

HOOFDSTEUNEN IN PERSONENAUTO'S

Het nut van hoofdsteunen bij aanrijdingen aan de achterzijde

Consult in opdracht van de Rijksdienst voor het Wegverkeer en de  
Directie Verkeersveiligheid van het Ministerie van Verkeer en  
Waterstaat

R-82-33

Ir. L.T.B. van Kampen

Leidschendam, 1982

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV



## INHOUD

1. Inleiding
2. Frequentie en ernst van achteraanrijdingen
3. De aanwezigheid en effectiviteit van hoofdsteunen
  - 3.1. De aanwezigheid van hoofdsteunen
  - 3.2. Ongevallengegevens
  - 3.3. De effectiviteit van hoofdsteunen
4. Blijvende gevolgen van auto-ongevallen
  - 4.1. Het bestand van het SWOV-onderzoek Blijvende gevolgen
  - 4.2. Omvang en ernst van de blijvende gevolgen naar type botsing
  - 4.3. De soorten blijvende gevolgen naar type botsing
  - 4.4. Het verband tussen oorspronkelijk en blijvend (nek)letsel
  - 4.5. Soorten blijvend nekletsel naar botstype
  - 4.6. Het effect van hoofdsteunen op blijvend letsel
  - 4.7. Samenvatting van de analyseresultaten
5. Conclusies
6. Aanbevelingen

## Literatuur

## Tabellen 1 t/m 13

## Afbeelding 1



## INLEIDING

Hoofdsteunen in personenauto's zijn bedoeld om het hoofd van een inzittende bij een forse achterwaartse verplaatsing op te vangen. Ze behoren tot de groep van de zgn. niet-verplichte beveiligingsmiddelen. Er bestaan diverse typen en uitvoeringsvormen van.

De Rijksdienst voor het Wegverkeer heeft de SWOV verzocht na te gaan, welke invloed hoofdsteunen hebben op de botsveiligheid van personenauto's. De SWOV heeft daarvoor gebruik gemaakt van gegevens uit haar nog lopende Ongevallenonderzoek, een groot statistisch onderzoek naar de factoren die van invloed zijn op de afloop van botsingen. De relevante gegevens hieruit zijn onderworpen aan een voorlopige analyse. Forse achterwaartse verplaatsingen van het hoofd treden in hoofdzaak op bij achteraanrijdingen. Op dit botstype ligt dan ook het zwaartepunt van de analyse. Ter vergelijking zullen echter ook andere botstypen in de analyse worden betrokken. Om praktische redenen hebben de analyses uitsluitend betrekking op bestuurders.

Omdat hoofdsteunen vooral dienen om nekletsel te voorkomen, wordt aan dit letseltype speciale aandacht gegeven. Op verzoek van de Directie Verkeersveiligheid (DVV) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat worden daarbij ook de consequenties van nekletsel op langere termijn bekeken. Hiervoor is gebruik gemaakt van materiaal uit het SWOV-onderzoek Blijvende gevolgen, dat kan worden beschouwd als een verlengstuk van het eerdergenoemde Ongevallenonderzoek.

In dit consult wordt vanuit het beschikbare ongevallenmateriaal eerst de frequentie en ernst van achteraanrijdingen besproken. Daarbij zal tevens vanuit een medisch standpunt worden ingegaan op het meest voorkomende type nekletsel, het zogenaamde "whiplash"-letsel. Op grond van de relatie tussen hoofdsteunen en (nek)letsel bij achteraanrijdingen wordt vervolgens de effectiviteit van hoofdsteunen bepaald en toegelicht.

Aan de blijvende gevolgen van auto-ongevallen wordt een min of meer op zich zelf staand hoofdstuk gewijd, met extra aandacht voor het blijvend nekletsel en de invloed van hoofdsteunen daarop.

Het consult wordt besloten met conclusies en aanbevelingen.

