


OORSPRONKELIJKE BIJDRAGEN



(Uit het Instituut voor Praeventieve Geneeskunde te Leiden)

Directeur: *J. P. Bijl*

OVER HET VOORKOMEN VAN TUBERKELBACILLEN EN ANAEROBE MICROORGANISMEN IN TANDENBORSTELS

DOOR

Dr. J. D. VERLINDE,
Hoofd van de bacteriologische afdeling

Het zal wel niemand verwonderen, dat een instrument als de tandenborstel, hetwelk dagelijks in innig contact met den mond komt, sterk verontreinigd kan zijn met allerlei in den mond voorkomende microorganismen. Het grootste aantal dezer microorganismen heeft geen, of slechts onder bepaalde omstandigheden, pathogene beteekenis; zij lijden dus in hoofdzaak een saprophytisch bestaan en kunnen veelal evengoed buiten als in de mondholte leven. Deze zullen dan ook in de eerste plaats in de tandenborstels worden aangetroffen.

Wanneer men een reeds droge tandenborstel, eenige uren na het gebruik flink spoelt in een oplossing van physiologische zoutoplossing en men strijkt dit spoelsel op voedingsbodems uit, dan groeit hierop steeds een groote verscheidenheid van saprophytische microorganismen. Eventueele obligaat-parasieten zijn op de haren van den tandenborstel tot dusver niet aangetroffen.

Een totaal andere toestand heerscht evenwel aan de basis van de haren. Hier hoopt zich een massa, bestaande uit voedselresten, afgestooten epitheelcellen en eventueele pathologische producten, afkomstig uit tand- en slijmvlieslaesies op,

welke massa dan nog bedekt wordt door resten tandpasta.

In den loop der jaren zijn reeds verschillende pathogene microorganismen uit de mondholte geïsoleerd, zoowel bij gezonde als bij aan bepaalde infectieziekten lijdende personen. G i n s¹⁾ noemt o.a. pathogene streptococcen, staphylococcen, pneumococcen, meningococcen, diphtheriebacillen, tuberkelbacillen, bacteriën van de typhus-paratyphusgroep, cholera-vibrionen, vele anaerobe microorganismen e.a.

Het is voor de mondhygiëne van beteekenis, te weten of deze micro-organismen ook in de tandenborstels kunnen overgaan en daar een geschikt milieu voor hun voortbestaan vinden. Daarom is een onderzoek in deze richting ingesteld.

1. *Tuberkelbacillen.*

Deze kunnen voorkomen in den mond van lijdens aan tuberculose, doch alleen dan, wanneer een tuberculeus proces direct of indirect in open verbinding staat met de mondholte. Dit is het geval bij open longtuberculose. Hier worden de tuberkelbacillen met het sputum opgehoest en komen in den mond.

Aan een achttal personen nu, welke leden aan open longtuberculose is door bemiddeling van het Districtsconsultatiebureau tot bestrijding der tuberculose te Leiden (Dr. G. B r o u w e r), een nieuwe tandenborstel in bruikleen gegeven. Na een gebruik van eenige maanden is onderzocht of in deze borstels levende tuberkelbacillen aangetoond konden worden. Hierbij zijn de volgende werkwijzen toegepast:

- 1e. De tandenborstel wordt flink afgespoeld in 10 % zwavelzuur. Hierdoor worden vooral de haren schoongespoeld. De spoelvoeistof wordt nu gecentrifugeerd, het sediment gewasschen, waarna een gedeelte uitgestreken wordt op den voedingsbodem van L o e w e n s t e i n, en een ander gedeelte subcutaan aan de binnenvlakte van de dij bij een cavia ingespoten wordt.

¹⁾ H. A. G i n s: „Einführung in die Bakteriologie für Zahnärzte“, Lehmann, München 1933.

- 2e. De aan de basis van de haren zittende massa wordt flink geschud met zwavelzuur, daarna gecentrifugeerd, het sediment gewasschen en eveneens geënt op den voedingsbodern van *Loewenstein* en bij een cavia ingespoten.

Tevoren is door middel van de tuberculine-reactie volgens *Mantoux* vastgesteld, dat de caviae vrij zijn van tuberculose.

Van de eerste categorie zijn alle kweek- en caviaproeven negatief, zoodat op de haren van de tandenborstels geen tuberkelbacillen aangetoond geworden zijn.

Van de tweede categorie is bij één tandenborstel zoowel de kweek- als de caviaproef positief. Hier bevat dus de massa aan de basis van de haren levende tuberkelbacillen. Bij een andere borstel zijn in het uitstrijkpreparaat, gekleurd volgens *Ziehl-Nielsen*, wel zuurvaste staafjes gevonden, maar de kweek- en caviaproef zijn negatief. Wellicht betreft het hier doode tuberkelbacillen of zuurvaste saprophyten.

2. *Anaerobe microörganismen.*

Bij een aantal tandenborstels is nagegaan of in de massa aan de haarbasis anaerobe microörganismen zijn aan te toonen. In de mondkeelholte kunnen n.l. ziekteprocessen voorkomen, waarbij anaerobe microörganismen een voorname aetiologische rol spelen, zooals actinomycose, Plaut-Vincent angina, stomatitis ulcerosa.

Het is vooral *Gins* geweest, die de aandacht vestigde op een groot aantal anaerobe microörganismen als mogelijke oorzaak van tandcaries en paradentose ^{1, 2, 3, 4}).

De belangrijkste hiervan behooren tot de geslachten *Lepthothrix*, *Fusobacterium*, *Actinomyces*, *Spirochaeta* en *Vibrio*. *Fischer* ⁵) meent groote beteekenis aan een anaerobe

¹) H. A. Gins: Fortschr. d. Zahnheilk. 1932, 8 339.

²) H. A. Gins: Deutsche Zahnärztl. Wschr. 1936, 884.

³) H. A. Gins: Reichs. Gesundh. blatt 1939 20 413.

⁴) H. A. Gins: Münch. med. Wschr. 1939 799.

⁵) M. Fischer: Zahnärztl. Rundschau 1933 1037.

micrococcus te moeten toekennen. Al deze microorganismen vormen geen sporen. Zij komen buiten het menselijk lichaam practisch niet voor. Andre ¹⁾ en Mattig ²⁾ toonden aan, dat zij reeds bij de doorbraak van het melkgebit in den mond verschijnen. Zij worden waarschijnlijk niet met het voedsel opgenomen, maar direct uit den mond van volwassenen overgebracht. Deze omstandigheid, gevoegd bij het feit, dat Gins ³⁾ deze microorganismen ook vond in ontstekingsprocessen op andere plaatsen van het lichaam doet vermoeden, dat dit geen flora voor physiologische functies is en dat men ze niet zonder meer als onschadelijke saprophyten kan beschouwen.

Gins ⁴⁾ deelt mede, dat hij in het bloedserum specifieke agglutinen tegen een Leptothrix kon aantoonen, en dat de therapie met een autovaccin succes opleverde.

Voor het onderzoek van de tandenborstels is het betreffende materiaal geënt op twee voedingsbodems voor anaeroben n.l. leverbouillon volgens Tarozzi en bloedagar volgens Fortner. Wanneer in de Tarozzi-bouillon groei was opgetreden, werd van hieruit weer overgeënt op de Fortnerplaat. Laatstgenoemde voedingsbodem bestaat uit 3 % bouillonagar met 10 % schapen- of konijnenbloed. In het midden wordt een smalle strook uitgesneden, zoodat de plaat uit twee van elkaar gescheiden helften bestaat. De eene helft wordt beënt met het te onderzoeken materiaal, terwijl op de andere helft een dikke laag van een cultuur van bac. prodigiosus wordt uitgestreken. De randen van de plaat worden luchtdicht afgesloten met plasticine. De bac. prodigiosus nu, die veel zuurstof noodig heeft, verbruikt voor zijn groei binnen korten tijd alle beschikbare zuurstof, zoodat dan een streng anaerobe toestand is geschapen. Na een bebroeding bij 37° C. gedurende een week, wordt de plaat geopend en reïnculturen aangelegd door de verschillende kolonies op nieuwe Fortnerplaten te enten. Daarnaast wordt van elke kolonie nog een

¹⁾ H. Andre: Deutsche Zahnärztl. Wschr. 1934 433.

