

A. F. KAYSER

Onder *tandverkleuring* verstaat men een zodanige verandering van de kleur dat deze opvallend afwijkt van die van de buurelementen. Meestal gaat het om afwijkingen naar donkerder tinten. Bij een aantal ontwikkelingsstoornissen kan men de kleur niet met de buurelementen vergelijken, daar *alle* gebitselementen verkleurd zijn. In deze gevallen is de kleur sterk afwijkend van de gewoonlijk aan te treffen tandkleur. Normaliter varieert de tandkleur van witgeel tot geel, waarbij schakeringen naar grijs, bruin en rose voorkomen. Naarmate het individu ouder wordt, is een lichte mate van donkerder worden fysiologisch, zoals iedereen die een kleurengids hanteert uit ervaring weet. Een direct gevolg van tandverkleuring is dat de esthetiek wordt gestoord. Naast de tandvorm en de tandstand bepaalt de tandkleur immers in belangrijke mate de esthetiek van het gebit. Gestoorde esthetiek is één van de hoofdredenen om tandheelkundige hulp in te roepen. Vandaar dat het voorkomen van tandverkleuring in het bovenfront van groot praktisch belang is. Een verkleurde tand is dikwijls een reden om een jacketkroon of opgebakken porseleinkroon te vervaardigen. Deze restauraties moet men echter niet te snel alleen vanwege de lelijke kleur indiceren. Vaak is een afdoende behandeling op eenvoudiger wijze mogelijk, afhankelijk van de oorzaak van de verkleuring.

Etiologie

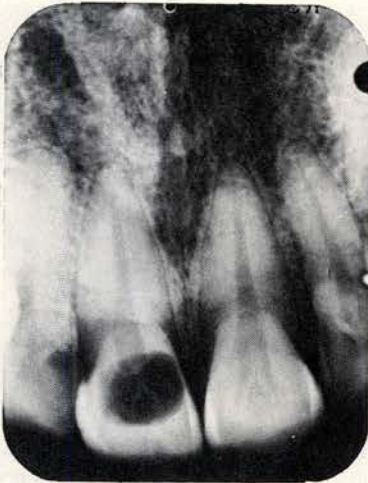
Gebitselementen kunnen door diverse oorzaken verkleuren. Men zou een indeling kunnen maken in endogene en exogene, in aangeboren en verkregen en in natuurlijke en kunstmatige oorzaken. Tot de laatste categorie horen de door de patiënt zelf veroorzaakte verkleuringen. De hier gehanteerde volgorde in de opsomming van oorzaken is willekeurig:

1. cariës,
2. necrotische pulpa,
3. endodontische behandeling,
4. restauraties,
5. aanslag,
6. interne resorptie,
7. ontwikkelingsstoornissen.

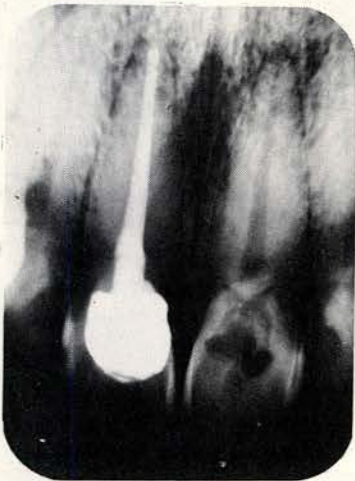
1. Bij cariës kan men onderscheid maken tussen de donkergrijs doorschemerende proximale cariës

en de direct zichtbare, meestal bruine halscariës. Door verwaarlozing ontstane halscariës maakt pas indruk als de patiënt de aangetaste plekken duidelijk ziet. De mondverzorging wordt dan gemotiveerder ter hand genomen, waardoor caviteitvorming uitblijft, maar de bruine kleur blijft.

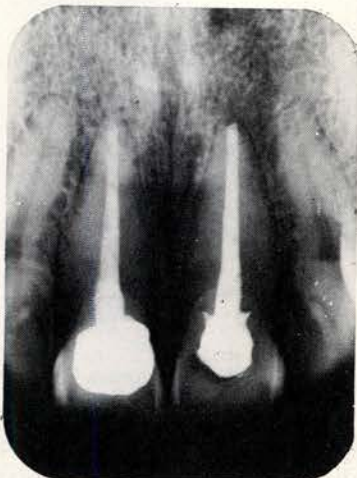
2. Tandverkleuring is het duidelijkste uiterlijke symptoom van een necrotische pulpa. De verkleuring ontstaat door afbraakprodukten van de necrotische pulpa en door de er meestal aan voorafgaande bloeding. Een necrotische pulpa kan vele oorzaken hebben: cariës, trauma (waarbij het element gaaf kan blijven) en trauma ten gevolge van tandheelkundige behandeling. De verkleuring treedt niet zelden pas jaren na de inwerking van het trauma op. Bij gericht vragen treedt het causale verband aan het licht.
3. Het aantal verkleurde elementen dat door de tandarts wordt veroorzaakt is zó groot, dat de leek denkt dat het een noodzakelijk gevolg van de wortelkanaalbehandeling is. Deze verkleuring wordt veroorzaakt doordat de mechanische reiniging niet goed wordt uitgevoerd en omdat vele in de endodontie gebruikte vulmaterialen de tand verkleuren (Thoden van Velzen, 1973). Zoals b.v. Rieblerpasta, dat met zijn rood-paarse visitekaartje de plaats van jodoform heeft ingenomen. Mortaal-amputaties zijn meestal aan de grijsbruine kleur te herkennen.
4. Amalgaamrestauraties schemeren grijsblauw door. Vooral bij onondersteund en niet met caviteitlak behandeld glazuur. De differentiële diagnose met (secundaire) cariës is niet altijd even eenvoudig.
5. Aanslag heeft de patiënt meestal aan zich zelf te wijten. Plaque verwijdere men niet uitsluitend voor de cariës- en gingivitispreventie, maar ook om de neus niet te beledigen en het oog te behagen. Rokers zijn aan hun gebit te herkennen, evenals notoire dropeters. Oudere mensen kunnen verkleuringen hebben die vroeger door ijzerhoudende medicamenten zijn veroorzaakt.



Afb. 1a. Interne resorptie van de 11.



Afb. 1b. Controlefoto na 5 jaar. De pulpaholte is met silicaatcement en de palatinale opening met amalgaam gevuld, nadat de tand is gebleekt. De 21 blijkt ook aangetast.



Afb. 1c. Controlefoto na 1 jaar.

6. Interne resorptie (pink tooth) ontstaat doordat mesenchymcellen uit het pulpaweefsel zich differentiëren tot odontoclasten (afb. 1). In een gevorderd stadium schemert de pulpa rose tot paars door. Trauma zou bij het ontstaan van odontoclasten een rol spelen.
7. Van de ontwikkelingsstoornissen zijn te noemen:
 - Amelogenesis imperfecta; het nauwelijks door glazuur bedekte dentine wordt – in contact met het orale milieu – bruin van kleur.
 - Tetracyclinhypoplasie met de bekende gele tot bruingele verkleuringen, die tijdens de vormingsperiode van de tand ontstaan. De anamnese kan de diagnose bevestigen.
 - Fluorose (mottled enamel); de verkleuring die hierdoor ontstaat zal in Nederland een zeldzaamheid zijn.

Preventie

Uit de etiologie blijkt dat een deel van de tandverkleuringen is te voorkomen. Cariëspreventie zal een groot effect sorteren. Restauratieve tandheelkunde zal men zo atraumatisch mogelijk moeten uitvoeren. Bij trauma moet het getroffen element niet alleen klinisch, maar ook röntgenologisch worden vervolgd. Zodra men een interne resorptie heeft gediagnostiseerd, moet onmiddellijk endodontisch worden ingegrepen. Bij een correct uitgevoerde endodontische techniek is verkleuring van de tand te voorkomen. Met name wordt gewezen op het volledig verwijderen van de kroonpulp, vooral uit de pulpahoorns en op het vermijden van verkleurende materialen. Grossman (1970) ondergraaft zijn eigen stelling: 'it is not so much what you put into a root canal, but what you take out, that counts', waar hij verderop de vereisten voor een wortelkanaalvulmateriaal omschrijft. Deze eisen zijn zo streng dat men mag concluderen dat het wel degelijk van belang is wat in een wortelkanaal wordt gedaan. Of *niet* gedaan, waaronder het opzettelijk leeg laten van het wortelkanaal boven de apicale afsluiting wordt verstaan, wat om praktische redenen wordt aanbevolen (Kayser, 1970).

