

POST ACADEMIAM

DICHTGESINTERDE
CALCIUMHYDROXYAPATIET-IMPLANTATEN, TRANSMUCOSAAL
TOEGEPAST*)

EEN DIEREXPERIMENTEEL ONDERZOEK

C. DE PUTTER
K. DE GROOT
P. A. E. SILLEVIS SMITT
A. VAN DEN HOOFF*Uit de vakgroep Prothetische Tandheelkunde
en de afdeling Materia Technica
van de Vrije Universiteit te Amsterdam**Trefwoorden: Implantologie – Prothetische tandheelkunde – Calciumhydroxyapatiet*

1. Inleiding

Voor alle medisch toegepaste implantaten geldt, dat deze biologisch acceptabel zijn wanneer de omringende weefsels op het grensvlak met het implantaat zoveel mogelijk natuurlijk reageren (Hench, 1977). Hoewel deze eis vanzelfsprekend lijkt, is hieruit een gevolgtrekking te maken die vaak niet als vanzelfsprekend ervaren wordt. Deze is dat de in de tandheelkundige implantologie veelgehoorde mening dat implantatiematerialen 'inert' moeten zijn alleen geldt voor implantaties in weefsels waarbij geen of weinig natuurlijke reacties op de implantatie plaatsvinden. Een van de weinige weefsels waarin deze situatie zich voordoet is tandglazuur. Alveolair bot daarentegen is een actief weefsel.

Bij ons onderzoek naar de toepasbaarheid van tandheelkundige implantaten zijn we daarom niet uitgegaan van inerte materialen die geen interactie met de omringende weefsels vertonen, maar van een materiaal dat door zijn aard aan het grensvlak implantaat-omliggend weefsel een meer natuurlijk karakter geeft.

Uit eerdere publikaties (Redja e.a., 1977) blijkt dat het materiaal gesinterd hydroxyapatiet in een onbelaste situa-

tie een ankylotische hechting geeft aan bot. Ook bij de mens komt naast de normale verbinding van tand en alveolair bot door het ligamentum parodontale, van tijd tot tijd de ankylotische verbinding voor. Bij natuurlijke elementen houdt niet alleen een parodontaal ligament, maar ook een ankylotische binding het aanliggende bot in stand. Dit blijkt o.a. uit het onderzoek van Hovinga (1968) die constateerde dat na replantatie de ankylose geen aanleiding gaf tot resorptie van het alveolaire bot.

Afhankelijk van de porositeit kan een biologisch afbreekbaar of niet afbreekbaar materiaal voor implantaten verkregen worden: meer poriën resulteren in een snellere afbraak (De Groot, 1980).

Denissen e.a. (1979a en b) toonden aan dat wortelsecties, vervaardigd van een niet poreus en dus niet resorbeerbaar materiaal, direct na de extractie submosaal in alveolen geïmplantieerd, in staat zijn de massa van de processus alveolaris te behouden.

In de geneeskunde is gebleken (Swart e.a., 1979) dat het materiaal een goed alternatief is voor autoloog bot, daar waar het botvervanging betreft en er geen belasting behalve druk is. Het laatste hangt samen met het feit dat het keramische materiaal intrinsiek zwak is ten aanzien van trekkrachten.

Mede op basis van de goede klinische resultaten bij submucosale en onbelaste toepassing onderzoeken wij de mogelijkheid de toepasbaarheid van het materiaal te vergroten door het trans-

Samenvatting:

Een dierexperimenteel onderzoek naar de eigenschappen van het calciumhydroxyapatiet-implantatiemateriaal bij transmucosale toepassing wordt beschreven. Behandeld worden de binding van het materiaal aan het alveolaire bot, de aard van de transmucosale doorgang, de mechanische eigenschappen van het materiaal en de gevolgen van eventueel falen van implantaties.

