

## ONDERZOEK

## OVERLEVINGS- EN CUMULATIEVE HAZARDCURVEN VOOR RESTAURATIES

EEN BESCHRIJVING VAN DE METHODIEK

R. MEEUWISSEN  
PH. VAN ELTEREN  
S. ESCHEN  
J. MULDER

*Uit de afdeling Occlusie-opbouw  
van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.  
Uit de Mathematisch-Statistische Adviesafdeling  
van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.*

*Trefwoorden: Restauratieve tandheelkunde – Sociale tandheelkunde – Militair Tandheelkundige Dienst – Overlevingscurven*

## Inleiding

Het effect van twintig jaar tandheelkundige zorg besteed aan de gebitselementen van 845 Nederlandse beroeps-militairen tussen 1958 en 1977 is het onderwerp van een beschrijvende mixed-longitudinale studie. De cross-sectionele uitkomsten van deze studie zijn reeds eerder gepresenteerd.<sup>1</sup>

Doel van deze deelstudie is een meetinstrument te demonstreren waarmee de effectiviteit van het tandheelkundig handelen kan worden bepaald. In deze studie wordt ervan uitgegaan, dat er van meer effectiviteit gesproken kan worden, naarmate een restauratie langer functioneert. Hieraan ligt de gedachte ten grondslag dat een gebitselement langer behouden blijft, wanneer het, indien nodig, gerestaureerd wordt, dan wanneer een zelfde element niet gerestaureerd zou worden.

Een eis die aan het meetinstrument gesteld wordt, is de mogelijkheid om overlevingskansen van bepaalde restauraties op de individuele elementen te kunnen bepalen en om specifieke faaloorzaken te kunnen analyseren.

Men kan nu voor bepaalde soorten restauraties op bepaalde delen van gebitselementen zogenaamde overlevingscurven bepalen en het relatieve aandeel voor de verschillende oorzaken van falen van deze restauraties vergelijken aan de hand van specifieke zogenaamde cumulatieve hazardcurven.

De overlevingscurven geven voor een periode van een aantal jaren na de uitvoering van een restauratie, een benadering voor de kans dat een restauratie

een periode van  $t$  jaar overleeft, in relatie tot  $t$ .

Een specifieke cumulatieve hazardcurve geeft, in relatie tot  $t$ , informatie over het risico op het tijdstip  $t$  na het aanbrengen van de restauratie dat deze dan faalt door een specifieke oorzaak.

In dit artikel zal het met name gaan om een beschrijving van de methodiek, die aan deze benadering eigen is.

## Methodiek

De voor deze studie benodigde gegevens zijn verzameld uit de tandheelkundige journalen van 845 Nederlandse beroepsmilitairen. De gegevens hebben betrekking op de periode 1958-1977. Voor een uitvoerige beschrijving van de methodiek wordt naar een eerder artikel verwezen.<sup>1</sup> In dit artikel zullen we ons bij wijze van voorbeeld beperken tot het volgen van de restauraties op de tweede premolaar uit de bovenkaak te weten:

- disto-occlusale restauratie (D.O.);
- mesio-occlusale-distale restauratie (M.O.D.);
- buccale restauratie (BUC.).

Deze restauraties zullen als gefaald worden beschouwd indien de volgende situaties of kritieke gebeurtenissen optreden:

- I. Totale vervanging van de restauratie, eventueel met uitbreiding.
- II. Gedeeltelijke vervanging. (In verband met de hier geldende definitie kan een eenvlaks-restauratie niet gedeeltelijk vervangen worden.)
- III. Een aangrenzende restauratie: dit is een nieuwe restauratie in een ander vlak van hetzelfde element, grenzend aan het vlak van de beschouwde restauratie.
- IV. Extractie van het gerestaureerde element.

De tijdsduur tussen het plaatsen van de

## Samenvatting:

In dit eerste artikel over overlevingscurven en cumulatieve hazardcurven voor restauraties van plastische vulmaterialen wordt de methodiek ten aanzien van deze curven beschreven. Restauraties van de tweede premolaar uit de bovenkaak hebben hierbij als voorbeeld dienst gedaan.

