

## Literatuur:

1. Groeneveld A, Kalsbeek H, Hoogendoorn H, Piessens JP. Onderzoek naar het effect van een enzym-bevattende tandpasta op het ontstaan van tandcariës en gingivitis bij kinderen tussen 10 en 13 jaar. Ned Tijdschr Tandheelkd 1984; 91: 530-3.
2. Kruijskamp C, Van Dalen, Groot Woordenboek der Nederlandse Taal. 10e druk. 's-Gravenhage: Martinus Nijhoff, 1976.
3. Greene JC, Vermillion JR. The simplified oral hygiene index. J Am Dent Assoc 1964; 68: 7-13.
4. Houwink B, De Jager WOR. De gezondheidstoestand van de gingiva in gebieden met en zonder geïmmerseerd leidingwater. Ned Tijdschr Tandheelkd 1971; 78: 218-24.
5. Instituut voor Toegepaste Sociologie. Beroepklapper. Nijmegen: Instituut voor Toegepaste Sociologie, 1973.
6. Baume JL. Grondbeginselen voor een internationale normalisering van tandcariësstatistieken. Fédération Dentaire Internationale. Special commission on oral and dental statistics. Ned Tijdschr Tandheelkd 1963; 70: 723-35.
7. Visser APh, Wiegman H, Eijkman MAJ. Een onderzoek naar mondgezondheid. Deel V. Sociale wenselijkheid en de beantwoording van enquêtevragen in een tandheelkundig onderzoek onder 15-jarige kinderen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1985; 92: 253-7.
8. Birman O. Een enquête over mondhygiëne bij schoolkinderen. Amersfoort: Mededelingen Medico-Prodent-Research, 1960; afl 18.
9. Tan HH, Ter Horst G, Dekking YM. Dental knowledge, attitude and behavior in 12-year-old Dutch suburban children. Community Dent Oral Epidemiol 1981; 9: 122-7.
10. Van Loveren C. De hoeveelheid tandplaque bij 11-jarigen voor en na het tandenpoetsen in 1969, 1971 en 1981. Ter publikatie aangeboden aan Ned Tijdschr Tandheelkd.
11. MacGregor IDM, Rugg-Gunn AJ. Survey of toothbrushing duration in 85 uninstruced English schoolchildren. Community Dent Oral Epidemiol 1979; 7: 297-8.
12. Westmaas-Jes MM, Kalsbeek H. De gebitstoestand bij 6- en 12-jarige kinderen in Noordoost Friesland. Ned Tijdschr Tandheelkd 1985; 92: 22-7.
13. Ruiken HMM. Tandcariës en gedrag bij kinderen. Nijmegen: Katholieke Universiteit, 1983. Dissertatie.
14. Ainamo J, Parviainen K. Occurrence of plaque, gingivitis and caries as related to self reported frequency of toothbrushing in fluoride areas in Finland. Community Dent Oral Epidemiol 1979; 7: 142-6.
15. Anagnou-Vareltzides A, Tsami A, Mitsis FJ. Factors influencing oral hygiene and gingival health in Greek schoolchildren. Community Dent Oral Epidemiol 1983; 11: 321-4.
16. Theilade E, Wright WH, Jensen SB, Loe H. Experimental gingivitis in man. II. A longitudinal clinical and bacteriological investigation. J Periodont Res 1966; 1: 1-13.
17. Vakgroep Sociale en Preventieve Tandheelkunde RUU, Schooltandverzorging Katwijk e.o., Werkgroep TNO Tand- en Mondziekten. De relatie tussen caries ervaring en gerapporteerd snoepgedrag. Utrecht: Werkgroep TNO Tand- en Mondziekten, 1985.

Januari 1986. Adres: Dr. H. Kalsbeek, Catharijnesingel 59, 3511 GG Utrecht.

## DE WERKING EN EFFECTIVITEIT VAN MONDBESCHERMERS

## EEN LABORATORIUMONDERZOEK

J. R. DE WIJN, materiaalkundige  
M. M. A. VRIJHOEF, materiaalkundige  
E. W. LINN

Uit de afdeling Tandheelkundige Materialen en het Instituut voor Volledige Prothese en Maxillo-faciale Prothetiek van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Trefwoorden: Fysica – Materiaalkunde – Mondbeschermers

## 1. Inleiding

Bij sport en spel ontstaan herhaaldelijk situaties waarbij het risico voor letsels in het orofaciale gebied groot is. Een steekproef uit aan de afdeling Mond- en Kaakchirurgie van de Katholieke Universiteit behandelde aangezichtsverwondingen wees uit dat 18% was veroorzaakt tijdens sport en spel.<sup>1</sup>