Het blijkt dat in dit experiment 1. de directe binding van het implantatiemateriaal in een belaste situatie optreedt en sterk genoeg is om kauwkrachten te weerstaan, 2. het klinische aspect van de gingiva rond de implantaten niet lijkt te verschillen van dat rond de natuurlijke elementen, maar dat verder histologisch onderzoek naar de aard van de aanhechting noodzakelijk is, 3. de mechanische eigenschappen van het materiaal verbeterd dienen te worden en dat 4. gevolgen van breuk en eventuele mislukking van een implantatie klinisch goed behandelbaar zijn.

mucosaal te implanteren als mogelijke pijler voor vaste of semi-vaste prothetische voorzieningen.

Daartoe moeten de volgende vragen worden beantwoord:

1. Ontstaat bij transmucosale toepassing de hechting tussen bot en implantaat en zo ja, is deze hechting sterk genoeg om kauwkrachten te weerstaan?
2. Wat is de aard van de transmucosale doorgang met betrekking tot epitheel en bindweefsel enerzijds en het implantaat anderzijds?
3. Is het implantatiemateriaal zelf geschikt om kauwkrachten te weerstaan?
4. Wat zijn de gevolgen van eventueel falen van een implantaat en is reïmplantatie mogelijk?

*Materiaal en methode*2.1. *Het implantatiemateriaal*

De meest dichte versie van het calciumhydroxyapatiet werd gekozen. Deze wordt vervaardigd door samenpersing van calciumhydroxyapatietpoeder geleverd door Merck (W.-Duitsland), dat vervolgens gesinterd werd bij een temperatuur van 1300 °C.

*) Naar voordrachten gehouden tijdens de wetenschappelijke vergadering van de Ned. Ver. voor Prothetische Tandheelkunde te Amsterdam d.d. 13 december 1980.

De dichtheid van het materiaal is 97-99%, het bestaat voor meer dan 90% uit zuiver kristallijne hydroxyapatiet en voor minder dan 10% uit tricalciumfosfaat (whitlockite) en het heeft een druksterkte van 4000-6000 kg/cm². De Vickers-hardheid is 4500 MN/m². Tandglazuur heeft ongeveer dezelfde druksterkte en hardheid.

2.2. De proefdieren

Hiervoor werden gekozen 12 honden in twee groepen:

- 5 bastaardhonden en
- 7 Beagles.

Tijdens de implantatie werden de honden, na een premedicatie met Nesdonal® genarcotiseerd met een mengsel van lachgas, zuurstof en Halothane®. Voor de controles wordt een kort durende verdoving door middel van Nesdonal® toegepast. Er waren geen speciale voedingsvoorschriften voor de dieren. Ze kregen standaardvoeding bestaande uit vlees en brokken hard hondevoer (Hopefarm®, type D.B.).

2.3. Methode van implantatie

De implantaten werden direct transmucosaal in de mondholte geplaatst en wel volgens twee methoden:

1. De implantaten werden ter plaatse van de premolaren geïmplanteerd in de lege extractie-alveolen, onmiddellijk na extractie van het natuurlijke element.
2. De implantaten werden geplaatst in geprepareerde holten, in een ter hoogte van de premolaren edentate mandibula.

2.3.1. Implantatie in lege extractie-alveolen

Dit experiment werd verricht bij de vijf bastaardhonden. Bij elke hond werden zes implantaten geplaatst, zodat een totaal van 30 implantaten zou kunnen worden bestudeerd. Aan de hand van voorlopige afdrucken werden individuele lepels vervaardigd. Hiermee werd een definitieve afdruk genomen met behulp van een silicone-afdruk materiaal ter verkrijging van een definitief model. Op de cuspidaat en de eerste molaar werden banden vervaardigd uit Ultratek® waaraan het moederdeel van een precisie-anker was bevestigd. Tussen cuspidaat en eerste molaar werden brugdelen vervaardigd die door middel van twee vaderdelen uitneembaar aan cuspidaat en eerste molaar bevestigd konden worden. De uitneembare brugdelen werden voorzien van kappen, waarmee de implantaten later beschermd en gefixeerd konden worden en waarmee tevens retentie van het wondverband verkregen kon worden. Aan de hand van modellen en röntgenfoto's werden 30 implantaten gevormd, zoveel mogelijk gelijkend op de te extraheeren en te vervangen elementen. Aangezien de natuurlijke premolaren tweewortelig zijn en deze wortels in mesiodistale richting sterk divergeren, zouden