De hiervoor gebruikte gegevens zijn afkomstig van een beschrijvende mixed-longitudinale studie.<sup>1</sup>

Zoals uit deze toepassing blijkt kunnen m.b.v. dit model uitspraken worden gedaan over de levensduur van verschillende restauraties per element en vlak. Inhoudelijke conclusies zijn voor dit materiaal nu nog niet mogelijk.

Wel kan worden geïllustreerd hoe de conclusies voor bijvoorbeeld de restauraties op de tweede premolaar eruit zouden zien.

restauratie en het optreden van een kritieke gebeurtenis wordt als overlevingsduur tot deze kritieke gebeurtenis beschouwd. Door middel van een *overlevingscurve*<sup>\*)</sup> wordt eerst een beeld gegeven van de overlevingsduur van de beschouwde soort restauraties, ongeacht de oorzaak van falen (de aard van de kritieke gebeurtenis I, II, III of IV).

Bij de berekening van deze overlevingsduur wordt elke restauratie meegeteld tot het eerste optreden van één der kritieke gebeurtenissen (I, II, III of IV) dan wel tot de beëindiging van de registratie (einde van het jaar 1977).

Voor iedere restauratie wordt nu per jaar de eenjarige overlevingskans berekend. De eenjarige overlevingskans is één min het aantal van de restauraties dat in dat jaar door een der genoemde oorzaken heeft gefaald, betrokken op het aantal in dat jaar aan het risico van falen blootstaande restauraties. Dit laatste aantal is het aantal restauraties dat aan het begin van het jaar nog niet door één der genoemde gebeurtenissen getroffen is, verminderd met de helft van het aantal dat in de loop van het jaar door beëindiging van de registratie wordt uitgeschakeld.

De overlevingskans tot  $t$  jaar na de restauratie, die in de overlevingscurve wordt uitgezet, is nu het produkt van de eenjarige overlevingskansen over de betreffende  $t$  jaren. Deze curve geeft de  $t$ -jarige overlevingskans weer, als kan worden aangenomen dat de registratie wordt beëindigd on-

<sup>\*)</sup> The statistical analysis of failure time data – J. D. Kalbfleisch, R. L. Prentice.

afhankelijk van de levensduur van de restauraties. Dit kan hier worden aangenomen omdat de registratie voor alle nog bestaande restauraties ongeacht hun levensduur tot eind 1977 werd voortgezet. De overlevingscurve eindigt als het aantal overlevende restauraties te klein wordt, om op grond daarvan nog een betrouwbare (eenjarige) overlevingskans te berekenen. Als ondergrens is hier het aantal 10 genomen.

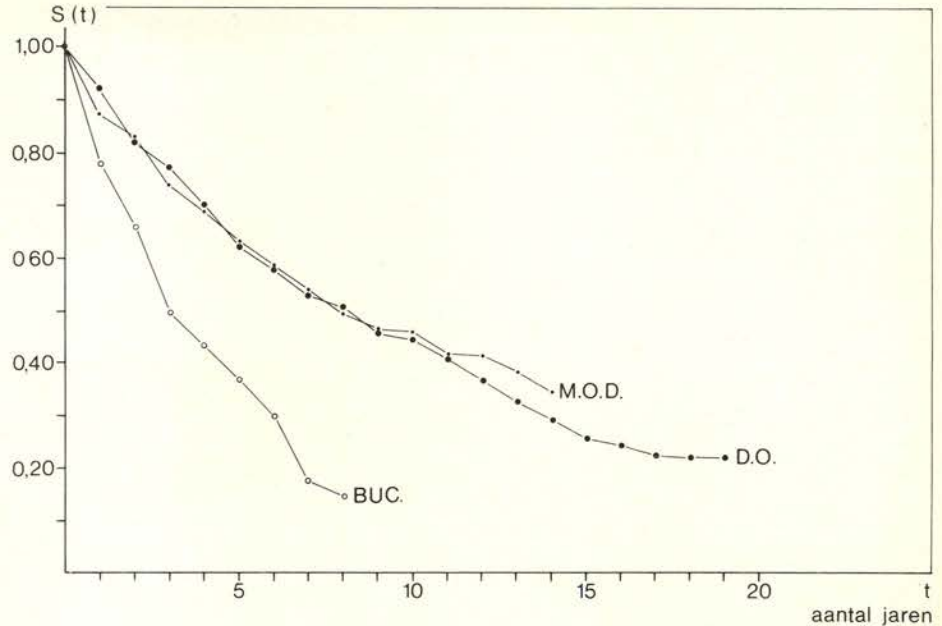
Hierbij dient te worden bedacht dat in feite niet de overlevingskansen zelf worden berekend. Het zijn op een steekproef gebaseerde *statistische schattingen* (zogenoemde overlevingspercentages). Deze zijn minder nauwkeurig naarmate ze op minder waarnemingen zijn gebaseerd.

