



M.S. Cune

Onderzoeksmethoden in de tandheelkunde

Voorwoord

In wetenschappelijke publicaties wordt vaak gebruikgemaakt van onderzoeksmethoden en methoden van evaluatie die origineel en vernuftig zijn, maar soms ook complex, technisch en vol valkuilen. Ieder deelgebied in de tandheelkunde heeft eigen methoden ontwikkeld ter beantwoording van vragen die op dat gebied heersen. Goede methoden worden telkenmale opnieuw gebruikt. Bij het bestuderen van de artikelen zal een lezer aan het doorgronden van de gebruikte methodiek snel voorbijgaan en deze voor lief nemen, daar waar de waarde die aan de onderzoeksresultaten moet worden toegekend voor een belangrijk deel door (de betrouwbaarheid van) de gehanteerde methoden wordt bepaald. De redactie wil dan ook met deze serie, getiteld 'Onderzoeksmethoden in de tandheelkunde', de methoden uiteenzetten en verduidelijken om daarmee de leesbaarheid van wetenschappelijke artikelen waarin ze worden toegepast te vergroten.

Deze maand wordt de serie gestart met een bijdrage over methoden om de retentie van gebitsprothesen te meten, geschreven door prof. dr. C. de Baat. De auteurs van de andere bijdragen zijn prof. dr. A.J. Feilzer, W.W.M. Fennis, prof. dr. M.A. van 't Hof, prof. dr. M.C.D.N.J.M. Huysmans, prof. dr. J.A. Jansen, prof. dr. A.M. Kuijpers-Jagtman, prof. dr. A. van Nieuw Amerongen, M.L. Siers, prof. dr. P.F. van der Stelt en prof. dr. I. van der Waal. De redactie wil hen reeds nu bedanken voor een bijdrage aan deze serie.



C. de Baat

Onderzoeksmethoden in de tandheelkunde 1

Methoden om de retentie van gebitsprothesen te kwantificeren

Samenvatting

Trefwoorden:

- Gebitsprothese
- Retentie
- Prothetische tandheelkunde

Uit de afdeling Mondziekten, Kaakchirurgie en Bijzondere Tandheelkunde van het Erasmus Medisch Centrum in Rotterdam.

Datum van acceptatie:
3 april 2004.

Adres:

Prof. dr. C. de Baat
Erasmus MC
Postbus 2040
3000 AC Rotterdam
c.debaat@erasmusmc.nl

Retentie van een gebitsprothese is geen eenduidige variabele. De mate van retentie wordt bepaald door de biologische of fysische eigenschappen van een gebitsprothese en de ondersteunende en omliggende anatomische structuren. Voor het kwantificeren van retentiekrachten van een conventionele volledige gebitsprothese kunnen drie soorten methoden worden onderscheiden: methoden van subjectieve taxatie, methoden die een aantal klinisch te bepalen, min of meer objectieve criteria behelzen en nagenoeg zuiver objectieve methoden waarbij gebruik wordt gemaakt van meetapparatuur. De subjectieve taxatie en de meeste methoden met klinisch te bepalen criteria zijn niet of weinig doelmatig. Voor epidemiologische onderzoeken zijn de methoden met klinisch te bepalen criteria echter wel erg pragmatisch. Van de meestal ingewikkelde en kostbare objectieve methoden met meetapparatuur is alleen van de gnathodynamometer aangetoond dat het een betrouwbaar apparaat is.

BAAT C de. Onderzoeksmethoden in de tandheelkunde 1. Methoden om de retentie van gebitsprothesen te kwantificeren. Ned Tijdschr Tandheelkd 2004; 111: 206-212.

Inleiding

Slechte pasvorm van een conventionele gebitsprothese, zowel in de boven- als in de onderkaak, veroorzaakt meestal een gebrek aan stabiliteit en/of retentie (Van Os *et al*, 1998). In rust is er onvoldoende gelijkmatig contact tussen de prothesebasis en de processus alveolaris of dit wel aanwezige contact wordt opgeheven bij het uitvoeren van functies. De begrippen stabiliteit

en retentie van een gebitsprothese worden in de praktijk en ook in de literatuur vaak verward. Door een wereldbreed panel van tandarts-prothetisten zijn daarom van onder andere deze begrippen definities gegeven (The glossary of prosthodontic terms, 1999). Onder stabiliteit wordt het vermogen verstaan om horizontaal gerichte krachten te weerstaan. Retentie is de weerstand tegen verticaal gerichte krachten. Bij retentie gaat het dus om krachten met een richting die

tegengesteld is aan de inzetting van de gebitsprothese.

Schemergebied tussen stabiliteit en retentie

Er is bijna altijd een schemergebied waarbij het niet exact is aan te geven of een gebitsprothese loskomt door horizontaal of verticaal gerichte krachten. Daarmee is duidelijk dat het onderscheid tussen stabiliteit en retentie niet altijd eenvoudig is te maken. Alleen bij een volmaakte stabiliteit is het zeker dat het loskomen van een gebitsprothese wordt veroorzaakt door een gebrek aan retentie. De retentie van een conventionele gebitsprothese kan per definitie nooit perfect zijn, want er is altijd wel een kracht uit te oefenen die de gebitsprothese doet loskomen. Een mogelijke uitzondering hierop doet zich voor bij forse ondersnijdingen van de processus alveolaris. In die situaties is het echter meestal ook niet mogelijk een gebitsprothese die contact heeft met deze ondersneden gebieden, in de mond te plaatsen.