ze na splijting worden geëxtraheerd. Het implantaat wordt echter als één geheel geplaatst en de wortels ervan worden derhalve zoveel mogelijk parallel gemodelleerd. Bovendien divergeren de wortels van de natuurlijke elementen ook in bucco-linguale richting. Deze divergentie is echter op een röntgenfoto niet te bepalen. Het is noodzakelijk het implantaat tijdens de plaatsing hiernaar aan te passen.

Nadat brugdelen en implantaten gereed gemaakt waren, werden de elementen gespleten en geëxtraheerd. De in de kogelsterilisator gesteriliseerde implantaten werden aangepast aan de extractie-alveole, opnieuw gesteriliseerd en vervolgens transmucosaal in de alveole geplaatst en tot 1 à 1½ mm boven de gingiva afgeslepen. Daarna werden banden en brugdelen geplaatst. De implantaten werden gefixeerd en beschermd door wondverband. Op deze wijze werden de 'normale' kauwkrachten direct op de als brugpijlers fungerende implantaten overgebracht.

Zolang dit noodzakelijk was, werd het wondverband tijdens de wekelijkse in-

spectie ververst. Bij deze inspectie werden de implantaten voorzichtig gereinigd, eventueel beslepen en werden x-foto's genomen. Zodra de implantaten voldoende waren vastgegroeid, werden ze geprepareerd voor een kroon met twee korte pinholes en vervolgens afgedrukt.

Als een implantaat bij palpatie met duim en wijsvinger niet beweeglijker was dan overeenkomstige natuurlijke elementen, beschouwden wij het als gefixeerd.

De kronen (Ultratek®) werden vervaardigd en vervolgens op de implantaten geplaatst met zinkfosfaatcement, zodat de brugdelen met kappen overbodig werden. De moederdelen van de precisiesloten werden afgesloten met kapjes. Ook met de kronen in functie werden de implantaten wekelijks klinisch geobserveerd en gereinigd. De afbeeldingen 1 en 2 geven 2 fasen van methode 1 weer. In totaal werden 30 implantaten op deze wijze aangebracht.

2.3.2. Implantatie in de edentate situatie

Bij 7 Beagles werden banden, bruggen en instelapparaten vervaardigd en aange-



Afb. 1. Drie implantaten, geïmplanteerd volgens methode 1, 7 weken na implantatie, inmiddels gefixeerd, nog niet van kronen voorzien.



Afb. 2. Drie implantaten, geïmplanteerd volgens methode 1, 12 weken na implantatie, inmiddels van kronen voorzien.

bracht op analoge wijze als onder 1. beschreven. De Beagles waren ten tijde van de implantatie minimaal twee jaar edentaat in de premolaarstreek.

Met behulp van langzaam roterend instrumentarium en koeling met fysiologisch zout werden - nadat het gingivaweefsel ter plekke rechthoekig was geïncideerd en verwijderd - links en rechts twee gaten geprepareerd waarin de implanten passend werden gemaakt. De implantaten werden vervolgens gefixeerd en afgedekt met tandheelkundig wondverband. Dit wondverband werd wekelijks verversd, zolang dit nodig bleek. De implantaten werden wekelijks geïnspecteerd en gereïndigd. Vanwege de kleinere afmetingen van de Beaglekaken werd besloten de kleine implantaten niet van kronen te voorzien maar via de uitneembare brugdelen te belasten.

Op deze wijze werden 28 implantaten geplaatst.

2.4. Reïmplantatie

In vijf gevallen werd besloten op de plaats waar een implantaat was gefractureerd het in het bot verankerde gedeelte door uitboren te verwijderen en een geheel nieuw implantaat te plaatsen.