²⁾ G. Mattig: Zahnärztl. Rundschau 1938 583.

³⁾ H. A. Gins: Deutsche Zahnärztl. Wschr. 1936, 884.

⁴⁾ H. A. Gins: Zahnärztl. Rundschau 1939 Nr. 13.

aerobe cultuur op bloedagar aangelegd, om zeker te zijn dat er geen aerobe bacteriën bijgemengd zijn. Het komt n.l. wel voor, dat sommige facultatief anaerobe kiemen nog een zekere ontwikkeling bereiken. Niet alle anaerobe micro-organismen laten zich gemakkelijk in reïnculturen brengen en er zijn vaak herhaalde overentingen voor noodig.

Op deze wijze zijn uit 4 van de 10 tandenborstels anaerobe micro-organismen in reïncultuur gekweekt.

No. 1: 2 kolonievormen op Fortnerplaat:

- a. Onregelmatige, glanzende lichtgrijze koloniën. Zeer spaarzame groei in leverbouillon, zonder zwartkleuring. In een volgens G i e m s a gekleurd uitstrijkje zijn het lange, slanke, iets gebogen, beiderzijds toegespitste staafjes, waarin eenige korrels, z.g. kernen te zien zijn. Zij zijn Gramnegatief.

Op grond van hun morphologische eigenschappen behooren zij tot het geslacht *Fusobacterium*.

- b. Ruwe, gekorrelde koloniën. Leverbouillon troebel met grof-vlokkig bezinksel.

In een volgens G r a m gekleurd uitstrijkje liggen Gram-positieve en Gramnegatieve, kortere en langere staafjes, veelal in kluwens bijeen. In de leverbouillon vormen zij draden met echte vertakkingen. Dit wijst erop, dat het microorganisme behoort tot het geslacht *Actinomyces*. Het is evenwel niet met zekerheid te zeggen, of dit de klas-sieke verwekker van de actinomyose, het type Wolf-Israel is. Volgens G i n s en P a a s c h¹⁾ zouden echter ook andere Actinomycestypen als oorzaak van Actinomyose in aanmerking komen.

No. 2: Hieruit is eenzelfde Actinomycestype als uit No. 1 gekweekt.

¹⁾ H. A. G i n s, E. P a a s c h; Z. Bl. Bakt. I. Orig. 1940 145 7.

- No. 3: Op de Fortnerplaat aanvankelijk kleine, ronde kleurloze kolonies (dauwdruppels), die zich later bruin-zwart kleuren. Kort staafje, Gramdubieus. Dit kolonietype is karakteristiek voor *Bact. melaninogenicum*.
- No. 4: Grijsz kolonies, die bij beschouwing door de loupe uit een netwerk van draden blijken te bestaan. Spaarzame groei in leverbouillon.

In een volgens G i e m s m a gekleurd uitstrijkje is het een dradenvormend microörganisme, doch zonder echte vertakkingen. Dit wijst erop, dat het niet tot het geslacht *Actinomyces*, doch tot het geslacht *Leptothrix* behoort.

Onder het groote aantal door G i n s en medewerkers reingekweekte *Leptothrix*-typen, vallen er enkele op door hun karakteristieke morphologische eigenschappen. Zoo komt het hier gekweekte type in vorm overeen met de *Leptothrix lanceolata* (G i n s ¹⁾) doordat vele staafjes een of meer draaiingen om hun lengteas toonen.

Tenslotte zijn in eenige uitstrijkpreparaten, gekleurd volgens G i e m s a, spirochaeten gevonden. Het is evenwel niet gelukt deze te kweken.

Conclusie. Bij tandenborstels hoopt zich op den duur aan de basis van de haren een massa, bestaande uit voedselresten, weefseldetritus en tandpasta op, welke een kweekplaats is van aerobe en anaerobe mondbacteriën. Zoo konden er in de borstel van een lijder aan open longtuberculose levende tuberkelbacillen en in een viertal andere borstels anaerobe microorganismen, die mogelijk een rol spelen bij aandoeningen van de mondholte en van het gebit, aangetoond worden. De gekweekte microorganismen zijn een Fusiforme bacil, tweemaal een *Actinomyces*, *bact. melaninogenicum* en *Leptothrix lanceolata*. Voor een goede mondhygiëne is het dus van belang bij het schoonmaken van de tandenborstels speciale aandacht te besteden aan de haarbasis.

¹⁾ H. A. G i n s, Z. bl. Bakt. I. Orig. 1934 132 129.

Tandheelkundig Instituut der Rijks-Universiteit te Utrecht
Afdeling voor Materiaalkunde : Lector *B. R. Bakker*

EEN VERGELIJKEND RUBBER-ONDERZOEK

DOOR

Ir. F. VAN DAALEN, Tandarts,
Assistent a/h Tandheelkundig Instituut

Inleiding.

Naast zijn diagnostisch-therapeutische taak behoort de tandarts ook nog een zekere kennis te bezitten van de door hem verwerkte en toegepaste materialen. Deze kennis stelt hem in staat tot de beste keuze van zijn materialen voor elk afzonderlijk geval en is een belangrijke voorwaarde voor succesvol en duurzaam werk.

Helaas bepaalt de sociale indicatie meestal de keuze der te verwerken materialen, doch in elk geval dienen deze dan van de beste soort te zijn. Mislukkingen met vele materialen kunnen vaak teruggevoerd worden op een te groot vertrouwen in de vaak zeer betrouwbaar klinkende verzekeringen van fabrikanten, wanneer deze de reeks materialen weer eens met een betere soort beweren te hebben verrijkt. Voor den praktizeerenden tandarts is het als regel onmogelijk, de waarde van zulke materialen anders te toetsen dan door een reeks toepassingen in de praktijk. Zelfs hiermede zal dan in het algemeen nog geen juist oordeel uitgesproken kunnen worden, zoolang zulk een materiaal niet vanuit verschillende gezichtspunten is onderzocht, b.v. van physisch, chemisch en biologisch standpunt, waarbij ook de kwestie der indicatie in het

juiste licht kan komen te staan. Dan pas kan er sprake zijn van een voor den tandarts waardevolle grondslag, welke in de meeste gevallen kan bijdragen tot de vermindering van mislukkingen, welke aan een onjuiste beoordeeling of aan de toepassing van een minder geschikt materiaal toegeschreven moet worden.

Zelfs bij een sedert langen tijd in gebruik zijnde en algemeen geschikt bevonden materiaal als prothese-rubber kunnen niettemin groote verschillen bestaan tusschen de diverse in den handel zijnde fabrikaten, waarvan sommige om hun eigenschappen onze voorkeur verdienen door hun positief-superieure kwaliteit. Om tot zulk een keuze te kunnen geraken, is vergelijkend onderzoek een eerste eisch.

In den huidigen tijd heeft de toepassing van rubber als prothese-materiaal een laagtepunt bereikt. Nu de rubber voor deze doeleinden door haar schaarschte weinig meer toegepast kan worden, ware het gewenschter, dat nu ook maar spoedig het absolute nulpunt daarin bereikt wordt, dan dat nog een tijdlang voortgegaan wordt met zoogenaamde rubberfabrikaten, welke door hun poovere kwaliteiten verre achterstaan bij de ons zoo gunstig bekend staande merken uit normalere tijden.