In meer dan 50% der gevallen kwamen luxaties van elementen, al of niet gepaard met fractuur van de processus alveolaris, voor, in combinatie met fracturen van de jukboog, het jukbeen of de mandibula. Onder hockeyers in internationale topelitalen, werden cijfers gevonden die voor wat betreft letsels aan het tand-kaakstelsel wijzen op ongevalcijfers van 34 per duizend.<sup>2</sup> Voor fronttand-traumata werd in die groep een cijfer van 15 per duizend gevonden. Uit in datzelfde onderzoek genoemde gegevens van een verzekeringsmaatschappij blijkt dat voor de gemiddelde Nederlandse hockeyer een ongevalcijfer van 3 à 4 per duizend geldt, waar het tandheelkundige schade betreft. Ook voor andere contactsporten, zoals rugby en ijs-hockey, is frequent voorkomen van letsels aan tanden en gezicht gemeld.<sup>3-8</sup>

Bij het beoefenen van genoemde sporten is het nemen van beschermende maatregelen derhalve aan te raden. Een voor de hand liggende wijze om het hoofd-halsgebied te

beschermen is het dragen van een helm en/of masker. Vaak stuiten dergelijke rigoureuze maatregelen echter op weerstanden of zijn zij onmogelijk. Een goed alternatief wordt gevonden in de mondbeschermer. Deze beperkt, zonder veel hinder te geven, de bescherming tot het waarschijnlijk meest kwetsbare gebied nl. de bovenfrontelementen.

Onder een mondbeschermer wordt hier verstaan: een intra-oraal gedragen bedekking van de boventanden, in ieder geval de incisieven en cuspidaten omvattend en meestal doorlopend tot in de molaarstreek (afb. 1). Dit soort mondbeschermers zijn in 'confectie'-vorm te koop in sportzaken of worden door tandarts en tandtechnicus 'op maat' vervaardigd met behulp van een model van de bovenkaak van de drager. De 'confectie'-beschermers zijn grof vóórgevormd. Zij zijn vervaardigd van een zachte kunststof, die in heet water plastisch vormbaar is. Deze beschermer kan door de drager zelf zo goed mogelijk worden aangepast aan het bovengebied (afb. 2). De door de tandarts geleverde 'op maat'-beschermer wordt in het tandtechnisch laboratorium vervaardigd door persen van een zachte kunststof over een model van het bovengebied (afb. 3).

De eisen die aan een mondbeschermer moeten worden gesteld zijn:  
– het bewerkstelligen van een zo groot mogelijke reductie van de krachten op de

## Samenvatting:

Over de fundamentele mechanismen van bescherming van gebitselementen door middel van mondbeschermers is weinig bekend.

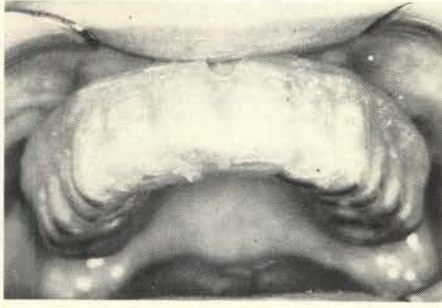
Uitgaande van de wijzen waarop de krachten ten gevolge van een slag of botsing kunnen worden gereduceerd werden op een gestileerd model van de bovententite diverse soorten mondbeschermers getest door onderwerping aan een gestandaardiseerde slagbelasting. Tijdens de botsing werden de optredende krachten op de elementen van het model gemeten. De meest effectieve reductie van de krachten wordt verkregen, door deze zoveel mogelijk te verdelen over de elementen. Hiertoe is het nodig de beschermer te vervaardigen uit een stijf en hard materiaal met een zachte, elastische binnenvoering. Maximale bescherming van de frontelementen kan worden verkregen door deze geheel te ontlasten. Door geleiding van de krachten worden deze dan over de (pre)molaren verdeeld.

elementen bij een klap of botsing;

- goed passen en vastzitten in de mond;
- zo min mogelijk belemmeren van de ademhaling, het slikken of praten;
- zo weinig mogelijk de 'free way space' verminderen;
- geen kokhalzen veroorzaken.

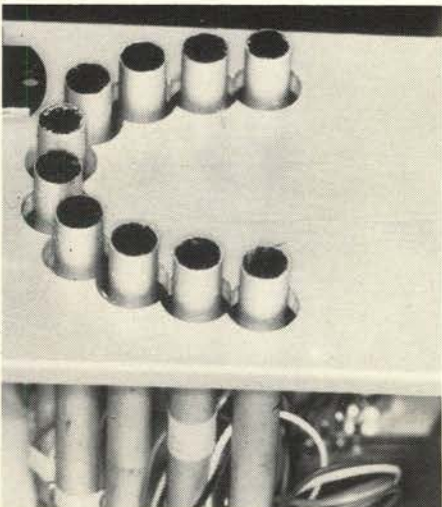
Aan de laatste vier eisen, die met het draagcomfort te maken hebben, kan eigenlijk alleen goed worden voldaan als de beschermer 'op maat' door de tandarts wordt gemaakt.