Tevens werd één implantaat, geïmplanteerd volgens methode 1, dat wegens gebrek aan verankering in het alveolaire bot niet gefixeerd raakte, uitgenomen. Vervolgens werd ter plekke een diepere caviteit geprepareerd waarin een implantaat werd geplaatst (zie tevens verklaring van de resultaten).

2.5. Histo-pathologisch onderzoek

In zes gevallen, geïmplanteerd volgens methode 1, waarin fractuur van het implantaat optrad, werd het meest occlusale deel van het implantaat met de aangehechte omringende weefsels uitgenomen voor histo-pathologisch onderzoek.

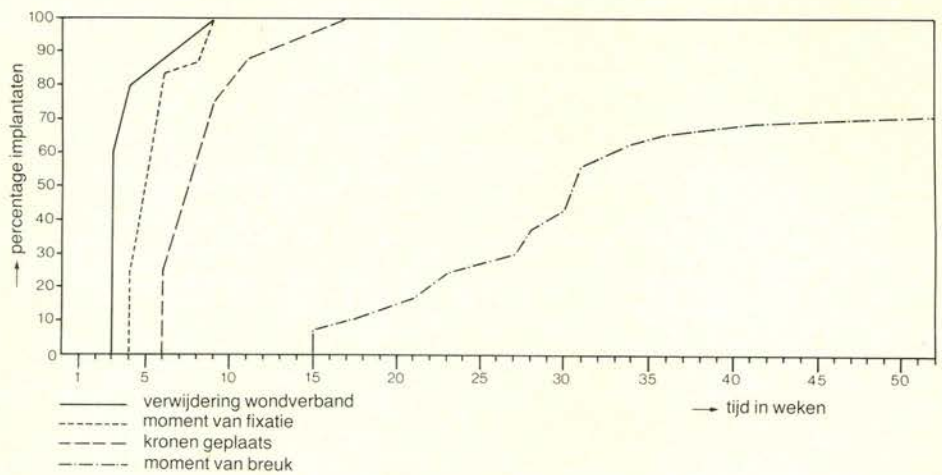
Eén hond met zes implantaties volgens methode 1 succumbeerde tijdens de anesthesie. In dit geval werden de implantaten en hun omgeving alsmede de natuurlijke elementen en hun omgeving, histo-pathologisch onderzocht. Alle preparaten werden voor de lichtmicroscopische bestudering ontkalkt.

3. Resultaten

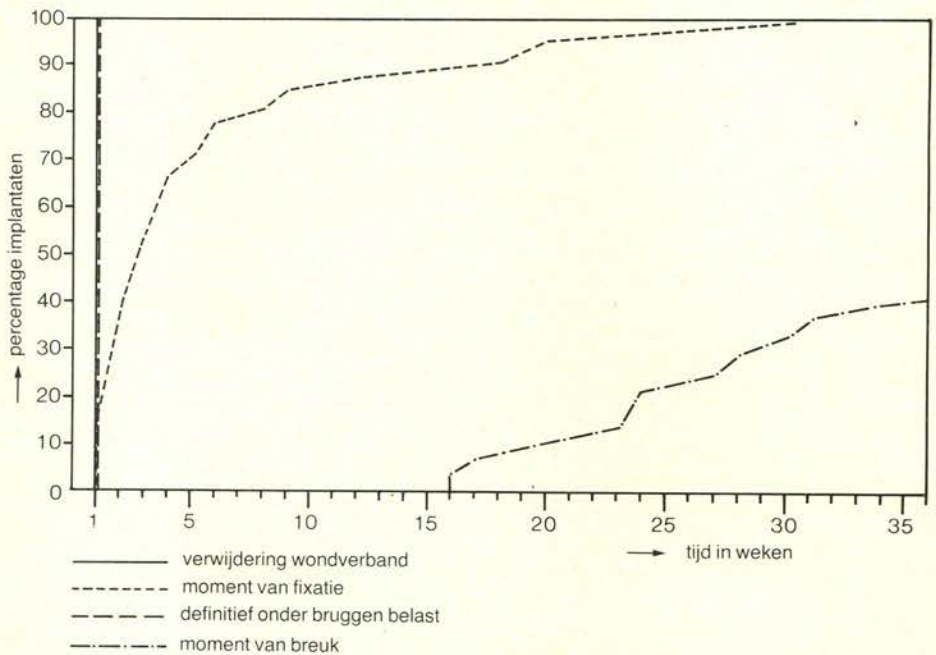
3.1. Bij de eerste methode van implantatie werden de implantaten gedurende één jaar vervolgd.

