

MEDISCHE VERBETERINGEN

Een literatuurstudie over de consequenties van de medische wetenschap en verbeterde hulpverlening op de aantallen geregistreerde verkeersdoden

R-89-39

Dr. J.H. Aarts

Leidschendam, 1989

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV



INHOUD

1. Vraagstelling
2. Inleiding
3. Indeling onderzoekopzet
4. Extramurale verbeteringen
5. Intramurale verbeteringen
  - 5.1. Opvang en eerste-hulpverlening
  - 5.2. Epidemiologie van de letselernst
  - 5.3. Overlevingsduur en diagnostisch-curatieve maatregelen
6. Medisch-technische verbeteringen
  - 6.1. Hoofd- en hersenletsels
  - 6.2. Letsels van het borst-buik gebied
    - 6.2.1. Traumatische ruptuur van de aorta
    - 6.2.2. Traumatische leverruptuur
  - 6.3. Letsels van het steun- en bewegingsapparaat
7. Conclusies

Literatuur

Bijlagen 1 t/m 17

1. VRAAGSTELLING

Het aantal verkeersdoden loopt in de laatste tijd (anderhalf decennium) vrij stelselmatig terug en niet alleen in Nederland. Te verwachten en te hopen is dat verbeteringen in de medische techniek hiertoe een bijdrage geleverd hebben. In hoeverre blijkt uit literatuuronderzoek dat medische ontwikkelingen hebben bijgedragen tot de daling van het aantal geregistreerde verkeersdoden?

## 2. INLEIDING

Als er sprake zou zijn van een medische invloed op het aantal verkeersdoden, dan zou deze ontwikkeling epidemiologisch gezien niet beperkt moeten zijn tot deze categorie. Statistieken over levensverwachting en death rates geven aan dat voor vele doodsoorzaken de sterftcijfers in de V.S. dalen. Het is onwaarschijnlijk dat dit uitsluitend het resultaat is van medische verbeteringen. De daling van het aantal verkeersdoden verliep parallel aan dat van een groot aantal andere doodsoorzaken, met uitzondering van kanker, moord en zelfmoord.

In Nederland is er de laatste jaren, na 1970, een daling in de ongevalensterfte, niet alleen bij verkeersongevallen, maar ook bij andere ongevallen (zie Bijlage 1) opgetreden.

Aan de hand van een model werd door Van Beeck & Mackenbach (1988) een studie gemaakt van factoren die aan deze sterfte-ontwikkeling hebben bijgedragen. Er werd nagegaan welke bijdragen ontwikkelingen in letaliteit, ongevalenkans en expositie aan de waargenomen sterftetrends hebben geleverd.

Achterliggende factoren zijn deels autonoom (demografie, economie e.d.), en deels als beleidsinstrumenten stuurbaar (ongevallenpreventie en medische zorg).

In het verkeer hebben zowel incidentie als de letaliteit in de periode na 1970 sterke wijzigingen ondergaan (dalingen). De incidentie van ongevallen met auto's vertoont echter al veel langer en veel constanter, volgens een vloeiende lijn, een daling. Door Koornstra (1988) is hierop onder andere gewezen in de discussie over het toekomstscenario "Ongevallen in het jaar 2000".

De letaliteitsdaling in het verkeer is slechts ten dele te verklaren:

- door een verandering in de letselpatronen; door preventieve maatregelen als gordel- en helmgebruik neemt hoofdletsel relatief af;
- mogelijk is er een verschuiving in de leeftijdsverdeling;
- wellicht heeft verbetering van de medische zorg voor verkeersslachtoffers effect gehad.

Van medische verbeteringen die ten goede zijn gekomen aan verkeersslachtoffers strekt zich een deel uit over een veel langere periode dan waarover de daling van het aantal doden manifest is geworden.

Jarenlang heerste in medische kringen de overtuiging dat het maximum haalbare langzaamaan bereikt was, de alarmering en de eerste hulpverlening waren extramuraal aanzienlijk verbeterd, de eerste opvang van traumaslachtoffers werd intramuraal gestandaardiseerd, de diagnostische en therapeutische mogelijkheden van het moment werden ten volle benut en de bewaking van overlevenden werd sterk geïntensiveerd.

Vanwaar dan deze vrij algemene belangstelling voor de bijdragen van medische verbeteringen aan de verrassende daling van het aantal verkeersdoden? Deze belangstelling is zowel te constateren in kringen van verkeers(veiligheids)deskundigen als in binnen- en buitenlandse medische literatuur. Dit beknopte overzicht van verdere ervaringen en recente publikaties poogt een aantal verbeteringen aan te geven die wellicht een bijdrage hebben geleverd. Een kwantificering van de orde grootte van de effecten van verbeteringen op de overlevingskans is althans uit medische publikaties moeilijk te geven, maar procentuele ramingen zijn op bepaalde gebieden zeker aan te geven.

Een belangrijke factor die buiten de onderzoekopdracht valt, maar telkensmale in verkeersmedische studies wordt aangetroffen en zelden in verkeersveiligheidsonderzoeken is betrokken, vormt de verschuiving in het letselpatroon van verkeersslachtoffers. Wij zijn van mening dat aan dit aspect in ons land nog te weinig aandacht is besteed.

### 3. INDELING ONDERZOEKOPZET

Medische ontwikkelingen die mogelijk hebben bijgedragen tot gunstige beïnvloeding van het letsel van verkeersslachtoffers kunnen over de jaren volgens diverse benaderingswijzen worden ingedeeld:

#### 1. Historisch perspectief:

- na-oorlogse jaren: antibiotica-ontwikkeling en bloedtransfusies
- jaren 1950-1960 : shockbestrijding en elektrolytenbeheersing
- jaren zestig : verbetering eerste hulp en ambulancevervoer, beademingstechniek
- jaren zeventig : ontwikkeling van de chirurgische intensive-care-afdelingen
- jaren tachtig : diagnostische uitbreidingen van o.a. computer tomogramscanning.

In al deze decennia is sprake van verbetering in de medisch-curatieve techniek op vrijwel alle gebieden van de traumatologie.

#### 2. Locatiegebonden, resp. in personele, organisatorisch-technische zin:

##### A. Extramuraal:

- alarmering en centrale-postenambulance C.P.A.
- ambulance-uitrusting en -bezetting
- diagnostische en therapeutische aanwinsten ter plaatse en tijdens het vervoer
- beschikbaarheid van meer geavanceerd gewondenvervoer; andere vervoersmiddelen (niet zo zeer in Nederland).

##### B. Intramuraal:

- opvang en eerste-hulpverlening in speciale traumacentra
- epidemiologie van de letselernst
- overlevingsduur en diagnostisch-curatieve maatregelen

#### 3. Medisch-technisch

Verbeteringen zijn bereikt in vrijwel alle specialistische gebieden, zowel in diagnostisch als therapeutisch opzicht. Zonder pretentie om compleet te zijn geven wij de volgende opsomming:

##### A. Diagnostisch

- röntgenologie
- arteriografie
- bloedchemie
- scanning
- diagnostische scopie

B. Therapeutisch

- shockbestrijding
- brandwondenbehandeling
- neurochirurgie
- orgaanchirurgie
- fractuur behandeling
- intensive care

Aangezien een beschouwing van deze medische deelgebieden een (super)-specialistische kennis en deskundigheid vereist, waarover de schrijver niet kan beschikken, zal een andere indeling gemaakt worden.

In navolging van medisch-epidemiologische studies (Van Kampen, 1977; Clay, 1986, 1987; Passies, 1986, 1987) zal een indeling van de verwondingen volgens diverse anatomische regio's gemaakt worden. De bevindingen van medisch-epidemiologische studies over verkeersongevallen worden in het algemeen weinig in de verkeers- en medische literatuur gerefereerd. Toch zou het aanbeveling verdienen op beleidsniveau aandacht te besteden aan epidemiologische morbiditeits- en morbiditeitsgegevens.

Zo vermeldt Clay (1986) dat de letaliteit van verkeersslachtoffers voor mannen en vrouwen verschillend is. De letaliteit, dus de kans op overlijden na een verkeersletsel, is per leeftijdklasse en geslacht weergegeven in Bijlage 2 (zonder rekening te houden met de I.S.S.).

Het blijkt dat de voor beide geslachten de letaliteit met het ouder worden in geringe mate toeneemt, maar dat deze bij mannen ongunstiger is dan bij vrouwen, en in het bijzonder boven de 65 jaar.

De overlevingskansen bij ongevallen van vrouwen zijn groter dan van mannen. Voor dit statistische verschijnsel zou een biologische verklaring te vinden zijn in het systematisch verschil in regulatie van de bloedsomloop, met name naar vitale hersencentra.

Enkele medisch-technische verbeteringen, die zowel in diagnostisch als therapeutisch opzicht de laatste jaren bereikt zijn, zullen kort worden aangegeven. Een verwijzing naar specialistische literatuur zal vermeld worden.

Achtereenvolgens zullen de letsels aan de orde komen van:

- hoofd-hals gebied
- borst-buik gebied
- steun- en bewegingsapparaat



#### 4. EXTRAMURALE VERBETERINGEN

De verbeteringen in de eerste-hulpverlening aan de verkeersslachtoffers zijn de laatste decennia beduidend toegenomen. Mede door de vooruitgang in alarmeringsmogelijkheden is het tijdverloop tussen ongeval en eerste-hulpverlening bekort, althans tussen meldingstijdstip en aankomst van de ambulance.

Het wettelijk criterium is dat de ambulance iedere plaats van ongeval in 15 minuten na de melding moet kunnen bereiken.

De effecten van de invoering van een modern Emergency Medical Care System werden al beschreven door Waters & Wells (1977). Er was door secties gebleken dat door snellere en betere emergency medical care omstreeks 20% van de slachtoffers die ter plaatse overleden wellicht gered hadden kunnen worden. In 1968 werd in Jacksonville een nieuw hulpverleningssysteem ingevoerd en de effecten daarvan in een driejarige observatieperiode gemeten. In die tijd was er daar sprake van een daling van het aantal verkeersdoden (13%) en van een afname van het aantal letsels per slachtoffers (van 549 letsel per 1000 ongevallen tot 440 verwondingen). In dit verband is het opvallend dat door de verbeterde hulpverlening de mortaliteit per letsel daalde met 24%. Een andere studie over de uitwerking van de eerste hulpverlening met betrekking tot het tijdstip van overlijden is in Japan verricht.

Een Japanse studie over de jaren 1975-1983, toen het reddingswezen aldaar goed functioneerde, en zoals gerefereerd door het Bundesanstalt für Strassenwesen (1984) geeft de volgende conclusie: Door de inzet van de reddingsdienst in Japan is een verschuiving van het overlijdenstijdstip naar later dan 24 uur opgetreden.