Zoolang deze oorlogskwaliteiten nog aan de markt komen, leek het ons gewenscht, deze te vergelijken met de nog in ons bezit zijnde oude rubberkwaliteiten, teneinde een voorstelling te verkrijgen van de hoedanigheden der nieuwe soorten in vergelijking met die der oude merken. Het ligt tevens in de bedoeling, dit onderzoek later uit te breiden tot enkele thermoplastische en thermosetting kunstharsen.

Hoewel het niet goed mogelijk is, het gedrag der te onderzoeken rubbermerken na te gaan ten opzichte van alle in het materiaal optredende krachten en spanningen bij gebruik en reiniging der hieruit te vervaardigen protheses, moet toch een indruk verkregen kunnen worden van de gedragingen van het materiaal tegenover mechanische invloeden in het algemeen, zoodat hieruit de conclusie te trekken valt, welke merken als hard, week, taai, bros, elastisch, vervormbaar, enz. moeten worden aangemerkt, waaruit dan hun bruikbaarheid als prothesemateriaal vooraf moet kunnen worden voorspeld.

Daar de beschikbare hoeveelheid van sommige rubber-fabrikaten tot een beperking van het aantal proeven noopte, kon van een eenigszins uitgebreid onderzoek geen sprake zijn. Hierbij komt nog, dat het aantal voor het rubber-onderzoek benodigde toestellen eveneens in beperkte mate beschikbaar was. Dientengevolge moest worden volstaan met de hardheidsbepaling volgens *Brinell*, de trekvastheid, de doorbuigingsproef bij toenemende belasting en de bepaling der doorbuiging bij constante belasting en toenemende temperatuur.

Toch waren de verkregen cijfers voldoende voor het verkrijgen van bruikbare gegevens omtrent de voornaamste eigenschappen, waarop een prothetische rubbersoort beoordeeld kan worden, en voor het trekken van enkele conclusies uit de verkregen resultaten van het onderzoek.

Onderzoek.

Aanleiding tot het onderzoek waren de minder bevredigende eigenschappen en gedragingen van de in het eerste studiejaar alhier vervaardigde fantoomprothesen uit rubber van z.g. oorlogskwaliteit. Hierbij werd al direct gedacht aan de mogelijkheid, dat de vulcanisatievoorschriften niet steeds pijnlijk-nauwkeurig waren gevolgd. Gedurende de laatste jaren wordt het rubberwerk der eerstejaars-studenten noodgedwongen buiten het Tandheelkundig Instituut ge vulcaniseerd, dus buiten onze contrôle.

Daarom werden de voor het onderzoek benodigde proefstukjes steeds vervaardigd met nauwgezette inachtnaam van de door den fabrikant bijgevoegde vulcanisatievoorschriften. Weliswaar konden de tot nu toe gebruikelijke goede Engelsche en Amerikaansche rubbermerken in dit opzicht als vrijwel „fool-proof” betiteld worden, zoodat het niet precies volgen der vulcanisatievoorschriften, zooals dit in de praktijk veelvuldig voorkomt, niet vaak een bedorven prothese tengevolge heeft. De thans nog in den handel zijnde rubbermerken van z.g. oorlogssamenstelling schijnen in dit opzicht veel gevoeliger te zijn, zoodat zij wel een nauwkeurig volgen der vulcanisatievoorschriften eischen, opdat de optimale eigen-

schappen van het materiaal behouden zullen kunnen blijven.

Hierdoor waren de omstandigheden van de vulcanisatie bij de verschillende rubbersoorten uiteraard verschillend, echter mag aangenomen worden, dat hierbij alle soorten met de best-bereikbare eigenschappen uit de cuvet kwamen voor verder onderzoek.

Inrichtingen van het onderzoek.

De cuvet waarin ge vulcaniseerd werd, bevond zich in den vulcaniseerketel steeds op halve hoogte, dus steeds in de dampkamer, behalve bij één soort, die speciaal in het water ge vulcaniseerd moet worden.

Gebruikt werd de verticale J.B.L.-Perfekt-vulcaniseerketel, voorzien van manometer met automatische instelling op vooraf afgestelde maximum-temperatuurgrens, een soort thermostat dus.

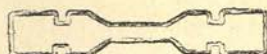
De ge bezigde inbedgips bestond uit gelijke deelen Moldano en gewone witte uitgietsgips en had na het vulcanisatieproces nog een behoorlijke hardheid behouden.

De later met rubber te stoppen holle ruimten in de gips werden verkregen door ingebedde messingreepen, welke met een dun waslaagje overtrokken waren, om ze later gemakkelijk uit de eene cuvet helft te kunnen uitsmelten. De messingreepen hadden een afmeting van $5 \times 15 \times 70$ mm, zoodat de later verkregen rubberreepen voldoende speling in hun afmeting hadden, om ze te kunnen afschuren tot op de uiteindelijke afmetingen der proefreepen van precies $2\frac{1}{2} \times 10$ mm, bij een approximale lengte van 65 mm. Het afschuren der reepen geschiedde tot op 0,01 mm nauwkeurig.

Bij elke vulcanisatie werden 4 proefreepen verkregen.

De voor de trekproef benoodigde monsters vereischten een andere vorm. Aangezien deze proef moest worden verricht met een toestel, dat reeds in gebruik was voor trekproeven met gips- en cementsoorten, was de ombouw ervan, speciaal met het oog op het rubberonderzoek, niet zoo ingrijpend. De voor gips gebruikte trek-klauwen werden slechts door andere vervangen, welke de zooveel kleiner rubbermonsters konden vasthouden. Na vele orienteerende proef-

nemingen kon het model dezer rubbermonsters worden vastgesteld en werd de onderstaande vorm gekozen met een lengte van $4\frac{1}{2}$ cm.



De afmetingen van het dunste gedeelte werden gehouden op ca. $2\frac{1}{2} \times 3$ à $3\frac{1}{2}$ mm en werden bij elk proefstukje even vóór de trekproef met een schroef-micrometer tot op 0,01 mm nauwkeurig bepaald, zoodat de doorsnede van elk onderzocht proefstukje vooraf precies bekend was.

Vanzelfsprekend werden voor de serie-proeven monsters van alle vulcanisatie-reeksen gebruikt, zoodat hierin het gemiddeld resultaat van alle vulcanisaties werd vastgelegd, al was het verloop hiervan, menschelijkerwijze gesproken, onderling volkomen gelijk.

In het algemeen kan worden aangenomen, dat basisrubber meer pararubber bevat dan de tandvleeschrubbers, welke meer vulstoffen bevatten en, wegens het lagere rubberpercentage, tevens minder zwavel. Alle onderzochte rubbersoorten vertoonden een krimp na de vulcanisatie, welke uiteraard het grootste was bij de basisrubbers met hun hooger rubbergehalte. Deze krimp was vooral te constateeren in de richting der kleinste afmeting, waarschijnlijk door het groote gladde oppervlak van de holten in de gips. Hoe meer vulstof een rubber bevat, des te harder en brosser wordt zij. Taaiheid en rubbergehalte gaan dus samen.

Onderzocht werden:

1. ELMA maroon rubber.
2. ELMA rose rubber.
3. S.S. WHITE pink denture B rubber.
4. ALSTON dental rubber red.
5. Geo POULSON roode rubber.
6. UNITAS Novo Kautschuk rötlich hell.

Alle rubber werd uit de normale handel in de fabrieksverpakking betrokken. De proefreepen werden verkregen

door meestal 3, soms 4, rubberplaten zonder insluiting van luchtblazen op elkander te kleven en uit de zoo verkregen dikke plaat onge vulcaniseerde rubber de reepen te knippen, welke in de holten in de gips pasten en er iets bovenuit staken. Daarna werden de cuvethelften na verwarming in water op elkaar geschroefd. Deze verwarming geschiedde voor bijna alle soorten bij kookhitte, behalve bij de beide ELMA-rubbers, waarbij niet hooger dan 60° C werd verhit, zooals het fabrieksvoorschrift luidt.