Amalgaamrestauraties zijn labiaal en approximaal in het bovenfront gecontraïndiceerd. Zelfs palatinaal kunnen zij doorschemeren indien geen onderlaag wordt gebruikt. Verwijdering van aanslag geschiedt bij de halfjaarlijkse prophylaxisbehandeling. Van het onderhoud door de patiënt en van zijn (rook)gewoontes hangt af hoe snel recidief optreedt.

Behandeling

Causale behandeling is bij verkleuring ten gevolge van ontwikkelingsstoornissen niet mogelijk. Bij zeer storende afwijkingen kan men slechts symptomatisch te werk gaan en de esthetiek door beslijpen en met behulp van adhesieven en kronen herstellen. Enkele keren wordt succes met het van buitenaf bleken van door tetracycline verkleurde elementen gerapporteerd (Arens e.a., 1970). De blijvende resultaten vallen echter tegen.

Bij de overige genoemde factoren is de oorzaak weg te nemen en spreekt de uit te voeren ingreep voor zich. Een verkleuring vanuit de tandholte (necrotische pulpa, interne resorptie en endodontische behandeling) is door bleken te elimineren of te verminderen (afb. 2). Het wordt sedert lange tijd toegepast en kan een van de meest dankbare werkzaamheden in de praktijk zijn.

Bleken

Het betreffende element moet uiteraard endodontisch zijn behandeld en voorzien zijn van een goede apicale kanaalafsluiting. In de meeste endodontische leerboeken worden de mogelijkheden om een element te bleken uitvoerig beschreven (Grossman, 1970; Healey, 1960; Ingle, 1965). De blekende werking wordt door oxydatie verkregen, waarvoor men in het algemeen waterstofperoxyde 30% (perhydrol, superoxol) gebruikt. De volgende procedure is simpel en geeft goede resultaten:

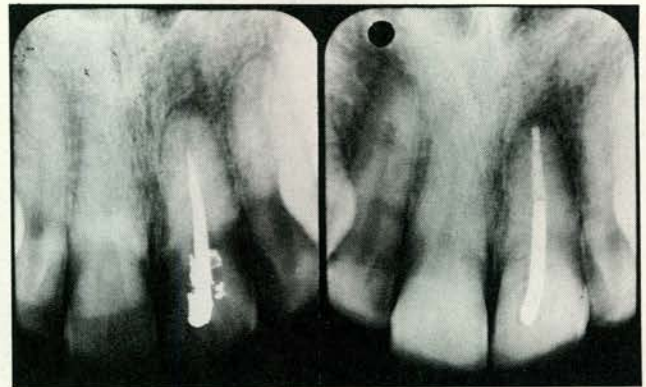
1. Element en omgeving droogleggen met wattenrollen of rubberdam.
2. De pulpaholte tot 3 mm in de kanaalingang mechanisch reinigen. Alle verkleurende stoffen worden verwijderd, waarbij de pulpahoorns extra aandacht vergen. Is de verkleuring reeds in het dentine gedrongen dan kan men een laagje van het dentine wegboren. Een nadeel is echter dat het element wordt verzwakt.
3. Met behulp van een wattentampon brengt men waterstofperoxyde in de pulpakamer en kanaalingang. Om het bleekproces te versnellen wordt de brede knop van de Ash 49 verwarmd en in de pulpakamer gebracht. Dit proces wordt een aantal malen herhaald waarbij de waterstofperoxyde steeds wordt verversd. De tand begint nu reeds lichter te worden.
4. Vervolgens sluit men een tampon met waterstofperoxyde 30% in en sluit de caviteit met zinkoxyde-eu-



Afb. 2a. Verkleurde 21, ontstaan na trauma 11 jaar geleden en verergerd na endodontische behandeling 2 jaar geleden.



Afb. 2b. Controle 3 jaar na het bleken. Cervicaal is enige recidief opgetreden.



Afb. 2c. De röntgenfoto's die bij afb. 2a respectievelijk afb. 2b behoren.

genolcement goed af. De tampon laat men een week in situ.

5. Op de volgende zitting is het element meestal aanmerkelijk lichter geworden. Zonodig herhaalt men de procedure een tot twee keer. Tenslotte

wordt de toegangsweg met een composietvulling afgesloten. De pulpaholte kan men leeg laten, met Duopercha of een ander niet-verkleurend guttaperchaproduct opvullen (Lamers, 1970) of van een niet-corroderende stift voorzien (afb. 2c).

Er treedt altijd enige *recidief* van de verkleuring op. Het is daarom raadzaam om met bleken door te gaan tot de tand lichter is dan zijn buurelement. Vooral cervicaal is de neiging tot recidief groot, wat minder storend is dan een verkleurde incisale partij. Het bleek-effect is de eerste dag het sterkst, daarna gaat het proces langzamer. Het heeft weinig zin langer dan vier weken met bleken door te gaan.

De beschreven methode heeft het voordeel dat weinig tijd en apparatuur aan de stoel vereist is. De ingesloten waterstofperoxyde doet het werk. Het meeste succes heeft men bij het bleken van elementen met een necrotische pulpa, vooral als de verkleuring nog niet zo lang bestaat (Buisman, 1962). Verkleuringen door Rieblerpasta en andere materialen zijn moeilijker te elimineren.

Pas als een element naast de verkleuring sterk verzwakt is door proximale caviteiten, is een kroon te overwegen. In de overige gevallen verdient het relatief eenvoudige bleken de voorkeur.

Samenvatting:

Tandverkleuring is in het bovenfront een esthetisch probleem. Er wordt ingegaan op de oorzaken, preventie en behandeling. Eén van de hoofdoorzaken is de tandarts zelf. Gewezen wordt op de noodzaak geen verkleurende materialen in de endodontie toe te

passen. Causale behandeling is in vele gevallen mogelijk. Een eenvoudige procedure om tanden te bleken wordt beschreven.

Summary:

Title: Discoloration of teeth.

Discoloration of the upper anterior teeth can be a serious esthetic problem in dental practice. Its causes, prevention and treatment are discussed.

Dental treatment is one of the leading causes. It is stressed not to use discoloring agents in endodontics.

Too often the condition is treated by making crowns in stead of eliminating the causative factor. A simple procedure for bleaching is presented.

Literatuur:

1. *Arens, D. E., Rich, J. J., Healey, H. J.* (1972): A practical method of bleaching tetracycline-stained teeth. *Oral Surg* 34: 812-817.
2. *Buisman, P. H.* (1962): Tandverkleuring en -bleking. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 69:295-297.
3. *Grossman, L. J.* (1970): *Endodontic practice*. 7th ed. Lea en Febiger, Philadelphia.
4. *Healey, H. J.* (1960): *Endodontics*. The C.V. Mosby Co., St. Louis. P. 228.
5. *Ingle, J. I.* (1965): *Endodontics*. Lea and Febiger, Philadelphia. P. 607.
6. *Kayser, A. F.* (1970): Het restaureren van endodontisch behandelde elementen. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 77: 427.
7. *Lamers, A. C.* (1970): Wortelkanaalbehandeling en stiftverankering. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 77: 425.
8. *Thoden van Velzen, S. K.* (1973): Een inleiding tot de endodontie. Stafleu en Tholen, Leiden. P. 113.

Maart 1975.

Philips van Leydenlaan 25,
Nijmegen.