Een ander onderzoek naar de invloed van het reddingswezen op de overlevingstijd werd verricht door Klöckner (1980) bij zes Bundesstaten in de Bondsrepubliek Duitsland gedurende de jaren 1976 tot en met 1978. Onderscheid werd gemaakt naar de wijze van verkeersdeelname, naar leeftijd en naar plaats van het ongeval (binnen of buiten de bebouwde kom).

Dat deze parameters mede invloed hebben op het tijdstip van overlijden, hetgeen wel verwacht zou kunnen worden, werd in eerdere onderzoeken wel eens ontkend (Handel, 1979).

Santy, gerefereerd door Draaisma (1987) geeft aan dat de mortaliteit van oorlogsgewonden door verbetering van transportmogelijkheden en snellere

eerste-hulpverlening daalde van 8,5% tot 2,4%. In de Vietnamoorlog was de mortaliteit zelfs gedaald tot 1,8%.

In 1977 leek het waarschijnlijk dat in de Bondsrepubliek Duitsland door goede reddingsdiensten en Notfallarzt-einsätze een levensbedreigende toestand afgewend zou kunnen worden bij 13,2% van alle Notfalleinsätze. In hoeverre deze inzet blijvend resultaat had werd geïllustreerd aan een studie naar reanimatiesuccessen in Hannover (Behrens et al, 1977). Bij 548 slachtoffers van ongevallen was in 25% de reanimatiepoging succesvol; bij slechts 31 van 124 gereanimeerde slachtoffers, dus in 5,7% van het totale aantal, was het blijvend. Bij vele gewonden werden dus de vitale levensfuncties wel hersteld, maar bleken de verwondingen dusdanig ernstig dat overlijden in een later stadium plaatsvond.

In het dichtbevolkte Nederland met goede ambulancenetwerken, geleid vanuit centrale ambulanceposten, zal het plafond van de mogelijk bereikbare besparing van mensenlevens door verbeterde eerste hulp wel bijna bereikt zijn. Goris & Draaisma (1982, 1983) menen dat de extramurale zorg nog zeer aanzienlijk verbeterd zou kunnen worden, en vooral organisatorische maatregelen zouden hieraan kunnen bijdragen.

Het procentuele aandeel van tijdens het vervoer overleden slachtoffers is in Nederland niet exact te bepalen, omdat in verreweg de meeste gevallen de officiële constatering van de dood pas bij aankomst in het ziekenhuis plaatsvindt. Buitenlandse studies van de laatste jaren wijzen erop dat dit percentage rondom de 5% zal liggen (Bijlage 3, Draaisma, 1987).

In de overlijdensoorzaken op of na dertig dagen na het ongeval is wel een verschuiving opgetreden. Vroeger werden lokale infecties of trombose als oorzaak van laattijdig overlijden aangegeven, terwijl tegenwoordig 90% van de late doodsoorzaken gevormd wordt door multiple organ failure of sepsis. Door Klöckner (1980) wordt het aantal personen dat dankzij de inzet van de reddingsdienst de dertig-dagengrens overleefd, maar dan toch nog aan de gevolgen van het ongeval overlijden, als uiterst gering aangemerkt. Vooral voor de eerste drie dagen na het ongeval geldt dat een goede eerste-hulpverlening de overlevingskansen beduidend vergroot.

Conclusie: De verbetering van de eerste-hulpverlening heeft wezenlijk bijgedragen aan de vermindering van het aantal overleden verkeersslachtoffers vooral in de eerste dagen na het ongeval (5-10%) (Klöckner, 1980 en Draaisma, 1987), maar heeft nauwelijks invloed op verlenging van de overlevingsduur tot boven 30 dagen.

## 5. INTRAMURALE VERBETERINGEN

### 5.1. Opvang en eerste-hulpverlening

De vraag binnen welke muren essentiële vernieuwingen voor de adequate opvang van verkeersslachtoffers getroffen moeten worden houdt de gemoe-deren reeds lang bezig. In 1965 werd onder voorzitterschap van Prof.Dr. P. Muntendam, de commissie Ziekenhuisopvang van verkeersslachtoffers in-gesteld.

De verzorging van verkeersgewonden kan in drie categorieën ziekenhuizen plaatsvinden. De A, B en C indeling van de commissie wordt momenteel nog gebruikt, zij het soms in gewijzigde rangorden:

A-ziekenhuizen: waarin opvang en behandeling van gewonden in volle omvang kan plaatsvinden.

B-ziekenhuizen: slachtoffers van ongevallen kunnen hier worden opgevangen en opgenomen en, hoewel niet altijd in volle omvang, verder behandeld worden door de hieraan verbonden chirurgische professie.

C-ziekenhuizen: hier kan alleen een eerste-hulpbehandeling verleend wor-den, soms door de verpleging, soms door een toevallig aanwezige chirurg. Hier is geen 24-uurs medische bezetting van de EHBO te verwachten.

De commissie heeft o.a. de volgende eisen en aanbevelingen geformuleerd:

1. Het aantal A-ziekenhuizen dient te worden uitgebreid door bepaalde B-ziekenhuizen tot A-ziekenhuizen te ontwikkelen. (Categorie C achtte de commissie niet geschikt voor de opvang en voor de behandeling van ver-keersslachtoffers).

2. Minimum eisen aan de A- en B-ziekenhuizen te stellen worden door de commissie opgesteld, met dien verstande dat deze eisen niet moeten leiden tot gespecialiseerde traumatologische ziekenhuizen. Wel zullen ze het inrichten van traumatologische afdelingen in nauw verband met de chirur-gische afdelingen van algemene ziekenhuizen moeten bevorderen.

In Nederland is dus niet gekozen voor speciale traumatologische zieken-huizen. De commissie ging er destijds van uit dat behandeling van slacht-offers van ongevallen tot de normale taak van ziekenhuizen behoort. De opvang van die slachtoffers vraagt wel bijzondere voorzieningen, zowel in ruimtelijk en materieel opzicht, als ook met betrekking tot de bezettings-

duur en de mankracht. Verkeersongevallen onderscheiden zich door:

- onregelmatigheid in tijd en plaats, met bepaalde "spitsuren";
- spoedeisende diagnostiek en therapie;
- multipliciteit van de letsels;
- (bijna) geen vrije keuze in ziekenhuis of arts.

Voorgesteld wordt om wel een speciale traumatologische benadering op aparte afdelingen van een algemeen ziekenhuis in te stellen om een zo optimaal mogelijk behandeld letselherstel te verkrijgen. Consultatie of medebehandeling van andere specialismen is mogelijk. Door een goede traumatologische opvang van slachtoffers wordt de overlevingskans veel gunstiger; reeds in de jaren vijftig werd bij slachtoffers met een ernstige traumatische shock, die effectief bestreden kon worden, een daling van het aantal binnen 24 uur overledenen bereikt van 26,2 naar 13,5%.

Er is in de literatuur geen éénduidigheid over de indicaties waaronder een regionaal opvangcentrum aanwezig zou moeten zijn, demografische en geografische verschillen zullen hier wel verband mee houden.

In Engeland en Wales werd als minimum inwonertal van een regio een getal van 150.000 mensen genoemd, elders zoals in Nederland, werd als optimale grootte een miljoen mensen genoemd. In Amerika wordt volgens de richtlijnen van het American College of Surgeons en The Health Service Administration een jaarlijks aantal ernstig gewonde verkeersslachtoffers van ongeveer 1000 aangehouden. De personele bezetting voor een 24-uurs paraatheid en de kosten in deze studie zullen worden berekend. De helft van het aantal opgenomen verkeersslachtoffers zou een specialistisch traumatologische opvang van node hebben.

De laatste jaren verschijnen publikaties die een duidelijk verschil in diverse behandelingsresultaten aangeven voor ziekenhuizen met georganiseerde traumazorg en die zonder deze opvang.

Draaisma (1987) oppert zelfs de veronderstelling dat door betere organisatie en regionalisatie, zowel extra- als intramuraal van de traumazorg een reductie van 20% in de fatale afloop te bereiken zou zijn. Het is zeker denkbaar dat voor enkele supergespecialiseerde centra een vergelijkbare vermindering van de mortaliteit bereikt zou kunnen worden, maar of dit landelijk ooit dezelfde cijfers zou kunnen opleveren vormt minstens een discussiepunt. Buitenlandse studies geven veel lagere percentages, in

de ordegröte van 5% aan (o.a. Shackford et al. (1987) vooral geldend voor landelijke gebieden).

Vergelijking van de mortality rate van slachtoffers van ongevallen, die in Nijmegen inderdaad zeer laag ligt (1,8% van het totale aantal aangeboden slachtoffers) wordt beïnvloed door begripsbepalingen als opnameduur en ongevalsätiologie. Niettemin is zeer duidelijk dat de mortality rate in de loop van de jaren 1970-1982 door invoering van een aantal nieuwe technieken duidelijk daalde. Hierbij werden patiënten die in het eerste uur na het ongeval overleden, en degenen die "slechts" een dijbeen(hals)fractuur of een geïsoleerd hersenletsel hadden uitgesloten. Dus blijven over de "major trauma victims".

Een opmerkelijk feit in de studie van Goris & Draaisma (1983) is dat de ernst van de letsels van overleden slachtoffers van ongevallen in de loop der jaren toeneemt. De gemiddelde H.T.I. (Hospital Trauma Index) - I.S.S. (Injury Severity Score) nam van 1970 tot 1982 toe van 39,9 tot 56,5% (Bijlage 7) met een I.S.S. van 25 of hoger. In een eerdere publikatie gaven de schrijvers reeds aan dat de totale gemiddelde I.S.S.-steekproef beïnvloed wordt door het aantal patiënten dat overlijdt ten gevolge van een schedeltrauma. Aangezien slachtoffers die overlijden aan een hersenletsel meestal een lagere I.S.S. hebben, zou de progressieve toeneming van de gemiddelde I.S.S. een gevolg kunnen zijn van een minder groot aantal slachtoffers met hoofdletsel (helmen?). Als alle traumapatiënten samen genomen worden is de gemiddelde H.T.I.-I.S.S. in 1981-1982 beduidend lager, namelijk 47,8% (Bijlage 7), maar nog wel hoger dan in 1970.

De patiënten die beantwoorden aan de definitie "multiple injured" of "multitrauma", en in het algemeen boven de 20 I.S.S.-punten scoren, vormen slechts een betrekkelijk gering deel van alle slachtoffers van ongevallen (in Nijmegen 5%).

Hoe dan ook, de I.S.S.-bepaling kan van waarde zijn bij het bepalen van de letaliteit in de traumazorg (zie par. 5.2).