Vervolgens worden voor het vergelijken van de risico's van falen door de specifieke oorzaken (totale vervanging, partiële vervanging, aangrenzende restauratie en extractie) specifieke cumulatieve hazardcurven bepaald. Dit gebeurt b.v. voor totale vervanging door een overlevingscurve te berekenen als boven aangegeven. Echter het falen door één der andere oorzaken wordt gelijkgesteld aan uitval door beëindiging van de registratie. Deze curve kan worden beschouwd als de overlevingscurve van de zogenaamde *latente overlevingsduur*, die zou optreden indien de andere oorzaken van falen zouden zijn uitgeschakeld. Dit is echter alleen juist onder de voorwaarde dat de latente overlevingsduren corresponderen met de vier oorzaken van falen en *statistisch onafhankelijk* zijn. Dit mag niet zonder meer worden voorondersteld. Het is b.v. niet uitgesloten dat de beslissing om een element te extraheren mede wordt beïnvloed door de conditie van de daarin aanwezige restauraties.

In verband daarmee zijn in plaats van de specifieke overlevingscurven de corresponderende cumulatieve hazardcurven bepaald. De cumulatieve hazardcurve is de grafische voorstelling van de cumulatieve hazardfunctie:  $\Lambda(t) = -\log S(t)$  waarin:  $S(t)$  de overlevingskans (survival) tot  $t$  jaar na de restauratie en  $\log$  de (natuurlijke) logaritme bij het grondtal  $e = 2,71828 \dots$  voorstelt. Waar  $S(t)$  een dalende functie is van  $t$  met beginwaarde  $S(0) = 1$  en eindwaarde 0 (als de curve zover kan worden gevolgd), is  $\Lambda(t)$  een stijgende functie, beginnend bij  $0(\Lambda(0) = 0)$  en zonder bovengrens.

Bij elk van de oorzaken van falen behoort nu een specifieke cumulatieve hazardfunctie, resp. aan te duiden met  $\Lambda_I(t)$ ,  $\Lambda_{II}(t)$ ,  $\Lambda_{III}(t)$  en  $\Lambda_{IV}(t)$ . Deze functies laten de volgende interpretatie toe, zonder dat onderling onafhankelijkheid van de oorzaken van falen behoeft te worden ondersteld.

De *helling* van elk van de curven op tijdstip  $t$  ( $t$  jaar na de restauratie), geeft aan de *momentele* kans op falen van nog aanwezige restauraties door de betreffende oor-



Afb. 1. Overlevingsfuncties voor restauraties van de tweede premolaar voor alle oorzaken te zamen.

zaak, *per tijdseenheid*. Dit heeft de volgende consequenties:

1. Als op tijdstip  $t$  de helling van curve I tweemaal zo groot zou zijn als die van curve II, is op dat moment het risico van falen van de betreffende restauratie door volledige vervanging twee keer zo groot als dat van falen door partiële vervanging.

2. Als een cumulatieve hazardcurve over een bepaalde periode rechtlijnig verloopt, heeft een op tijdstip  $t$  in die periode nog aanwezige restauratie een vaste kans om binnen één jaar door de betreffende oorzaak te falen.

3. De cumulatieve hazardfunctie ongeacht de oorzaak van falen is voor elke  $t$  gelijk aan de som van de specifieke cumulatieve hazardfuncties.

4. De *helling* van een cumulatieve hazardcurve *op een bepaald moment* heeft geen directe relatie met de helling op voorafgaande momenten. De stijging van deze curve *over een bepaalde periode* hangt echter wel af van de stijging over voorafgaande perioden. Immers als er door toevallige omstandigheden in een periode veel restauraties zijn uitgevallen, waardoor de overlevingscurve een sterke daling en dus de cumulatieve hazardcurve een sterke stijging vertoont, kunnen er daarna relatief minder uitvallen en moet de cumulatieve hazardcurve minder snel stijgen. Het gaat bij een cumulatieve hazardfunctie om de *helling* in elk punt.