In afbeelding 3 staan op de horizontale as de tijd in weken en op de verticale as het percentage implantaten weergegeven.

Weergegeven met verschillende lijnen (zie het bijschrift), zijn het moment van fixatie van het implantaat, de plaatsing van de kronen, de periode waarin wondverband werd toegepast alsmede het moment van fractuur van het implantaat vermeld.



Afb. 3. Gedrag van implantaten volgens methode 1, zie de tekst.



Afb. 4. Gedrag van implantaten volgens methode 2, zie de tekst.

3.2. Bij de tweede methode van implanteren werden de implantaten gedurende een periode van 9 maanden vervolgd. Op dezelfde wijze als bij de vorige methode staan de verschillende parameters in afbeelding 4 aangegeven.

3.3. Alle zes implantaten die werden gereïmplanteerd, bleken na één week vast in het alveolaire bot te zijn verankerd. Eén implantaat brak opnieuw na vijf weken en werd nogmaals gereïmplanteerd. De perioden van deze reïmplantaties waren als volgt: 1 implantaat was 29 weken aanwezig, 1 implantaat was 26 weken aanwezig, 3 implantaten waren 16 weken aanwezig en 1 implantaat was 15 weken aanwezig. Deze implantaten werden alle door bruggen belast.

3.4. Wat betreft het histo-pathologisch on-

derzoek kunnen in verband met de beperkte opzet van dit deel van het project nog slechts onder voorbehoud voorlopige resultaten worden vermeld. Het epitheel in de directe nabijheid van de zes gebroken implantaten is veelal ontstoken. Dit geldt overigens eveneens voor het epitheel dat zich in de onmiddellijke nabijheid van de natuurlijke elementen bevond. Het epitheel vormde een aanhechtingsepitheel. Het bindweefsel leek zich aan te hechten aan het implantaat door rondom de implantaten zowel kapselvormig georiënteerde vezels als vezels, die loodrecht op het implantatie-oppervlak verliepen, te vormen en het was niet ontstoken.

Het beeld van het alveolaire bot rondom de implantaten was geheel overeenkomstig hetgeen werd aangetroffen rondom de submucosale implantaten zoals beschreven door Denissen e.a. (1979 c).

4. Besprekingen van de resultaten

Zoals uit afbeelding 3 blijkt, werd bij de eerste methode van implantatie in 80% van de gevallen na ten hoogste vier weken en in 100% van de gevallen binnen negen weken het wondverband achterwege gelaten. Na negen weken waren alle implantaten in het kaakbot gefixeerd.

Na elf weken waren de kronen geplaatst in 85% van de gevallen en in 100% na zeventien weken. Na een jaar blijkt meer dan 70% van de implantaten te zijn gebroken.

Bij deze resultaten dient te worden vermeld dat voor wat betreft het vastraken en het plaatsen van kronen de resultaten van één hond met zes implantaten niet zijn meegerekend. Deze hond had een extreem bewegelijke en krachtige tong, die grote, naar buccaal gerichte krachten op de implantaten uitoefende. Mede door de aanvankelijk snelle resorptie na de extracties was de kroon-wortelverhouding ongunstig.

De implantaten geraakten pas na 16 weken en na verlaging van de alveole tot voorbij de bifurcatie van het implantaat gefixeerd. De aldus verkregen 'halve' implantaten werden vanwege hun kleine afmetingen niet van een kroon voorzien maar evenals bij methode 2 onder een brugdeel belast. Voor één implantaat werd een diepere holte geprepareerd, dit implantaat werd genoemd onder reïmplantaties (2.4.). Voor wat betreft de breuk zijn deze implantaten wel in afbeelding 3 verwerkt. Zouden deze implantaten niet meegerekend worden, dan zou na één jaar het percentage breuk op 84 % uitkomen.