Volgens Draaisma (1987) bestaat de inacceptabele zorg bij slachtoffers die overlijden vooral uit therapeutische fouten; aan de diagnostiek wordt hogere prioriteit gegeven dan aan het tijdig instellen van een adequate therapie. Wat verbeterd dient te worden aan de traumazorg ligt vooral op het gebied van een beter management.

## 5.2. Epidemiologie van de letselernst

Om de resultaten van eerste-hulpverlening van opvang en behandeling tot en met revalidatie te kunnen vergelijken, is een standaardisering van de ernst van het letsel, van de letselgraad een eerste vereiste. Reeds in 1943 werd door De Haven een eerste bruikbare letselschaal ontwikkeld, die exacter is dan de veel gebruikte gradaties licht, ernstig en zwaar gewond. Sinds het begin van de jaren zeventig is de inschatting van de letselernst van veelvoudig gewonde verkeersslachtoffers door middel van de Injury Severity Score (I.S.S.) (Baker, 1974, Bijlage 4), steeds meer gemeengoed geworden. Er was behoefte aan cijfermatige waardering van letsels om de effecten van ongevallen- of letselpreventie te meten en de resultaten van verschillende behandelingsmethoden in te schatten. De laatste jaren is de I.S.S. toenemend betrokken op de overlijdenskans en de overlevingsduur van verkeersslachtoffers.

Eén van de onderzoeken over het verband tussen de hoogte van de I.S.S. en het tijdstip van overlijden, vond plaats in 1975 in Birmingham (Bull, 1975, Bijlage 5). Op een logaritmische tijdschaal gaf hij de overlevingsduur naar I.S.S.-waarden aan (Bijlage 6). Het blijkt dat naarmate de I.S.S. hoger is de patiënten vroeger overlijden en dat hoewel de later overledenen enkele lage I.S.S.-waarden tonen, dit niet significant is (Bijlage 5). Vijf patiënten die langer dan 30 dagen na het ongeval overleden hadden een I.S.S. van 32 of lager. Duidelijk is dat, zoals te verwachten, de overlevingsduur korter is bij hogere I.S.S.-waarden, maar het is opvallend dat een aantal ernstig gewonden met een I.S.S. van 50 of hoger toch het ongeval nog een aantal dagen overleeft. Daarnaast blijkt een aanzienlijk aantal met een lage I.S.S. na verloop van tijd toch te overlijden. Dit zal wel inherent zijn aan het letselwaarderingssysteem, waarbij een ernstig letsel in één lichaamsdeel laag scoort. In latere studies worden dan ook - terecht - bijvoorbeeld hersenletsels met een I.S.S. van maximaal 25, uitgesloten van de vergelijking.

Door Goris & Draaisma (1983) is aangetoond dat in de loop van de jaren 1970 tot 1982 ongevalspatiënten overleden ten gevolge van steeds ernstiger letsels (Bijlage 7). Ook Passies (1987) constateerde dat in de periode van 1970 t/m 1984 de verwondingen van voetgangers, motorrijders en auto-inzittenden aanzienlijk in levensbedreiging zijn toegenomen.

Aan de andere kant is in het buitenland waarneembaar dat het aantal verwondingen per ongeval afneemt. In 1968 werd door het Department of Public

Safety (Waters & Wells, 1973) geconstateerd dat per 1000 ongevallen 549 letsels optraden en in 1971 was dit verminderd tot 440 per duizend. Ook in andere publikaties wordt een vermindering van het aantal letsels per slachtoffer (door verbetering van preventieve maatregelen?) aangegeven. Deze schijnbare contradictie is te verklaren wanneer een onderscheid gemaakt wordt tussen slachtoffers met en zonder verwondingen van het centrale zenuwstelsel (hersenen).

Baxt & Moody (1987) vergeleken in het Aeromedical Centre in San Diego de te verwachten en de gerealiseerde mortaliteit (predicted and realized mortality) van traumapatiënten met en zonder hersenletsel. De gebruikte rekencriteria werden gevonden in de T.S. (Trauma Score), de I.S.S. (Injury Severity Score) en de P.S. (Probability of Survival) die uit de vorige twee in combinatie met de leeftijd berekend werd. De patiënten met hersenletsel hadden een veel hogere P.S. dan degenen zonder ernstig hersenletsel (Bijlage 8). Het verband tussen letselpatroon en leeftijd is bepalend voor de overlevingskans.

In diverse andere studies is het verband tussen leeftijd, letsel en overlevingskans nagegaan. Bull (1979) toont aan dat de fysiologische mogelijkheden om boven de 65 jaar een minder ernstig letsel te overleven geringer zijn dan op jonge leeftijd. Ook Baker (1974) komt tot gelijklopende conclusies (Bijlage 9). In deze tabel komt tot uiting dat een niet gering deel van de slachtoffers overleed tussen de 30ste en 90ste dag na het ongeval. Bij lagere I.S.S.waarden komt dit procentueel vaker voor dan bij I.S.S. van 50 of hoger. Het verband tussen letselernst en tijdstip van overlijden suggereert dat patiënten met een I.S.S. beneden 50 punten de beste overlevingskans hebben. Hoewel de auteur dit niet vermeld lijkt het waarschijnlijk dat hier het samengaan van enkelvoudig letsel en hogere leeftijd een belangrijke rol speelt.

### 5.3. Overlevingsduur en diagnostisch-curatieve maatregelen

In het algemeen wordt, zowel in verkeersveiligheidsliteratuur als in verkeersmedische publikaties, verondersteld dat het aantal "niet-geregistreerde verkeersdoden", de slachtoffers die overlijden op een later tijdstip dan de dertig-dagengrens niet erg hoog is. De meeste berekeningen geven een percentage tussen 3 en 5% aan. Maas (1979) komt na vergelijking van CBS- en SMR-gegevens op grond van kansberekening voor Nederland op een geschat percentage van 2,8 à 3,8% van het aantal verkeersdoden. In een

studie over 3000 verkeersdoden vond Robertson (1986) in Australië een percentage van 2,9%. In een literatuurstudie geeft Klöckner (1980) de cijfers van een tiental studies weer, die aangeven dat binnen de 30 dagen grens 92-99,8% van de slachtoffers overlijdt (Bijlage 10), dus 0,2-8% later dan 30 dagen.

Püschel & Brinkman (1984) stelden dat in Duitsland het percentage veel hoger zou liggen en in de periode van 1970 tot 1980 zelfs toegenomen zou zijn. Op grond van obductiebevindingen in drie regio's werden pilotstudies uitgevoerd. Er werd in één regio geconstateerd dat het relatieve aantal na 30 dagen overledenen, en waarop sectie werd verricht, gestegen was ten opzichte van het totale aantal dodelijk verongelukten van 9 tot 18% tussen 1970 en 1980 (Bijlage 11).

In andere regio's was dit percentage veel lager. In sommige persberichten werd dit vertaald als zouden deze cijfers inhouden dat 20% van de verkeersdoden niet wordt geregistreerd.

De auteurs zelf hanteren een veel lager percentage en geven letterlijk aan: "Nach unserer Pilotstudie entgeht der Offizialstatistik eine nicht unwesentliche Zahl tödlicher Verkehrsunfälle, auch innerhalb der 30-Tagegrenze, möglicherweise in der Größenordnung von 10%". Enige bedenkingen tegen dit onderzoek zijn ten eerste de betrekkelijk geringe omvang van het materiaal en ten tweede de onbekendheid met de indicatiestelling voor obductie; wellicht heeft dit een selectie teweeggebracht.

Welke medische verbeteringen zouden eventueel tot een verlenging van de overlevingsperiode bijgedragen kunnen hebben?

Door Truncky (1983) werd over een periode van zes jaar aangegeven welke nieuwe vormen van zorgverlening in de intensive care unit van een traumacentre werden ingevoerd (Bijlage 12). Er is in de loop der jaren (1973 tot 1978) een reductie in de mortaliteit van patiënten met een multipel trauma geconstateerd. De verbeteringen omvatten zowel voorzieningen in mankracht, permanente bezetting, chirurgisch assistent en intensive care registered nurses, als technische en organisatorische maatregelen.

Draaisma (1987) stelt na een uitgebreide literatuurstudie vast dat de meest problematische fase van de traumazorg gevonden wordt in de eerste intramurale behandeling. De slechtere resultaten van klinische zorg in ziekenhuizen zonder traumacentrum kunnen verklaard worden door een aantal factoren:



- gebrek aan (onmiddellijke) beschikbaarheid van adequate diagnostische en therapeutische equipment;
- gebrek aan (onmiddellijke) inzetbaarheid van geroutineerde, traumatologisch geschoolde mankracht;
- gebrek aan behandelingservaring met ernstige multipel-traumapatiënten;
- gebrek aan multidisciplinaire teambenadering van de traumazorg.

Met voldoende equipment kan, zoals in Nijmegen gebeurde, een integraal behandelplan opgesteld worden dat tot goede resultaten leidt (Bijlage 11). Ter preventie van overlijden aan complicaties als ademhalingsstoornissen en sepsis met multiple organ failure werd in dit plan een preventieve beademing en een vroege osteosynthese ingevoerd. Hierdoor zijn diverse oorzaken van overlijden na verloop van tijd de laatste jaren grotendeels bedwongen. De periode 1970 tot 1980 werd vergeleken met de jaren 1981-1982 en daaruit bleek dat de doodsoorzaak longembolie in het geheel niet meer voorkwam, en de doodsoorzaken respiratoire insufficiëntie en sepsis sterk verminderd waren (Bijlage 13).

Goris & Draaisma (1983) geven voor wat betreft de overlevingsduur de volgende cijfers:

- + 123ste dag, ISS = 36\*
- + 107de dag, ISS = 66
- + 15de dag, ISS = 13\*
- + 51ste dag, ISS = 30
- + 61ste dag, ISS = 50
- + 66ste dag, ISS = 66
- + 7de dag, ISS = 66

Dus vijf van de groep van 46 patiënten overleden in de jaren 1981 en 1982 later dan 30 dagen na het ongeval. Een sterretje refereert aan laattijdig verwezen patiënten.

In dit traumatologisch centrum is dus de causaliteit van het ongeval en de dood wel vastgesteld. Het is de vraag of in andere ziekenhuizen een overlijdensoorzaak als sepsis of pneumonie enige maanden (!) na een ongeval nog wel in verband gebracht wordt met het ongeval.

Althoff (1976) plaatste reeds vraagtekens bij de vaststelling van de causaliteit tussen verkeersongeval en het overlijden. Behandelende artsen zijn volgens deze gerechtelijk geneeskundige, geneigd, om na langere (?) stationaire, klinische behandeling de causaliteit uit het oog te verliezen. Duitse artsen kunnen op de overlijdensverklaring invullen: "Natürlicher Tod nach Unglücksfall" en dat houdt in dat er geen samenhang tussen ongeval en dood verondersteld wordt aanwezig te zijn. Naarmate de periode van overleving langer is zal dit vaker gebruikt worden. De schrijver citeert een aantal auteurs die het percentage verkeersslachtoffers die later dan 30 dagen na het ongeval sterven aan de gevolgen daarvan, schatten tussen 3,2 en 11% (Kielhorn, Handel, Heifer, Brüggeman e.a.).