Omtrent het vermogen tot reductie van botsingskrachten, de primaire functie van



Afb. 1. Een intra-oraal gedragen bedekking van de tanden.

een mondbeschermer, de optimale vormgeving en de juiste materiaal soort is weinig bekend. Statistische gegevens uit veldonderzoeken onderstrepen het nuttig effect van mondbeschermers.<sup>9-11</sup> Er is veel geschreven over de eigenschappen die materialen voor mondbeschermers zouden moeten bezitten.<sup>12-14</sup> Fundamenteel onderzoek naar de mechanismen van tandbescherming door mondbeschermers is echter schaars.<sup>15</sup> In het algemeen kan worden gesteld dat het vermogen van een mondbeschermer om de krachten te reduceren die – als gevolg van slagbelasting – worden uitgeoefend op één of meer elementen, afhangt van de hoeveelheid en snelheid waarmee energie in het materiaal gedissipeerd kan worden en/of van de mate waarin die krachten kunnen worden verdeeld over een groter oppervlak dan dat van het getroffen gebied. Voor wat betreft het toe te passen materiaal hebben deze twee basisprincipes verschillende consequenties. Dissipatie van energie in een materiaal geschiedt door warmte-ontwikkeling en permanente deformatie, hetgeen moleculaire beweeglijkheid vereist. Vertaald in mechanische eigenschappen betekent dit: een lage elasticiteitsmodulus en plastisch gedrag. Het geleiden van krachten daarentegen en het verdelen ervan over een groter



Afb. 4. De modeldentitie.



Afb. 2. Een voorbeeld van een in sportzaken verkrijgbare 'confectie'-beschermer. Rechts de beschermer voor en links na aanpassen aan de bovenkaak.

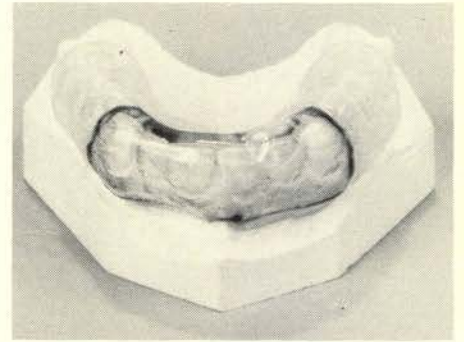
oppervlak, vergt een stijf en elastisch gedrag van de beschermende constructie. Het is moeilijk te voorspellen welk van beide mechanismen het meest doeltreffend is. Het feit dat vrijwel alle verkrijgbare mondbeschermers van het zachte, lage modulus-type zijn heeft waarschijnlijk meer te maken met het gemak van aanbrengen en dragen dan met een bewuste keuze voor het dissipatie-mechanisme. Doel van dit experiment is om de invloed van het ontwerp van mondbeschermers op het vermogen tot reduceren van slagkrachten te onderzoeken.

## 2. Materiaal en methode

### 2.1. De proefopstelling

Een gestileerd model van een bovendentitie (afb. 4) werd geconstrueerd uit tien aluminium cilindrische stafjes (8 mm  $\phi$  en 10 cm lang), eenzijdig ingeklemd in een grondplaat en opgesteld in een dentitie-achtige boog (afb. 5). Circa 10 mm onder de top van de stafjes werd een tussenplaat aangebracht met gaten van 12 mm doorsnede waardoorheen de stafjes staken zonder contact te maken met de plaat. De bovenste 10 mm van de stafjes fungeerden zo als 'tandkroon' en de tussenplaat als 'palatum'. Er was geen approximaal contact tussen de stafjes.

Om krachten, uitgeoefend op de top van de stafjes, te kunnen meten, werden rekstrookjes



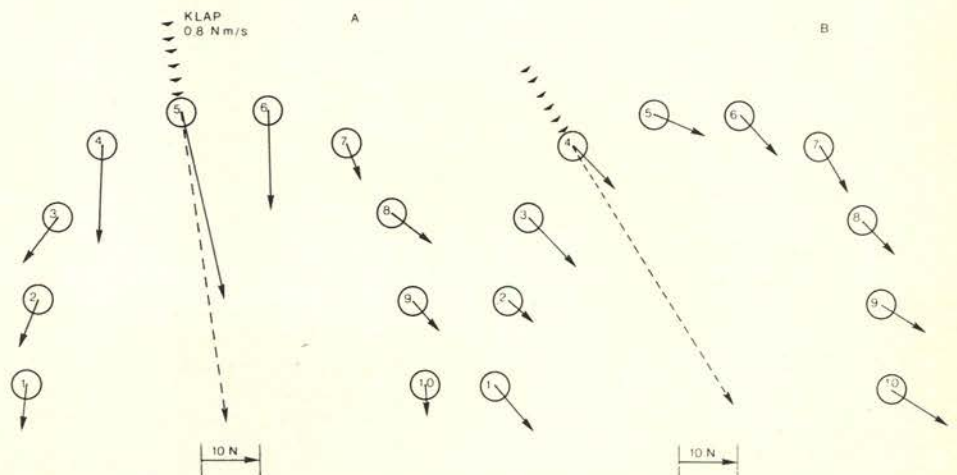
Afb. 3. Een beschermer 'op maat'.

aangebracht op het onderste deel van de stafjes. Aangenomen werd dat alleen krachten in een vlak loodrecht op de lengteas van de stafjes zouden optreden, waardoor de eenzijdig ingeklemde stafjes enigszins zouden buigen. Hierdoor wordt het materiaal, afhankelijk van de positie langs de omtrek waar gemeten wordt, gerekt of gestuikt. De grootte van deze vervorming is afhankelijk van de grootte van de uitgeoefende kracht en van de plaats langs de omtrek van de staaf waar wordt gemeten.