#### Resultaten

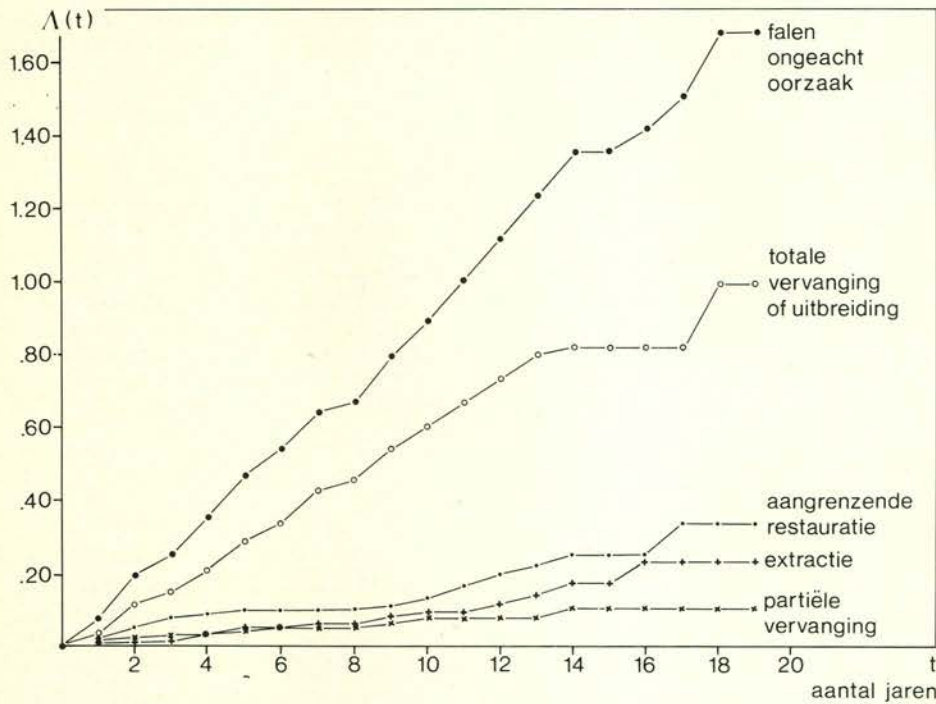
In afbeelding 1 worden de overlevingscurven voor de drie beschouwde soorten restauraties (D.O., M.O.D., BUC.) op de tweede premolaar, ongeacht oorzaak van falen vergeleken. Langs de horizontale as

wordt de tijd  $t$ , verlopen sedert het aanbrengen van de restauratie, uitgezet, langs de verticale as het bijbehorende overlevingspercentage, de schatting van de overlevingskans  $S(t)$ . De overlevingscurven (ongeacht oorzaak van falen) van de D.O.- en M.O.D.-restauraties vallen vrijwel samen; na 8 jaar is nog 50% van deze restauraties op zijn plaats, na 14 jaar nog ca. 30%. Daarna kan de M.O.D.-curve niet verder worden gevolgd. Na 18 jaar is nog ca. 20% der D.O.-restauraties in situ. Het verval van de BUC.-restauraties gaat veel sneller. Reeds na 3 jaar is nog maar 50% in situ, na 8 jaar nog maar 15%, daarna is de curve niet meer te volgen.

In de afbeeldingen 2, 3 en 4 zijn de cumulatieve hazardfuncties voor resp. de D.O.-, de M.O.D.- en de BUC.-restauraties aan de tweede premolaar uitgezet: langs de horizontale as de tijd  $t$  als in afbeelding 1 en langs de verticale as de bijbehorende waarde van  $\Lambda(t) = -\log S(t)$ .

In afbeelding 2 (D.O.-restauraties) verlopen de curven voor  $\Lambda(t)$  (ongeacht oorzaak) en  $\Lambda_I(t)$  (totale vervanging) tot  $t = 14$  vrijwel lineair, hetgeen wijst op vrijwel constante risico's van falen, te weten een falen van bijna 10% (der nog aanwezige restauraties) per jaar ongeacht oorzaak en van bijna 6% per jaar voor totale vervanging of uitbreiding. De andere oorzaken van falen hebben veel minder te betekenen en zijn ook minder constant: over genoemde 14 jaar per jaar een risico van gemiddeld minder dan 2% voor aangrenzende restauratie, ruim 1% voor extractie en minder dan 1% voor partiële vervanging. Na 14 jaar zijn de curven al minder betrouwbaar. Partiële vervanging wordt dan niet meer geconstateerd.

