

*Uit de polikliniek voor Prothetodontie
der Rijksuniversiteit te Groningen.
Directeur: Prof. J. G. van der Ven.
Uit het Natuurkundig laboratorium der
Rijksuniversiteit te Groningen.
Directeur: Prof. Dr. H. de Waard.*

I. EEN ANALYSE VAN DE FYSISCHE VERSCHIJNSELEN, DIE EEN ROL KUNNEN SPELEN BIJ DE RETENTIE VAN DE TOTALE PROTHESE

J. D. VAN WILLIGEN
W. G. MOOK

Bij het opzetten van onze beschouwing over de fysische verschijnselen die een rol kunnen spelen bij de retentie van de totale prothese, vonden wij een overstelpende hoeveelheid literatuur.

Bij het bestuderen hiervan bleek ons, dat de zienswijzen en de geponeerde stellingen van de auteurs min of meer aan bepaalde perioden gebonden zijn en daardoor in groepen zijn onder te brengen.

In ons overzicht zullen wij een aantal artikelen refereren, die naar onze mening representatief zijn, voor de ideeën over het retentieprobleem in een bepaald decennium.

Historisch overzicht

I. In 1864 publiceerde Schrott – als eerste – een afdrukmethode voor de totale prothese, waarbij de bewegingen van de lip-, wang- en tongmusculatuur een modellerende functie op de uiteindelijke prothesevorm hebben.

In dezelfde publikatie schrijft hij, dat hij met behulp van deze methode altijd „zuigende” prothesen kan vervaardigen. Het gebruik van „protheseveren” is dan niet meer nodig.

Weldra volgden modificaties van deze afdruk-methode, o.a. van Momme (1872) en Skogsborg (1886). Ook hun streven was gericht op een zo goed mogelijk vastzittende prothese, d.m.v. „Saugwirkung”.

Een verklaring voor het ontstaan van deze zuigwerking wordt niet gegeven. Greene (1914) gebruikt het woord „adhesion”, in verband met de retentie, in zijn omstreeks 1914 in Amerika geïntroduceerde afdruk-

methode. Toch blijken de verbeteringen, die Tench, Supplee, Hall en Fripp in deze afdrukmethode aanbrengen, niet altijd het beoogde resultaat – een vastzittende prothese – te geven.

Zowel actieve als passieve mechanische hulpmiddelen om de prothese te stabiliseren, blijven dan ook in zwang (b.v. zuigkamers, zuigers, linguale metaalblokken, tongbeugels en tongbanken).

Na de twintiger jaren worden in Duitsland afdrukmethoden ontwikkeld, die gebaseerd zijn op de toenmalige opvattingen omtrent de fysische oorzaken der retentie. Kantorowicz baseerde zijn afdruktechniek op luchtdrukverschijnselen, Greve probeerde co- en adhesiekrachten voor de retentie van zijn prothesen te benutten.

De vraag of het mogelijk is een luchtverduunning onder een prothese in stand te houden, dan wel, of het uitsluitend co- en adhesiekrachten zijn, die de retentie van de prothese verzorgen, doen een aantal – vrij speculatieve – publikaties ontstaan. Het kamp verdeelt zich dan ook in twee groepen: de voorstanders van de „luchtdruktheorie” en die van de „adhesietheorie”. Tot de laatsten behoren o.a. Fry, Greve en Cox. Tot de aanhangers van de luchtdruktheorie Kantorowicz, Wild, Fripp, Balters en Spreng.

Schulze (1921) wijst als eerste op de belangrijke rol, die het speeksel speelt bij de retentie van een prothese. Via theoretische beschouwingen en experimenteel onderzoek komt hij tot de conclusie, dat de mate waarin twee platen aan elkaar hechten, evenredig is met de oppervlakte-spanning van de intermediaire vloeistof, en omgekeerd evenredig is met de dikte van de vloeistoffilm. Ook wijst hij erop, dat de retentie waarschijnlijk varieert met de viscositeit van het speeksel.

Omstreeks de tijd dat in Europa de, tijdens de tweede wereldoorlog in Amerika ontwikkelde, mucostatische afdruktechniek werd geïntroduceerd, vinden we de eerste verslagen van experimenten over het retentie-probleem.