Door elk staafje van de proefopstelling te voorzien van twee rekstrookjes die, gezien langs de omtrek van de dwarsdoorsnede, een meethoek van ca. 90° met elkaar maakten was het mogelijk om behalve de grootte ook de richting van de krachten te meten.

De in totaal twintig rekstrookjes waren via een schakelkast verbonden met een meetversteker (HBM-KWS/3S5, Darmstadt, D.D.R.) waarvan het uitgaande signaal naar een geheugen-oscilloscoop (Tektronix 7623A) werd geleid. De snelle impulsen die bij slagbelasting optreden, konden op deze wijze worden geregistreerd. De hoogte van de impuls die op de oscilloscoop zichtbaar wordt, is gerelateerd aan de grootte van de kracht die op het staafje wordt uitgeoefend.

De opstelling werd geijkt door, via gewichten aan een over een katrol lopende draad, horizontale statische krachten op de stafjes uit te oefenen. Op basis van deze ijking werd tevens de



Afb. 5. Gemeten krachtenpatronen voor twee willekeurig gekozen gevallen. Bij A komt de klap centraal in op een 'centrale incisief'. Bij B komt de klap meer van lateraal op een 'cuspidaat'. De gestippelde pijl geeft de grootte van de resulterende kracht zonder mondbeschermer weer (55 N).

exacte hoek tussen de meetrichtingen van de rekstrookjes bepaald. Met de aldus per staafje verkregen gegevens en met behulp van goniometrische berekeningen konden de oscilloscoop-aflezingen na een klap worden herleid tot de grootte van de op het staafje uitgeoefende kracht en de hoek die deze maakte met een vooraf gekozen as van het model.

## 2.2. De onderzochte beschermers

Alle te onderzoeken mondbeschermers werden vervaardigd door verwarmd plaatmateriaal over een gipsmodel van het model te persen.

Als zacht en soepel materiaal werd een copolymeer van ethyleen en vinylacetaat (Drufosoft, Dreve, Unna, W.-Duitsland) gebruikt, terwijl polycarbonaat (Lexan, Bayer, Leverkusen, W.-Duitsland) werd toegepast als een hard en stijf materiaal. Een eigenschap van polycarbonaat die deze kunststof bovendien bij uitstek geschikt maakt voor toepassing bij mondbeschermers is de zeer hoge slagvastheid van het materiaal. Versplinteren van de mondbeschermer bij een 'voltreffer' is daardoor uitgesloten.

Beide kunststoffen waren ter beschikking in verschillende plaatdikten. In tabel I zijn de soorten mondbeschermers die werden vervaardigd vermeld.

De harde en stijve RS-beschermers met zachte binnenvoering, werden vervaardigd door eerst een 3 mm zachte plaat over het model te persen, deze vervolgens dun in te smeren met alfa-cyanoacrylaat-lijm (IS 422, Loctite Products Ltd., Dublin) en daarna de polycarbonaat-plaat, inmiddels tot de juiste temperatuur verwarmd, hier overheen te persen. De randen ('omslag-

Tabel I. Overzicht van de in het onderzoek gebruikte soorten mondbeschermers.

Code	Omschrijving
S3	Een beschermer uit 3 mm dikke zachte plaat
S4	Idem, maar uit 4 mm dikke plaat
RS	Een beschermer bestaande uit een harde en stijve buitenlaag, 1 mm dik, en een zachte 'binnen'-voering uit 3 mm zachte plaat
RSF	Een beschermer identiek aan RS maar zodanig gemaakt dat de frontelementen geen contact maakten met de beschermer, maar er wel door werden bedekt (ontlast front)
RSF2	Idem, maar nu met een 2 mm dikke buitenplaat
CB	Een commercieel verkrijgbare 'confectie'-beschermer die na verwarmen in water en volgens de richtlijnen van de fabrikant zo goed mogelijk aan de model-dentitie werd aangepast

plooi') werden met een scherp mes en/of frees zodanig afgewerkt dat de beschermers geen contact maakten met de tussenplaat van het model en geheel afsteunden op de elementen. De polycarbonaat-platen werden vóór verwerking tenminste 4 uur gedroogd bij 100 °C.