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN VAN ENIGE FABRIKATEN ALGINAAT

C. L. DAVIDSON
INGRID S. HOEKSTRA

Inleiding

Sinds de introductie van alginaat als afdrukmateriaal in 1941 heeft het een grote toepassing in de tandheelkunde gevonden. Tegen de verwachting in is dit materiaal

*Uit de vakgroep Tandheelkundige Materiaalwetenschappen
der Universiteit van Amsterdam.*

Voorzitter: Dr. C. L. Davidson.

niet verdrongen door de later ontwikkelde synthetische elastomeren. Vooral de eenvoudige verwerkingswijze en de lage prijs zijn hier wellicht oorzaken van. Alginaat is, evenals het verwante agar, een hydrocol-

loïd. Onder een colloïd verstaat men een materiaal dat samengesteld is uit twee afzonderlijke zwak aan elkaar gebonden componenten. In het geval van alginaat vormt het nog niet verstijfde mengsel een hydrocolloïdaal *sol* waarbij lange lineaire polymeerketens natriumalginaat in water 'opgelost' zijn. Door een chemische (irreversibele) reactie met calciumsulfaat (gips) worden snel dwarsverbindingen tussen de ketens gevormd (*geleren*). Het resultaat is het onoplosbare calciumalginaat, een netwerkstructuur die het uiterlijk van het materiaal geheel verandert. Nu heeft men te maken met een *gel*, een vaste stof waarin het water opgesloten zit. De reactie verloopt zó snel dat de tandarts niet voldoende tijd zou hebben om het visceuse mengsel (*sol*) tijdig in de mond van de patiënt te plaatsen. Om deze reden heeft de fabrikant in het algemeen een vertrager (meestal in de vorm van enkele procenten natriumfosfaat) meegemengd. Een alginaatpoeder is globaal samengesteld als aangegeven is in tabel I.

Tabel I. Globale samenstelling van alginaatpoeder.

Natriumalginaat	20%
Calciumsulfaat	16%
Natriumfosfaat	1%
Diatomeën aarde	63%

Voorts bevat het poeder enige al of niet functionele verontreinigingen, waaronder lood. Hierop zal in de discussie nader worden ingegaan.

Ter voorkoming van 'bederf' verdient het aanbeveling om het alginaatpoeder niet te lang in voorraad te houden en zo nodig dan koel te bewaren. Bovendien dient de eenmaal geopende bus niet langer dan noodzakelijk aan de open lucht te worden blootgesteld. Het materiaal zou dan immers met het water in vochtige lucht voortijdig reageren.

Men dient de bus voor het gebruik steeds goed te schudden om verzekerd te zijn dat de samenstellende componenten homogeen vermengd zijn. Door gebruik te maken van de door de fabrikant bijgeleverde doseerlepel (poeder) en maatbeker (water) is een reproduceerbare consistentie steeds gewaarborgd. De mengverhouding is globaal 15 gram poeder op 50 cc water.

Bij voorkeur dient het alginaat aan het water te worden toegevoegd. Het mengen kan in een gipsnap zowel met de hand als mechanisch geschieden mits het instrument maar *schoon* is. Men dient evenals bij het mengen

van gips verdacht te zijn op het insluiten van lucht tijdens het mengen.

Omdat er de laatste tijd verbeteringen zijn aangebracht aan de materialen hebben wij een onderzoek ingesteld naar een aantal voor de algemeen-practicus van belang zijnde eigenschappen. Deze eigenschappen maken een vergelijk tussen de verschillende merken mogelijk.

Materialen en methode

Een keuze van de verschillende fabrikaten en merken werd gebaseerd op het marktpercentage in Nederland. In tabel II zijn die merken vermeld welke in dit onderzoek gebruikt zijn.

Tabel II. Overzicht van fabrikaten alginaat die in het onderzoek werden gebruikt.

Code	Merk	Fabriek	Type
a.	Algetral	Bayer, GmbH.	I
b.	Xantalgin	Bayer, GmbH.	II
c.	Ca 37	Keur & Sneltsjes, B.V.	II
d.	Ca 37, Fast Pink	Keur & Sneltsjes, B.V.	I
e.	Ca 37, Superior Pink	Keur & Sneltsjes, B.V.	II
f.	Kerr, Fast Set	Kerr Mfg. Co.	I
g.	Kerr, Regular	Kerr Mfg. Co.	II
h.	Fast Set	De Trey Frères, S.A.	I
i.	Zelgan	De Trey Frères, S.A.	II
j.	Super Tissuetex	The Dental Mfg. Co.	II
k.	Alginate Impression Compound	S.S. White Dental Mfg. Co.	II

Alginaatafdrukmaterialen kunnen worden geclassificeerd naar verstijvingstijd (type I: snelhardend en type II: normaalhardend) en naar indicatie gebied (klasse A voor kroon en inlay, klasse B voor prothese en klasse C voor studiemodellen en individuele lepels). De laatstgenoemde onderverdeling wordt o.a. bepaald door de viscositeit, het detailreproductie-vermogen en de elasticiteit.

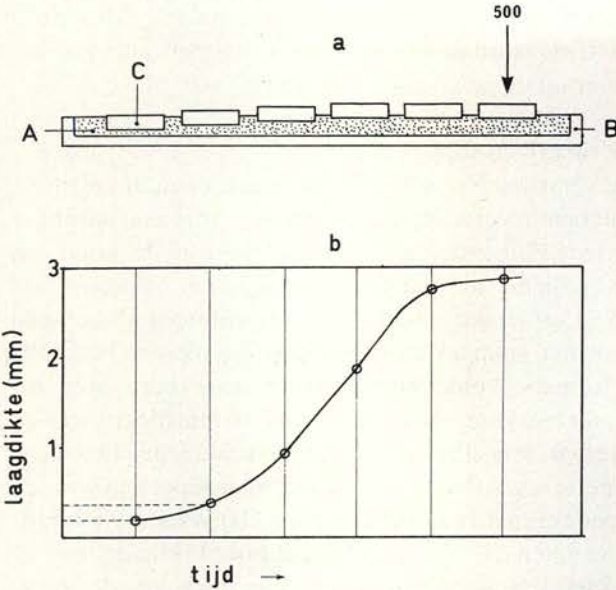
Een aantal experimenten werd uitgevoerd volgens specificaties. Er bestaan verschillende specificaties voor alginaten. De oudste is die, welke opgesteld is door de ADA. Daarnaast tracht o.a. de International Standardization Organization (I.S.O.) in samenwerking met de F.D.I. om internationaal erkende testprocedures voor tandheelkundige materialen op te stellen. Helaas was de specificatie voor alginaten bij tot stand komen van dit artikel nog niet algemeen aanvaard en dus nog niet officieel gepubliceerd. Met name de aandacht welke de I.S.O. besteedt aan de herkenbaarheid van de klinische omstandigheden in de testprocedure voor een bepaalde eigenschap is een gelukkige

bijkomstigheid van de I.S.O.-specificatie. Hieronder zullen in het kort de, door ons gehanteerde, testprocedures behandeld worden.

De materialen werden steeds volgens fabrieksvoorschrift gedoseerd en gemengd met gedestilleerd water van kamertemperatuur ($22 \pm 1^\circ\text{C}$).

De verwerkingstijd

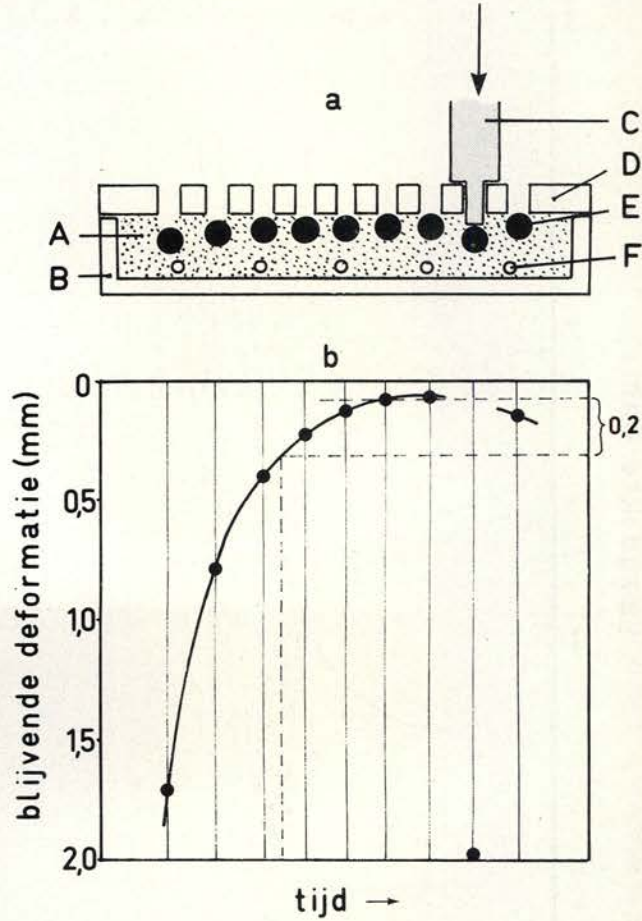
De verwerkingstijd is die tijd welke de tandarts tot zijn beschikking heeft om de sol in voldoende plastische toestand in de mond van de patiënt te plaatsen. De verwerkingstijd werd volgens het I.S.O.-voorstel bepaald. De procedure is als volgt: Een 3 mm diepe trog (B) wordt gevuld met gemengd alginaat (A) van kamertemperatuur en zo goed mogelijk glad gestreken. Vervolgens worden zes, 5 mm hoge cirkel-



Afb. 1a. Een schematische dwarsdoorsnede van het instrument voor de bepaling van de verwerkingstijd. De cirkelvormige schijven (C) worden met tussenpozen in het verstijvende alginaat (A) gedrukt.