Alleen UNITAS Novo rubber werd volgens voorschrift onder water ge vulcaniseerd, de andere rubbersoorten echter in de dampruimte van den ketel.

Onderzoek-resultaten.

BRINELL-*Hardheidsbepaling*, volgens de formule:

$$H = \frac{P}{\pi D \left(\frac{D}{2} - \sqrt{\frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4}} \right)}$$

waarin H = berekende hardheid,

P = belasting in kilogrammen gedurende ½ minuut

D = doorsnede van den stalen kogel = 9½ mm,

d = doorsnede van door dezen kogel veroorzaakte ronde deuk, welke gemeten wordt in 0,05 mm nauwkeurig bij aflezing van een op de deuk gelegd glazen plaatje met ingekraste schaalverdeeling.

Rubbersoort	Brinell-hardheid bij kamertemperatuur (16° C.)
1. ELMA maroon rubber	13,2
2. ELMA rose rubber	13,3
3. S.S. WHITE pink denture B rubber	14,1
4. ALSTON dental rubber red	12,1
5. Geo POULSON roode rubber	12,5
6. UNITAS Novo Kautschuk rötlich hell	10,9

} gemiddelden van 4 bepalingen.

*in binghe
in 12.3
nu de
de re
staden*

De rose rubbers 2 en 3 hebben inderdaad de grootste hardheden, grooter dan die der basisrubbers. Dat 6, ook een rose soort, doch voor basiswerk bestemd, in dit opzicht een slecht figuur maakt, was, zooals reeds gezegd, reeds uit de klachten over deze soort te voorspellen. Ware deze soort, Unitas Novo, eveneens in de dampruimte ge vulcaniseerd, dan zou het Brinell-hardheidscijfer nóg lager uitgevallen zijn, daar, zooals bekend, in de dampruimte de vulcanisatiegraad en dus de hardheid lager is dan bij de in het water ge vulcaniseerde rubber. De basisrubber 1 onderscheidt zich daarentegen in gunstigen zin van de soorten 4, 5 en 6.

Trekvastheidsbepaling bij kamertemperatuur (19° C.).

Rubbersoort	Trekvastheid in K.G. per c.M. ² .
1. ELMA maroon rubber	423
2. ELMA rose rubber	228
3. S.S. WHITE pink denture B rubber . .	311
4. ALSTON dental rubber red	384
5. Geo POULSON roode rubber	364
6. UNITAS Novo Kautschuk rötlich hell . .	334

} gemiddelden
van 4 bepa-
lingswaarden

Zooals te verwachten is, vertoonen de basisrubbers de gunstigste waarden. No. 1 steekt weer boven alle uit. Dat No. 6 als basisrubber geen goed figuur maakt, was te voorspellen, hoogstens zou het een goede tandvleeschrubber zijn, in verband met het rubberpercentage. De taaiste, rubberrijkste basissoorten 1, 4 en 5 demonstreerden vóór de breuk een aanzienlijke rek, No. 6 trouwens ook, alhoewel minder. No. 2 vertoont wel een zeer lage trekvastheid, die ongetwijfeld aanmerkelijk hooger geweest zou zijn, wanneer de Brinell-hardheid niet betrekkelijk zoo hoog geweest ware.

Doorbuigingsproef bij toenemende belasting.

Hiervoor werd een zelf-vervaardigd apparaat gebruikt, dat oorspronkelijk geconstrueerd en gebezigd werd voor het onderzoek van plastisch afdrumateriaal.

Door een kleine verandering rustte de rubberreep op 2 stalen messen met ronde ribben, waarover laterale verschuivingen zonder veel wrijving nog mogelijk waren. In het midden tusschen deze beide messen drukte de gebruikte belasting via een derde mes op de rubberproefreep. De afstand der beide uiterste messen bedroeg 50 mm. Het verticaal indrukken van de rubberreep werd door middel van een spiegelkje vergroot weergegeven op een verticale meetlat,

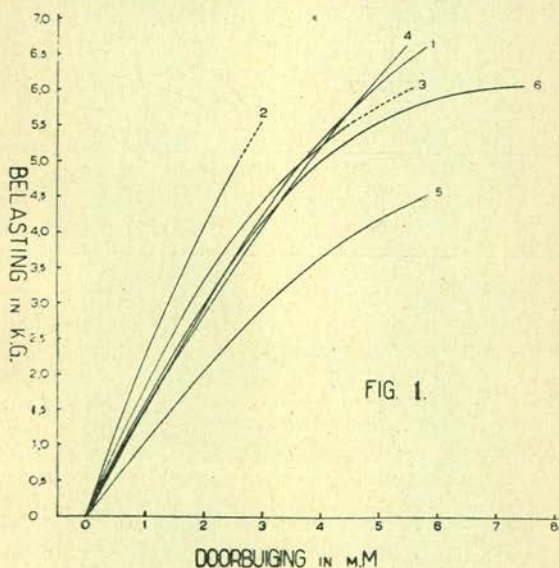


FIG. 1.

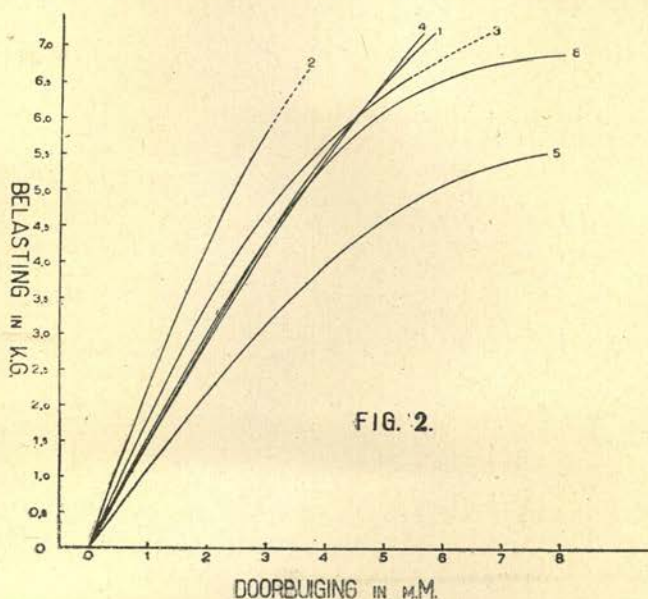
waarvan elk schaaldeel overeenkomt met een doorbuiging van 1 mm van de rubber.

Grafiek 1 geeft de gemiddelden van 3 à 4 waarnemingsreeksen met elke rubbersoort weer bij toenemende belasting met telkens $\frac{1}{2}$ kg van 0 tot 6 kg, waarbij de spiegelaflezing vooraf was ingesteld op het nulpunt.

Grafiek 2 bevat dezelfde waarnemingen, thans echter gecorrigeerd voor de theoretische nulbelasting, zoodat in deze grafiek ook het eigengewicht van de apparatuur, n.l. 0,833 kg, in rekening wordt gebracht. Deze proeven werden bij kamertemperatuur uitgevoerd, n.l. voor No. 1, 2, 3 en 5 bij ca. 14 à 16° C. en voor No. 4 en 5 bij 19° C.

Grafieken 1 en 2 vertoonen dus in hoofdzaak hetzelfde verloop, slechts het nulpunt ligt anders. De nos. 2 en 3 bereiken de breukgrens, No. 6 vertoende weliswaar geen breuk, doch wel duidelijk een knikking.