Conclusie: Er zijn dus in de literatuur verschillende aanwijzingen dat, met of zonder goede traumatologische zorg, het percentage na 30 dagen overleden verkeersslachtoffers wel eens hoger zou kunnen zijn dan tot nu toe werd verondersteld.

## 6. MEDISCH-TECHNISCHE VERBETERINGEN

In de geraadpleegde algemene medische literatuur over verbeteringen in de traumazorg wordt veelal meer verband gelegd met de morbiditeit dan met de mortaliteit. Wellicht zou in specialistische vaktijdschriften wel materiaal te vinden zijn over de relatie tussen medisch-technische verbeteringen en het aantal traumadoden, doch daartoe ontbreekt in het kader van deze studie de gelegenheid.

Een aantal verbeteringen die bij diverse verwondingen van bepaalde lichaamsregionen zijn bereikt, zullen in het navolgende besproken worden.

### 6.1. Hoofd- en hersenletsels

Door de invoering van preventieve, protectieve beschermingsmiddelen (gordels en helmen bijvoorbeeld) is er in de laatste vijftien jaar zowel naar locatie als naar ernst een verschuiving in het letselpatroon opgetreden (Petty, 1975; Passies, 1987). Deze maatregelen zullen op zich niet geleid hebben tot een vermindering van het aantal ongevallen.

Het percentage verkeersslachtoffers met verwondingen van het hoofd-hals gebied is volgens Passies (1987) in de periode van 1970 t/m 1984 vooral afgenomen bij motorrijders en bromfietzers (resp. van 26 naar 22%, resp. van 32 naar 25%) (Bijlage 14). Ook bij automobilisten en bij voetgangers is er sprake van een geringe afname van hoofdletsel, terwijl bij fietsers een geringe toename geconstateerd kan worden.

De frequentie van ernstige letsels aan het hoofd daalde in de loop der jaren bij fietsers en bromfietzers aanzienlijk, terwijl de lichtere letsels vrijwel gelijk bleven.

In een eerdere studie toonden Passies et al. (1986) aan dat vooral de "contusio cerebri" (hersenkneuzing) bij bromfietzers daalde van 2,5% naar 1,3% (Bijlage 15).

Petty (1975) constateerde dat bij automobilisten het aandeel van ernstig hersenletsel daalde van meer dan 50% in 1969 tot ongeveer 15% in 1973.

Hoewel er dus aanwijzingen zijn dat zowel het aantal als de ernst van verwondingen aan het hoofd afneemt, blijft helaas de mortaliteit erg hoog en deze schijnt volgens een Amerikaans onderzoek en ook volgens bevindingen in Nederland, nauwelijks af te nemen (Baxt & Moody, 1987).

In de Amerikaanse literatuur van de laatste jaren is er op gewezen dat de primaire hersendood door medisch-technische maatregelen nauwelijks te

beïnvloeden is (non-preventable). Draaisma (1987) stelt dat een "overall improvement of the outcome" wellicht bereikt kan worden door preventieve behandeling van hersenletsels, niet alle door intracraniële factoren, maar zeker ook door systematic factors. Deze schijnen bij 30-50% van de slachtoffers met ernstig hersenletsel een dramatische invloed op de uiteindelijke afloop te hebben. Het belang van hypoxie en hypotensie wordt aan eigen materiaal en literatuurvermeldingen benadrukt.

De mortaliteit van een groep traumapatiënten met ernstig hersenletsel ligt tussen 30 en 40% (bij Baxt & Moody, 1987, zie Bijlage 8: 30,8%).

Reeds eerder is erop gewezen dat een geïsoleerd ernstig hersenletsel slechts een betrekkelijk lage I.S.S. (25) kan opleveren. Een betere graadmeter voor de ernst van hersenletsel wordt gevonden in de Glasgow-coma-scale die in 1974 is ontwikkeld en in veel vooraanstaande neurochirurgische klinieken over de hele wereld wordt toegepast. Deze schaal geeft een inzicht in de graad van de bewustzijnsstoornis door een (traumatische) cerebrale dysfunctie. Aanvankelijk bestonden de graadmeters uit oogreacties, motore en verbale reacties, waarbij tegenwoordig ook de reacties van ledematen en pupillen zijn gevoegd.

In 1980 was in vier centra een internationale databank over patiënten met zwaar hersenletsel opgebouwd (Braakman, 1980) waar de gegevens van meer dan 1000 patiënten, die zes maanden vervolgd zijn, opgeslagen werden. De gegevens van de databank kunnen gebruikt worden voor de prognose; de kenmerken van een individuele patiënt kunnen vergeleken worden met de kenmerken uit de databank en leveren een voorspelling over de afloop. Zo kunnen met behulp van statistische modellen voor bepaalde tijdstippen, bij opneming, na bijvoorbeeld 24 uur, na 3, 7, 14 en 28 dagen prognoseregels worden opgesteld (Braakman, 1980).

Ook kunnen de gegevens van de databank gebruikt worden om effecten van nieuwe behandelingsmethoden te beoordelen.

Enkele nieuwe behandelingsmethoden die de laatste vijftien jaar werden toegepast bij slachtoffers met ernstig hersenletsel zijn hieronder genoemd. Op deze superspecialistische materie kan hier niet verder worden ingegaan, maar enkele literatuurbronnen zoals aangegeven door Braakman (1980) zijn erbij vermeld.

- Behandeling met hoge dosis corticosteroiden (Faupel, G. Advances in Neurosurgery. Springer, Berlijn, 1977). Schijnt niet te helpen.
- Routinematig beademen van comateuze patiënten (Gobiet, W. Intensiv therapie nach Schädel-Hirn Verletsten. Springer, Berlijn, 1977; Gordon, E. Acta Anaesth. Scand. 15, 193).
- Intubatie en tracheostomie (Bruce, D.A. Neurosurgery 1978-48-679).
- Verwijderen van grote delen van de schedel bij trepanatie (Britt, R. Neurosurgery 1978-2-195). Vindt geen toepassing meer.

De meeste van deze maatregelen zullen slechts uitgevoerd kunnen worden in neurochirurgische centra. Door Draaisma (1987) is nog gewezen op het belang om slachtoffers met ernstige letsels van het centrale zenuwstelsel direct te vervoeren naar een ziekenhuis dat een 24-uurs neurochirurgische bezetting heeft.

## 6.2. Letsels van het borst-buik gebied

Verwondingen van het rompgebied (borst-buik) komen volgens de studie van Passies (1987) het vaakst voor bij auto-inzittenden: 30% van de gewonde auto-inzittenden die in het Academisch Ziekenhuis te Groningen behandeld werden in de periode van 1970 tot 1981 had één of meer rompletsels, tegenover 9% van de fietsers en 11% van de bromfietzers. Er blijken wel leeftijdgebonden verschillen te bestaan.

Het percentage slachtoffers met verwondingen van de romp is bij motorrijders en auto-inzittenden in de periode van 1970 t/m 1984 toegenomen, resp. van 17 tot 24%, resp van 24 tot 34% (zie Bijlage 16).

Enkele belangrijke verwondingen in het rompgebied waarbij de laatste jaren vooruitgang in diagnostiek en therapie zijn bereikt zijn aortarupturen en leverrupturen.

### 6.2.1. Traumatische ruptuur van de aorta

Lange tijd is gedacht dat een traumatische ruptuur van de aorta niet verenigbaar was met het leven (Hammacher, 1986). Aan het eind van de jaren vijftig werd voor het eerst een succesvolle behandeling van een aortaruptuur beschreven. Sindsdien zijn vele publikaties hierover verschenen en bijna altijd wordt daarin vermeld dat dit letsel meer voorkomt dan wordt verondersteld. De toename van deze verwonding is in absolute cijfers terug

te vinden, Van Lent (1973) vermeldt dat in 1947 slechts bij 1% van de verkeersslachtoffers een aortaruptuur werd aangetroffen, doch dat dit in 1970 is gestegen tot circa 15%. De reden hiervan kan niet alleen aan een verbeterde diagnostiek toegeschreven worden, maar ligt ook in de veranderde wijze van geweldsinwerking, deceleratie, en de toepassing van protectieve middelen als autogordels en kooiconstructies.

Als doodsoorzaak door stomp geweld trof Brinkman (1975) in gerechtelijk sectiemateriaal in 5,7% van de gevallen een aortaruptuur aan.

Bij eigen onderzoek van 800 dodelijke verkeersongevallen (Zeldenrust & Aarts, 1962) vonden wij 116 maal één of meer aortarupturen, waarvan 88 met een totale verscheuring van de wand. Ook Greendyke (1966) en Flaherty & Wegner (1969) komen tot een overeenstemmende frequentie van één aortaletsel per zes tot zeven verkeersdoden.

Een traumatische ruptuur van de aorta wordt soms niet herkend. Hammacher (1986) onderzocht retrospectief welke factoren kunnen bijdragen tot het aanvankelijk missen van de diagnose. Gesteld wordt dat het alert zijn op een ruptuur bij patiënten die een deceleratietrauma doormaakten de belangrijkste voorwaarde is tot het stellen van de diagnose. De belangrijkste diagnostische hulpmiddelen zijn de thoraxfoto en de angiographie (aortagraphie).

Door de vorderingen in de anaesthesie, de extracorporale circulatiemogelijkheden en de stollingsbeheersing worden goede behandelingsresultaten verkregen (Bender, 1986).

#### 6.2.2. Traumatische leverruptuur

Bij verkeersongevallen ontstaan verscheuringen van de lever meestal door inwerking van stomp geweld. Het is, met de aortaruptuur, één van de ernstigste letsels van het rompgebied en scoort op de Abbreviated Injury Scale het hoogste puntenaantal van 5.

Leverrupturen komen vrijwel nimmer als geïsoleerde verwonding voor (Sherif, 1987), in bijna alle gevallen wordt een andere ernstige verwonding, veelal aan het hoofd (63%) geconstateerd. De prognose ten aanzien van de mortaliteit wordt mede door de bijkomende letsels bepaald.

De diagnostiek van bloedingen in de buikholte, onder andere door een leverschietwond wordt tegenwoordig bepaald door de open peritoneaal lavage. Hierbij wordt de buikholte gespoeld met fysiologisch zout en de spoelvloeistof terug geheveld. Bij verkleuring wordt de test als positief beschouwd. Deze diagnostiek schijnt zeer waardevol en betrouwbaar te zijn, volgens Van der Werken (1987) kwam in een serie van 139 geen enkele maal een fout-negatieve uitslag voor en ook Sherif (1987) geeft dergelijke resultaten. Een ander diagnostisch hulpmiddel is de C.T.-scan, doch deze schijnt minder betrouwbaar, vooral in vals negatief opzicht, als niet in handen van een zeer deskundig radiodiagnost uitgeoerd.