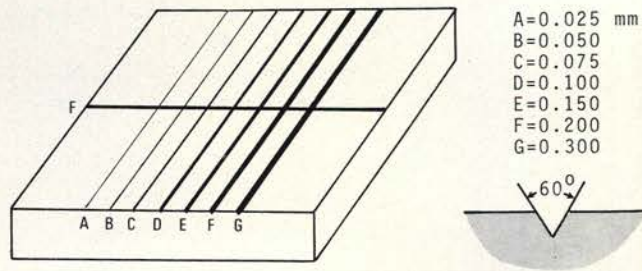
b. De punten in de grafiek geven de alginaat-laagdikte aan welke onder de schijf aanwezig is. De stippelijnen geven resp. de kleinste en een twee maal zo grote laagdikte weer. Het snijpunt van de laatste met de getrokken curve bepaalt de verwerkingstijd (zie afb. 4).

vormige schijfjes (C) (ϕ 16 mm) op de massa geplaatst. Ieder schijfje wordt achtereenvolgens met een kracht van 500 g in de massa gedrukt en wel zo dat het 1e schijfje 30 sec. na het mengen belast wordt en het 2e 15 sec. later. Het 3e schijfje wordt 30 sec. vóór de door de fabrikant opgegeven verwerkingstijd belast; 15 sec. later worden het 4e, 5e en 6e schijfje met tussenpozen

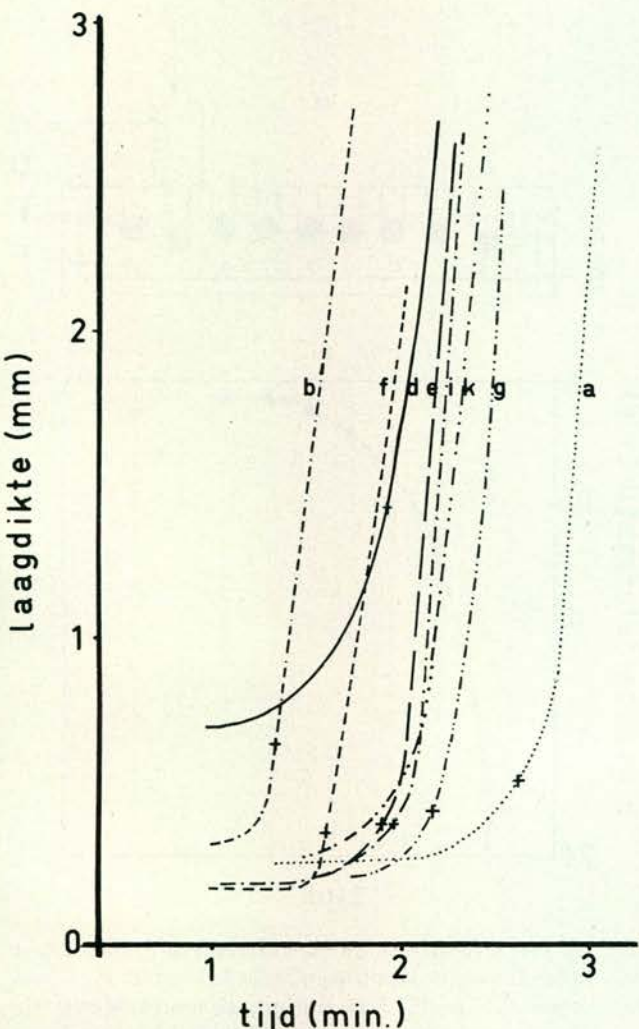


Afb. 2a. Een schematische dwarsdoorsnede van het instrument voor de bepaling van de verstijvingstijd. De 8e kogel (E) wordt juist met de cilindrische pen (C) 2 mm diep in het alginaat (A) gedrukt. Na verwijdering van de pen veren de kogels afhankelijk van het moment waarop zij waren belast in de richting van de deksel (D) terug.

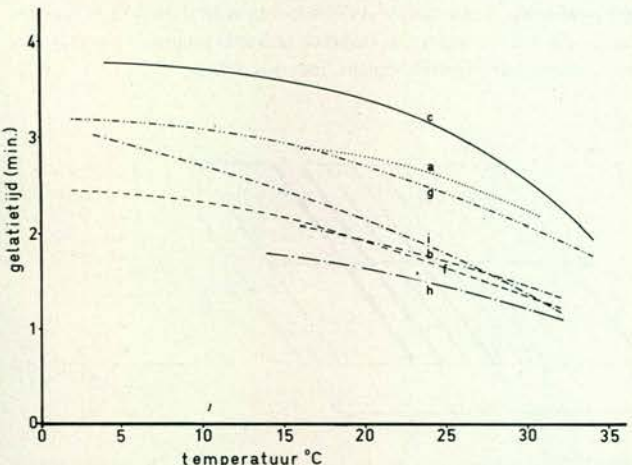
b. De punten in de grafiek geven de diepte aan waar de kogels zijn blijven steken (blijvende deformatie). De bovenste stippelijne geeft de gemiddelde diepte aan van de drie meest teruggeveerde kogels. De lijn die 0.2 mm lager ligt snijdt de getrokken curve op een plaats welke de verstijvingstijd bepaalt. (zie ook afb. 6).



Afb. 3. Het instrument voor de detailreproductie. De letters geven de breedte van de verschillende groeven aan, die alle een dwarsdoorsnede hebben zoals rechts onder is aangegeven.



Afb. 4. De laagdikten uit de verwerkingstijdsbepaling als functie van de tijd. De +-tekens geven de verwerkingstijden van de verschillende merken weer (zie ook afb. 1b).



Afb. 5. De gelatietijd als functie van de temperatuur voor een aantal verschillende merken alginaten.

van 15 sec. belast. Hierna wordt de dikte van het onder de verschillende schijfjes samengeperste alginaat opgemeten. Afb. 4 toont het grafisch verloop van deze laagdikten tegen de tijd. Zodra de laag 2x zo dik wordt als die onder het 1e schijfje, is de verwerkingstijd verstreken. De tijd welke hiervoor op de grafiek wordt afgelezen werd op 5 sec. afgerond. (De samengedrukte laag kan maximaal 3 mm dik 'blijven'. De steile oploop van curven van afb. 4 impliceert *niet* dat de laagdikte 'oneindig' toeneemt.)

Een veel minder omslachtige wijze om de gelatietijd te meten is die, waarbij men met een ronde staaf, met een glad gepolijst bolvormig uiteinde (met een radius van b.v. 5 mm) in de massa 'prik'.

In deze proef wordt de sol → gel-overgang (geleren) gekenmerkt door het moment waarop de staaf bij aanraking met het afdruk materiaal niet meer blijft kleven en een glimmend plekje nalaat. Met deze methode werd de invloed van de temperatuur van het water op de gelatietijd bepaald (zie afb. 5).