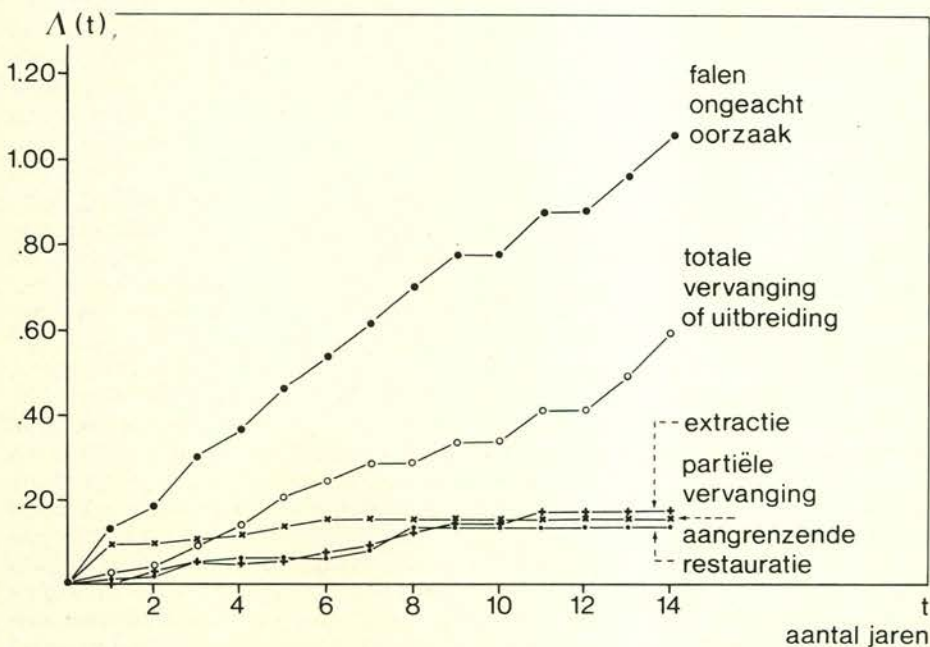
In afbeelding 3 (M.O.D.-restauraties) is er



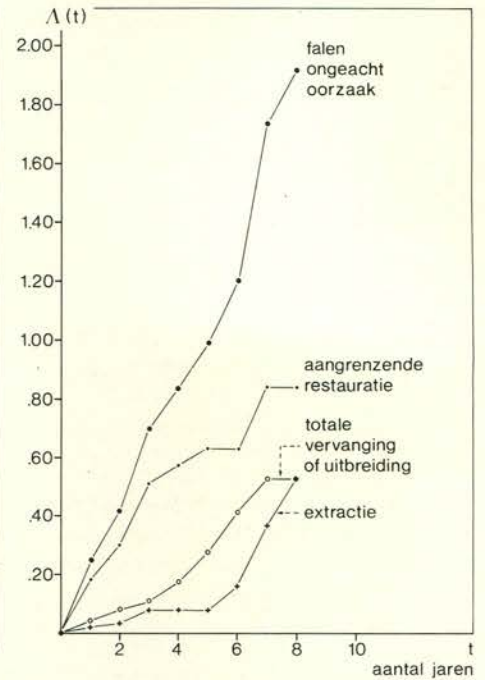
Afb. 2. Cumulatieve hazardfuncties voor de D.O.-restauratie van de tweede premolaar voor alle oorzaken te zamen en per afzonderlijke oorzaak.