De lever heeft een groot vermogen om te regenereren, maar toch is de grote leverchirurgie in Nederland nog niet zo bekend (Den Otter, 1982). Deskundigen menen dat de reden hiervoor ligt in het geringe aantal indicaties. De leverchirurgie komt uit landen in Zuid-Oost-Azië met een hoge frequentie van primair levercarcinoom.

Toch kan bij geweldsinwerking op de lever ook met succes een groot deel van de lever, tot aan de helft toe, weggenomen worden (hemihepatectomie). In een grote serie van 220 patiënten met een levertrauma vond Sherif (1987) dat slechts in 38% van de gevallen "major surgical treatment" nodig was, in 62% volstond een minor ingreep voor de behandeling van het letsel. Er is slechts een recente Nederlandse publikatie (Van der Werken, 1987) gevonden, maar daarin wordt geen indicatie en/of therapie aangegeven.

### 6.3. Letsels van het steun- en bewegingsapparaat

Het percentage verkeersgewonden met letsels aan het locomotore apparaat is volgens Passies et al. (1986) het hoogst bij bromfietzers en motorrijders, het laagst bij automobilisten (Bijlage 17). Het aantal verkeersfracturen is in de laatste tien jaar gedaald en ook de complicaties en letaliteit zijn dalende (Hoogendoorn, 1981). Dit geldt in het bijzonder voor de fracturen van de extremiteiten, terwijl andere verkeersletsels van het steun- en bewegingsapparaat de laatste jaren een hogere incidentie tonen o.a. fracturen van het borstbeen (Breederveld, 1987) en de traumatische heupluxatie (Van der Werken, 1986).

De meest belangrijke verbetering in de behandeling blijkt te vinden in de vroege osteosynthese, dus de operatieve interne fixatie van een gebroken botstuk. Indien voor de leeftijd gestandaardiseerde operatieve letaliteit per 100 operaties gezien wordt, dan blijkt tussen 1971 en 1978 een zeer

sterke daling van de letaliteit te zijn opgetreden. Dit effect werd door Hoogendoorn (1981) toegeschreven aan nieuwe operatietechnieken met gewrichtsvervangende ingrepen, maar de laatste jaren is de behoudende osteosynthese weer enorm in opmars (Goris & Draaisma, 1982).

Een specifiek letsel van het steun- en bewegingsapparaat dat de laatste jaren aandacht krijgt zijn de fracturen van de wervelkolom. Deze verwonding die vooral voorkomt in combinatie met andere ernstige letsels (bij multitraumatisee dus) wordt nogal eens als diagnose gemist (Reid, 1987). In een serie van 250 wervelletfels in drie jaar werd 15% niet, fout of te laat gediagnostiseerd. Ook andere onderzoekers rapporteren te late of gemiste diagnoses van vooral breuken in het halswervelgebied tot aan 33% van de gevallen.

Door de Nederlandse Vereniging voor Traumatologie werd in oktober 1983 een consensusbijeenkomst over de primaire diagnostiek en behandeling van wervelletfels georganiseerd. In deze vergadering werd er de nadruk (Visser, 1985) op gelegd dat bij iedere patiënt in een zo vroeg mogelijk stadium gericht röntgenologisch onderzoek naar wervelkolomletsels wordt verricht op geleide van het neurologisch onderzoek. Een vroege stabilisatie wordt als behandeling aanbevolen.

Aan veel andere interessante aspecten van de verbeterde traumazorg, als onder andere voorkoming van sepsis en van ademhalingsinsufficiëntie, kon in het kader van deze literatuurstudie geen aandacht besteed worden.



## 7. CONCLUSIES

1. Ondanks het dalend aantal verkeersdoden blijkt het aantal overledenen ter plaatse van het ongeval door de jaren heen iets toe te nemen.

Dit zou erop kunnen wijzen dat de verwondingsgraad (de I.S.S.) van overleden slachtoffers relatief ernstiger wordt, zoals ook in de kliniek wordt waargenomen, terwijl het aantal letsels per ongeval schijnt af te nemen.

2. Extramurale verbeteringen in de (eerste)-hulpverlening hebben niet geleid tot een verschuiving van de overlevingsduur boven de 30 dagen na het ongeval. Deze verbeteringen hebben wezenlijk bijgedragen tot vermindering van het aantal doden, met naar schatting 5 tot 10%, maar deze vermindering heeft vooral betrekking op de eerste week na het ongeval.

3. De verbetering in de traumazorg, zowel diagnostisch als therapeutisch heeft eveneens wezenlijk bijgedragen tot vermindering van het aantal verkeersdoden. Er zijn in de algemene medische literatuur aanwijzingen dat door medische verbeteringen een aantal slachtoffers (4-10%) de dertigdagengrens overleeft en daarna toch nog overlijdt. Er is geen reden te vinden om te veronderstellen dat dit veel hoger (ca. 20%) zou zijn.

LITERATUUR

- Althoff, H. (1976). Kausalität zwischen Verkehrsunfall und Todes-  
eintritt. Medic Welt 27-9-398.
- Baker, C.C. (1980). Epidemiologie of trauma death. Am. J. Surg. 140-144.
- Baker, S.P. (1974). The Injury Severity Score. J.of Trauma 14-187.
- Baxt, W.G. & Moody, P. (1987). The differential survival of trauma  
patients. J.of Trauma 27-6-602.
- Beeck, E.F. van & Mackenbach, J.P. (1988). Trends in sterfte sinds 1950.  
T. Soc. Gezondheidszorg 66-89.
- Behrens, S. et al. (1977). Reanimation am Unfallsort. Intern. Rettungs-  
Symposium Hannover, Tagungsbericht, S.54.
- Bender, J. (1986). Vorderingen in de behandeling van aortadissecties.  
N.T.v.G. 130-24-1121.
- Braakman, R. (1980). Prognose van zwaar hersenletsel. N.T.v.G. 124-50-  
2406.
- Breederveld, R.S. (1987). Fracturen van het sternum. N.T.v.G. 131-46-  
2109.
- Brinkman, B. (1975). Traumatische Aortaruptur in Hamburger Sektions-  
material der Jahre 1969-1973. Monatschrift Unfallheilkunde 78-117.
- Brutel de la Rivière, A. (1981). Chirurgische behandeling van de aorta-  
ruptuur. N.T.v.G. 130-20-924.
- Bull, S.P. (1975). I.S.S. of road traffic casualties. Accid. Anal. &  
Prev. 7-249.
- Bundesanstelt für Strassenwesen, Bergisch-Gladbach, 1984 U 1-24.
- Clay, W. (1986). Letselgevolgen van auto-inzittenden. Dissertatie R.U.  
Groningen.
- Clay, W. & Kampen, L.T.B. van & Hogerzeil, H.H.K. (1987). Injury and  
disability effects of motor car accidents. Int. Disab. Studies 9-145.
- Draaisma, J.M.Th. (1987). Evaluation of trauma care. Dissertatie K.U.  
Nijmegen.
- Flaherty, T.T. & Wegner, G.P. (1969). Non-penetrating injuries of the  
thoracic aorta. Radiology 92-541.
- Goris, R.J.A. & J.M.Th. Draaisma (1982). Causes of death. J.of Trauma  
22-2-141.
- Goris, R.J.A. & J.M.Th. Draaisma (1983). Evaluatie van traumazorg. Nij-  
megen, 1983.

- Greendyke, R.M. (1966). Traumatic rupture of the aorta. J.A.M.A. 195-537.
- Greenspan, L. et al. (1985). A.I.S. en I.S.S. J.of Trauma 25-1-60.
- Hammacher, E.R. (1986). Traumatische ruptuur van de aorta. N.T.v.G. 130-2-924.
- Handel, K. (1979). Zeitspanne zwischen Unfall und Tod. Med. Media Nordmar 31-11-23.
- Hoogendoorn, D. (1981). Dalende letaliteit van operaties. N.T.v.G. 125-24-965.
- Kampen, L.T.B. van & Clay, W. (1977). Blijvende gevolgen. M.C. 32-1977-1383.
- Klöckner, J.H. (1980). Tödlich verunglückte Verkehrsteilnehmer. Int. Verkehrswesen 32-3-179.
- Koornstra, M.K. (1988). Symposium "Ongevallen in het jaar 2000". Utrecht, Discussie.
- Maas, M.W. (1979). Niet-geregisteerde verkeersdoden. R-79-10. SWOV.
- Otter, G. den (1982). Chirurgie van de lever. N.T.v.G. 126-23-1043.
- Passies, G. (1987). Verkeersslachtoffers; Ernst van de verwondingen. R.U. Groningen.
- Passies, G.; Visser G.J.P. & Binnendijk, B. (1986). Hoofdletsels bij fietsers en bromfietsers. N.T.v.G. 130-31-1398.
- Petty, P.G. (1975). Influence of seat-belt wearing on severe head injuries. Med. J. Austr. 15-708.
- Püschel, K. & Brinkman, B. (1984). Dunkelziffer von Verkehrstoten. Hamburg Arztebl. 38-162.
- Reid, D.C. et al. (1987). Etiology and clinical course of missed spine fractures. J. of Trauma 27-9-980.
- Robertson, J.S. (1986). Duration of survival in traffic fatalities. Med. J. Austr. 55-2-571.
- Ryan, G.A. et al. (1986). A quantitative scale of impact injury. Cornell University, Buffalo.
- Shackford, S.R. et al. (1987). Quality in a trauma centre. J.of Trauma 27-8-866.
- Sherif, S.H. (1987). Blunt liver trauma. J.of Trauma 27-9-965.
- Truncy, D.D. (1983). Current status of trauma severity indices. J. of Trauma 23-3-185.
- Visser, G.J.P. (1985). Richtlijnen voor opvang en behandeling van slachtoffers met wervelkolomletsels. N.T.v.G. 129-11-504.

- Waters, J.M. & Wells, C.H. (1973). Effect of modern emergency care system in reducing automobile crash deaths. J.of Trauma 13-7-645.
- Werken, Chr. van der (1986). Traumatische luxatie van het heupgewricht. N.T.v.G. 130-16-713.
- Werken, Chr. van der et al. (1987). Peritoneale lavage om intra-abdominale letsels te herkennen bij poly-traumapatiënten. N.T.v.G. 131-23-762.
- Zeldenrust, J. & Aarts, J.H. (1962). Traumatische aortaruptuur bij verkeersongevallen. N.T.v.G. 106-10-464.