De verstijvingstijd

De verstijvingstijd is die tijd waarbinnen het alginaat voldoende verstart, om de afdruk – met aanvaardbaar geringe blijvende vervorming – weer uit de mond van de patiënt te kunnen verwijderen. Volgens de I.S.O.-procedure wordt de verstijvingstijd bepaald door het moment vast te stellen waarop een bepaalde deformatie voldoende elastisch terugveert. Men gebruikt hiervoor een rechthoekige 10 mm diepe metalen lepel (B) (zie afb. 2) welke op verscheidene plaatsen is geperforeerd (F). Deze doosvormige lepel kan worden afgedekt met een metalen plaat (D) waarin 9 cilindrische gaten ($\phi = 5,5$ mm) zijn geboord. Plaastst men de deksel (D) horizontaal dan kan men op de gaten eveneens 9 stalen kogels (E) leggen, die door hun grotere diameter ($\phi = 6.35$ mm) stabiel blijven liggen. Nadat de lepel gevuld is met alginaat wordt deze omgekeerd over de kogels op de deksel gedrukt. Het geheel wordt vervolgens in een waterbad van 32°C geplaatst. Op een moment waarop verwacht mag worden dat de kogels niet reeds door hun eigen gewicht zullen zakken, wordt de eenheid in het waterbad weer omgekeerd waardoor de deksel (D) weer boven de kogels en de lepel ligt (situatie als in afb. 2). Op 30 sec. vóór de door de fabrikant opgegeven verstijvingstijd wordt de eerste kogel 2 mm diep in het alginaat gedrukt. Men doet dit m.b.v. een cilindrische pen (C) door de geleide-gaten in de deksel te steken (zie 8e kogel van links in afb. 2). Nadat aldus alle kogels met

tussenpozen van 15 sec. gedurende 5 sec. in de gel zijn gedrukt, wordt met een meetklok de diepte opgemeten waarop de kogels zijn blijven steken. De verschillende dieptewaarden worden grafisch uitgezet tegen de tijd (afb. 6). De verstijvingstijd wordt nu bepaald door de curve te snijden met een lijn welke evenwijdig loopt aan de tijdas en die 0.2 mm 'dieper' ligt dan de gemiddelde waarde van de 3 meest teruggeveerde kogels.

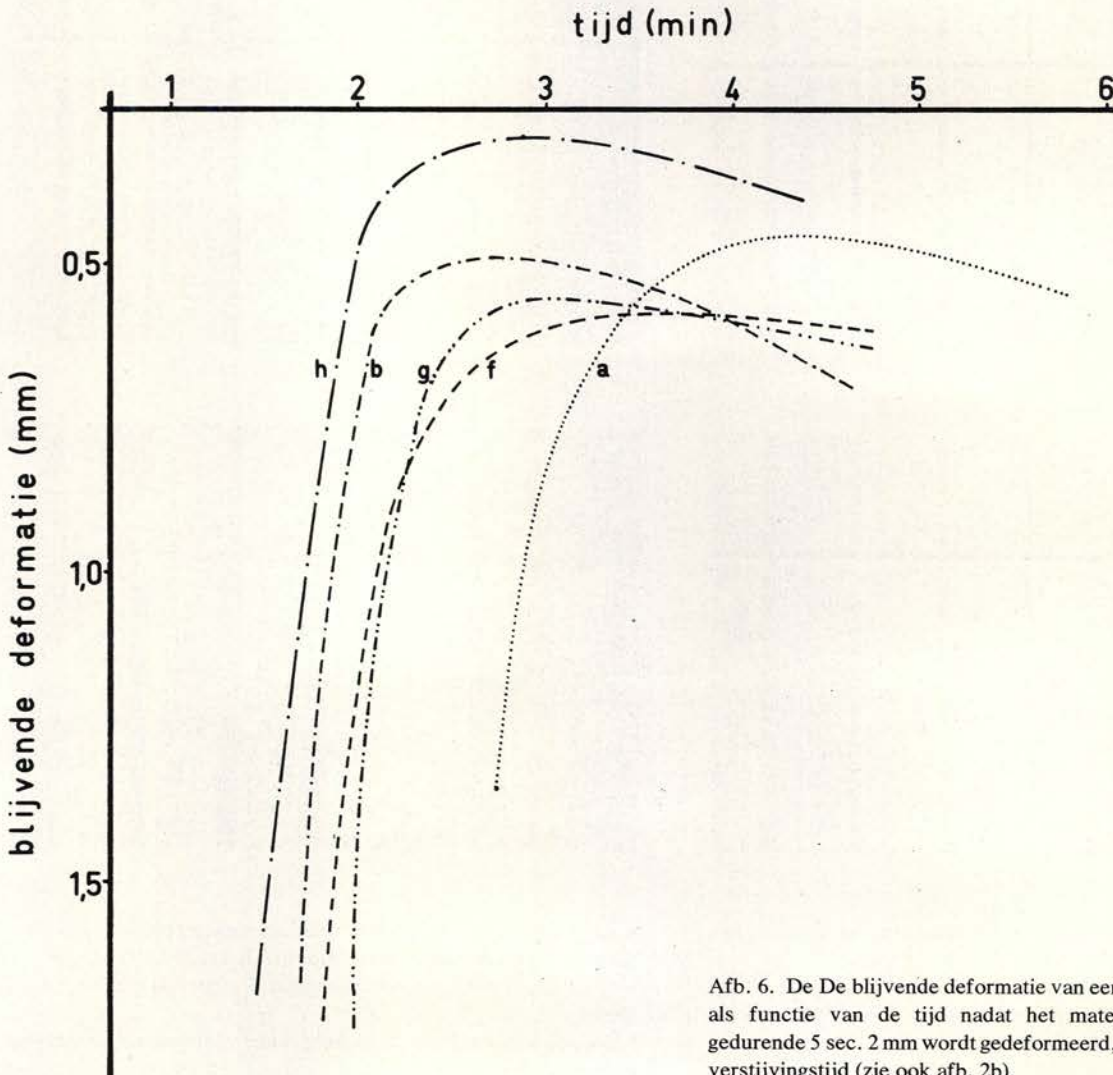
Indien de verstijvingstijd 3 of minder dan 3 min. bedraagt, spreekt men van een snelhardend of type I-alginaat. Ligt de verstijvingstijd tussen 3 en 5 min. dan spreekt men van een normaal hardend of type II-alginaat.

De Shore hardheid

Zodra de stijfheid van het alginaat dit toeliet werd de toename van de hardheid volgens Shore (voor elastische materialen) bepaald (zie afb. 8).

De viscositeit

De viscositeit werd bepaald door 0.5 ml van het poederwatermengsel 30 of 60 sec. na het mengen, gedurende 5 sec., tussen twee glasplaatjes samen te drukken onder een belasting van 1500 g. Bij deze proceure verspreidt de massa zich tussen de glasplaten tot een cirkelvormige dunne schijf. In twee loodrecht op elkaar staande richtingen wordt dan vervolgens de diameter van de schijf opgemeten. Met het gemiddelde van deze twee waarden wordt de viscositeit aangeduid.



Afb. 6. De De blijvende deformatie van een aantal merken alginaat als functie van de tijd nadat het materiaal met tussenpozen gedurende 5 sec. 2 mm wordt gedeformeerd, voor de bepaling van de verstijvingstijd (zie ook afb. 2b).



a



b



c

Afb. 7. Macrofoto's van oppervlaktestructuren van steengipsafgietsels van afdrukken met 6 verschillende alginaten. a, b, c. De 7 lijnen in het moedermodel (afb. 3) zijn alle scherp gereproduceerd; luchtinsluitels in het alginat veroorzaken oppervlakkige bolletjes in het gipsmodel c.