Zoals blijkt uit afbeelding 4, werd in alle gevallen waarin in een geprepareerde holte werd geïmplantatoerd, het wondverband na één week weggelaten en werden de implantaten direct door brugdelen belast.

Van de implantaten bleek 80 % gefixeerd na zes weken, 95 % na 19 weken, 100 % na 30 weken. Na 36 weken was bijna 40 % van de implantaten gefractureerd.

5. Discussie

5.1. Hechting tussen bot en implantaat

Het wondverband werd in dit experiment geacht een genezende, beschermende en fixerende werking te hebben. De genezende functie leek ons nodig in verband met het aangebrachte trauma aan bindweefsel en epitheel door het extraheren c.q. het prepareren van de holte, voorafgaande aan de implantatie. Het milieu rond de implantaten in de mondholte van de proefdieren is niet gunstig door de

slechte zelfreinigende werking door tong, wang en speeksel onder brugdelen en daar de dieren slechts éénmaal per week werden gecontroleerd, moest het wondverband tevens een tijdelijke afscherpende werking hebben om de ingroeïende weefsels in de open ruimten tussen het implantaat en de wanden van de door extractie of preparatie ontstane holten te beschermen tegen voedselresten, plaque en mechanisch trauma. De fixerende werking kwam vooral aan de orde bij implantatiemethode 1 in verband met de slechtere pasvorm van de implantaten die daardoor direct na implantatie zeer weinig retentie in de alveole hadden. Bij deze methode werd het wondverband dan ook relatief lang toegepast. Bij de slechts eenmaal per week uitgevoerde controles werd onder het wondverband echter vaak debris aangetroffen en daarom werd dit zo spoedig mogelijk achterwege gelaten om tong, wang en speeksel de zelfreinigende werking te laten hervatten, die in het geval van de gekroonde elementen uiteraard gunstiger was dan onder de brugdelen.

Bij implantaten geïmplantatoerd volgens methode 2 sloten de weefsels na één week in alle gevallen aan het implantaat aan en de fixatiewerking werd in die periode in alle gevallen overbodig. De oorzaak lijkt de gunstige pasvorm van deze implantaten. Andere factoren die hierbij een rol spelen, zijn de grootte van het oppervlak van het implantaat dat aan het bot kan hechten, de relatieve grootte van het intralveolaire gedeelte van het implantaat, de krachten die vooral in horizontale richting op het implantaat worden uitgeoefend, alsmede de functie van het implantaat in verband met de plaats ervan in de mond. Zo bleken de implantaten naast de grote eerste molaren en cuspidaten eerder gefixeerd te zijn dan de meer op zichzelf staande implantaten.

In het algemeen leek bij de bastaardhonden de grootte van het hechtingsoppervlak gunstig en de pasvorm ongunstig voor wat betreft de fixatietijd, bij de Beagles was dit andersom.

Aangezien de honden normaal voedsel kregen, kan verwacht worden dat de

kauwkrachten op implantaten, na eventuele verwijdering van de bruggen, niet wezenlijk verschillen van de krachten uitgeoefend op de natuurlijke elementen. De fixatie wordt door deze krachten kennelijk niet teniet gedaan, zodat het antwoord op de eerste vraagstelling bevestigend moet luiden: bij transmucosale toepassing van apatiet-implantaten ontstaat een hechting tussen bot en implantaat, die sterk genoeg is om kauwkrachten te weerstaan.

5.2. Hechting tussen implantaat en gingivale weefsels

Voor wat betreft de aanhechting van het implantaat aan gingivale weefsels lijkt een zekere ruwheid van het oppervlak gunstig (evenals die voor de hechting aan bot), terwijl de preventie van plaque-aanhechting bevordert lijkt te worden door een glad oppervlak. Het verband tussen ruwheid en aanhechting van verschillende weefsels is onderwerp van nadere studie.