Snyder en anderen (1945) publiceerden een onderzoek naar de invloed van de atmosferische druk op de retentie. Zij brachten patiënten in een onderdrukkamer en vonden een retentie-verlies bij verminderde druk.

Dergelijke „onderdruk”-experimenten – in vivo – zijn echter dubieus, omdat de mogelijkheid bestaat dat er luchtbellens onder de proefprothese zijn ingesloten.

Is dit het geval, dan zullen deze luchtbellens bij drukverlaging de prothese losduwen.

Er kunnen ook luchtbellens onder de prothese ontstaan, wanneer de proefprothese zich op haar plaats bevindt, voordat er een drukverlaging in de onderdrukkamer wordt gecreëerd.

Östlund (1948) vond bij laboratoriumproeven dat perforeren van het palatinale gedeelte van de basisplaat een retentievermindering van plm. 50 % gaf. Hij wijst ook nog op de krimp die bij het persen van de prothese optreedt, waardoor de basisplaat van de mucosa gaat afstaan.

Skinner en Chung (1951) onderzochten de samenhang tussen retentie en het aanliggen van kunstharsbasisplaten op de mucosa. Daarnaast onderzochten zij de wijze waarop raderingen en het afsluiten van de protheseranden de retentie beïnvloeden.

Het bleek dat raderingen een duidelijk retentieverlies veroorzaken, terwijl goed afsluitende randen en een goed aanliggende plaat de retentie verhogen.

In 1953 publiceerden beide schrijvers (nu samen met Campbell) een klinisch onderzoek naar de krachten, die nodig zijn om bovenkaaksprothesen van verschillende vorm te disloqueren. Zij verrichtten retentiemetingen met drie basisplaten van verschillende vorm. Tijdens het experiment „bouwden zij de zijdelingse delen en de A-lijn op”. Ook onderzochten zij het effect van zuigkamers. De experimentele uitkomsten waren dezelfde als die, welke zij in 1951 vonden. Bovendien vonden zij dat er geen samenhang bestaat tussen de wijze van afdruk-nemen en de grootte van de retentie.

Campbell (1954) beschrijft proefnemingen over de rol, die de vloeistoffilm tussen prothese en mucosa bij de retentie speelt. De afwezigheid van een vloeistoffilm beïnvloedt z.i. de retentie niet. Ook vond hij geen verschil in retentie bij prothesen, die volgens een mucostatische en die, welke m.b.v. een mucodynamische afdrukmethode – bij één patiënt – vervaardigd werden.

Östlund (1953) toonde aan, dat de viscositeit van de vloeistoffilm tussen twee platen een belangrijke factor is in het mechanisme welke de platen aan elkaar doet hechten.

Charlotte Jordt (1954) zegt ook dat de verschijnselen, die in de prothesespleet optreden, van essentieel belang zijn. Zij raadt zuigkamers

aan om de zo zeer begeerde retentie te bereiken. Tegen de fysische beschouwingen en de proefnemingen, die tot deze uitspraak leidden, zijn echter nogal wat bezwaren aan te voeren.

Tot slot deden Betzler en Riedel (1961) een groot aantal retentiemetingen aan een model; proeven waarop wij later terug zullen komen.

II. Naast dit experimentele onderzoek hebben enkele onderzoekers theoretische beschouwingen aan het retentie-probleem gewijd. Wij noemden reeds Schulze, Östlund, Jordt, Betzler en Riedel.

Stanitz (1948) analyseerde de rol, die de vloeistoffilm speelt bij de retentie van de prothese. Hij komt tot de conclusie, dat de co- en adhesiekrachten, evenals de krachten ontstaan door oppervlaktespanningsverschijnselen, niet groot genoeg zijn om de retentie te verzorgen. Wel veroorzaken beide krachten een drukverschil in de meniscus van de vloeistoffilm.