BIJLAGEN 1 T/M 17

Bijlage 1. Trends in de sterfte ten gevolge van ongevallen in Nederland sinds 1950 (Bron: Van Beeck & Mackenbach, 1988)

Bijlage 2. Relatie tussen de letaliteit van verkeersgewonden naar leeftijd en geslacht (Bron: Clay, 1986)

Bijlage 3. Place of traffic fatalities in difference studies (Bron: Draaisma, 1987)

Bijlage 4. Injury Severity Score and mortality (Bron: Baker, 1974)

Bijlage 5. The Injury Severity Score of road traffic casualties (Bron: Bull, 1975)

Bijlage 6. Period of survival of fatal cases related to I.S.S. ratings (Bron: Bull, 1975)

Bijlage 7. Mean HTI-ISS of trauma death in four periods (1970-1982) (Bron: Goris & Draaisma, 1983)

Bijlage 8. Predicted and realized mortality of all patients, patients with severe brain injuries, and patients without severe brain injuries (Bron: Baxt, 1987)

Bijlage 9. Length of time from injury until death by Injury Severity Score; Age differential in mortality by Injury Severity Score (Bron: Baker, 1974)

Bijlage 10. Erfassungsanteil der Verkehrstoten in Abhängigkeit von Erfassungszeitraum - Eine Literaturlauswahl (Bron: Klöckner, 1980)

Bijlage 11. Verkehrstote Hamburg und Schleswig-Holstein, Sektionsfrequenz (Bron: Püschel & Brinkman, 1984)

Bijlage 12. Statistical reduction in mortality of patients with multiple trauma with and without head injury, as a function of increased numbers of cardio-respiratory physiologic studies (CARE-CR) (Bron: Truncky, (1983).

Bijlage 13. Relatief belang en gemiddelde ISS van doodsoorzaken in de periode 1970 tot 1980, vergeleken met de periode 1981-1982 (Bron: Goris & Draaisma, 1983)

Bijlage 14. Ernst van verwondingen van het hoofd-hals gebied (Bron: Passies, 1987)

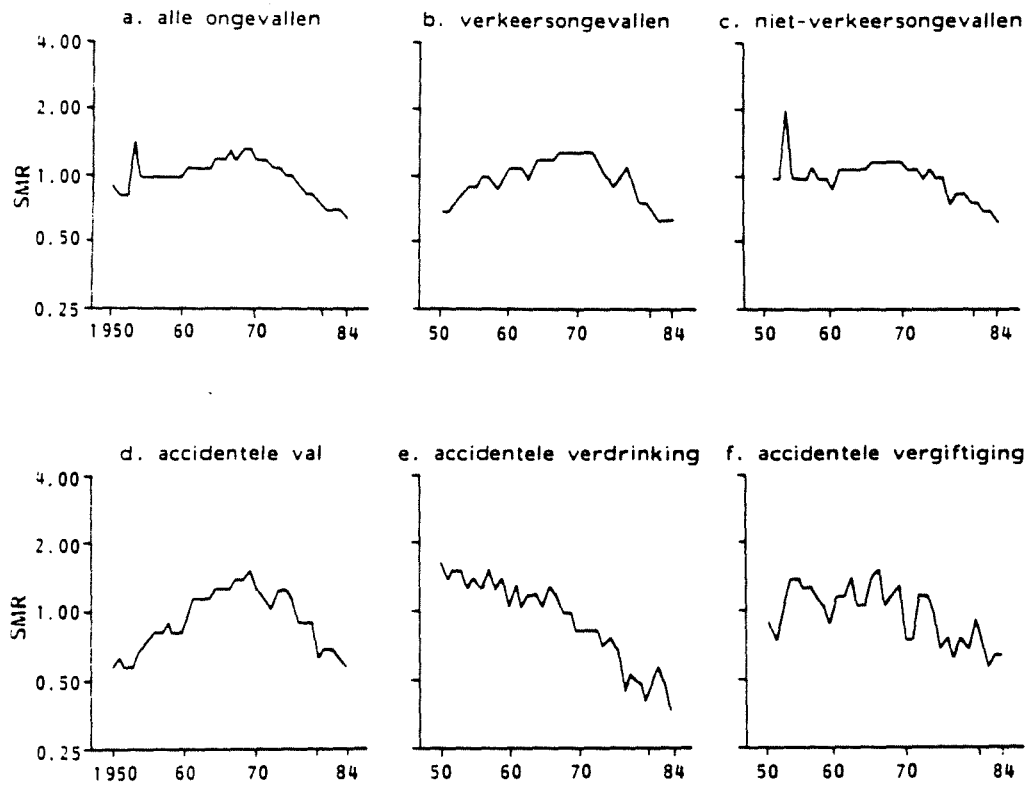
Bijlage 15. Hoofdletsels bij fietsers en bromfietsers in de vijf jaren voor en na de invoering van de helmdraagplicht voor bromfietsers (Bron: Passies et al., 1986)

Bijlage 16. Ernst van de verwondingen van het borst-buik gebied (Bron: Passies, 1987)

Bijlage 17. Ernst van de verwondingen van het steun- en bewegingsapparaat (Bron: Passies, 1987)

Bijlage 1.

Trends in de sterfte ten gevolge van ongevallen in Nederland sinds 1950

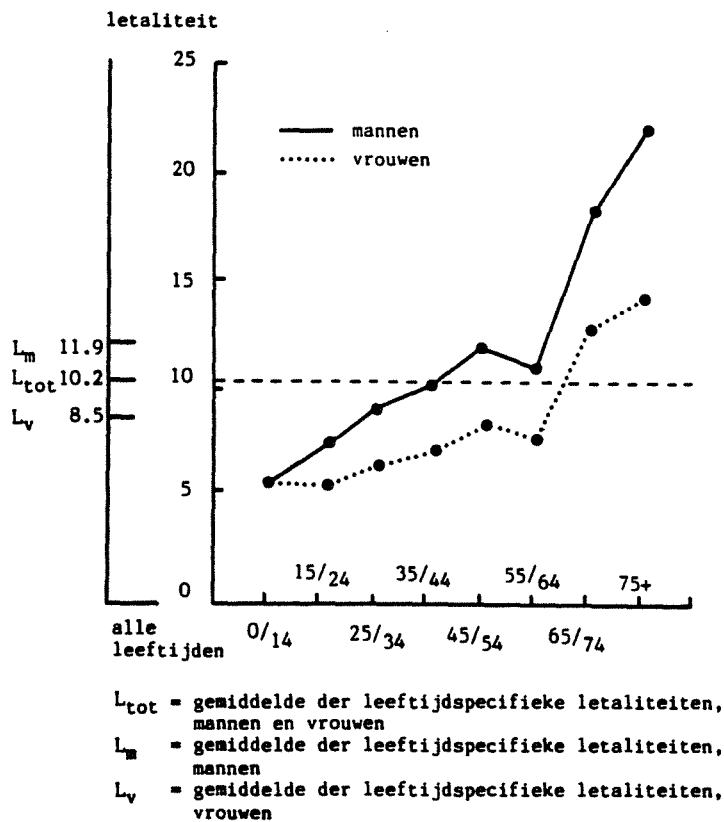


Bron: Van Beeck & Mackenbach (1988)

Bijlage 2.

Relatie tussen de letaliteit van verkeersgewonden naar leeftijd en geslacht

Leeftijds- klasse	Letaliteit	
	mannen	vrouwen
0 - 14 jaar	5,5	5,5
15 - 25 jaar	7,2	5,5
25 - 34 jaar	8,8	6,4
35 - 44 jaar	10,0	7,1
45 - 54 jaar	11,8	8,4
55 - 64 jaar	11,1	7,6
65 - 74 jaar	18,4	12,8
75 +	22,4	14,5



Bron: Clay (1986)



Bijlage 3.

Place of traffic fatalities in different studies

Author	Year	No. of patients	DAS* (%)	DOA* (%)	Hospital (%)
Jamieson	1966	188	35	13	52
Spelman	1970	794	50	2	48
Gögler	1972	337	42	5	53
Hoffman	1976	344	50	6	44

\* DAS Death At Site of accident

DOA Death On Arrival (in hospital), so death during the transport.

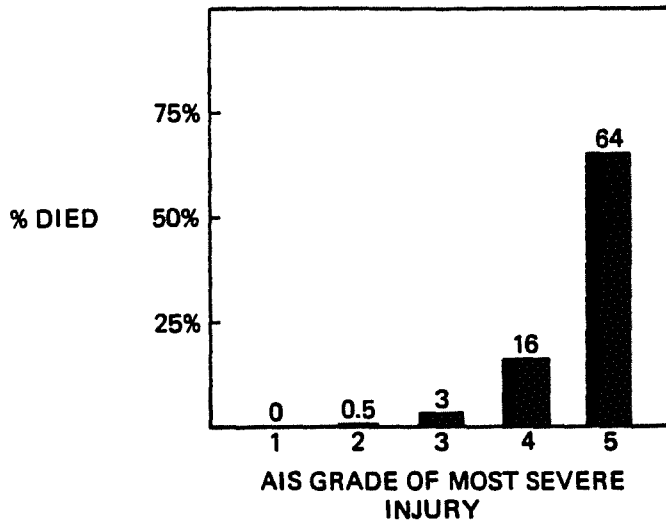
Bijlage 4.

Injury Severity Score and mortality

*Outcome by AIS Grade of Most Severe Injury*

AIS Grade Most Severe Injury	Dead on Arrival	"Admitted"			Total	
		Died Later*	Survived	Unknown	No.	Percent
1	0	0	80	1	81	(4)
2	0	2	437	1	440	(20)
3	6	23	997	20	1,046	(49)
4	13	30	229	3	275	(13)
5	93	80	97	3	273	(13)
Unknown	1	0	12	0	13	(1)
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>135</b>	<b>1,852</b>	<b>28</b>	<b>2,128</b>	<b>(100)</b>
<b>Percent</b>	<b>(5)</b>	<b>(6)</b>	<b>(88)</b>	<b>(1)</b>	<b>(100)</b>	

\* Includes 34 patients who were alive on arrival but died before admissions procedures were completed.



Mortality by AIS grade of most severe injury. DOA's included in calculations.

Bijlage 5.