Stabiliteit

De stabiliteit van een conventionele gebitsprothese is enerzijds afhankelijk van het contact tussen de prothesebasis en de edentate processus alveolaris en/of het palatum durum en anderzijds van de relatie tussen de gehele gebitsprothese en de omgevende orofaciale structuren. Voor het contact tussen de prothesebasis en de processus alveolaris en/of het palatum durum kunnen exostosen, ondersnijdingen van de processus alveolaris, een sutura palatina mediana, een torus palatinus en een torus mandibularis storende factoren zijn. Tot de beïnvloedende orofaciale structuren behoren de mimische spieren, de kauwspieren, de spieren van de mondbodem, de tong, het palatum molle en de aan de processus alveolaris hechtende brides en raphen.

Het contact tussen de prothesebasis en de edentate processus alveolaris en/of het palatum durum is in de eerste plaats afhankelijk van de massa van de processus alveolaris en de vorm van het palatum durum. Hoe groter, breder en hoger het draagvlak voor de gebitsprothese is, des te groter is de kans dat overal gelijkmatig en maximaal contact met de prothesebasis kan worden bewerkstelligd. Dit betekent ook dat het beschikbare draagvlak maximaal door de prothesebasis moet worden benut. Het maximaal benutten van het retromolaar pad in de onderkaak en het maximaal omvatten van de tubers in de bovenkaak zijn hiervan treffende voorbeelden (Jooste en Thomas, 1992; Van Os *et al.*, 1998). Als de prothesebasis op bepaalde plaatsen dit maximale draagvlak overschrijdt, bijvoorbeeld door een te lange rand, heeft dit onmiddellijk consequenties voor de stabiliteit van de gebitsprothese. Met andere woorden: de mimische spieren, de kauwspieren, de spieren van de mondbodem, de tong, het palatum molle en de aan de processus alveolaris hechten-

de brides en raphen moeten hun functies op een normaal niveau kunnen uitoefenen zonder in een zodanig contact met de gebitsprothese te komen dat deze daardoor van zijn plaats wordt geduwd. Voor de stabiliteit heeft elke spierwerking die contact tussen de desbetreffende spier en de gebitsprothese mogelijk maakt een negatief effect. Het gaat hier om aangrijpende spierkrachten met een voornamelijk horizontale component.

Voor een goed contact tussen de prothesebasis en de processus alveolaris en/of het palatum durum speelt ook de resiliëntie van de mucosa een belangrijke rol. Als de resiliëntie van de mucosa niet over het gehele dragende oppervlak gelijkmatig is, kan geen sprake zijn van een goede stabiliteit van de gebitsprothese. Wel kan men, bijvoorbeeld bij een torus palatinus, technisch prothetische maatregelen nemen door de gebitsprothese ter plaatse van de torus te ontlasten zodat deze geen storende factor is als de gebitsprothese wordt belast.

Sommige auteurs noemen ook de positie van de kunstelementen en de occlusie en articulatie als bepalende factoren voor de stabiliteit van een gebitsprothese (Niedermeier en Hofmann, 1979; Heath *et al.*, 1993; Dubowska *et al.*, 1998). Het valt niet te ontkennen dat een gebitsprothese met kunstelementen die ver buccaal van de processus alveolaris zijn opgesteld of een gebitsprothese met een prematuur occlusaal of articulaire contact zijn eigen stabiliteit tijdens functie verstoort. Dit zijn echter toch factoren van een andere orde omdat ze niet in rust, maar pas tijdens het uitoefenen van functies te maken hebben met het contact tussen de prothesebasis en de edentate processus alveolaris en/of het palatum durum.

Retentie

Zodra het contact tussen de prothesebasis van een stabiele gebitsprothese en de processus alveolaris en/of het palatum durum meer is dan alleen 'aanrakend' contact krijgt stabiliteit een aanvullende dimensie in de vorm van retentie (Murray en Darvell, 1993a; Murray en Darvell, 1993b; Kikuchi *et al.*, 1999; Darvell en Clark, 2000). Retentiefactoren kunnen van biologische en fysische aard zijn. Volgens de meest recente inzichten zijn de volgende factoren slechts van secundair belang: de atmosferische druk, de vacuümvorming, de cohesie en de bevochtigbaarheid, de oppervlaktestructuur en het gewicht van de prothese. Essentiële zijn de adhesie, de oppervlaktetenspanning, kleine ondersnijdingen van de processus alveolaris, de capillaire werking en de viscositeit van het speeksel en de tijdspanne waarover een retentie verbrekende kracht werkzaam is. Cruciaal voor de retentie zijn het afsluitende contact van de protheseranden met de omgevende mucosa en de grootte van de ruimte tussen de processus alveolaris en de prothesebasis. Hoe kleiner deze ruimte, des te meer effect hebben de oppervlaktetenspanning en de viscositeit van het speeksel en des te geringer is de kans dat er lucht in deze ruimte komt. Over de bijdrage die al deze factoren aan

de retentie van een gebitsprothese leveren, is veel geschreven en gediscussieerd omdat er nog veel onzekerheid bestaat omtrent hun precieze werking.