Het klinische aspect van de gingiva bleek afhankelijk te zijn van de mondhygiëne, zodat in ons geval, waar reiniging slechts 1x per week plaats vond, het gingiva-aspect nadelig werd beïnvloed. Ook was het beeld afhankelijk van het individuele dier, de constitutie, vorm van implantaten, kronen, plaatsing ten opzichte van natuurlijke buurelementen, enzovoorts.

Desalniettemin werd het klinische aspect van implantaten gemeten in vergelijking met natuurlijke elementen. Een aantal waarnemers vond, gebruik makend van een Loe-index, zoals aangepast door Van der Kuij (1981), dat het klinische aspect rond implantaten niet verschilde van dat rond een natuurlijke tand. Bij deze beoordeling is geen gebruik gemaakt van een meting van de sulcusdiepte, omdat het bijzonder moeilijk is te bepalen op welk moment van ingroei de nog tere aanhechting kan worden gesondeerd: met welke kracht en op welke plaats, mede in verband met de hoeveelheid aangehechte gingiva.

Ter verkrijging van histologisch materiaal is inmiddels een aparte proef in gang gezet om gegevens te verzamelen omtrent het verloop in de tijd van de aanhechting van bindweefsel en epi-

theel. Aanleiding hiertoe gaven het klinische aspect van de gingiva en de bovengenoemde klinische resultaten.

5.3. Breuk van implantaten

De breuk van de implantaten bleek in de eerste plaats samen te hangen met de tijd. Van keramische materialen is bekend dat zij bij voortdurende wisselende, lage trekbelasting aan sterkte kunnen inboeten door vermoeidheid mede afhankelijk van het omringende milieu (Bornhauser, 1980). Tevens zijn bepalend de grootte van het implantaat en de grootte en de aard van de erop uitgeoefende krachten. Zo zijn ook hierop van invloed de grootte van het extra-alveolaire gedeelte van het implantaat en functie en plaats in de mond. Het ontbreken van een parodontaal ligament en de grote kauwkrachten van de honden lijken daarnaast mede bepalend voor het optreden van breuk. In dit verband moet opgemerkt worden dat voor de honden geen bijzondere voedingsvoorschriften bestonden dat wil zeggen dat ook brokken hard hondevoer met de implantaten werden gekauwd. Een dieet van zacht voedsel zou overigens het moment van breuk hooguit hebben uitgesteld. De plaats van de breuk bleek bij praktisch alle implantaten iets boven de grens alveolair bot-bindweefsel te liggen hetgeen leidt tot de conclusie dat op dat punt de trekbelasting op het implantaat het grootst is. Het is niet bekend in hoeverre de trekbelasting bij een humaan implantaat verschillen zou van die bij een hond. De kauwkrachten uitgeoefend door de kauwspieren zijn weliswaar groter bij een hond, maar de daaruit resulterende trekkrachten op de elementen zouden door het afwijkende occlusie- en articulatiepatroon wel weer kleiner kunnen zijn dan bij de mens. In het algemeen geldt dat voorzichtigheid geboden is bij een vertaling van dierexperimenteel gevonden levensduren van implantaten naar menselijke toepassing. Zo is het bekend dat koolstofimplantaten bij apen aanzienlijk langer bleken te overleven dan bij mensen (Shulman e.a., 1979).

De conclusie is derhalve dat we de overlevingsduur van implantaten bij

honden niet kunnen beschouwen als een onderste limiet van een eventuele humane toepassing. Een versterking van het apatietmateriaal is derhalve nodig, wil het geschikt kunnen zijn voor transmucosale toepassingen als een implanteerbare tand.

5.4. Gevolgen van breuk

Na breuk van een implantaat blijkt het mogelijk het implantaat zonodig af te ronden en als verkort implantaat transmucosaal of submucosaal voort te laten bestaan ofwel over te gaan tot het implanteren van een nieuw implantaat na verwijderen van de rest van het oude. Het feit dat dit verwijderen slechts lukt onder koeling met fysiologisch water en snelroterend instrumentarium duidt op een sterke binding van het implantatiemateriaal aan bot. De eigenschap dat voor een apatiet-implantaat geen enkele vorm van mechanische retentie noodzakelijk is, is bepalend voor de gunstige kleine afmetingen van het implantaat. Hierdoor zal bij een eventueel falen van het implantaat minimaal botverlies optreden, hetgeen indien gewenst bovendien, al dan niet transmucosaal, opgevuld kan worden.