## 2.3. Uitvoering van de test

De mondbeschermer werd op het model geplaatst en een slinger van een slagvastheidsmeter werd zo opgesteld dat deze de beschermer bij botsing in verticale stand raakte. De slinger werd nu naar een constante en bekende hoogte gebracht en losgelaten. Bij elke 'standaardklap' werd de respons gemeten van de rekstrookjes, eerst die van het element in het getroffen gebied (centraal incisief of cuspidaat) en vervolgens van de aangrenzende elementen. Uit deze signalen werden de grootte en de richting van de

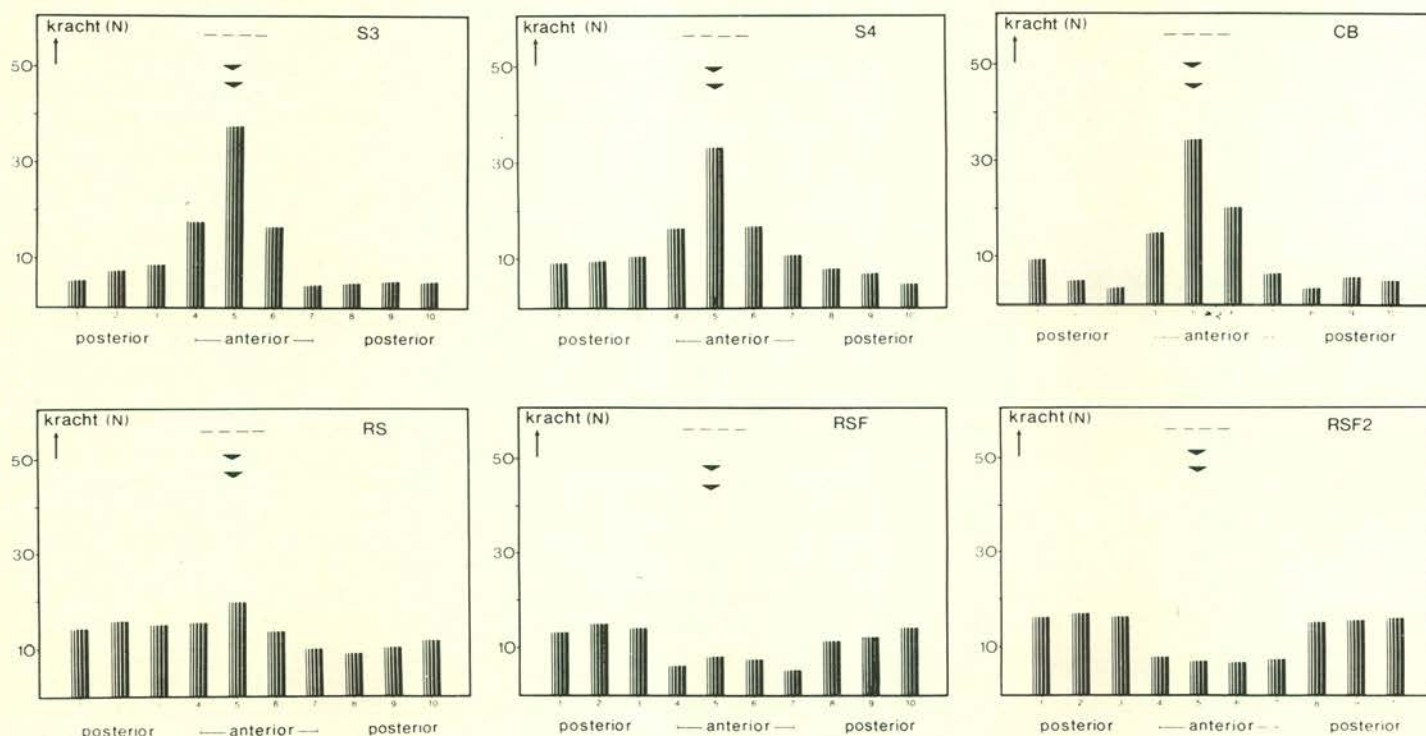
krachten op de elementen die door de standaardklap waren veroorzaakt berekend. Ook werd de kracht bepaald die het gevolg was van een klap op het onbeschermd element.

De impuls van de slinger bij botsing bedroeg 0.8 Nm/s. Bij een aantal experimenten werd de impuls verhoogd tot 3 Nm/s.

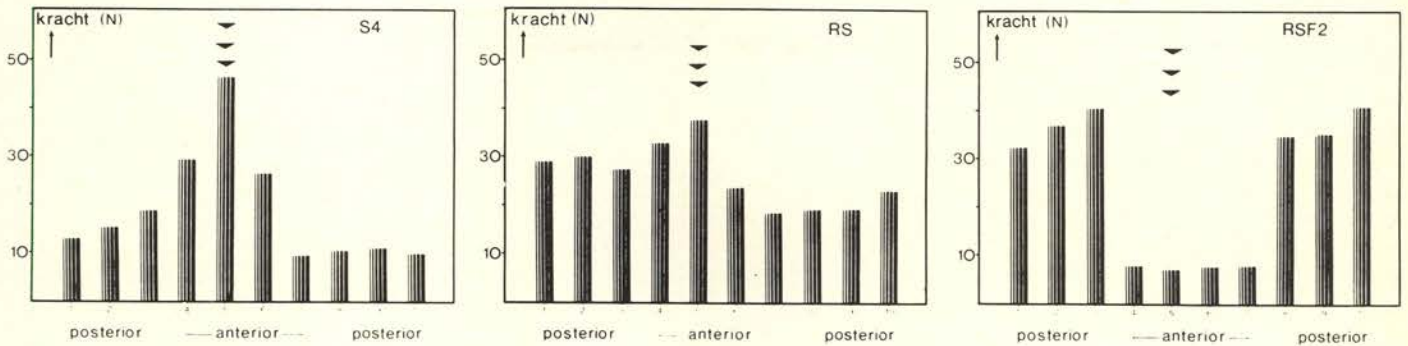
Alle resultaten zijn het gemiddelde van twee of drie metingen aan dezelfde mondbeschermer. De reproduceerbaarheid van de metingen bleek hoog (variatie minder van  $\pm 5\%$ ). Krachten kleiner dan ca. 5 N waren echter onbetrouwbaar door het niveau van de ruis in de elektronische apparatuur.