Neuromusculaire activiteit

Naast de eigenlijke retentie van een gebitsprothese zijn er nog de retentie ondersteunende krachten. Een gebitsprothese waarvan de stabiliteit en/of de retentie te wensen overlaat, komt niet los als tijdig een tegenkracht in stelling wordt gebracht, zoals de neuromusculaire activiteit tijdens het kauwen. Het gaat hier om aangrijpende spierkrachten met een voornamelijk verticale, op de processus alveolaris gerichte component. In veel gevallen zijn dit reflexmatige neuromusculaire krachten die een patiënt veelal onbewust, maar soms bewust via training kunnen helpen om zijn gebitsprothese op zijn plaats te houden (Basker en Watson, 1991; Likeman, 1997; Müller *et al*, 2002).

Resultante van alle krachten

Als gevolg van alle genoemde invloeden kan er een 'strijd' ontstaan tussen krachten die een negatieve invloed op de stabiliteit hebben en positieve retentiekrachten en/of de retentie ondersteunende krachten. De resultante hiervan zorgt ervoor dat de gebitsprothese of loskomt of op zijn plaats blijft. Als de krachten die de stabiliteit verstoren de overhand hebben, is het begrijpelijk dat de patiënt klachten heeft over het loskomen van de gebitsprothese. In de praktijk wordt bij deze klachten te vaak veel energie gestopt in het verhogen van de retentiekrachten. Dit blijft niet zelden zonder succes, terwijl er juist wel winst te behalen zou zijn door de krachten die een negatieve invloed op de stabiliteit hebben te reduceren of weg te nemen (zie paragraaf over stabiliteit) (Van Os *et al*, 1998).

Kwantificeren van retentiekrachten

Bij het ontwikkelen van methoden om de retentie van een gebitsprothese te kwantificeren, moet allereerst duidelijk zijn dat het meten van echte retentie niet altijd mogelijk is door een gebrek aan stabiliteit. Een gebitsprothese waarvan wordt beweerd dat deze een gebrek aan retentie heeft, kan als oorzaak van het loskomen heel goed een gebrek aan stabiliteit vertonen. Bovendien is retentie geen eenduidige variabele. De mate van retentie wordt bepaald door de biologische of fysische eigenschappen van de gebitsprothese en de ondersteunende en omliggende anatomische structuren. Ze leveren elk afzonderlijk een bijdrage aan het al dan niet op zijn plaats houden van de gebitsprothese. Alleen bij een volmaakte stabiliteit zou men, correct geformuleerd, de optelsom van de op een gebitsprothese inwerkende retentiekrachten kunnen meten.

Voor het kwantificeren van retentiekrachten van een conventionele volledige gebitsprothese kunnen

drie soorten methoden worden onderscheiden:

- methoden van subjectieve taxatie;
- klinische methoden die een aantal klinisch te bepalen, min of meer objectieve criteria behelzen;
- nagenoeg zuiver objectieve methoden, waarbij gebruik wordt gemaakt van meetapparatuur.

Methoden van subjectieve taxatie

Bij de methoden van subjectieve taxatie gaat het erom dat de patiënt zelf of een ter zake deskundige op de een of andere wijze over de retentie van een gebitsprothese een oordeel vormt en aan dit oordeel een zekere kwantificatie toekent.

De doelmatigheid van een subjectieve taxatie van de retentie van gebitsprothesen werd beoordeeld in een klinisch onderzoek (Wichmann, 1994). Bij veertig dragers van gemiddeld zeven jaar oude volledige gebitsprothesen werden nieuwe gebitsprothesen vervaardigd. Voor en na deze behandeling werd door de patiënten zelf en door een ervaren tandarts een subjectief respectievelijk klinisch waardeoordeel gegeven over de retentie van de bovenprothese (zeer goed, goed, bevredigend, voldoende of slecht). Hierna werd de retentie ook objectief met een dynamometer gemeten (zie paragraaf over objectieve methoden). De subjectieve taxaties van de retentie van zowel de patiënten zelf als van de tandarts kwamen in het geheel niet overeen met de objectieve metingen. De conclusie van dit onderzoek luidde dan ook dat subjectieve taxatie van de retentie van gebitsprothesen een weinig doelmatige methode is.

Ongeveer in dezelfde periode werd een onderzoek uitgevoerd dat leidde tot een volledig tegengestelde conclusie. Voor en na het uitvoeren van een directe relining van een volledige onderprothese bij 23 proefpersonen werd de proefpersonen gevraagd een kwantificatie van de retentie van de onderprothese op een 'visual analogue scale' (VAS) te geven (Lamb *et al*, 1994). Links op de horizontale lijn van tien centimeter lengte stond 'altijd en onder alle omstandigheden los' en rechts 'altijd vast en zeker'. Deze beoordelingen werden vergeleken met metingen van de hoogte van de processus alveolaris in het front. Het gemiddelde van de VAS-scores na de relining was statistisch significant groter dan dat van voor de relining. De scores op de VAS voor de relining correleerden zwak en die van verna sterk met de hoogte van de processus alveolaris in het front. Hieruit werd geconcludeerd dat een VAS zeer geschikt is om het subjectieve waardeoordeel over veranderingen in de retentie van een onderprothese te registreren. Over de toegepaste onderzoeksmethode zijn echter veel opmerkingen te maken. De belangrijkste opmerking is dat er een retentieverhogende behandeling werd uitgevoerd die bijna altijd wel enig effect heeft. Dat de patiënten dit positiever waardeerden dan de situatie van voor de behandeling was bovendien in redelijkheid te verwachten. Ook was voorspelbaar dat de patiënten dit tot uitdrukking brachten in hun beoordeling. Dit resultaat zegt dus veel meer over de doelmatigheid van de behandeling dan over de doel-

matigheid van de meetmethode, die met deze onderzoeksoepzet in het geheel niet is beoordeeld.