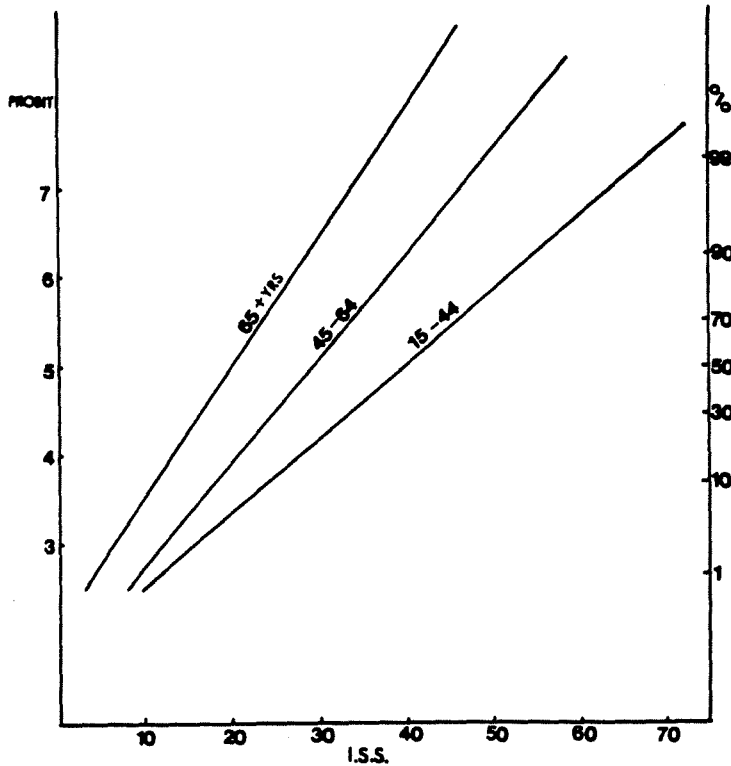
The Injury Severity Score of road traffic casualties

(a) Survivors and fatalities at different ages related to I.S.S. ratings. (b) Fitted Probit values relating I.S.S. ratings and mortality

Table (a)																
I.S.S.	0 - 14 yrs.				15 - 44 yrs.				45 - 64 yrs.				65+ yrs.			
	Mn.	Cases	Deaths	%	Mn.	Cases	Deaths	%	Mn.	Cases	Deaths	%	Mn.	Cases	Deaths	%
0 < 5	2	110	0	0	2	249	0	0	3	49	0	0	2	28	0	0
5 < 10	7	132	0	0	7	297	0	0	7	90	0	0	7	32	2	6.2
10 < 15	12	35	0	0	12	97	0	0	12	32	1	3	12	18	1	5.6
15 < 20	17	8	0	0	17	29	1	3.4	17	11	1	9.1	20	7	2	8.6
20 < 25	21	3	0	0	25	27	5	18.4	24	11	3	27.3	27	11	10	90.9
25 < 30	27	3	0	0												
30 < 35	-	0	0	0	32	6	2	33.3	34	6	4	66.6	32	4	4	100
35 < 40	37	2	0	0												
40 < 45	43	1	1	100	39	9	3	33.3	52	6	6	100	42	4	4	100
45 < 50	-	0	0	0												
50 < 55	50	1	1	100	52	4	3	75	52	6	6	100	52	2	2	100
55 < 60	-	-	-	-												
60 < 65	-	-	-	-	59	2	2	100	70	2	2	100	59	4	4	100
65 < 70	-	-	-	-												
70 - 75	-	-	-	-	66	1	1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Totals		295	2			721	17			207	17			110	29	

Table (b)				
Mean age	8 yrs.	25 yrs.	54 yrs.	73 yrs.
I.S.S. LD 50 ( $\pm$ s.d.)	-	39.7 ( $\pm$ 2.9)	29.4 ( $\pm$ 2.5)	20.2 ( $\pm$ 1.6)
Probit Origin	-	1.748	1.558	2.031
Probit Slope	-	0.0820	0.1173	0.1469

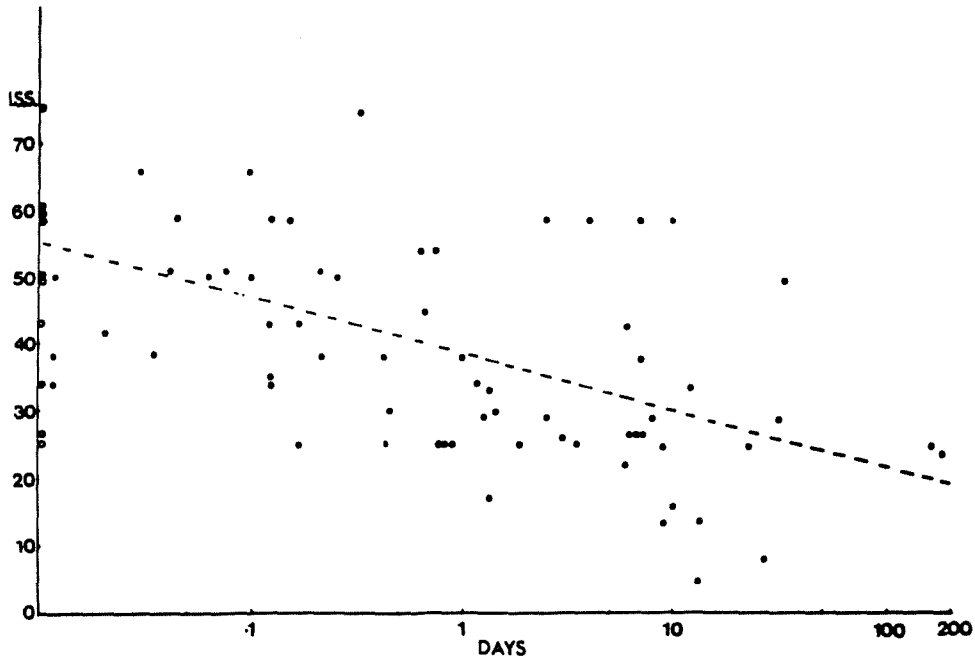


Fitted Probit lines relating I.S.S. ratings and mortality.

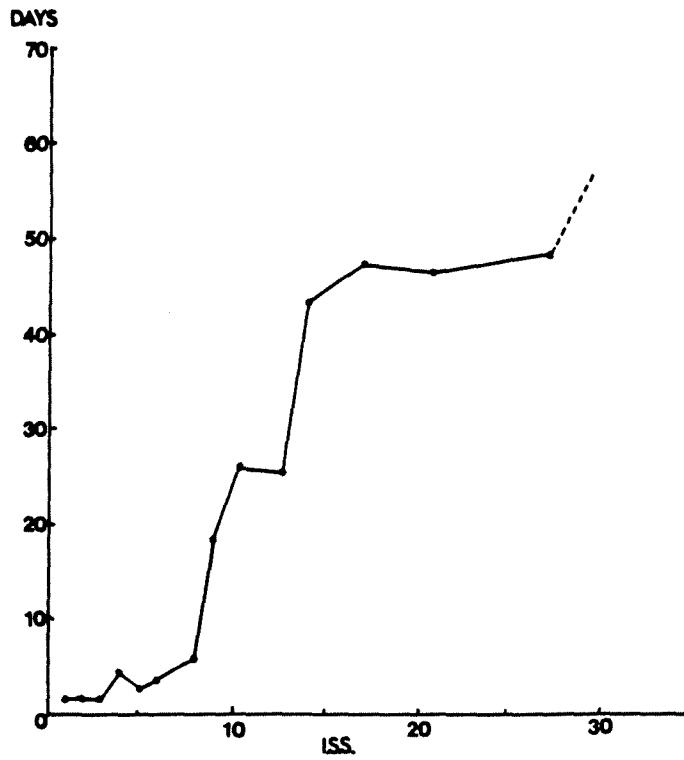
Bron: Bull (1975)

Bijlage 6.

Period of survival of fatal cases related to I.S.S. ratings



Period of survival of fatal cases related to I.S.S. ratings.



Mean hospital treatment times of survivors related to I.S.S. ratings.

Bron: Bull (1975)

Bijlage 7.

Mean HTI-ISS of trauma death in four periods (1970-1982)

Years	Number of	Mean HTI-ISS of	% referred
1970-1973*	22	39,9	18
1974-1976*	24	41,4	25
1977-1980*	43	45,8	42
1981-1982*	17	56,5	41
1981-1982**	50	47,8	32

\* Only blunt trauma patients, excluding: patients dying within the first hour of admission, with an isolated CNS injury, with burns, or with an isolated femoral neck fracture.

\*\* All trauma patients.

Bijlage 8.

Predicted and realized mortality of all patients, patients with severe brain injuries, and patients without severe brain injuries

---

	N	Predicted to die	Died	%	Flora Statistic (Z)	p
All patients	545	56	36	6,6	4,52	<0,001
Patients with severe brain injuries	104	39	32	30,8*	2,15	<0,05
Patients without severe brain injuries	441	17	4	0,9*	4,33	<0,001

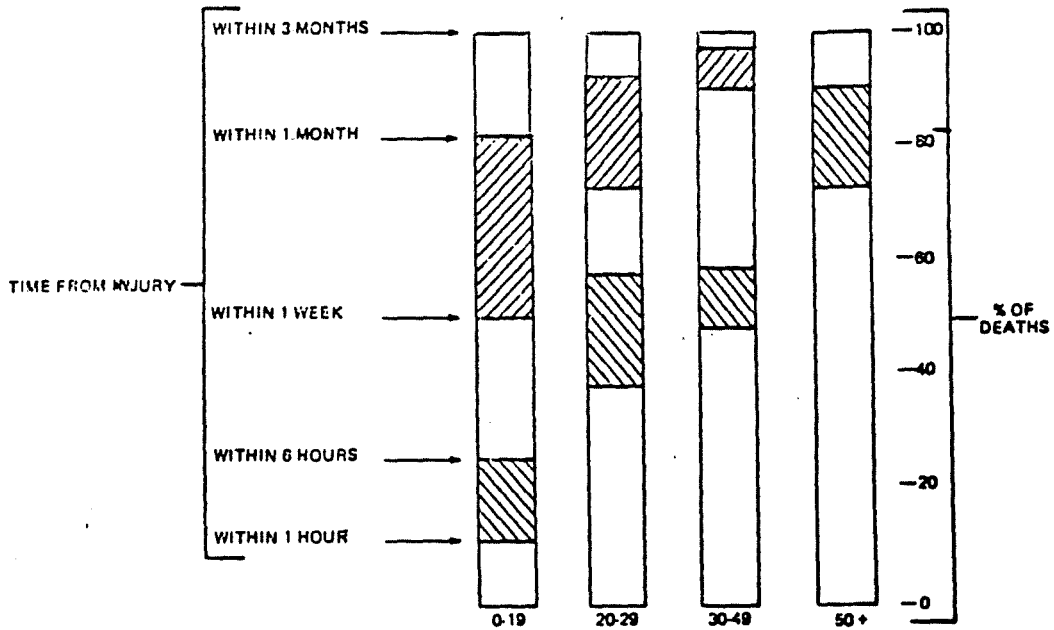
---

\* 2 x 2 Chi<sup>2</sup> with Yates' correction = 116,3; p<0,0001.