d

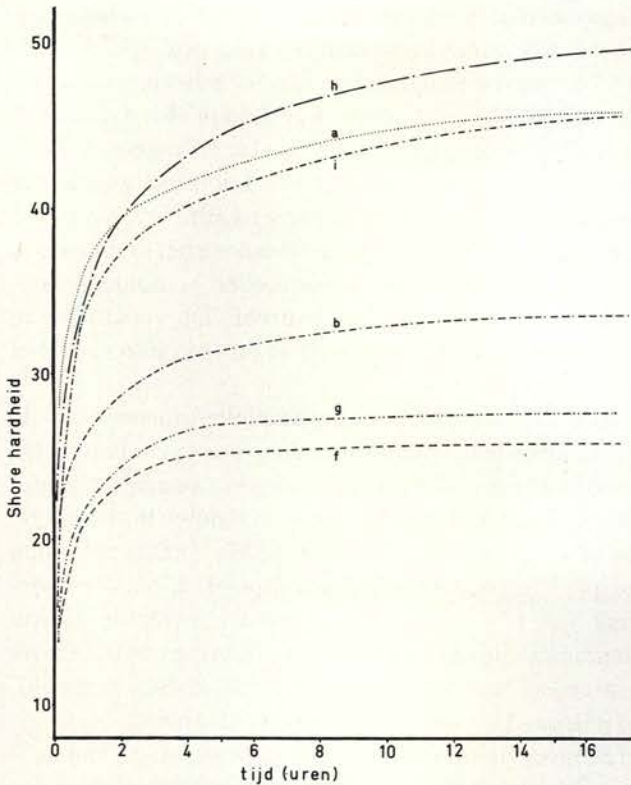


e



f

d. De 9 lijnen zijn scherp waarneembaar, naast luchtinsluitels in het alginat is enige reactie van het gips met het alginat zichtbaar.
e. De 7 lijnen zijn vaag waarneembaar. Compatibiliteit met gips is slecht.
f. Slechts 6 lijnen zijn vaag waarneembaar. Compatibiliteit met gips is slecht.



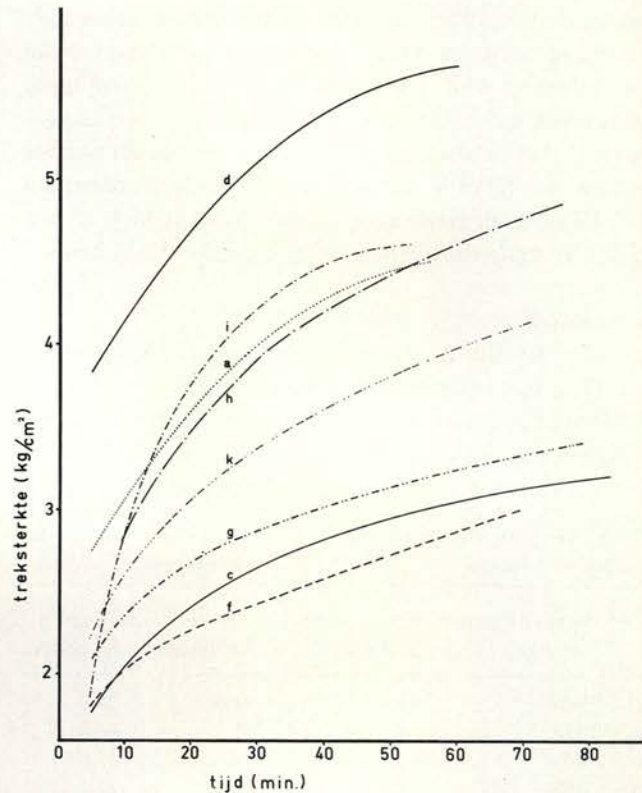
Afb. 8 De hardheid volgens Shore van een aantal merken alginaat als functie van de tijd.

De reactie (compatibiliteit) met gips en het detail-reproductievermogen

De reactie van gips op alginaat werd als volgt bepaald. In een glad gepolijste stalen plaat zijn 7 groeven aangebracht met een breedte variërend van 0.025 tot 0.300 mm (zie afb. 3). Met alginaat werd een afdruk van de plaat gemaakt. Deze al of niet in een 2% $ZnSO_4$ -oplossing afgespoelde alginaat afdruk werd binnen een half uur in steengips (Vel Mix Stone, W/P = 0.22) uitgegoten. Het is niet uitgesloten dat andere soorten gips b.v. Moldano ongelijke resultaten opleveren.

Van de eenmaal in gips uitgegoten alginaatafdrukken werd na separatie steeds een tweede gipsafgietsel gemaakt. Het reproductievermogen voor detail wordt aangeduid met een letter. Zo betekent A dat alle 7 lijnen in het gipsmodel goed waarneembaar zijn; C betekent dan dat de lijnen A en B van resp. 25 en 50 micron breedte niet meer in het model terug te vinden zijn.

Het samengaan met gips werd bepaald door de toename van de oppervlakte-ruwheid in het 2e gipsuitgietsel t.o.v. het eerste te bepalen.



Afb. 9 De treksterkte van een aantal merken alginaat als functie van de tijd.

De treksterkte

De treksterkte van gedurende 5 min. verstijfd alginaat werd bepaald met behulp van een elektronische trekbank (Zwick, 1430-0). In een siliconenmal werden 100 mm lange stroken van alginaat geperst met een doorsnede van 3×10 mm. De stroken bevatten een verdikt uiteinde, teneinde inklemmen in de trekbank mogelijk te maken. De spanning werd bepaald waarbij de strook middendoor brak, nadat met de hand een 'korte ruk' aan het vrije uiteinde werd gegeven. Daarnaast werd de toename van de treksterkte als functie van de tijd bepaald (zie afb. 9).

De elasticiteit

De mate van elasticiteit werd bepaald door een cilindervormig staafje alginaat met een diameter van 11.28 mm en een lengte van 22.56 mm 120 sec. na de verstijvingstijd te belasten met 1000 g/cm^2 gedurende 60 sec. De lengte van het staafje werd 30 sec. vóór en 60 sec. ná de proef opgemeten.

Ten behoeve van de stabiliteit werd dit gedaan onder een druk van 100 g/cm^2 op het staafje. De twee maten, de relatieve hoogtevermindering van de proefstaaf

onder de belasting van 1000 g/cm² en de resulterende relatieve hoogtevermindering van de proefstaaf nadat de belasting van 1000 g/cm² weer is weggenomen, geven een maat voor resp. de stijfheid en het elastisch herstel. De getalwaarden resp. in de eerste en tweede kolom van tabel V, dienen zo gelezen te worden, dat een lage compressie op een grote stijfheid wijst en een lage blijvende deformatie op een goede elasticiteit.

Resultaten

In tabel III zijn de verwerkings- en verstijvingstijden en de viscositeit van de verschillende materialen samengevat. In de eerste kolom is de verwerkingstijd volgens de I.S.O.-specificatie genoteerd. Afb. 4 toont het verloop van zulk een experiment. Op de y-as is de

Tabel III. Verwerkingstijd, verstijvingstijd en viscositeit, der onderzochte fabrikaten.

	Verwerkingstijd (min/sec)	Verstijvingstijd (min/sec)	Viscositeit (mm)	
			na 30 sec.	na 60 sec.
a.	2/40	3/15	31.0	29.0
b.	1/20	2/0	33.0	30.0
c.	2/0	3/0	34.0	33.0
d.	1/50	2/0	27.0	27.0
e.	1/45	2/0	28.5	25.0
f.	1/40	2/30	36.5	34.0
g.	2/10	2/15	35.5	35.0
h.	1/20	2/0	30.0	28.0
i.	2/0	2/30	30.0	28.0
j.	2/20	3/0	32.0	31.0
k.	2/0	3/0	34.0	34.5

diepte in mm uitgezet in welke de schijfjes na belasting in de afdrukmassa wegzinken (zie ook afb. 1). De invloed van de temperatuur van het gebruikte water op de gelatietijd is grafisch voorgesteld in afb. 5. In afb. 6 is grafisch weergegeven in hoeverre de kogels, welke 2 mm in het verstijvende materiaal gedrukt waren (zie ook afb. 2), elastisch teruggeveerd zijn.

De viscositeit gemeten 30 en 60 sec. na het mengen zijn – zij het met iets andere grootheden – momentopnamen van de verwerkingstijd-proef. De verschillende viscositeitswaarden zijn in de 3e en 4e kolom van tabel III weergegeven.

Tabel IV toont het reproductievermogen van de verschillende fabrikaten alginaat voor 4 gevallen: 1. De afdruk wordt direct na verstijving in steengips uitgegoten. 2. De afdruk wordt voor het uitgieten in steengips, eerst enige seconden met een 2% ZnSO₄-oplossing gespoeld en oppervlakkig afgedroogd. 3. Na verwijdering van het uitgeharde gipsmodel wordt de afdruk nogmaals uitgegoten. 4. Na verwijdering van het eerste gipsmodel wordt de afdruk met 2% ZnSO₄ gespoeld, afgedroogd en weer uitgegoten in steengips.