Ook in een aantal andere recente onderzoeken is een VAS gebruikt om de gecombineerde stabiliteit en retentie van gebitsprothesen te beoordelen (Bhagat en Adams, 1999; Awad *et al*, 2003; Heydecke *et al*, 2003). De gevonden resultaten zijn door de tekortkomingen van deze meetmethode dus moeilijk interpreteerbaar.

Methoden met min of meer objectieve criteria

In verband met de grote behoefte om de klinische kwaliteit van gebitsprothesen te beoordelen zijn voor allerlei aspecten van volledige gebitsprothesen beoordelingscriteria opgesteld, waaronder criteria voor retentie (Woelfel *et al*, 1965). Met de duim en de wijsvinger wordt op de gebitsprothese een aan de inzetrichting tegengestelde kracht uitgeoefend. Afhankelijk van de benodigde kracht om de prothese los te krijgen, kunnen vier kwantificaties worden gegeven: perfect, goed, matig of slecht. Deze zijn in de loop der geschiedenis bekend geworden als de criteria van Woelfel. Ook in recente onderzoeken zijn deze criteria nog gebruikt en beweerd wordt dat de inter- en intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid goed zijn (Fenlon *et al*, 1999; Fenlon *et al*, 2000; Fenlon *et al*, 2002).

Kapur (1967) onderzocht de effectiviteit van een kleefmiddel voor volledige prothesen en maakte op vergelijkbare wijze onderscheid tussen vier maten van retentie, elk met hun eigen omschrijving:

- Geen retentie; als de prothese wordt geplaatst, komt deze direct en vanzelf los.
- Minimale retentie; de prothese biedt geringe weerstand tegen verticale trekkracht en weinig of geen weerstand tegen laterale krachten.
- Matige retentie; de prothese biedt matige weerstand tegen verticale kracht en weinig of geen weerstand tegen laterale krachten.
- Goede retentie; de prothese biedt maximale weerstand tegen verticale krachten en voldoende weerstand tegen laterale krachten.

De krachten werden door de onderzoeker uitgeoefend met vingerdruk of vingertrekkracht op de prothesen. Daarnaast hanteerde hij ook nog drie maten van stabiliteit en maakte vervolgens een somscore om een oordeel over de technische kwaliteit van de gebitsprothese te geven. Probleem met deze methode is dat retentie en stabiliteit worden vermengd. Onduidelijk bleef in deze onderzoeksoepzet de doelmatigheid en de inter- en intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van de methode om de simpele reden dat deze aspecten niet werden onderzocht. Later is de methode iets verfijnd en daardoor is de sensitiviteit verbeterd (Olshan *et al*, 1992).

In Nederland is in een aantal promotieonderzoeken ook gebruikgemaakt van min of meer objectieve criteria voor retentie van gebitsprothesen. Het eerste proefschrift, dat van Kalk (1979), introduceerde criteria die vergelijkbaar, maar uitgebreider waren dan die van Kapur (1967). De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de retentiecriteriën bleek erg laag en daarom werd in de volgende promotieonderzoeken alleen als criteri-

um gehanteerd of de retentie al dan niet voor verbetering vatbaar was (Van Waas, 1985; De Baat, 1990; Jonkman en Plooij, 1992).

Op de methoden van Woelfel (1965) en Kapur (1967) zijn allerlei varianten bedacht (Ramstad *et al*, 1980; Mersel en Mann, 1986; Truin *et al*, 1987; Pinsent en Laird, 1989a; Pinsent en Laird, 1989b; Dervis, 2002). Bij erg eenvoudige varianten werd alleen beoordeeld of de bovenprothese loskwam bij opening van de mond en/of bij een in de premolaarstreek met de vingers uitgeoefende neerwaartse kracht (Rise, 1979a; Rise, 1979b; Hunt *et al*, 1985; Magnusson, 1986). Bezwaar is dat het beoordelen van het loskomen van de gebitsprothese bij mondopening meer een maat is voor stabiliteit dan voor retentie. Ook recent zijn dit soort varianten toch nog toegepast, maar met als uitkomst een acceptabele tot dubieuze betrouwbaarheid (Ettinger en Jakobsen, 1997; Nevalainen *et al*, 1997; McNaughton *et al*, 2001). Deze methode maakt tegenwoordig zelfs onderdeel uit van de zogenaamde FAD-criteria ('Functional Assessment of Dentures') (Anastasiadou *et al*, 2002; Corrigan *et al*, 2002). Uit deze onderzoeken bleek de methode een intra- en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van meer dan 80% te hebben. De doelmatigheid voor het kwantificeren van de retentie is echter ook hier niet onderzocht.

Het beoordelen van de retentie is ook nog gedaan door te laten dichtbijten op tussen de frontelementen of in de zijdelingse delen aangebrachte wattenrollen of strips met omschreven criteria over het loskomen van de gebitsprothese (Slagter *et al*, 1992).

De reden dat de methoden met klinisch te bepalen criteria in (epidemiologische) onderzoeken zo vaak zijn toegepast, ligt voor de hand. Meestal zijn de methoden namelijk erg pragmatisch, eenvoudig hanteerbaar en niet tijds- en arbeidsintensief. De doelmatigheid is dubieus, vooral door de niet altijd goede betrouwbaarheid.