een vrijwel rechtlijnig verloop van  $\Lambda(t)$  tot 9 jaar na de restauratie met gemiddeld een falen van 8 à 9% van de nog aanwezige restauraties per jaar ongeacht oorzaak. De curve voor  $\Lambda_I(t)$  is min of meer rechtlijnig tot 7 jaar na de restauratie, met gemiddeld een falen van ruim 4% van de nog aanwezige restauraties door volledige vervanging per jaar. Het verloop van deze curve wordt na 7 jaar onregelmatiger met gemiddeld een risico van ruim 4% falen per jaar. Partiële

vervanging vindt vooral plaats in het eerste jaar na de restauratie (ca. 50%) en is daarna onbetekenend. De curven voor  $\Lambda_{III}(t)$  (aangrenzende restauratie) en  $\Lambda_{IV}(t)$  (extractie) vallen vrijwel samen tot  $t=9$ , met een helling overeenkomend met een risico van gemiddeld 1,5% per jaar. Na  $t=9$  spelen deze oorzaken van falen nagenoeg geen rol meer. In afbeelding 4 (BUC.-restauraties) verloopt  $\Lambda(t)$  veel steiler dan in de afbeelding



Afb. 3. Cumulatieve hazardfuncties voor de M.O.D.-restauraties van de tweede premolaar voor alle oorzaken te zamen en per afzonderlijke oorzaak.



Afb. 4. Cumulatieve hazardfuncties voor de BUC.-restauraties van de tweede premolaar voor alle oorzaken te zamen en per afzonderlijke oorzaak.

gen 2 en 3. Tot 6 jaar na de restauratie is het risico van falen ongeacht oorzaak gemiddeld 20% per jaar, daarna nog meer. Tot vijf jaar wordt dit vooral veroorzaakt door: 'aangrenzende restauratie', afnemend van gemiddeld 20 tot gemiddeld 10% per jaar; na vijf jaar verloopt het risico van falen door aangrenzende restauratie onregelmatig. De risico's van falen door totale vervanging en door extractie lijken toe te nemen: bij totale vervanging van ca. 12% in het 6e en 7e jaar na de restauratie en bij extractie van 0 tot 5% in de eerste vijf jaar tot 18% in het 7e en 8e jaar.

Discussie en conclusies

Literatuurgegevens over de overlevingsduur van restauraties zijn in ruime mate aanwezig.<sup>2-6</sup> In onze studie zijn we echter niet alleen geïnteresseerd in de overlevingsduur van een restauratie. Met behulp van overlevingscurven die de levensduur van restauraties over een bepaalde periode beschrijven,<sup>7</sup> kunnen naast de overlevingsduur van een restauratie ook andere aspecten onderzocht worden. De mogelijkheid bestaat om met deze curven de verschillen in overlevingskansen van restauraties in de tijd te beoordelen en onderling te vergelijken. Hieruit kan mogelijk een effectiviteitsbeoordeling van tandheelkundig werk volgen. Immers de grootte van een res-

tauratie en de plaats hiervan op een bepaald element in de boog, kunnen van invloed zijn op de overlevingskansen van elementen en restauraties. Daarnaast kan een bepaalde kritieke gebeurtenis beduidend meer of minder voorkomen dan een andere.

Het effect van de plaats van het element in de tandboog op de overlevingskansen van een restauratie wordt tevens nagegaan door gegevens per gebitselement te vergelijken.

Door het presenteren van cumulatieve hazardcurven voor de specifieke risico's behoeven geen, onafhankelijk te onderstellen, latente overlevingscurven te worden ingevoerd. Deze hazardcurven zijn eenvoudig te interpreteren: de gemiddelde stijging per jaar komt overeen met de gemiddelde kans dat door de beschouwde oorzaak een nog aanwezige restauratie binnen een jaar faalt. Een lineair verloop wijst op een gelijkblijvend risico van falen voor nog aanwezige restauraties, terwijl er geen directe relaties bestaan tussen de hellingen van de cumulatieve hazardcurve op verschillende momenten.

Een voordeel in deze studie kan zijn, dat de restauraties waarschijnlijk niet door slechts enkele tandartsen zijn gelegd. Hierdoor zal een slechte of goede restauratie minder afhankelijk zijn van een bepaalde tandarts.

Gegevens uit klinisch en röntgenonderzoek van de onderzochte restauraties zijn gezien de opzet van de studie niet beschikbaar.

We hebben geen indruk van eventuele gebits- en röntgenologische afwijkingen, motivatie, mondhygiëne en toestand van het parodontium van de patiënt. Hier dient in het algemeen bij de beoordeling van de resultaten uiteraard wel rekening mee gehouden te worden.