Naar analogie van de formule, die de capillaire werking in een buisje met doorsnede r weergeeft ($P_a - P_f = \frac{2c}{r}$) leidt hij de volgende formule voor de capillaire werking tussen 2 platen af:

$$P_a - P_f = \frac{2c}{a} \quad \text{waarin: } \begin{array}{l} P_a = \text{atmosferische druk,} \\ P_f = \text{druk in de vloeistofkolom,} \\ c = \text{oppervlakte-spanning,} \\ a = \text{afstand tussen de platen.} \end{array}$$

Deze afleiding is dubieus, daar Stanitz de spleet a tussen de beide platen, als een groot aantal buisjes met doorsnede r voorstelt. Hij houdt hierbij geen rekening met het feit, dat het totale wrijvingsoppervlak in werkelijkheid essentieel kleiner is dan het wrijvingsoppervlak van een groot aantal buisjes. Hij komt tenslotte tot de conclusie, dat de retentiekraft evenredig is met de grootte van het geprojecteerde oppervlak van die gedeelten van de prothese, die een vloeistoffilm hebben (dus maximaal de projectie van de gehele plaat als er *geen* lucht ingesloten is) en omgekeerd evenredig met de dikte van de vloeistoffilm.

Lammie (1957) wijst erop dat het onwaarschijnlijk is, dat oppervlaktespanningsverschijnselen een retentiekraft zouden kunnen geven ten gevolge van de volumeveranderingen van de kunsthars en het gips.

De oppervlaktespanning speelt naar zijn mening alleen een rol als

de vloeistoffilm ± 0.0005 inch is. Naar zijn mening zijn het co- en adhesiekrachten en de atmosferische druk die – fysisch gezien – de prothese op haar plaats houden.

Rehberg (1954) geeft de volgende formule voor de stijghoogte h van een vloeistofkolom in een capillair:

$$h = \frac{2 \delta}{r \rho g}$$

waarin: r = radius v. d. capillair,
 δ = opp.spanning v. d. vloeistof,
 ρ = dichtheid v. d. vloeistof,
 g = zwaartekracht.

Ook hij past dezelfde formule toe voor de stijghoogte van de vloeistoffilm tussen twee platen. Dit is om dezelfde reden als bij Stanitz aanvechtbaar.

Om te bewijzen, dat de atmosferische druk het houvast van de prothese verzorgt, doet hij de volgende proef: een basisplaat zonder randafsluiting wordt in de mond geplaatst. Hieroverheen plaatst hij een doosvormige plaat *met* randafsluiting, die op een vacuümpomp wordt aangesloten. De basisplaat blijkt af te vallen als men de druk verlaagt. Ook hier bestaat de mogelijkheid, dat er luchtbelllen zijn ingesloten, waardoor de „onderdruk“-experimenten een dubieus karakter hebben.

Adhesiekrachten zijn alleen van invloed wanneer de afstand, waarover deze krachten werken, kleiner is dan 5.10^{-6} cm. Een dergelijke kleine afstand is praktisch niet te verwezenlijken, zodat Rehberg van mening is, dat adhesieverschijnselen geen rol spelen. Tot slot geeft hij de afhankelijkheid:

$$R = \eta F \frac{\Delta v}{\Delta h}$$

waarin: R = inwendige wrijving,
 η = viscositeit,
 F = oppervlak v. d. platen,
 Δv = stroomsnelheid,
 Δh = afstand v. d. platen,

voor stroming in capillaire spleten. Het zijn vooral deze verschijnselen, die naar zijn mening voor het afsluiten van de protheseranden zorgen.

Kuck (1956) is van mening dat alleen de adhesie + cohesie tezamen de prothese aan het slijmvlies doen hechten. De speekselfilm is hierbij het bindende element. Onderzoek naar de moleculaire krachten die een

rol spelen bij de oppervlakte-spanning en de capillariteit, aan de randen van een systeem, leiden niet tot het gewenste inzicht; men dient de gehele vloeistoffilm in de beschouwing te betrekken. Verder wijst Kuck erop, dat de reacties van het weefsel de uitkomsten van fysische experimenten (in vivo) vertroebelen.

Volgens Körber (1956) berust de retentie op onderdrukverschijnselen tussen de plaat en mucosa en op het stromen van speeksel in de nauwe prothesespleet. Vooral de tijd speelt hierbij een belangrijke rol. Zeer terecht wijst hij (evenals Reneman) in verband met cohesieverschijnselen op het ontstaan van gasbelletjes in de vloeistoffilm, wanneer de plaat belast wordt. Aan de waarde van de oppervlaktetenspanning, als één van de factoren, die de retentie verzorgt, twijfelt Körber. De prothesespleet beschouwt de schrijver, in zijn paragraaf over het „stromen in een capillaire spleet”, als een groot aantal buisjes naast elkaar. Door additie van waarden, gevonden met behulp van de wet van Hage-Poiseuille, komt Körber tot een retentiekraft van ± 15 kg voor de bovenprothese. De totale stromingsweerstand schat hij echter te hoog, zodat de gevonden waarde onjuist is.