Objectieve methoden met gebruik van meetapparatuur

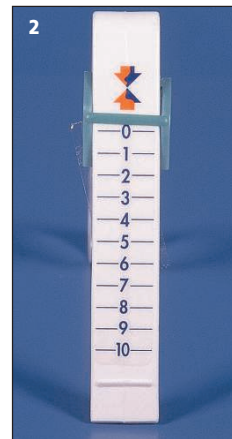
Registratie van mobiliteit tijdens functie

De retentie van een gebitsprothese is bestudeerd door de bewegingen van een gebitsprothese tijdens functies als kauwen, slikken en spreken van lateraal met röntgenstralen te filmen (Karlsson, 1979; Karlsson en Swartz, 1981; Karlsson en Swartz, 1990). In een vergelijkbare methode werd met sensoren het magnetisch veld van in de gebitsprothese aangebrachte magneten op een beeldscherm waargenomen (Chew *et al*, 1984; Chew *et al*, 1985; Grasso *et al*, 1994; Hada *et al*, 1995; Ohkubo en Hosoi, 1999; Grasso *et al*, 2000; Rendell *et al*, 2000). Een ander alternatief was het met camera's opvangen van in de gebitsprothese aangebrachte LED's ('light-emitting diode') (Miyashita *et al*, 1998; Ow *et al*, 1998).

Uiteindelijk zijn dit geen goede methoden omdat de gevonden verschillen tussen individuen meer terug te voeren zijn op de wijze waarop het individu tijdens



Afb. 1. Plastic wegwerpgnathometer.



Afb. 2. Schaalverdeling op de plastic wegwerpgnathometer.

de genoemde functies zijn gebitsprothese onbewust of bewust hanteert dan op een objectieve kwantificering van de retentie (Rendell *et al*, 1995). Bovendien zijn de waarnemingen mede gebaseerd op bewegingen van de gebitsprothese als gevolg van de resiliëntie van de mucosa. Een gebitsprothese met een goede retentie vertoont altijd wel enige beweeglijkheid omdat retentie geen starre positionering inhoudt.

Elektrische belastingsmeter

Een inventieve methode om retentie te meten werd niet toegepast op een gebitsprothese, maar op een basisplaat die het palatum van een volledig betande proefpersoon bedekte (Ow en Bearn, 1983). De basisplaat bedekte het palatum durum aan de kant van de gebits-elementen tot drie millimeter onder de overgang van de gingiva naar de palatinale mucosa en dorsaal exact tot de overgang naar het palatum molle. Aan de basisplaat werd een kleine drukmeter bevestigd die was voorzien van een haakje. Deze hydraulische drukmeter was via een plastic buis buiten de mond verbonden met een transducer die op zijn beurt was verbonden met een recorder om de elektrische stroom te registreren. Via het haakje aan de drukmeter kon een belasting worden uitgevoerd met speciale applicatoren om de belasting langzaam te kunnen opvoeren van 0 tot 1.000 gram. De uitgeoefende kracht was recht evenredig met het door de belastingsmeter geregistreerde voltage.

Om het effect van een kleefmiddel op de retentie van een volledige prothese in de bovenkaak te meten, werd de zogenaamde 'Prothesendislokator' gebruikt (Wegmann en Merten, 1986). Deze methode is eenvoudiger, maar heeft hetzelfde principe. Het apparaat bestaat uit een in het palatinale deel van een gebitsprothese aangebrachte stalen veer, waarmee een horizontaal gerichte trekkracht kan worden gemeten en geregistreerd. Ook hier werd de om de gebitsprothese te doen loskomen benodigde kracht geregistreerd.

Later werd deze opstelling nog verder vereenvoudigd (Kikuchi *et al*, 1999). Met autopolymeriserende kunstharz werd op het dorsale deel van de basisplaat een hulsje gemaakt. In dit kunstharz hulsje kon een metalen haakje worden bevestigd om een trekkracht op de basisplaat te kunnen uitoefenen. Dit haakje was

bevestigd aan een elektrische belastingsmeter die verbonden was met een op papier schrijvende recorder om de kracht die nodig was om de basisplaat van het palatum los te trekken, te registreren. Tijdens het testen van deze proefopstelling bleek dat de uitgeoefende kracht recht evenredig was met het door de belastingsmeter geregistreerde voltage.

De gemiddelden van de verrichte metingen kenden een grote standaarddeviatie, wijzend op een matige betrouwbaarheid.

Dynamometer

In een onderzoek naar de invloed van speeksel op de retentie van een gebitsprothese werd gebruikgemaakt van een dynamometer om de kipretentie van volledige prothesen in de bovenkaak te meten (Niedermeier en Krämer, 1992). Bij met licht geopende mond, ontspannen zittende patiënten werd de tip van de dynamometer palatinaal tegen de kunstelementen in het front van de bovenprothese geplaatst. Met deze tip werd in voorwaartse richting een langzaam opgevoerde kracht uitgeoefend tot de prothese loskwam. Op de wijzerplaat van de dynamometer kon de maximaal uitgeoefende kracht worden afgelezen. Voor de onderprothese werd dezelfde proef gedaan met de tip van de dynamometer linguaal tegen de kunstelementen in het front. Ook in andere onderzoeken is de dynamometer toegepast (Rarisch, 1976; Niedermeier *et al*, 1984).

Er waren in de genoemde onderzoeken gerede twijfels over de reproduceerbaarheid en dus over de betrouwbaarheid van de metingen met een dynamometer.