## 2. FREQUENTIE EN ERNST VAN ACHTERAANRIJDINGEN

Het totale bestand van het SWOV-ongevallenonderzoek bestaat uit 8173 cases. Om de frequentie van de verschillende botstypen aan te geven kan gebruik worden gemaakt van een zogenaamd klokdiagram (afbeelding 1). Elk van de uren van de klok geeft een botsrichting aan. Deze is bepaald aan de hand van de plaats waar de auto de grootste schade heeft opgelopen. De botsrichtingen zijn vervolgens te herleiden tot botstypen: 11, 12 en 01 zijn frontale botsingen; 02, 03 en 04 zijn rechterflankbotsingen; 05, 06 en 07 zijn achteraanrijdingen; 08, 09 en 10 zijn linkerflankbotsingen.

De "zuivere" achteraanrijdingen (botsrichting 06 van het klokdiagram) maken 9,1% van het totale bestand uit; het zijn er 743. Deze zullen als basis dienen voor het verdere betoog in dit consult.

Uit de gegevens van het SWOV-Ongevallenonderzoek komt duidelijk naar voren, dat achteraanrijdingen van alle botstypen het minst ernstig aflopen, d.w.z. het kleinste percentage doden en gewonden opleveren (tabel 1). De hier gebruikte letselerntschaal - de Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS) - geeft per patiënt de ernst van diens zwaarste afzonderlijke letsel weer en loopt van 0 (= niet gewond) tot 6 (= dodelijk letsel).

Uit de verdeling van de letsels per botstype (tabel 2) blijkt dat bij achteraanrijdingen verhoudingsgewijs zeer vaak nekletsel optreedt. Het gaat hierbij met name om "whiplash", hetgeen letterlijk "zweepslag" betekent. Ernstige nekletsels komen bij achteraanrijdingen zeer weinig voor, namelijk in minder dan 1% van de gevallen.

Technisch gezien zijn er verschillende mechanismen die voor een whiplash-letsel kunnen zorgen, maar de nadruk ligt op het plotseling achterover buigen (hyperextensie) van hoofd en nek. Wanneer het hoofd plotseling voorover knikt, zoals bij frontale botsingen kan gebeuren, spreekt men van hyperflexie. Daarbij kunnen evenals bij plotseling zijdelings verplaatsen van het hoofd, de betreffende delen van de halfwervel ook overbelast worden, met als resultaat een whiplash-verschijnsel.

Het gaat bij whiplash om een distorsie (verrekking, verstuiking, verdraaiing) van de halswervelkom, met name ter hoogte van de 5e en 6e halswervel. Hierbij kunnen de halswervels even verplaatst zijn. Wat eventueel blijft, zijn aandoeningen (scheurtjes, bloedingen) van de weke delen zoals kapsels en spieren. Die leiden weliswaar in de meeste gevallen tot pijn in de nekstreek ("spierpijn"), maar kunnen door hun moeilijke aantoonbaarheid makkelijk worden verwaarloosd. Er bestaat zelfs een kans dat in dat korte moment waarop wervels zich verplaatsen, schade ontstaat aan de tussenwervelschijven en aan de kostbare zenuwweefsels die langs de wervelkom lopen. Uit de literatuur is bekend dat er gevallen voorkomen waarin dit letsel pas op langere termijn tot nare (neurologische) gevolgen kan leiden, zelfs indien de klachten vroegtijdig worden gelokaliseerd (zie o.a. Jongkees, 1981). In het internationaal gehanteerde systeem voor letselernstclassificatie, de Abbreviated Injury Scale (AIS) van 1980, wordt whiplash-letsel zonder neurologische verschijnselen en zonder fractures en andere duidelijk vast te stellen afwijkingen als licht beschouwd.

Wat betreft de kans op blijvende gevolgen bij dit letsel, ongeacht de vraag of het in eerste instantie juist gediagnostiseerd werd, zijn in hoofdstuk 4 enkele gegevens opgenomen die door de SWOV werden verzameld in het kader van het onderzoek Blijvende gevolgen. Maar ook bij de letselgegevens uit het SWOV-Ongevallenonderzoek is er sprake van een ruime marge tussen het tijdstip van het ongeval en het tijdstip waarop de gegevens door betrokkenen en ziekenhuisartsen aan de SWOV werden verstrekt. Dit houdt in dat letsels die pas na enkele uren, dagen of zelfs weken tot klachten hebben geleid, ook zijn meegenomen bij het onderzoek.