In hun uitgebreide serie artikelen (Die Ursachen und Gesetze beim Halt der Prothese) zijn Riedel en Betzler (1961) van mening, dat de oorzaken voor het houvast van de prothese zijn gelegen in een directe samenwerking van oppervlaktetenspanning en viscositeit van het speeksel. Deze zouden ook direct van elkaar afhangen. De luchtdruk als oorzaak van de retentie wordt door hen op energetische gronden verworpen. De schrijvers hebben echter onvoldoende en soms onjuiste interpretaties gegeven van de fysische wetten. De theoretische bezwaren en de kritiek op de laboratoriumproeven hebben wij elders*) geuit.

Reneman (1961) komt tot de interessante conclusie, dat de stroming van speeksel in de prothesespleet, wanneer de prothese belast wordt, het houvast veroorzaakt. Adhesie + cohesie, oppervlaktetenspanning en capillaire attractie spelen naar zijn mening een secundaire rol. De invloed van de atmosferische druk als retentiefactor, verwerpt hij.

Hij maakt echter een vergissing als hij zegt: „aanhangers van de strikte „zuigtheorie” zullen prothesen vervaardigen, waarbij een om-

*) W. G. Mook en J. D. v. Willigen: „Bemerkungen zu einer Theorie über den Prothesenhalt”. (Te publiceren in „Stoma”).

grensde discongruentie is aangebracht tussen slijmvliezsvorm en prothesebasisvorm; in de daartussen gecreëerde ruimte kan de lucht een lagere spanning bezitten dan de buitenlucht. Het zo hoog mogelijk opvoeren en zo lang mogelijk instandhouden van het drukverschil is het doel van deze toepassing”.

„... het slijmvlies verdroeg een dergelijke *aanhoudende* negatieve belasting niet”.

Het in *rusttoestand* al dan niet bestaan van een vacuüm of ruimte met lagere druk, is echter *niet belangrijk*. Essentieel is, dat er geen uitwisseling van lucht of vloeistof tussen de prothesespleet en de mondholte kan plaats vinden, zodat bij optredende *belasting* een ruimte van lagere druk *zou kunnen* ontstaan.

De prothese zal goed „afgesloten” zijn wanneer de rand geheel aanligt. Het gevaar voor een aanhoudende negatieve belasting van het slijmvlies in de rusttoestand zal minimaal geacht moeten worden, zoals wij onder 7 nader zullen uiteenzetten. Er is geen theoretisch bezwaar tegen raderingen: deze verzorgen mogelijk een betere afsluiting tegen eventuele lekken. De praktijk wijst echter uit, dat raderingen vermeden moeten worden (Reumuth en Fröhlich).

In de paragraaf „luchtdrukverschil” zegt Reneman, dat er een groot principieel verschil bestaat tussen elastische zuignap- en de pompzuiger-situatie. Het verschil tussen een elastische zuignap en een pompzuiger is naar onze mening klein. Het enige verschil bestaat hierin, dat er bij een pomp rond de zuiger een wand staat, die de zuigerrand afsluit en dus lekken voorkomt. Bij de zuignap moet de rand van de „zuiger” zelf voor de afsluiting zorgen.

Een zeer geringe deformatie kan daarvoor al voldoende zijn. In *theorie* is zelfs geen deformatie nodig, wanneer bodem en zuignap exact aansluiten. Met andere woorden: de veerkracht van een zuignap is niet essentieel voor de goede werking ervan, evenmin als het feit, dat rond een „zuiger” een wand staat. Het enig belangrijke is, dat de randen goed afsluiten.

Of er een onderdruk in rusttoestand bestaat of dat deze pas bij belasting ontstaat, maakt geen essentieel verschil uit. (Als er geen ruimte is, is er ook geen sprake van druk.)

Met zijn beschouwing over de co- en adhesiekrachten kunnen wij ons geheel verenigen. Op het onderscheid, dat Reneman maakt tussen capillaire attractie en de oppervlaktespanning zullen wij in de loop van ons artikel nog nader ingaan.

(wordt vervolgd)