Retentiemeter

In London is in de jaren tachtig van de vorige eeuw de retentiemeter ontwikkeld (Ghani *et al*, 1991). Hiermee werd voortgeborduurd op het principe van de elektrische belastingsmeter (Ow en Bearn, 1983). In het palatinale deel van een basisplaat werd transversaal in de regio van de tweede premolaar en de eerste molaar een metalen draad aangebracht, waaraan een haak kon worden bevestigd. De proefpersoon zat in een standaard instelbare rolstoel en was met een individuele oclusale splint met de retentiemeter verbonden. Een arm van de retentiemeter werd aan de haak van de basisplaat bevestigd en aldus kon een langzaam toenemende kracht op de basisplaat worden uitgeoefend. Geregistreerd werd de kracht waarbij de basisplaat loskwam. Dit apparaat is gebruikt om de effectiviteit van kleefmiddelen te testen (Ghani *et al*, 1991; Ghani *et al*,

1994; Ghani *et al*, 1995). De reproduceerbaarheid noch de doelmatigheid van de metingen werden onderzocht.

Gnatho(dynamo)meter

In een paar onderzoeken is een gnathodynamometer toegepast. Dit apparaat meet de bijtkracht. Ten behoeve van een onderzoek naar de effectiviteit van kleefmiddelen voor gebitsprothesen beten de proefpersonen met de frontale kunstelementen op een metalen plaat. Zij moesten, tegen de kipretentie in, de bijtkracht langzaam opvoeren tot de bovenprothese loskwam. Zonodig werd de onderprothese gestabiliseerd met een kleefmiddel (Tarbet *et al*, 1981; Kanapka, 1984; Feller *et al*, 1986). De metalen platen waren verbonden met een rekstrooktransducer die de uitgeoefende kracht registreerde. De sensitiviteit en de reproduceerbaarheid bleken voldoende te zijn.

Een vergelijkbare methode werd toegepast met een apparaat dat beiderzijds de maximale bijtkracht registreerde in de regio van de eerste molaar (Fujimori *et al*, 2002).

Sinds de introductie van een plastic wegwerpgnathometer is het betrekkelijk eenvoudig de benodigde kracht voor het loskomen van een bovenprothese te registreren (afb. 1). De wegwerpgnathometer heeft een schaalverdeling van 1 tot 10, waarop is af te lezen bij welke in het frontale deel uitgeoefende bijtkracht de bovenprothese dorsaal loskomt (afb. 2). De betrouwbaarheid van deze methode is nog in onderzoek, maar lijkt veelbelovend.

Slotbeschouwingen

Het onderscheid tussen stabiliteit en retentie is niet altijd eenvoudig te maken en een slechte stabiliteit gaat bijna nooit samen met een goede retentie. Als gesproken wordt over het meten van de retentie van een gebitsprothese wordt in werkelijkheid vaak een combinatie van (slechte) stabiliteit en retentie gemeten.

Van de beschikbare methoden om de retentie van een gebitsprothese te kwantificeren is de subjectieve taxatie weinig doelmatig. In mindere mate geldt dit ook voor de meeste methoden met klinisch te bepalen, min of meer objectieve criteria. Voor epidemiologische onderzoeken zijn deze laatste echter wel erg pragmatische methoden. Om de betrouwbaarheid van de onderzoeksresultaten te verhogen, is verder onderzoek en aanscherping van de kwantificeringscriteria onontbeerlijk.

De objectieve methoden met behulp van apparatuur zijn misschien meer geschikte en betrouwbare methoden, hoewel dit eigenlijk alleen van de gnathodynamometer is aangetoond. Door de veelal ingewikkelde, kostbare en moeilijk verplaatsbare apparatuur is de toepasbaarheid in de kliniek en in epidemiologisch onderzoek zeer beperkt. Misschien biedt de wegwerpgnathometer in dit opzicht perspectieven.

