glantz PO, Svensson A. Vertical load distribution on a three-unit prosthesis supported by a natural tooth and a single Brånemark implant. An *in vivo* study. *Clin Oral Implants Res* 1995; 6: 40-46.
- Rangert B, Gunne J, Sullivan DY. Mechanical aspects of a Brånemark implant connected to a natural tooth: an *in vitro* study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991; 6: 177-186.
- Rieder CE, Parel SM. A survey of natural tooth abutment intrusion with implant-connected fixed partial dentures. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993; 13: 334-347.
- Schlumberger TL, Bowley JF, Maze GI. Intrusion phenomenon in combination tooth-implant restorations: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 199-203.
- Sheets CG, Earthman JC. Tooth intrusion in implant-assisted prostheses. *J Prosthet Dent* 1997; 77: 39-45.
- Skalak R. Aspects of biomechanical considerations. In: PI Brånemark, GA Zarb, T Albrektsson. *Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence, 1985.
- Steflik DE, Koth DL, Robinson FG, et al. Prospective investigation of the single-crystal sapphire endosteal dental implant in humans: ten-year results. *J Oral Implantol* 1995; 21: 8-18.
- Sullivan DY. Prosthetic considerations for the utilization of osseointegrated fixtures in the partially edentulous arch. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986; 1: 39-45.
- Tan K, Pjetursson BE, Lang NP, Chan ES. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15: 654-666.
- Tangerud T, Grønningsaeter AG, Taylor A. Fixed partial dentures supported by natural teeth and Brånemark system implants: a 3-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17: 212-219.
- Rossen I van. *Dental implant loading: flexible versus rigid*. Amsterdam: Vrije Universiteit, 1991. Academisch proefschrift.
- Wilson AN, Middleton J, Jones ML, McGuinness NJ. The finite element analysis of stress in the periodontal ligament when subject to vertical orthodontic forces. *Br J Orthod* 1994; 21: 161-167.

## Summary

### Prosthetic dilemma's. Connecting teeth and implants

In clinical practice, the prognosis seems, with some reservations, to be comparable for tooth-implant and implant-implant supported bridges in the middle-long term. This conclusion seems particularly valid for tooth-implant bridges in free-end situations, where a single implant is connected with a tooth. Prerequisites are a healthy tooth abutment, a pontic length not exceeding the width of a bicuspid, a rigid connection between implant and tooth and the use of strong cement.

## Bron

M.S. Cune<sup>1,2</sup>, C. de Putter<sup>1</sup>, J.W. Verhoeven<sup>1</sup>, G.J. Meijer<sup>3</sup>

Uit <sup>1</sup>de Zorgeenheid Mondziekten, Kaakchirurgie en Bijzondere Tandheelkunde van het UMC Utrecht en <sup>2</sup>de afdeling Mondziekten, Kaakchirurgie en Bijzondere Tandheelkunde van het St.

Antoniusziekenhuis in Nieuwegein en <sup>3</sup>de afdeling Mondziekten, Kaak- en Aangezichtschirurgie van het UMC St Radboud in Nijmegen  
Datum van acceptatie: 3 juni 2008

Adres: dr. M.S. Cune, Zorgeenheid MKBT, UMC Utrecht, postbus 85.060, 3508 AB Utrecht  
drmscune@planet.nl