Alle onderzochte rubbersoorten hebben een kort proportionaliteitsgebied, liggende in de buurt van 2 kg met een onduidelijke overgang naar de veel langere vloeizône. Slechts bij No. 5 werd de breukzône bij 5 à 5½ kg al dicht benaderd,

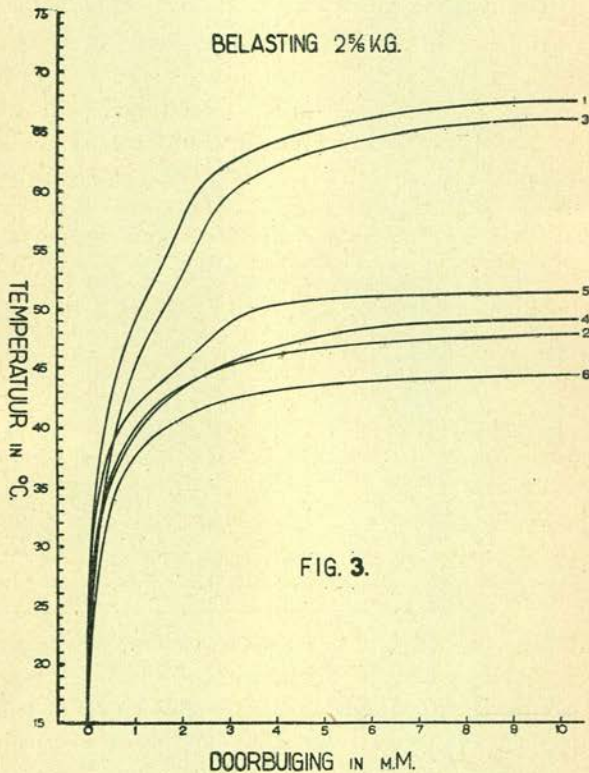


welke soort dan ook reeds vanaf de kleinste belastingen de ongunstigste resultaten te zien gaf. Ook No. 6 kwam bij 6 kg belasting bedenkelijk dicht bij de breukgrens, hoewel zij tot aan een belasting van 4½ kg vrijwel gelijke eigenschappen vertoont als de zich ook bij hoogere belasting beter houdende gelijkwaardige soorten 1 en 4. Soort 3 vertoont zelfs tot 6 kg belasting een grootere stugheid dan de hiervoor genoemde soorten 1 en 4, doch legt het daarna tegen deze af. De beste eigenschappen bij kamertemperatuur demonstreert No. 2, welker hardheid dan ook goed te noemen is. Ook de proportionaliteitsgrens van No. 2 is behoorlijk hoog te noemen.

Nos. 5 en 6 voldoen niet aan de eischen van Sweeney & Gaul: Amer. Federal Specification ZZ-R-601.

Doorbuigingsproeven bij toenemende temperatuur, grafiek 3.

Het hiervoor gebezigde toestel was hetzelfde als bij de vorige reeks proeven. Het werd zoodanig in een waterbad



met roerwerk en thermometer geplaatst, dat het rubberproefplaatje ca. 3 cm onder het wateroppervlak lag, doch de rest van het toestel practisch geheel buiten het contact met het warmer wordende water bleef, zoodat verticale meetfouten door het mogelijk optreden van thermische uitzetting practisch geen rol van eenige beteekenis konden spelen. Doorbuigingen van de rubberreepen konden tot op minstens 0,01 mm nauwkeurig geregistreerd worden.

Geheel andere uitkomsten werden verkregen, wanneer de invloed van de temperatuur in het geding komt bij het weerstandsvermogen tegen vervormende krachten.

Het constant-blijvende gewicht bedroeg ditmaal 2 kg plus het eigengewicht van het toestel. (Bij 1 kg + eigengewicht vertoonden de beste soorten een veel te geringe doorbuiging).

Bij deze proef bleken nos. 1 en 3 zelfs tot een aparte, superieure klasse te behooren, terwijl 2, 4, 5 en 6 aanzienlijk hierbij achterblijven. Is voor de goede soorten een temperatuur van ca. 60° C noodig, om het weerstandsvermogen tegen vervormende krachten te doen verminderen, bij de andere genoemde soorten ligt deze temperatuur reeds even boven 40° C, dus weinig boven mondtemperatuur. Bij de onderzochte soorten blijkt de inwendige weerstand tegen vervormende krachten zeer snel af te nemen en practisch nihil geworden te zijn bij ca. 65° C en bij 43—50° C. voor de in dit opzicht gevoeliger rubbersoorten. Zeer opvallend blijkt dit voor No. 6, die reeds bij 43° C geheel slap is geworden. No. 5 blijkt bij de voor hoogere temperatuur gevoelige soorten nog eenigszins te lijken op de betere kwaliteiten, terwijl 2 en 4 daartusschen liggen met nagenoeg gelijke curven.

Eigenaardig is, dat de curven der drie voor de temperatuursfactor minst gevoelige rubbersoorten in de vloeizône nog een typische onregelmatigheid vertoonen, waarbij na een aanvankelijke grooter wordende doorbuiging nà het overschrijden der proportionaliteitsgrens een gebied komt, waarin bij toenemende temperatuur de doorbuiging per graad temperatuurstijging tijdelijk weer kleiner wordt, een zekere toename der stugheid, dus een zich herstellen, terwijl bij nóg hoogere temperatuur het weerstandsvermogen snel afneemt, hetgeen trouwens elke rubbersoort vertoont.

Conclusie.

De eigenschappen der verschillende in den handel zijnde prothetische rubbersoorten blijken onderling vaak sterk te verschillen. Uit hun gedrag bij belastingsproeven kan een conclusie getrokken worden aangaande hunne bruikbaarheid in de praktijk.

De klachten over de Unitas Novo rubber konden verklaard worden uit hare fysieke eigenschappen. Hoewel de hardheid niet onvoldoende genoemd kan worden, toch is deze lager dan van andere merken. Ofschoon de trekvastheid bij gebruik als veneer-rubber door het rubbergehalte in vergelijking met andere tandvleeschsoorten zelfs goed is te noemen, zijn de gedragingen van de Unitas Novo van dien aard, dat zijn gebruik als basisrubber absoluut niet verantwoord is, als „all-purpose”-soort evenmin.

Hiervoor zijn haar trekvastheid en hardheid veel te laag, evenals de weerstand tegen hogere belastingen. Komt hierbij dan nog de temperatuursfactor een woordje meespreken, dan blijkt de weerstand, zelfs tegen betrekkelijk lage belasting, de kleinste van alle onderzochte soorten, m.a.w. de taaigheid is vrij gering.

Wanneer men zich bij Unitas Novo dan bovendien nog zekere vrijheden veroorlooft bij de vulcanisatie door afwijking van het door den fabrikant gegeven voorschrift, dan is wel aan te nemen, dat de optimale sterkte niet bereikt wordt.

Het is niet ondenkbaar, dat ook hierdoor in sommige gevallen een voor de praktijk geheel onvoldoende en zwak eindproduct wordt verkregen.

Voor zulke prothese-rubbers, welke in de waterruimte ge-vulcaniseerd moeten worden, willen ze behoorlijk gevulcaniseerd kunnen worden, is verder aan de mogelijkheid te denken, dat vele werkstukken uit het eerste studiejaar boven in den vulcaniseerketel een plaats vonden, zoodat er in die gevallen zeer waarschijnlijk ook geen behoorlijk-gaar eindproduct verkregen werd. „Fool-proof” schijnt Unitas Novo dan ook niet te wezen, in tegenstelling met vele andere rubbersoorten, die in dit opzicht nog wel zekere mishandelingen kunnen verdragen bij het vulcanisatie-proces, zonder tenslotte als een bedorven eindproduct uit den ketel te komen. Bij Unitas Novo wreekt zich iedere nonchalance bij de vulcanisatie blijkbaar gevoelig.

Optredende warmte bij het polijsten der protheses kan bij Unitas Novo ook vlug tot breuk leiden, aangezien er hierbij tevens een vrij groote druk op het werkstuk wordt

uitgeoeffend. In de handen van den gemiddelden patiënt zal een prothese uit Unitas Novo dan ook vaker reparatie behoeven.