Literatuur

- ANASTASSIADOU V, NAKA O, HEATH MR, KAPARI D. Validation of indices for functional assessment of dentures. *Gerodontology* 2002; 19: 46-52.
- AWAD MA, LUND JP, DUFRESNE E, FEINE JS. Comparing the efficacy of mandibular implant-retained overdentures and conventional dentures among middle-aged edentulous patients: satisfaction and functional assessment. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 117-122.
- BAAT C De. Een kunstgebit bij ouderen, een kwestie van aanpassen? Academisch proefschrift. Nijmegen: Katholieke Universiteit Nijmegen, 1990.
- BASKER RM, WATSON CJ. Tongue control of upper complete dentures: a clinical hint. *Br Dent J* 1991; 170: 449-450.
- BHAGAT S, ADAMS D. Increased lower denture security using the Myoloc system. *Prim Dent Care* 1999; 6: 135-139.
- CHEW CL, PHILIPS RW, BOONE ME, SWARTZ ML. Denture stabilisation with adhesives: a kinesiographic study. *Compend Contin Educ Dent* 1984; Suppl 4: S 32-38.
- CHEW CL, BOONE ME, SWARTZ ML, PHILIPS RW. Denture adhesives: their effect on denture retention and stability. *J Dent* 1985; 13: 152-159.
- CORRIGAN PJ, BASKER RM, FARRIN AJ, MULLEY GP, HEATH MR. The development of a method for functional assessment of dentures. *Gerodontology* 2002; 19: 41-45.
- DARVELL BW, CLARK RKF. The physical mechanisms of complete denture retention. *Br Dent J* 2000; 189: 248-252.
- DERVIS E. Clinical assessment of common patient complaints with complete dentures. *Eur J Prosthodontic Restor Dent* 2002; 10: 113-117.
- DUBOJSKA AM, WHITE GE, PASIEK S. The importance of occlusal balance in the control of complete dentures. *Quintessence Int* 1998; 29: 389-394.
- ETTINGER RL, JAKOBSEN JR. A comparison of patient satisfaction and dentist evaluation of overdenture therapy. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997; 25: 223-227.
- FELLER RP, SAUNDERS MJ, KOHUT BE. Effect of a new form of adhesive on retention and stability of complete maxillary dentures. *Spec Care Dentist* 1986; 6: 87-89.
- FENLON MR, SHERRIFF M, WALTER JD. Comparison of patients' appreciation of 500 complete dentures and clinical assessment of quality. *Eur J Prosthodontic Restor Dent* 1999; 7: 11-14.
- FENLON MR, SHERRIFF M, WALTER JD. An investigation of factors influencing patients' use of new complete dentures using structural equation modelling techniques. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28: 133-140.
- FENLON MR, SHERRIFF M, WALTER JD. Agreement between clinical measures of quality and patients' rating of fit existing and new complete dentures. *J Dent* 2002; 30: 135-139.
- FUJIMORI T, HIRANO S, HAYAKAWA I. Effects of a denture adhesive on masticatory functions for complete denture wearers. Consideration for the condition of denture-bearing tissues. *J Med Dent Sci* 2002; 49: 151-156.
- GHANI F, PICTON DCA, LIKEMAN PR. Some factors affecting retention forces with the use of denture fixatives *in vivo*. *Br Dent J* 1991; 171: 15-21.
- GHANI F, PICTON DCA. Some clinical investigations on retention forces of maxillary complete dentures with the use of denture fixatives. *J Oral Rehabil* 1994; 21: 631-640.
- GHANI F, LIKEMAN PR, PICTON DCA. An investigation into the effect of denture fixatives in increasing incisal biting forces with maxillary complete dentures. *Eur J Prosthodontic Restor Dent* 1995; 3: 193-197.
- THE GLOSSARY OF PROSTHODONTIC TERMS. Seventh edition. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 39-110.
- GRASSO JE, RENDELL J, GAY T. Effect of denture adhesive on the retention and stability of maxillary dentures. *J Prosthet Dent* 1994; 72: 399-405.
- GRASSO J, GAY T, RENDELL J ET AL. Effect of denture adhesive on retention of the mandibular and maxillary dentures during function. *J Clin Dent* 2000; 11: 98-103.
- HADA M, IMAI M, MORIMOTO S, ISHIKAWA, OISHI A. Three-dimensional movements of a maxillary complete denture: the development of a measuring system and preliminary measurement. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 370-376.
- HEATH JR, BORU TK, GRANT AA. The stability of temporary prosthetic base materials I: Introduction, angular changes and dimensional stability. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 363-372.
- HEYDECKE G, KLEMETTI E, AWAD MA, LUND JP, FEINE JS. Relationship

between prosthodontic evaluation and patient ratings of mandibular conventional and implant prostheses. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 307-312.