## 3. Resultaten

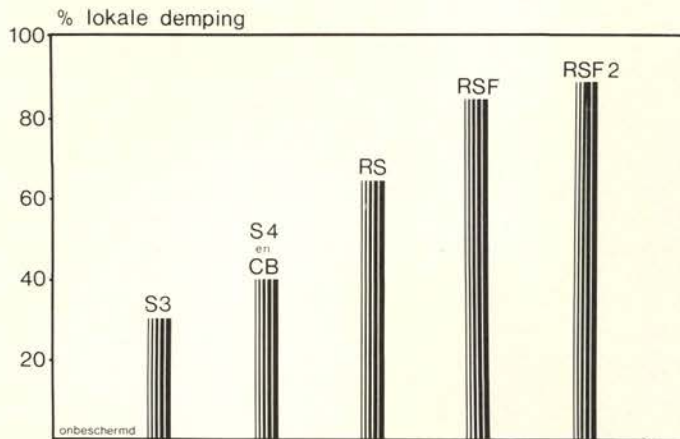
In afbeelding 5 worden twee voorbeelden gegeven van de gemeten krachtpatronen na het toedienen van een 'standaardklap' op de aangege-



Afb. 6. Effect van de verschillende mondbeschermers (voor codes zie tabel I). Krachten gemeten op de verschillende elementen bij een klap (0.8 Nm/sec.) op element nr. 5. De stippellijntjes geven de grootte van de kracht zonder mondbeschermer weer (55 N).



Afb. 7. Als afbeelding 6, maar nu met een klap van 3 Nm/sec. Onbeschermd werd hier 75 N op element nr. 5 gemeten.



Afb. 8. De met de verschillende geteste mondbeschermers bereikte demping ter plaatse van de botsing. (Voor verklaring zie tekst.)

ven plaats en in de aangegeven richting. Ook is aangegeven welke kracht zou zijn opgetreden als de mondbeschermer was weggelaten. Aangezien bleek dat de richting van de gemeten krachten geen belangwekkende informatie of onverwachte effecten opleverde, wordt hier verder geen aandacht meer aan geschonken.

In afbeelding 6 en 7 zijn de groottes van de op de verschillende elementen inwerkende krachten voor de verschillende typen mondbeschermers weergegeven. In afbeelding 6 geven de stippelijntjes het niveau van de botsingskracht op een onbeschermd element aan (55 N). In afbeelding 7, waarin de gevolgen van de zwaardere klap zijn weergegeven, bedroeg de botsingskracht op een onbeschermd element 75 N. De pijltjes geven aan dat de klap werd toegediend ter hoogte van de 'centrale incisief'.

Uit deze resultaten kan men de verhouding van de krachten die op de getroffen elementen werken met beschermer (F) en zonder beschermer ( $F_0$ ) berekenen. De uitdrukking  $1-F/F_0$  zou men de met de beschermer verkregen 'lokale demping' of de 'beschermingsfactor' kunnen noemen. In afbeelding 8 is deze factor, uitgedrukt in procenten, voor de verschillende geteste beschermers weergegeven.

#### 4. Discussie

Voor een vergelijkend onderzoek naar de mate waarin en de wijze waarop mondbes-

schermers botsingskrachten op de elementen kunnen reduceren is het voldoende om een gestandaardiseerde slag te kunnen aanbrengen en te beschikken over een model van een bovendentitie waarmee krachten, uitgeoefend op individuele elementen, kunnen worden gemeten. Een 'realistisch' model, waarmee de werkelijkheid zoveel mogelijk wordt nagebootst, werd hiertoe niet nodig geacht.