Het oppervlakte-profiel van de gipsafgietsels van de al of niet met ZnSO₄-oplossing behandelde afdrukken zijn in kolom 5, 6, 7 en 8 van tabel IV geklasseerd. In afb. 7 zijn een aantal oppervlakken voorgesteld.

Onder klinische omstandigheden getest, bleek geen van de materialen zichtbaar te kleven of af te breken bij verwijdering uit de mond van de patiënt. Kolom 9

Tabel IV. Reproductievermogen van de onderzochte fabrikaten

voorbehandeling:	Reproductievermogen				Compatibiliteit met gips				Algemene beoordeling onder klinische omstandigheden in vergelijking met elastomeren
	geen		2% ZnSO ₄		geen		2% ZnSO ₄		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
a.	A	A	A	B	+	++	+++	++	+
b.	A	A	A	A	-	-	+	++	+
c.	B	A	B	B	+++	+++	+++	++	+
d.	A	A	A	A	+++	+	++	+++	++
e.	A	A	A	A	+	++	+	+++	++
f.	A	B	A	B	++	-	+++	-	+++
g.	A	A	A	A	++	+	+++	+	+++
h.	A	A	A	B	+	-	+++	+	-
i.	A	B	B	B	++	-	++	++	++
j.	A	A	A	A	+++	+++	+++	+++	++
k.	B	B	A	B	-	--	-	--	++

van tabel IV geeft onze waardering weer voor de algemene indruk van zulk een klinische afdruk, gebaseerd op oppervlakte ruwheid, detailscherpte, lucht-insluitsels en breuklijnen. De omstandigheden in de mond zijn met dien verstande verschillend van die in het laboratorium, dat speeksel kan interfereren met het alginaat en ook later met het gips (eiwitten vertragen de gipsreactie). De afdrukken werden vóór het uitgieten steeds goed afgespoeld met kraanwater.

Afb. 8 toont het verloop van de hardheid volgens Shore als functie van de tijd en afb. 9 toont het verloop van de treksterkte als functie van de tijd.

In tabel V zijn weergegeven de waarden voor de treksterkte, de relatieve compressie bij een belasting van 1000 g/cm^2 en van hierop volgende blijvende vervorming na gedeeltelijk elastisch herstel als de belasting is verwijderd.

Tabel V.

	Elasticiteit		Treksterkte	
	Compressie bij 1000 g/cm^2 %	Blijvende deformatie %	na 5 min. kg/cm^2	na 30 min. kg/cm^2
a.	8.6	3.5	2.8	3.8 ± 0.3
b.	13.2	4.8	2.7	3.4 ± 0.4
c.	9.5	4.9	1.8	2.4 ± 0.3
d.	10.8	3.6	3.8	5.3 ± 0.4
e.	12.2	3.2	3.9	5.4 ± 0.4
f.	14.6	5.3	1.8	2.3 ± 0.2
g.	14.7	4.8	2.1	2.8 ± 0.3
h.	13.4	4.2	2.9	3.9 ± 0.4
i.	15.5	5.3	1.9	4.6 ± 0.3
j.	11.4	5.4	2.9	3.4 ± 0.2
k.	15.5	8.2	2.2	3.4 ± 0.5

Discussie

Irreversibele hydrocolloïden of alginaten, hebben opmerkelijke eigenschappen. In dit onderzoek kwam duidelijk naar voren, dat met name de verwerking van alginaat eenvoudig is en vooral betrouwbaar. Een bezwaar van het werken met alginaat werd bevonden bij het poeder zelf. Men dient voor het gebruik de bus goed te schudden opdat de verschillende componenten in droge vorm homogeen vermengd zijn. Opent men vervolgens de bus dan stijgt een wolk van fijn poeder uit de bus omhoog, welke niet slechts de praktijkruimte stoffig maakt, maar waarvan het niet denkbeeldig is dat de aanwezigen het stof inademen.

Alginaat bevat lood, wat dus met het stof via de ademhalingswegen in het lichaam kan geraken. In

hoeverre dit arbeidshygiënische aspect van het werken met alginaat een risico voor de gezondheid inhoudt zal nog door ons nader worden onderzocht en mettertijd in dit tijdschrift worden gepubliceerd.

Het vermengen van het poeder met water is echter steeds eenvoudig te realiseren in de door de fabrikant aanbevolen tijd (ca. 30-45 sec.). Door het hydrofiele karakter van het mengsel vloeit het steeds gewillig rond de vochtige mondweefsels. Deze eigenschap is vreemd aan de hydrofobe elastomeren. De kracht waarmee het materiaal verplaatst moet worden is natuurlijk afhankelijk van een andere eigenschap, de viscositeit. De experimenten op het mengsel betreffen in feite slechts twee verschillende eigenschappen: de viscositeit van de sol en de elasticiteit van de gel. Een goed alginaat zal een beperkte – zij het voldoende lange – tijd een uitdrukkelijk plastische fasetoestand hebben, waarbinnen het materiaal gemengd moet zijn, in de lepel geschept en in de mond van de patiënt geplaatst moet zijn. Vervolgens dient het materiaal snel te verstarren, zodat het weer uit de mond van de patiënt genomen kan worden zonder overmatige plastische deformatie, waarna verdere technische afwerking kan volgen.

Het I.S.O.-experiment om de verwerkingstijd te bepalen bestaat uit een aantal snel op elkaar volgende viscositeitsmetingen bij kamertemperatuur. Bij een bepaalde viscositeit welke gerelateerd wordt aan die aan het begin van het experiment wordt het niet meer mogelijk geacht een deugdelijke afdruk met het alginaat te maken. De curven in afb. 4 tonen aan dat het merendeel van de onderzochte fabrikaten een vergelijkbare aanvangsviscositeit bezit (hetgeen ook blijkt in tabel III). Het moment waarop de lijnen snel stijgen (einde van de verwerkingstijd) varieert van merk tot merk. Het is opmerkelijk dat alleen Bayer een tweetal materialen op de markt heeft gebracht met ruim uiteenliggende verwerkingstijden. Op Algetral en Ca 37 na, vertonen alle materialen een scherpe verandering in de glooiing van de curve. Zulk een scherp afgetekende verstarren is een eigenschap welke de 'berekenbaarheid' van het alginaat ten goede komt. Immers zulk een alginaat is nog goed bruikbaar of helemaal niet meer en twijfel is uitgesloten. Een langzaam oplopende lijn biedt minder zekerheid voor de practicus.

De verwerkingstijd is sterk temperatuursafhankelijk. Afb. 5 toont dat 10°C koeling de hardingstijd met ca. 45 sec. kan verlengen. Uit dezelfde afbeelding blijkt tevens dat deze afhankelijkheid van de hardingstijd

progressief met de temperatuur toeneemt. Men zij erop verdacht dat de verwerkingstijd bij kamertemperatuur (22 °C) en de verstijvingstijd bij mondtemperatuur (32 °C) werd bepaald. De verstijvingstijd kan daarom in de praktijk iets langer uitvallen indien de lepel niet zeer snel in de mond wordt geplaatst.

Een interessant aspect van de I.S.O.-proef voor de bepaling van de verstijvingstijd is de steeds voorkomende bult in de bijbehorende curven (zie afb. 2 en 6). De betekenis hiervan is wellicht, dat de elasticiteit van het verstarrende alginaat aanvankelijk snel toeneemt tot een maximum om daarna weer iets af te nemen. Waarschijnlijk wordt het uiteindelijk verstarde afdruk materiaal te bros om de opgelegde deformatie elastisch te kunnen doorstaan. Het alginaat scheurt dan onder de kogel waardoor deze minder terugveert na verwijdering van de belasting. Het is opvallend, dat de elasticiteit (vormherstel na deformatie) zoals ook in tabel V is te zien, voor alle onderzochte merken te wensen overlaat. De practicus moet zich hiervan steeds bewust zijn in het geval van ondersnijdingen.