Zou men uit de gepresenteerde overlevings- en cumulatieve hazardcurven conclusies willen trekken, hetgeen zonder nadere statistische analyse uiteraard nog niet verantwoord is, dan luiden deze conclusies als volgt:

1. Indien een D.O.- of M.O.D.-restauratie faalt, is volledige vervanging de oorzaak.
2. De oorzaak van vervanging is bij een BUC.-restauratie een aangrenzende restauratie.
3. De overlevingskansen lijken voor een BUC.-restauratie kleiner te zijn dan voor de D.O.- en M.O.D.-restauraties.

#### Summary:

Title: Survival curves and cumulative hazard curves for restorations. A description of the method.

Keywords: Restorative dentistry – Social dentistry – Military Dental Service – Survival curves

The technique applied for survival curves and cumulative hazard curves for restorations is presented in this first article. Restorations on the second premolar in the upper jaw have been served. The available data are derived from a descriptive mixed-longitudinal study.<sup>1</sup>

By means of this model pronouncements can be made about the survival rate of different restorations per tooth and surface. Implying conclusions for this material are not yet possible. By means of the example of restorations on the second premolar can be illustrated how the conclusions would be.

#### Literatuur:

1. Meeuwissen R, Eschen S, Elteren Ph van. Twintig jaar tandheelkundige verzorging: Basisinformatie voor kwaliteitsbewaking. Ned Tijdschr Tandheelkd 1982; 89: 216-223.
2. Barnes RB, Carter HG, Hall JB. Causative factors resulting in the placement of dental restorations: A survey of 8891 restorations. Mil Med 1973; 138: 736.
3. Brown D. The clinical status of amalgam. A review. Br Dent J 1976; 141: 80.
4. Elderton RJ. The prevalence of failure of restorations: a literature review. J Dent 1976; 4: 207.
5. Allan DN. A longitudinal study of dental restorations. Br Dent J 1977; 143: 87.
6. Crabb HSM. The survival of dental restorations in a teaching hospital. Br Dent J 1981; 150: 315.
7. Letzel H, Vrijhoef MMA. Survival rate of dental amalgam restorations. J Dent Res 1982; 61: 269 (abstract 820).

Oktober 1982. Philips van Leydenlaan 25, 6500 HB Nijmegen.

## REDACTIONEEL

### DRIE FUNDAMENTELE BEZWAREN TEGEN EEN RECENT ONDERZOEK VAN DE CONSUMENTENBOND

Het artikel 'Kunstgebit zit zelden als gegoeten' in een aflevering van de Consumenten-gids<sup>1</sup> heeft nogal wat beroering teweeggebracht. In de pers is uitgebreid aandacht besteed aan de resultaten van dit onderzoek. En terecht, want het is zeker voor de leek schokkend te moeten lezen dat zó veel Nederlanders ontevreden zijn over hun prothese. Volgens de Bond zouden 750.000 Nederlanders klagen, een aantal dat gekwalificeerd wordt als 'beschaamd'. De oorzaak van de ellende zou vooral bij de tandarts of gebittenmaker moeten worden gezocht. Als hij . . . 'het

probleem niet kan verhelpen, geeft hij vaak de patiënt de schuld'.<sup>1</sup> Deze uitspraak impliceert dat een enkele keer de schuld gezocht moet worden in omstandigheden die niet door de tandarts kunnen worden beïnvloed. In het artikel worden genoemd: de onderkaak is 'te groot' of 'te klein', 'het speeksel (is) niet kleverig genoeg' en 'de kaakspieren (zijn) niet goed'. Echter, de kundige vakman kent geen problemen en kan daarom zijn patiënten wel een garantie geven, aldus het artikel.

Van dit tijdschrift mag men een serieus commentaar verwachten op het nogal

emotioneel getinte artikel van de Consumentenbond. De probleemstelling is van groot belang, zeker in een tijd waarin de mogelijke, wettelijk geregelde, komst van de tandprothetist niet veraf lijkt te zijn. De Consumentenbond heeft een onzorgvuldig onderzoek uitgevoerd, althans de verslaglegging getuigt daarvan. Deze stelling zal met een drietal argumenten worden gestaafd. Deze argumenten zijn van 1. specifieke tandheelkundige, 2. gedragswetenschappelijke en 3. methodologische aard.

#### Tandheelkundige argumenten

Dat de resorptie, van vooral de onderkaak, het houvast van een prothese bemoeilijkt is voor geen enkele tandarts verbazend nieuws. Klachten over loszittende prothe-