Een gestandaardiseerde slag kon worden verkregen door toepassing van de slinger van een slagvastheidstester. Wanneer de slinger altijd van dezelfde hoogte wordt losgelaten en het model altijd raakt op het punt van zijn hoogste snelheid, is de over te dragen energie bij botsing altijd gelijk. De absolute grootte van de gemeten krachten hebben slechts een vergelijkende waarde en zeggen niets over de krachten die in werkelijkheid zouden kunnen optreden. De relevante parameters van de natuurlijke parodontale ophanging-structuren zijn in een laboratoriummodel niet eenvoudig na te bootsen en daartoe zijn hier ook geen pogingen ondernomen. Evenmin zijn de toegebrachte 'standaardklappen' noodzakelijkerwijs representatief voor wat er in werkelijkheid kan gebeuren. Teneinde te bereiken dat de proeven niet-destructief zouden zijn, is het niveau van de krachten laag gehouden. De impuls van de stan-

daardklap van 0.8 Nm/s is te vergelijken met de impuls van een stalen kogel van 16 mm doorsnede (gewicht ca. 16 gram) die een snelheid heeft van 18 km/uur. De standaardklap van 3 Nm/s simuleert een botsing met een even zware kogel maar dan met een snelheid van 70 km/uur. (De impuls van de lichtste klap bleek trouwens al groot genoeg om de centrale incisieven van een stevig gefixeerde volledige prothese te doen afbreken.) Tenslotte moet worden opgemerkt dat er slechts geëxperimenteerd is met op het gebit gerichte klappen. Over het effect van de beschermers bij meer op de schedel gerichte klappen geven de resultaten dus geen uitsluitsel.

Bestudering van de resultaten als afgebeeld in de afbeeldingen 6 en 7 leert dat zowel het dissipatie-mechanisme als het geleidings/verdelings-mechanisme in de onderzochte beschermers werkzaam is. Bij de uit zacht materiaal geconstrueerde beschermers overheerst het dissipatie-mechanisme aangezien er een beduidende lokale demping wordt geconstateerd (30-40%), terwijl de geleiding naar naburige elementen gering is. In dit beeld past ook dat een dikkere laag de demping wél maar de geleiding niet doet toenemen. Bij de beschermers die uit een hard materiaal in combinatie met een zachte voering zijn opgebouwd (RS en RSF) blijkt dat de krachten worden verdeeld over alle elementen. Tegelijkertijd wordt een aanzienlijk betere demping verkregen ter plaatse van het getroffen element (60-70%).

Het ligt voor de hand om het principe van de geleiding van krachten verder uit te buiten door de kwetsbare frontelementen geheel te ontlasten – dus wél te bedekken maar niet in contact te laten komen met de beschermer. Het effect hiervan blijkt uit afbeelding 6 en – meer spectaculair – uit afbeelding 7: de reductie in het front is vrijwel volledig (ca. 90%) en alle krachten worden opgevangen in de (pre)molaarstreek. Het feit dat de demping in het front niet de te verwachten 100% bedraagt is enerzijds het gevolg van tekortkomingen van het model (trillingen die door de grondplaat worden doorgeleid, ruis in de meetapparatuur) en anderzijds gebrek aan vol-

doende stijfheid in het front waardoor buiging van het beschermersmateriaal tijdens de klap mogelijk toch nog elementen worden geraakt en dus belast.

Uiteraard worden bij toepassing van het principe van het ontlaste front de problemen verschoven. De vraag tot in welke mate de (pre)molaren kunnen worden belast, wordt door dit onderzoek niet beantwoord. Het ligt echter in de rede te verwachten dat door de anatomie van de tandboog de kwetsbaarheid van de molaarstreek minder groot is en te stellen dat als er toch klappen moeten worden opgevangen dat beter daar kan gebeuren.

In afbeelding 9 tenslotte, is schematisch een mondbeschermer met ontlast front weergegeven zoals deze bij voorkeur zou moeten worden vervaardigd.

### 5. Conclusie

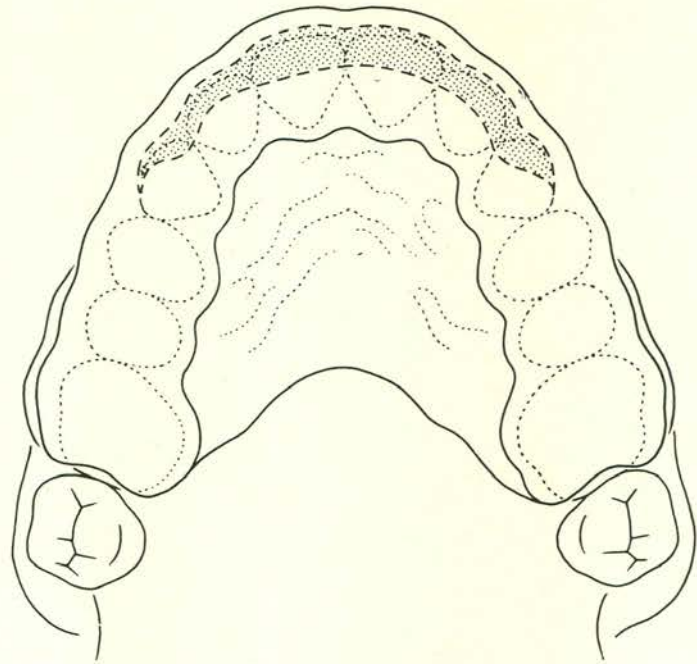
Zowel door dissipatie van energie als door geleiding en verdeling van krachten is het mogelijk deze krachten op frontelementen ten gevolge van botsingen met harde voorwerpen met behulp van mondbeschermers aanzienlijk te reduceren. De meest effectieve bescherming wordt verkregen door toepassing van het principe van geleiding en verdeling van krachten over meerdere gebitselementen, inclusief de molaren. Hiertoe is het nodig de beschermer te vervaardigen uit een stijf en hard materiaal. Om wille van het comfort en een goede aansluiting aan alle dragende elementen moet het harde materiaal worden voorzien van een zachte binnenvoering. Het principe van geleiding en verdeling van de krachten kan het beste worden benut door de frontelementen geheel te ontlasten en de mondbeschermer uitsluitend af te steunen op de (pre)molaren.