Bijlage 9.

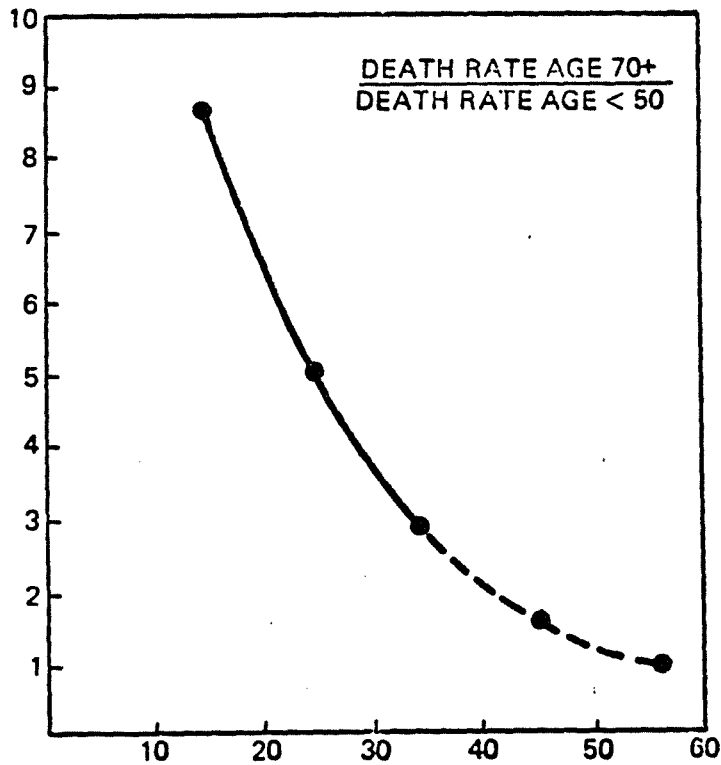
Length of time from injury until death by Injury Severity Score.

Includes all deaths.



Age differential in mortality by Injury Severity Score.

DOA's excluded from calculations. Dotted lines connect points for which less than 10 persons age 70+.



Bron: Baker (1974)

Bijlage 10.

Erfassungsanteil der Verkehrstoten in Abhängigkeit von Erfassungszeitraum  
- Eine Literaturlauswahl

Quelle	Erfassungszeitraum					
	Soforet <sup>1)</sup>	1 Tag	3 Tage	6 Tage	7 Tage	30 Tage
	%	%	%	%	%	%
CEMT (1970)	46	71	80	84	85	92
ECE (1977)	65	-	88	91 <sup>2)</sup>	92 <sup>2)</sup>	97
HANDEL	48,4	70,6	79,9	87,3	88,8	96,5
JEFFCOATE I (zit. nach Handel)	-	-	82,4	-	-	95,5
JEFFCOATE II (zit. nach Handel)	-	-	81,1	-	-	95,5
PITT	-	-	81,5	-	-	97
MÜLLER	46,7 <sup>3)</sup>	75,5	86,7	-	-	99,8
ROBERTSON I	-	80,2	88,2	92,1	93,5 <sup>4)</sup>	97,2
ROBERTSON II	-	74,1	82,3	87	88	96,2

- 1) Auf der Stelle oder bis zur Einlieferung in Krankenhaus gestorbene
- 2) Interpolierte Werte
- 3) Innerhalb einer Stunde Gestorbene
- 4) Innerhalb einer Woche Gestorbene

Bron: Klöckner (1980)



Bijlage 11.

Verkehrstote Hamburg und Schleswig-Holstein, Sektionsfrequenz

<u>Hamburg</u>	1970	1980
Statistische Gesamtzahl	379	207
hiervon obduziert	226 (-60%)	165 (- 80%)
UZ> 30 Tage, obduziert	35	37
relativer Anteil/Gesamtzahl	9%	18%

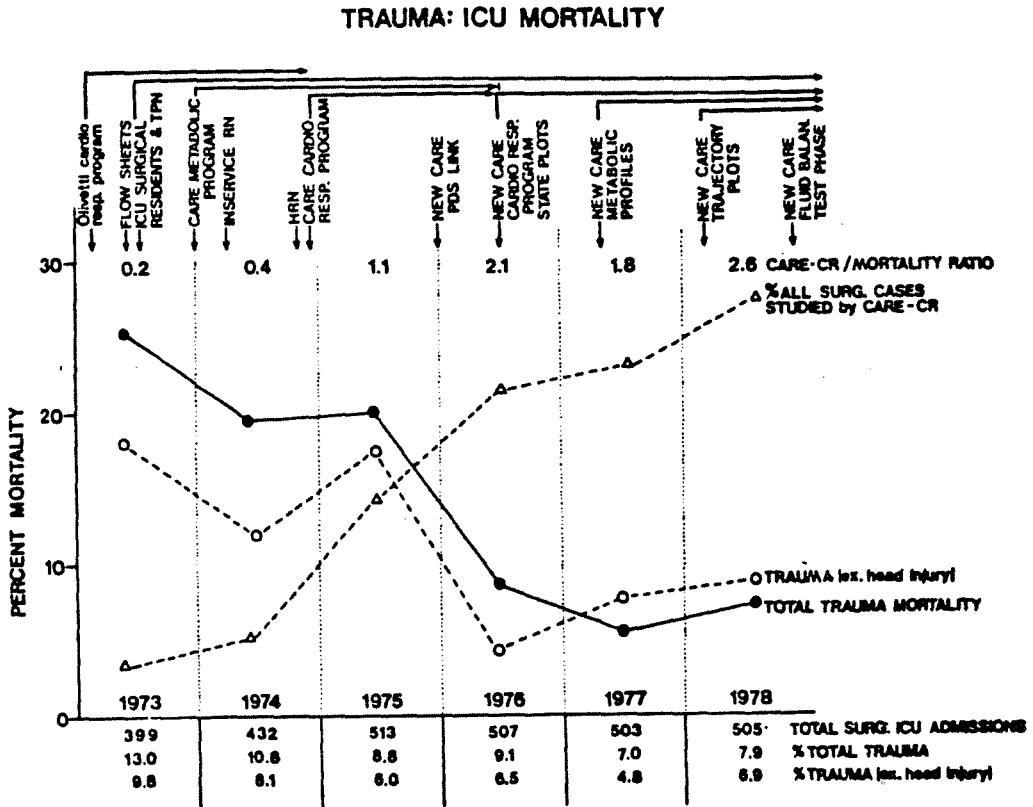
<u>Schleswig-Holstein</u>	1970	1980
Statistische Gesamtzahl	882	523
hiervon obduziert	73 (-9%)	65 (-12%)
UZ> 30 Tage, obduziert	21	24
relativer Anteil/Gesamtzahl	2,4%	4,6%

Bron: Püschel & Brinkman (1984)

Bijlage 12.

Statistical reduction in mortality of patients with multiple trauma with and without head injury, as a function of increased numbers of cardio-respiratory physiologic studies (CARE-CR).

Note that as the CARE-CR/mortality ratio rises there is an apparent reduction in mortality from trauma.



Bijlage 11.

Relatief belang en gemiddelde ISS van doodsoorzaken in de periode 1970 tot 1980, vergeleken met de periode 1981-1982.

	1970 - 1980*		1981 - 1982**	
	Aantal	ISS	Aantal	ISS
Schedeltrauma	29 (33%)	44,6	22 (48%)	42
Verbloeding	5 ( 6%)	61,4	16 (35%)	66,4
Longembolie	3 ( 3%)	38,7	-	-
ARDS	5 ( 6%)	32	2 ( 4%)	51
Cardinaal	5 ( 4%)	33	-	-
Sepsis	39 (44%)	43,5	5 (11%)	45
Andere/onbekend	4 ( 4%)	31,2	1 ( 2%)	24
Totaal	89 (100%)	43,1	46 (100%)	50,8

\* Stomp-traumapatiënten, exclusief: overleden binnen 1 uur, alléén schedeltrauma, brandwonden, geïsoleerde fractuur.

\*\* Alle traumapatiënten.

Bijlage 14.

Ernst van verwondingen van het hoofd-hals gebied

1970- 1975	%	26 *	32 *	36 *	53 *	61 *	%
		motor	fiets	bromf	voetg	auto	
1976- 1981	%	19 *	27 *	37 *	48 *	58 *	%
		motor	bromf	fiets	voetg	auto	
1982- 1984	%	22 *	25 *	35 *	49 *	57 *	%
		motor	bromf	fiets	voetg	auto	

Bron: Passies (1987)

Bijlage 15.

Hoofdletsels bij fietsers en bromfietsers in de vijf jaren voor en na de invoering van de helmdraagplicht voor bromfietsers

Percentages fietsers- en bromfietsersgewonden met verschillende soorten hoofdletsel, in de perioden 1970-1974 en 1975-1979 (AZG).

Letsel	Fietsers		Bromfietsers	
	1970- 1974	1975- 1979	1970- 1974	1975- 1979
Schedeldakfractuur	1,5	1,0	2,3	0,5
Schedelbasisfractuur	1,4	2,1	2,3	1,7
Aangezichtsfractuur	2,9	3,7	5,4	4,5
Commotio cerebri	11,6	15,0	15,6	16,9
Contusio cerebri	1,6	0,7	2,5	1,3
Verwonding van de weke delen	18,8	20,5	19,4	9,8
Oppervlakkig letsel	3,4	3,5	5,2	2,9
Contusie van de weke delen	2,2	3,6	2,9	3,0
Totaal aantal gewonden	2755	3072	3470	1860

Bron: Passies et al. (1986)

Bijlage 16.

Ernst van de verwondingen van het borst-buik gebied

Percentage verkeersgewonden met één of meer verwondingen van het borst-buik gebied, per type weggebruiker in de periode 1970-1984 (AZG)

1970-1975	8	10	16	17	27	
%	*	*	*	*	*	%
	fiets	bromf	motor	voetg	auto	
1976-1981	9	13	18	20	33	
%	*	*	*	*	*	%
	fiets	bromf	motor	voetg	auto	
1982-1984	8	14	15	24	34	
%	*	*	*	*	*	%
	fiets	bromf	voetg	motor	auto	

Bijlage 17.

Ernst van de verwondingen van het steun- en bewegingsapparaat

Percentage verkeersgewonden met één of meer verwondingen van het steun- en bewegingsapparaat, per type weggebruiker, in de periode 1970-1984 (AZG)

1970- 1975	%	56 *	65 *	75 *	78 *	81 *	%
		auto	voetg	fiets	bromf	motor	
1976- 1981	*	53	70 *			82 *	85 *
		auto	voetg fiets			bromf	motor
1982- 1984	%	56 *		73 *	75 *		87 *
		auto		fiets	voetg		bromf motor

Bron: Passies (1987)