In het algemeen kan worden gesteld dat de onderzochte alginaten bijna ideaal 'geleren', d.w.z. het plastische, visceuse sol-stadium gaat vrijwel abrupt over in het vaste elastische gel-stadium. Deze eigenschap vindt men veel minder sterk terug bij de elastomeren.

De specificaties van de A.D.A. en I.S.O. verlangen een drukvastheid. Wij hebben echter gekozen voor de bepaling van de trekvastheid als een klinisch meer relevant experiment. Immers, het materiaal wordt in de praktijk met kracht uit de mond verwijderd, waarbij het vooral in trek belast wordt. Men zou kunnen stellen, dat een afdruk welke goed sluitend rond de tandenrij of edentate kaak zit – tijdens het uitnemen – minstens de zuigkracht moet kunnen doorstaan van één atmosfeer. De experimenten wezen uit dat aan deze minimum eis ruimschoots wordt voldaan. Opmerkelijk is nog de toename van de sterkte (afb. 9) en de Shore hardheid (afb. 8) met de tijd. Uiteraard zijn de relatief lange tijden (ca. 2 uur) waarom het hier gaat niet meer van betekenis voor het uitnemen van de afdruk uit de mond van de patiënt; het zijn wel factoren die de hanteerbaarheid van de afdruk bij de verdere techniek ten goede komen.

Ook het verstijfde alginaat is een colloïd, waarbij men dus rekening moet houden, dat het zwak gebonden water eenvoudig uit kan treden door drogen (*syneresis*) hetgeen krimp van de afdruk tot gevolg kan hebben. Omgekeerd kan het alginaat als een spons water opnemen (*imbibitie*) en desgevolg zwellen. Het is

daarom niet denkbeeldig dat er een interactie kan ontstaan met gips indien de afdruk wordt uitgegoten. Enerzijds komt het de dimensionele stabiliteit ten goede indien de afdruk zo snel mogelijk wordt uitgegoten en anderzijds versterkt het alginaat zich in de loop van het eerste uur, hetgeen in een strakker oppervlak-profiel van het model resulteert.

Vaak wordt de alginaatafdruk afgespoeld met een oplossing welke een gipshardingsversneller bevat (sulfaationen) met het doel om het oppervlak met een dun laagje versneller te overdekken. Indien in zulk een geval het uitgegoten gips in contact komt met het alginaatoppervlak wordt het aldaar snel hard. Hierdoor wordt interactie tussen de twee waterhoudende materialen beperkt. Enkele fabrikaten bevatten al zulk een versneller (soms in de vorm van fluoriden) waardoor een positief effect van het spoelen met een 2%-oplossing van $ZnSO_4$ nauwelijks merkbaar was. Indien zulk een interactie volledig afwezig is moet eenzelfde alginaatafdruk ook een betrouwbaar 2e model kunnen opleveren. Hoewel de meeste alginaatafdrukken er scherp en regelmatig uitzagen bleek de vervaardiging van het gipsmodel problemen voor het oppervlakte profiel op te leveren. Door haar instabiliteit met betrekking tot imbibitie of syneresis is men bij gebruik van alginaat gehouden om het model in snelhardend gips uit te gieten. Het bleek dat een afdruk welke ca. 15 min. tot een half uur oud is de beste resultaten gaf. Dit kan dan tevens een verklaring zijn waarom tweede afgietsels soms fijnere oppervlakte-profielen hebben dan de (direct uitgegoten) eerste modellen. Niet slechts om de te hoge viscositeit (kleine ϕ van schijf) van sommige alginaten maar vooral om de onbevredigende gipsmodellen moet het ontraden worden om deze materialen bij kroon- en brugwerk (klasse A) te gebruiken. Er zijn echter modellen met ruwe oppervlakken gezien, waarop zelfs een prothese nauwelijks geperst mag worden, omdat deze daardoor onherroepelijk tot last van de patiënt zou worden. Hierbij dient te worden opgemerkt, dat deze incompatibiliteit met gips slechts onderzocht is voor Vel Mix Stone (Kerr Mfg. Co.) en de reactie dus ook mogelijk exclusief voor dit merk gips is.

Aan de andere kant blijkt uit dit onderzoek, dat menig alginaat met recht kan concurreren met elastomere afdrukmaterialen mits het model maar snel wordt uitgegoten (binnen een half uur), een voorwaarde die overigens voor gebruik van ieder soort afdruk materiaal imperatief is.

Samenvatting:

Van een twaalfstal alginaat-merken werd de verwerkingstijd, de verstijvingstijd, de treksterkte, de Shore hardheid, de viscositeit, de elasticiteit, het reproductievermogen voor details en de compatibiliteit met gips bepaald. Daarnaast werd de invloed van de temperatuur op de verstijvingstijd gemeten alsmede de invloed van de tijd op de treksterkte en de Shore hardheid. Vergelijk van de vloeien- en verstijvingskarakteristieken maakt een globale klassering naar indicatie gebied mogelijk. Het verstijfde alginaat blijkt een beperkte elasticiteit te bezitten. Het oppervlakte profiel van gipsmodellen van afdrukken met sommige merken alginaat werd als te ruw beschouwd om deze voor tandheelkundige klinische doeleinden te benutten.

Summary:

Title: Physical properties of some alginate brands.
Physical properties of 12 different alginate brands were determined. Working time and setting time experiments were carried out according to an I.S.O. proposal for an alginate specification. A critical review of the tests is given. Tensile strength, elasticity, Shore hardness, viscosity, detailreproduction and compatibility with

gypsum were determined with conventional methods. Also temperature dependence of the gelation time and time dependence of tensile strength and Shore hardness were measured. On the flow and setting characteristics a rough classification to clinical use is made. The elasticity of most alginates proved to be limited. The surface profile of gypsum casts of some impressions was so irregular that the corresponding alginate brands are considered not to be suitable for clinical dental precision work.

Literatuur:

1. Phillips, R. W. (1973): Science of dental materials. W. B. Saunders Co. 7e druk.
2. American Dental Association (1973): Guide to dental materials and devices.
3. Arends, J., Davidson, C. L., Driessens, F. C. M., de Groot, K. (1975): Inleiding in tandheelkundige materialen. Stafleu-Tholen.

Juni 1975.

Adres: Dr. C. L. Davidson,
Louwesweg 1,
Amsterdam-Slotervaart.

INTERPRETATIE VAN EEN GEZONDHEIDSVRAGENLIJST

*Uit de afdeling Tandheelkundige Röntgenologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.
Hoofd: Dr. A. C. M. van de Poel.*

I. ALGEMENE VRAGEN, HART- EN VAATSTELSEL

A. S. H. DUINKERKE

De gezondheid van de tandheelkundige patiënt wordt volgens Tarsitano (1966) op drie manieren bedreigd, te weten door: 1. de grote angst voor de tandarts, doordat deze in gedachten wordt geassocieerd met pijn ten gevolge van vroegere pijnlijke behandelingen; 2. het toedienen van geneesmiddelen, zoals bijvoorbeeld analgetica en lokale anaesthetica en 3. een chirurgisch trauma, zoals bij extracties en gingivectomieën. Zo nodig dient daarom de tandheelkundige behandeling te worden aangepast aan de gezondheid van de patiënt. De noodzaak om aan dit aspect van de behandeling aandacht te besteden neemt nog voortdurend toe, omdat door de toegenomen mogelijkheden van de medische wetenschap steeds meer patiënten ambulantly zijn, die vroeger onder behandeling in een ziekenhuis

moesten blijven. Zij kunnen in toenemende mate in de tandheelkundige praktijk worden verwacht.

De gegevens over de gezondheid van de patiënt dienen bij voorkeur op gestandaardiseerde wijze te worden verzameld. Daardoor worden fouten gemakkelijker vermeden en bestaat steeds de zekerheid dat alle belangrijke vragen zijn gesteld. Dit kan zeer goed worden gedaan met behulp van een vragenlijst, die door de patiënt wordt ingevuld en vervolgens bij het eerste onderzoek door de tandarts met de patiënt wordt besproken (Duinkerke, 1974). Daarmee is voor mogelijke gerechtelijke acties tevens voldoende vastgelegd, dat de tandarts voldoende aandacht heeft besteed aan de gezondheidsanamnese. In dit artikel