### 6. Naschrift

Dit onderzoek is uitgevoerd door studenten aan de Subfaculteit der Tandheelkunde te Nijmegen, in het kader van het curriculumonderdeel 'wetenschappelijke scholing' dat, verspreid over het derde en vierde studiejaar gedurende circa 250 uur wordt gevolgd.

Aan het onderzoek werkten achtereenvolgens mee de studenten P. A. Versteegh, H. P. Stassen, H. Blaauw, L. Breur, C. Vinkenborg, J. Roding, L. Kuipers en R. Scholle. De heer F. Lourens assisteerde bij het installeren en bedienen van de apparatuur.

De auteurs denken met plezier en waardering terug aan het enthousiasme waarmee allen dit onderzoek hebben verricht.



Afb. 9. Schematische voorstelling van de volgens dit onderzoek meest effectieve beschermer. Een harde en stijve buitenste laag is gevoerd met een zacht materiaal. In het gearceerde gebied is er geen contact tussen elementen en beschermer zodat afsteuning geheel in de (pre)molaarstreek plaatsvindt.

### Summary:

Title: Functioning and effectivity of mouth protectors. A mechanical laboratory study.

Keywords: Physics – Science of dental materials – Mouth protectors

About the mechanism of protection by means of mouth protectors little is known.

On the basis of the principal ways in which forces due to an impact can be reduced, various types of mouth protectors were tested by subjecting them to a standardized impact while mounted on a laboratory model of the upper dentition. During the impact the occurring forces on the teeth of the model were measured. The most effective reduction of the impact forces is obtained by distributing them as much as possible over the teeth. Therefore it is necessary to fabricate the protector of a rigid and hard material which is lined with a soft and elastic material. Maximal protection on the front teeth can be obtained by relieving them completely and by conducting the forces to the (pre)molar areas.

### Literatuur:

1. Linn EW, Vrijhoef MMA, De Wijn JR, Coops RPHM, Meerloo R. Facial injuries due to sports and games. Geaccepteerd door J Maxillofac Surg.
2. Bolhuis JHA. Tandtraumata en preventie in de hockeysport. In: Van der Kwast WAM et al, eds. Het tandheelkundig jaar 1985. Utrecht: Bohn,

3. Scheltema en Holkema, 1985: 1-13.
3. Nicholas NK. Dental injuries in primary and intermediate schoolchildren. NZ Dent 1980; 76: 8-11.
4. Nicholas NK. Rugby dental injuries. NZ Med J 1982; 95: 437.
5. Hughston JC. Prevention of dental injuries in sports. Am J Sports Med 1980; 8: 61-2.
6. Rontal E, Rontal M, Wilson K, Cram B. Facial injuries in hockey players. Laryngoscope 1976; 87: 884-94.
7. Hayes D. An injury-profile for hockey. Can J Applied Sport Science 1978; 3.
8. Downs JR. Incidence of facial trauma in intercollegiate and junior hockey. The Physician and Sportsmedicine 1979; 7.
9. Report of Bureau of Dental Health Education and Bureau of Economic Research and Statistics. J Am Dent Assoc 1964; 68: 116-28.
10. Report of Bureau of Dental Health Education and the Council on Dental Materials and Devices. Mouth protectors: 11 years later. J Am Dent Assoc 1973; 86: 1365-7.
11. Morton JG, Burton JF. An evaluation of the effectiveness of mouthguards. NZ Dent J 1979; 75.
12. Craig RG, Godwin WC. Physical properties of materials for custom made mouth protectors. J Mich State Dent Assoc 1967; 49: 34-40.
13. Going RE, Loehman RE, Chan MS. Mouthguard materials: their physical and mechanical properties. J Am Dent Assoc 1974; 89: 132-8.
14. Loehman RE, Chan MS, Going RE. Optimization of materials for a user-formed mouthguard. Ann Biomed Eng 1975; 3: 199-208.
15. Godwin WC, Craig RG. Stress transmitted through mouth protectors. J Am Dent Assoc 1968; 77: 1316-20.

November 1985.

Adres: Dr. Ir. J. R. de Wijn,  
 Instituut voor Tandheelkundige  
 Materialen,  
 Philips van Leydenlaan 25,  
 6500 HB Nijmegen.