Utrecht, Juli 1941.

LITTERATUUR-OPGAVE:

- A. Gysi, Kautschuk-Vulkanisation, Schweiz. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. Bd. XXXI 1921 bl. 99.
- R. Wirz, Der Einfluss der Vulkanisation des Zahnkautschuks auf dessen Festigkeit, Schweiz. Monatsschr. f. Zahnheilk. Bd. XXXIV Maart 1924 bl. 119.
- F. Ackermann, Contribution à l'étude du Caoutchouc dentaire et de sa Vulcanisation, Schweiz. Monatsschr. f. Zahnheilk. Bd. XXXIV Sept. 1924, bl. 391.
- J. L. Furnas, The Choice of a Base Material for Artificial Dentures, J.A.D.A. Jan. 1931, Vol. 18, No. 1., blz. 3.
- H. D. Kimball, Determinations regarding the strength of Denture Materials: Vulcanite, J.A.D.A. Vol. 23, April 1936 blz. 579.
- W. T. Sweeney & I. C. Schoonover, A Progress Report on Denture Base Material, J.A.D.A. Vol. 23, No. 8, Augs. 1936 bl. 1498.
- O. Amstad, Festigkeitsprüfungen bei Zahnkautschuk, Schweiz. Monatsschr. f. Zahnheilk. Bd. 48. Sept. 1938, bl. 873.
- P. B. Taylor, Factors in Porosity in Vulcanite, J.A.D.A. Vol. 27, Apr. 1940, bl. 564.
- W. T. Sweeney & H. J. Gaul, Dental Rubber: Composition, Properties and a Specification, J.A.D.A. Vo. 27, Sept. 1940, No. 9 bl. 1446.
-

IS HET BEPALEN DER BEETHOOGTE VOLGENS WADSWORTH JUIST ? *)

DOOR

B. R. BAKKER

Laat mij voorop stellen, dat ik in ieder geval anatomische maten ongeschikt acht als basis om voor den tandloozen patiënt de verloren beethoogte terug te vinden. Zelfs als men over dergelijke maten met voldoende graad van nauwkeurigheid zou beschikken. Herstel immers van de verhoudingen, die bestonden toen de patiënt zich nog in het bezit van zijn ongeschonden natuurlijk gebit bevond, is niet altijd het doel van den prothetist. In lang niet alle gevallen is dit gewenscht en soms is het geheel onmogelijk. Naast het uiterlijk geven meerdere of mindere evenwijdigheid der kaakwallen en mogelijke vervormingen van het gewricht aanwijzingen voor het compromis, dat moet worden getroffen. Gemakkelijk is het vinden der juiste oplossing in dezen dan ook dikwijls niet. Geen wonder, dat men geneigd is te zoeken naar een uitweg uit de moeilijkheid. Een dergelijke uitweg biedt Wadsworth als hij ons vertelt, dat „the distance from the center of the pupil of the eye to the corner of the mouth equals the distance from the base of the nose to the bottom of the chin.”

Bewijzen voor deze stelling voert Wadsworth niet aan; noch is dit voor zoover ik na kan gaan ooit door iemand anders geschied. Nu neigt in het bijzonder onderwijs er toe leerlingen eenvoudige regels te bieden. De orthodontie doet dat graag en ook de prothodontie is er niet vrij van. Maar dezelfde schoolmeestersinstincten dreven mij voor eenigen tijd tot een onderzoek naar de vraag in hoeverre de index van

*) Antwoord op een vraag, gesteld in de rubriek „Vragenbus” in de November-aflevering.

index of
adsworth

W a d s w o r t h juist is en of hij toch nog bruikbaar zou zijn al werd geen volkomen juistheid bereikt. Als in het verslag hiervan het didactisch accent wat duidelijk merkbaar is, verzoek ik mij dit ten goede te houden.

Het ligt voor de hand, dat de in te stellen contrôle in de eerste plaats bestaat uit het nameten der betrokken verhoudingen bij een aantal individuen, die nog in het bezit zijn van hun natuurlijk gebit. Van 340 studenten maten wij de afstand van de pupil naar de mondhoek en van de neushoek naar de onderkant van de kin; beide in verticale zin. In het vervolg duiden wij ze aan met P-M en N-K. Naar zal blijken is dit aantal stellig voldoende om conclusies te kunnen trekken. Getracht werd tot op 1 mm nauwkeurig te meten. Het weinig stabiele der meetpunten bemoeilijkt natuurlijk het verkrijgen eener groote nauwkeurigheid. Door verschillende onderzoekers echter dezelfde serie objecten te doen meten, kon worden vastgesteld, dat ook hier bij een aanzienlijk aantal metingen, de toevallige fouten elkaar grootendeels opheffen.

Wij beschikten op deze wijze dus over een voldoende hoeveelheid in voldoende mate betrouwbaar materiaal, t.w. 340 namen en achter iederen naam de beide hierboven genoemde maten. Overzichtelijk zijn dergelijke staten echter allerm minst. Een elementaire bewerking, vaak helaas de eenige, die wordt toegepast, brengt hierin echter, naar het schijnt, reeds een aanzienlijke verbetering. Men telt de 340 P-M maten op, vindt als totaal 23732, deelt dit door 340 en bepaalt de gemiddelde maat. Deze bedraagt 69,8. Hetzelfde herhaalt men voor de N-K maat en krijgt voor dit gemiddelde 70,3.

De optimist is allicht geneigd dit resultaat alvast heel aardig te vinden en bereid W a d s w o r t h een pluim op den hoed te steken. De gemiddelden kloppen tot op 0,5 mm, wat wil men nog meer? Inderdaad, het verschil is klein genoeg om deze beide g e m i d d e l d e n gelijk te noemen, waar immers de metingen zelf geen grooter graad van nauwkeurigheid kunnen bereiken.

Maar de beschikbare cijfers leeren ook nog iets anders. Zij leeren b.v., dat de kleinste der gevonden maten P-M, bij Mej. A., slechts 57 mm, en de grootste, bij den heer B., 83 mm bedraagt. Zoo blijkt ook hier weer de oude waarheid, dat er

mensen in soorten zijn. Wij gaan daarom onze 340 mensen sorteeren; vooreerst naar den afstand P-M. Het effect hiervan vindt men terug in tabel I, kolommen 1, 2 en 3. Men vindt hen hier gerangschikt in groepen, die van het gemiddelde naar weerszijden telkens 2 mm meer afwijken. In groep VII, dus tusschen 68,8 en 70,8 vinden wij slechts 49 mensen. Zoo geeft kolom 3 aan, hoe groot het aantal leden van iedere groep is; tabellen zooals tabel I noemt men frequentietabel.