- HUNT RJ, SRISILAPANAN P, BECK JD. Denture-related problems and prosthodontic treatment needs in the elderly. *Gerodontology* 1985; 1: 226-230.
- JONKMAN REG, PLOOIJ J. Wortels onder een kunstgebit, behouden? Academisch proefschrift. Nijmegen: Katholieke Universiteit Nijmegen, 1992.
- JOOSTE CH, THOMAS CJ. The influence of the retromylohyoid extension on mandibular complete denture stability. *Int J Prosthodont* 1992; 5: 34-38.
- KALK W. Het kunstgebit een blij bezit? Academisch proefschrift. Amsterdam: Vrije Universiteit, 1979.
- KANAPKA JA. Bite force as a measure of denture adhesive efficacy. *Compend Contin Educ Dent* 1984; Suppl 4: S 26-30.
- KAPUR KK. A clinical evaluation of denture adhesives. *J Prosthet Dent* 1967; 18: 550-558.
- KARLSSON S. Cineradiography in odontology. *Swed Dent J* 1979; 4 (suppl.): 1-63.
- KARLSSON S, SWARTZ B. Denture adhesives - their effect on the mobility of full upper dentures during chewing. A cineradiographic study. *Swed Dent J* 1981; 5: 207-211.
- KARLSSON S, SWARTZ B. Effect of a denture adhesive on mandibular denture dislodgment. *Quintessence Int* 1990; 21: 625-627.
- KIKUCHI M, GHANI F, WATANABE M. Method for enhancing retention in complete denture bases. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 399-403.
- LAMB DJ, ELLIS B, KENT G. Measurement of changes in complete mandibular denture security using visual analogue scales. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 30-34.
- LIKEMAN PR. Tongue control of lower complete dentures: a clinical hint. *Br Dent J* 1997; 182: 229-230.
- MAGNUSSON T. Clinical judgement and patients' evaluation of complete dentures five years after treatment. A follow-up study. *Swed Dent J* 1986; 10: 29-35.
- McNAUGHER GA, BENINGTON IC, FREEMAN R. Developing a schedule of normative denture treatment need. *Gerodontology* 2001; 18: 41-50.
- MERSEL A, MANN J. Denture quality: nutrition and sociodemographic factors. *Spec Care Dentist* 1986; 6: 231-232.
- MIYASHITA K, SEKITA T, MINAKUCHI S, HIRANO Y, KOBAYASHI K, NAGAO M. Denture mobility with six degrees of freedom during function. *J Oral Rehabil* 1998; 25: 545-552.
- MÜLLER F, HEATH MR, FERMAN AM, DAVIS GR. Modulation of mastication during experimental loosening of complete dentures. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 553-558.
- MURRAY MD, DARVELL BW. The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention - A review. Part 3. *Aus Dent J* 1993a; 38: 389-393.
- MURRAY MD, DARVELL BW. The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention - A review. Part 4. *Aus Dent J* 1993b; 38: 450-455.
- NEVALAINEN MJ, RANTANEN T, NÄRHI T, AINAMO A. Complete dentures in the prosthetic rehabilitation of elderly persons: five different criteria to evaluate the need for replacement. *J Oral Rehabil* 1997; 24: 251-258.
- NIEDERMEIER W, HOFMANN M. Die Beeinflussung der physikalischen Grundhaftung von Totalprothesen durch die Anordnung der künstlichen Zahnreihen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1979; 34: 616-618.
- NIEDERMEIER W, KRAFT J, LAND D. Prothesenhalt durch Haftmittel - Eine klinisch-experimentelle Untersuchung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1984; 39: 858-861.
- NIEDERMEIER WH, KRÄMER R. Salivary secretion and denture retention. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 211-216.
- OHKUBO C, HOSOI T. Effect of weight change of mandibular complete dentures on chewing and stability: A pilot study. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 636-642.
- OLSHAN AM, ROSS NM, MANKODI S, MELITA S. A modified Kapur scale for evaluating denture retention and stability: methodology study. *Am J Dent* 1992; 5: 88-90.
- OS JH VAN, BAAT C DE, KALK W. Protheseproblemen. Maarssen: Elsevier/Bunge, 1998.
- OW RKK, BEARN EM. A method of studying the effect of adhesives on denture retention. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 332-337.
- OW RKK, CARLSSON GE, KARLSSON S. Relationship of masticatory mandibular movements to masticatory performance of dentate adults: a method study. *J Oral Rehabil* 1998; 25: 821-829.
- PINSENT RH, LAIRD WRE. Problems in assessment of complete dentures. *Community Dent Health* 1989a; 6: 3-10.
- PINSENT RH, LAIRD WRE. The development of criteria for the assessment of complete dentures. *Community Dent Health* 1989b; 6: 329-336.
- RAMSTAD T, NORHEIM PW, ECKERSBERG T. The reliability of clinical evaluation of some characteristics in complete prosthetics. *J Oral Rehabil* 1980; 7: 11-19.
- RARISCH B. Untersuchungen über den Halt totaler Prothesen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1976; 31: 779-782.
- RENDEL J, GRASSO JE, GAY T. Retention and stability of the maxillary denture during function. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 344-347.
- RENDEL JK, GAY T, GRASSO JE, BAKER RA, WINSTON JL. The effect of denture adhesive on mandibular movement during chewing. *J Am Dent Assoc* 2000; 131: 981-986.
- RISE J. An approach to epidemiologic assessment of complete dentures. *Acta Odontol Scand* 1979a; 37: 57-63.
- RISE J. Validation of data on demand and need for dental treatment in an elderly population. *Community Dent Oral Epidemiol* 1979b; 7: 1-5.
- SLACTER AP, OLTHOFF LW, BOSMAN F, STEEN WH. Masticatory ability, denture quality, and oral conditions in edentulous subjects. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 299-307.
- TARBET WJ, SILVERMAN G, SCHMIDT NF. Maximum incisal biting force in denture wearers as influenced by adequacy of denture-bearing tissues and the use of an adhesive. *J Dent Res* 1981; 60: 115-119.
- TRUIN GJ, BURGERSDIJK RCW, GROENEVELD A, ET AL. Landelijk epidemiologisch onderzoek tandheelkunde. Deel I. Inleiding, materiaal, methoden. Nijmegen/Leiden: Subfaculteit Tandheelkunde en Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg, 1987.
- WAAS MAJ VAN. Een kunstgebit, een kwestie van doorbijten. Academisch proefschrift. Utrecht: Rijksuniversiteit Utrecht, 1985.
- WEGMANN U, MERTEN S. Die Wirkung von Prothesenhaftmitteln im Langzeitversuch. *Dtsch Zahnärztl Z* 1986; 41: 1171-1173.
- WICHMANN M. Der Wert der Patientenaussage bei der Beurteilung des Prothesenhaltes. *Dtsch Zahnärztl Z* 1994; 49: 459-460.
- WOELFEL JB, PAFFENBARGER GC, SWEENEY WT. Clinical evaluation of complete dentures made of 11 different types of denture base materials. *J Am Dent Assoc* 1965; 70: 1170-1188.

Summary

Key words:

- Complete denture
- Retention
- Prosthetic dentistry

Research methods in dentistry 1. Methods to quantify retention of complete dentures

Retention is not an unambiguous variable. The degree of retention is dependent on biologic and physiologic properties of a complete denture and the denture-bearing and surrounding tissues. Quantifying retention forces of a complete denture can be carried out with three types of methods: subjective methods, methods with clinical more or less objective criteria, and nearly entire objective methods using measurement equipment. The subjective and most of the methods with clinical criteria are not or little reliable. However, for epidemiological research the methods with clinical criteria are very pragmatic. Of all objective methods using measurement equipment, the gnathodynamometer is the only apparatus with proven reliability.