6. Conclusies

1. De hechting van het calciumhydroxyapatiet-materiaal aan bot, zoals aangetroffen bij submucosale onbelaste toepassing, ontstaat ook bij de transmucosale toepassing en bleek in deze proef voldoende sterk om kauwkrachten te weerstaan.
2. Het klinische aspect van de gingiva rond de implantaten verschilde niet van dat rond natuurlijke elementen. Verder onderzoek naar de aard van de aanhechting van bindweefsel en epitheel is noodzakelijk.
3. Verder onderzoek is noodzakelijk om de mechanische eigenschappen van het implantaat te verbeteren.
4. Gevolgen van breuk en eventuele mislukking van een implantatie zijn klinisch goed behandelbaar.

Summary:

Title: Sintered transmucosally applied calcium hydroxyapatite implants; an animal experiment.

This paper describes an animal experiment to study the properties of transmucosally applied calcium hydroxyapatite implant material.

It discusses the adhesion of the material to the alveolar bone, the nature of the transmucosal passage, the mechanical properties of the material, and the consequences of possible implantation failure.

It was found in this experiment that: 1. direct binding of the material occurs under stress and is sufficiently strong to resist forces of mastication; 2. the clinical features of the gingiva around the implants do not seem to differ from those around natural teeth, but further histological studies are required to establish the nature of the adhesion; 3. the mechanical properties of the material need improvement; 4. the consequences of fracture and possible implantation failure respond well to clinical treatment.

Literatuur:

1. Bornhauser, A., Pabst, R.F. (1980): Evaluation of subcritical crack extension parameters with ceramic biomaterials. A critical examination. Abstract P. 1.3. Book of Abstracts First World Biomaterials Congress, Baden near Vienna, April.
2. Denissen, H. W., de Groot, K. (1979 a): Immediate dental root implants form synthetic dense Calciumhydroxyapatite. *J Prosthet Dent* 42: 551-556.
3. Denissen, H. W., Redja, B. V., de Groot, K., Peelen, J. G. J. (1979 b): Eerste ervaringen met calciumhydroxyapatiet-implantaten als vervanging van natuurlijke tandwortels. *Ned Tijdsch Tandheelkd* 86: 173-176
4. Denissen, H. W. (1979 c): Dental root implants of apatite ceramics. *Academisch proefschrift, Amsterdam, Vrije Universiteit.*
5. Groot de, K. (1980): Bioceramics consisting of calciumphosphate salts. *Biomaterials* 1: 47-50.
6. Hench, L. L. (1977): Bio Ceramics. *Science of Ceramics* 9: 193-212.
7. Hovinga, J. (1968): Replantatie en transplantatie van tanden. *Academisch proefschrift, Amsterdam, G.U..*
8. Kuij van der, P. (1981): Reducing residual ridge reduction. *Academisch proefschrift, Amsterdam, Vrije Universiteit.*
9. Redja, B. V., Peelen, J. G. J., de Groot, K. (1977): Tri-calcium Phosphate as a bone substitution. *J Bioengineering* vol. 1:93-97.
10. Shulman, L. B., Schitman, P. A. (1979): Bone maintenance: Implant versus transplant. *Biomat., Med. Dev., Art. Org.*, 7: 333-338.
11. Swart, J. G. N., Feenstra, L., Ponssen, H., de Groot, K., Peelen, J. G. J. (1979): Voorlopige klinische ervaringen met een botvervangingsmiddel gesinterd tricalciumfosfaat. *Ned Tijdschr Geneesk* vol. 123: 1421-1425.

December 1980.

De Boelelaan 1115,
1081 HV Amsterdam.