TABEL I

DER FREQUENTIES VAN DE ONDERSCHIEDENE AFSTANDEN
PUPIL—MONDHOEK BIJ 340 PERSONEN (WADSWORTH)

N = 340

S = 23732

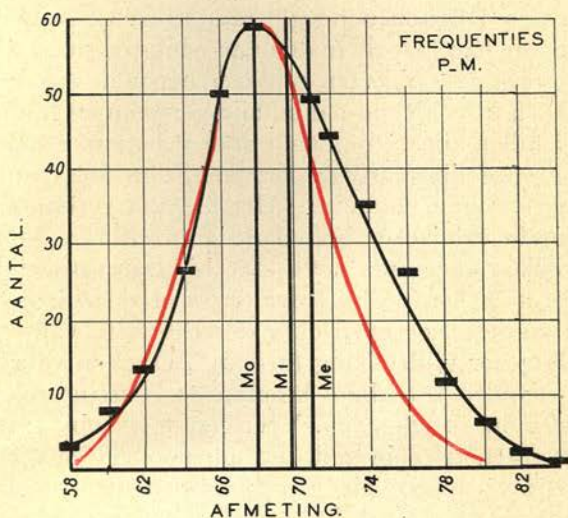
Mi. = 69,8

1	2	3	4	5	6	7
Groep no.	Grenzen der groep	Aantal per groep	Mid-den der groep	Afw. van het gr. gem.	Qua-draat der afw.	Aantal d. groep quadr. d. afw.
		n	m	δ	δ^2	$n.\delta^2$
I	56,8—58,8	3	57,8	—12	144	432
II	58,8—60,8	9	59,8	—10	100	900
III	60,8—62,8	14	61,8	—8	64	896
IV	62,8—64,8	27	63,8	—6	36	972
V	64,8—66,8	50	65,8	—4	16	800
VI	66,8—68,8	59	67,8	—2	4	236
VII	68,8—70,8	49	69,8	0	0	0
VIII	70,8—72,8	44	71,8	+2	4	176
IX	72,8—74,8	35	73,8	+4	16	560
X	74,8—76,8	28	75,8	+6	36	1008
XI	76,8—78,8	12	77,8	+8	64	768
XII	78,8—80,8	7	79,8	+10	100	700
XIII	80,8—82,8	2	81,8	+12	144	288
XIV	82,8—84,8	1	83,8	+14	196	196
		340				7932

$$\epsilon \delta^2 = 7932$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\epsilon \delta^2}{N}} = \pm 4,83$$

Nog beter te overzien wordt ons materiaal, als wij de beschreven groepeerings in teekening brengen. In het algemeen krijgt men de duidelijkste figuur door te zorgen, dat de maat, die de geheele variatiebreedte weergeeft (57,8—83,8) even groot is als die, welke het aantal varianten in de grootste groep voorstelt (59).



Figuur 1.

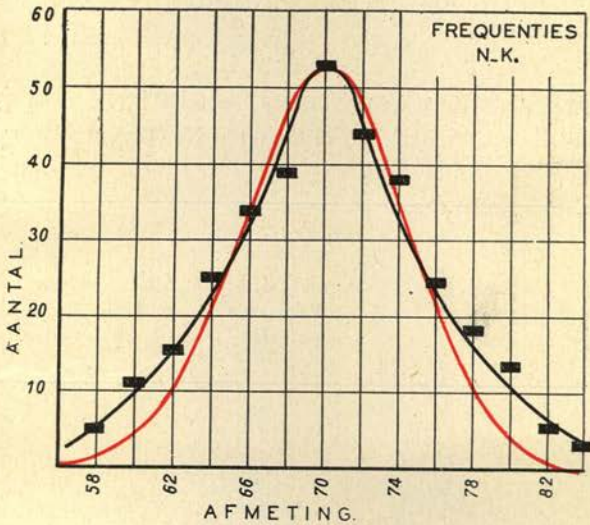
In figuur 1 telt iedere mm der ordinaat voor een persoon. Hoe vaak de maten in het geheele complex der gevonden varianten voorkomen wordt uitgedrukt door de gebogen zwarte lijn, de frequentiekromme. Zij geeft in één trek het uiteenloopen, de distributie van alle waarden tusschen maximum en minimum. Bij deze werkwijze is men gewend van dispersie of van strooiing te spreken. In de figuur kan men vervolgens drie merkwaardige verticalen teekenen, die ieder een bijzondere beteekenis hebben voor de ontleding van de kromme. In de eerste plaats M_i , die het berekende gemiddelde 69,8 aan geeft; dan de *m e d i a n* M_e , die de afstand tusschen het minimum 57 en 84 middendoor deelt en dus 70,5 tot abscis heeft; eindelijk de ordinaat, die het aantal der

grootste groep aangeeft, de modulus *Mo*. Zooals men ziet vallen zij in onze figuur niet samen. Als men één waarde zou willen gebruiken ter kenschetsing van het onderzochte materiaal, dan verdient het aanbeveling *Mo*., dus de meest voorkomende, de voorkeur te geven boven *Mi*, die ten slotte slechts een fictie is.

Ter beoordeeling van de dispersiegraad is echter meer noodig. Aan den Belgischen hoogleeraar *Quételet* danken wij de wetenschap, dat de maten van een groot aantal gelijksoortige biologische objecten een zeer bepaalde strooïing bezitten. Als zij in voldoende aantal zijn gemeten en hun onderlinge verschillen zijn veroorzaakt door vele, van elkaar onafhankelijke en gelijkwaardige oorzaken, dan volgt deze verdeeling de wet van *Gauss*. Het hieraan verbonden stuk der wiskunde valt zeker buiten de grenzen van dit opstel. Het betrokken theorema stelt, dat bij een verdeeling der variatie in n deelen, de bij ieder der n groepen behoorende ordinaat wordt aangegeven door de coëfficiënt van a bij de ontwikkeling der uitdrukking $(a + b)^n$. Om een voor vergelijkingsdoeleinden bruikbare kromme te construeeren is het voldoende n op 10 te stellen. Voor figuur 1 hebben wij dus een hulpconstructie gebezigd, die om noodelooze gecompliceerdheid te vermijden niet is opgenomen. De coëfficiënten voor a zijn voor $(a + b)^{10}$ achtereenvolgens 1, 10, 45, 120, 210, 252, 210, 120, 45, 10 en 1. Zij vormen een reeks, die zich symmetrisch om de hoogste waarde groepeert. Het is aldus mogelijk de bij de frequentiekromme van figuur 1 behoorende kromme van *Gauss* voldoende nauwkeurig te construeeren. In onze figuren is zij in rood geteekend. Vergelijking der beide krommen toont, dat zij in de linker helft der figuur vrijwel samenvallen. Hun onderling verschil kan net evengoed in een onvermijdelijke willekeur bij het teekenen der empirische kromme zijn gelegen, als in de werkelijkheid oorzaak vinden. Rechts is de afwijking veel sterker; te sterk om aan het teekenen te worden toegeschreven. Waardoor zij wel wordt veroorzaakt is uit ons onderzoek niet af te leiden. Slechts één ding staat hiervan vast, n.l., dat zij een oorzaak moet hebben buiten het straks genoemde complex van onderling onafhankelijke en gelijkwaardige invloeden.

De voor de neushoek-kin gevonden waarden N-K onderwerpen wij aan dezelfde reeks bewerkingen. Aldus ontstaat tabel II en de bijbehorende grafiek in figuur 2.

Deze kromme is symmetrisch en nadert de verdeling volgens Gauss zeer sterk. Figuren 1 en 2 geven samen dus wel een zeer merkwaardig resultaat te zien. Zoo merkwaardig,



Figuur 2.

dat het op zichzelf de uitvoerigheid van onze beschouwing loont. Nog meer dan de prothetist zal de uitkomst misschien de orthodontist interesseeren. Waar men voor de maat P-M een toevalsverdeeling à priori zou veronderstellen, toonen onze metingen een afwijking hiervan, — waar men voor de maat N-K à priori (op grond van diepe beet of andere malocclusie) afwijking zou verwachten, vinden wij een zuivere toevalsverdeeling.

Voor we nu de kern der vraag naderen, is nog een enkele toelichting der cijfertabellen op haar plaats. Hoe of de grootte σ die aan de voet van ieder der tabellen voorkomt, wordt berekend kan men uit de beraming der kolommen 5, 6 en 7 zonder meer volgen. Waarom ze aldus worden berekend,

moet hier buiten beschouwing blijven. Zij is de z.g. standaardafwijking. Ze beduidt dat de helft van alle bij het onderzoek gevonden waarden ligt tusschen $M_i + \sigma$ en $M_i - \sigma$; de andere helft ligt dus buiten deze centrale groep. Hieruit volgt dat iedere nieuwe individueele meting met evenveel kans een waarde kan geven, die binnen de centrale zone valt als daarbuiten. Met deze wetenschap hopen wij in het volgende ons voordeel te doen.

TABEL II

DER FREQUENTIES VAN DE ONDERSCHIEDENE AFSTANDEN
NEUSHOEK—KIN BIJ 340 PERSONEN (WADSWORTH)

N = 340

S = 23913

Mi = 70.3

1	2	3	4	5	6	7
Groep no.	Grenzen der groep	Aantal per groep	Midden der groep	Afw. van het gr. gem.	Qua-draat der afw.	Aantal d. groep quadr. der afw.
		n	m	δ	δ^2	$n \cdot \delta^2$
I	55.3—57.3	1	56.3	—14	196	196
II	57.3—59.3	5	58.3	—12	144	720
III	59.3—61.3	12	60.3	—10	100	1200
IV	61.3—63.3	16	62.3	—8	64	1024
V	63.3—65.3	28	64.3	—6	36	1008
VI	65.3—67.3	34	66.3	—4	16	544
VII	67.3—69.3	38	68.3	—2	4	152
VIII	69.3—71.3	53	70.3	0	0	0
IX	71.3—73.3	44	72.3	+2	4	176
X	73.3—75.3	39	74.3	+4	16	624
XI	74.3—77.3	24	76.3	+6	36	864
XII	77.3—79.3	19	78.3	+8	64	1216
XIII	79.3—81.3	14	80.3	+10	100	1400
XIV	81.3—83.3	6	82.3	+12	144	864
XV	83.3—85.3	4	84.3	+14	196	784
		340				10772

$$\epsilon \delta^2 = 10772$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\epsilon \delta^2}{N}} = \pm 5.63$$

Wij hebben n.l. nog slechts gevonden, dat de werkelijke waarden van K—M sterk uiteen loopen en dat de waarden voor N—K dit eveneens doen, zij het dan niet in dezelfde mate. Wij dienen echter nog na te gaan of bij iedere P—M waarde, laag of hoog een even groote N—K waarde behoort. Dit is immers toch de inhoud van W a d s w o r t h stelling. Een eenvoudige weg hiertoe ligt in het gebruiken van een index. Voor ons doel is $\frac{NK \times 100}{PM}$ dienstig. Voor ieder der gemeten individuen werd deze index berekend; de 340 indices zijn verwerkt in tabel III en deze is in fig. 3 grafisch voorgesteld.

TABEL III

DER FREQUENTIES VAN DE INDEX $\frac{N-K \cdot 100}{P-M}$ BIJ 340
PERSONEN (W A D S W O R T H)

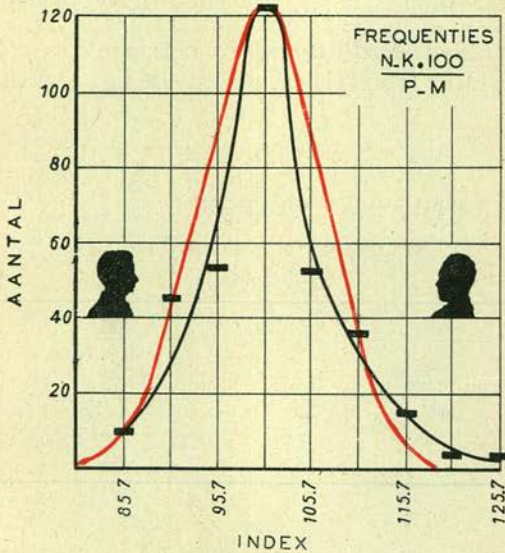
N + 340		S + 34246			Mi + 100,7	
1	2	3	4	5	6	7
Groep no.	Grenzen der groep	Aantal per groep	Midden der groep	Afw. van het gr. gem.	Qua-draat der afw.	Aantal d. groep quadr. der afw.
		n	m			
I	83,2—88,2	10	85,7	—15	225	2250
II	88,2—93,2	45	90,7	—10	100	4500
III	93,2—98,2	53	95,7	—5	25	1325
IV	98,2—103,2	122	100,7	0	0	0
V	103,2—108,2	53	105,7	+5	25	1325
VI	108,2—113,2	36	110,7	+10	100	3600
VII	113,7—118,7	15	115,7	+15	225	3375
VIII	118,7—123,7	3	120,7	+20	400	1200
IX	123,7—128,7	3	125,7	+25	625	1875
						19450

$$\epsilon \delta^2 = 19450$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\epsilon \delta^2}{N}} = \pm 7,56$$

Ter illustratie zijn in fig. 3 de bezitters van de laagste en van de hoogste index in profiel afgebeeld.

Het gemiddelde van alle indices is 100,7 en levert dus weer oppervlakkig een resultaat, dat voor W a d s w o r t h ten volle bevredigend zou zijn. Want de beethoogte vaststellen, met een kleiner fout dan 0,7% is onbereikbaar te achten. Maar het minimum der gevonden indexwaarden 84 en het



Figuur 3.

maximum 125 loopen wel sterk uiteen. De standaardafwijking der onderzochte reeks is 7,56. Hiermee komen wij tot de beantwoording der gestelde vraag. Wij dienen alleen te weten, welke eischen men aan de methode in kwestie stelt. Mij dunkt, deze zijn aldus te formuleeren: zij moet met redelijke zekerheid een voldoende nauwkeurig resultaat geven. Uit één vraagteeken groeien er dus twee. Wat is voldoende nauwkeurig? Wat is redelijke zekerheid? Ter beantwoording van de eerste vraag neem ik aan, dat men een fout grooter dan 2 mm niet toelaatbaar acht. De tweede vraag leg ik even ter zijde. Nemen wij verder aan, dat bij den patiënt, wiens beethoogte wij zoe-

ken P—M werd vastgesteld op 70 mm. Voor het gemak der berekening stel ik deze op 70,5, wat het resultaat niet beïnvloedt. Volgens W a d s w o r t h zal dan N—K eveneens 70,5 mm bedragen en hij zou hierin gelijk hebben als iedere patiënt de index 100 bezat. Wij weten dat zulks niet het geval is. De vraag wordt dus tusschen welke waarden de index mag varieeren opdat N—K niet buiten de toegelaten grenzen (69,5 en 71,5) valt.

Bij P—M = 70,5 en N—K = 71,5 is de index 101,4 en

bij P—M = 70,5 en N—K = 69,5 is de index 98,5:

de totale variatie-breedte van de index mag dus 2,9 en de halve 1,45 bedragen. Dit is $1/5,2$ of afgerond 0,2 maal de standaard-deviatie 7,56. Wij moeten dus nagaan, hoeveel kans de patiënt heeft een index te bezitten tusschen 102,2 en 99,2, d.w.z. tusschen $M_i + 0,2 \sigma$ en $M_i - 0,2 \sigma$. De waarschijnlijkheidsrekening stelt ons hiertoe in staat.

Bij een variatie-breedte 2β is de kans x , dat een nieuwe waarde zal vallen tusschen $M_i + \beta$ en $M_i - \beta$, tegen de kans y , dat zij daarbuiten zal vallen aldus:

voor	is x	en is y
0,2 σ	1	10
0,5 „	6	10
0,674 „	10	10
1,00 „	21,5	10
2,00 „	210	10

Verder uitbreiding van dit lijstje heeft voor ons doel geen zin.

Het leert ons, dat wij door toepassing van de Wadsworth-methode, als wij bij de bepaling van een beethoogte verlangen, dat deze niet meer dan 2 mm fout zal zijn, één kans hebben op tien, dat wij ons doel zullen bereiken. Zonder het begrip „redelijke zekerheid” nader te bepalen, zal men met ons eens zijn, dat deze werkwijze slechts „onredelijke onzekerheid” geeft.

Utrecht, 30 Nov. 1941.