### 3. DE AANWEZIGHEID EN EFFECTIVITEIT VAN HOOFDSTEUNEN

#### 3.1. Aanwezigheid van hoofdsteunen

In 1976/1977 bleek in ca. 22% van de personenauto's op de voorstoelen een vaste hoofdsteun (d.w.z. een geïntegreerde of een verstelbare hoofdsteun die verankerd zit in de constructie van de stoelleuning) gemonteerd te zijn en in ca. 4% van de personenauto's een losse (een die met klemmen of riemen over de stoelleuning bevestigd is). Inmiddels is het percentage vaste hoofdsteunen door de sterk toegenomen standaard montage in nieuwe auto's zeer aanzienlijk gestegen. Een ruwe schatting op grond van waarnemingen langs de weg wijst erop dat thans op ruwweg 70% van de voorzitplaatsen vaste hoofdsteunen aanwezig zijn. Het aandeel hoofdsteunen op de achterzitplaatsen is nog gering, maar neemt eveneens toe, met name in auto's uit de hogere prijsklassen.

#### 3.2. Ongevallengegevens

Om na te gaan welk effect hoofdsteunen hebben op de ernst van letsels bij aanrijdingen is de letselernstverdeling bij bestuurders van auto's met en zonder hoofdsteunen vergeleken. Voor het bepalen van de ernst is gebruik gemaakt van de MAIS. Er zijn aparte vergelijkingen gemaakt voor achteraanrijdingen (tabel 3) en voor de overige botstypen (tabel 4). Bij geen van beide vergelijkingen is een significant verschil in de verdeling van de letselernst te constateren. Dit wijst erop, dat de aanwezigheid van hoofdsteunen geen belangrijk positief effect heeft op de totale verkeersveiligheid.

Het is te verwachten dat hoofdsteunen wel een belangrijke invloed hebben op het ontstaan van nekletsels, met name bij achteraanrijdingen. Om dit na te gaan zijn bestuurders die betrokken waren bij achteraanrijdingen, onderverdeeld naar aan- resp. afwezigheid van hoofdsteunen in hun auto. Vervolgens is gekeken of er tussen beide categorieën bestuurders verschillen zijn in de frequentie waarmee nekletsel voorkwam. Uit tabel 5 blijkt, dat er onder bestuurders van auto's met hoofdsteunen significant minder nekletsel voorkwam.



Voor de overige botstypen is dezelfde procedure gevolgd. Daarbij konden geen significante verschillen worden vastgesteld (tabel 6). Het aandeel van de nekletsels is bij deze botstypen overigens veel kleiner dan bij de achteraanrijdingen.

Tot slot is het effect van hoofdsteunen op het letselpatroon onderzocht. Bij achteraanrijdingen zijn er weliswaar verschillen in het letselpatroon te constateren, maar vanwege de kleine aantallen zijn die niet significant (tabel 7). Hooguit is er een bevestiging uit af te leiden van hetgeen al eerder is geconstateerd, namelijk dat onder bestuurders van auto's met hoofdsteunen minder nekletsel voorkomt. Bij de overige botstypen lijken de letselpatronen goed op elkaar (tabel 8).

### 3.3. De effectiviteit van hoofdsteunen

In een eerder consult van de SWOV aan de Rijksdienst voor het Wegverkeer (SWOV, 1981) is al uiteengezet, dat de afloop van een ongeval samenhangt met het bouwjaar van de auto. Voor bestuurders van nieuwere auto's loopt een ongeval gemiddeld gunstiger af dan voor bestuurders van oudere auto's. In het hier gebruikte bestand (auto's van de bouwjaar 1969 t/m 1977) kwamen meer hoofdsteunen voor in de nieuwere auto's dan in de oudere. Daarom is het aannemelijk dat een deel van het in paragraaf 3.2. beschreven effect van hoofdsteunen op de frequentie van nekletsels in feite een bouwjaareffect is. Corrigeren daarvoor is echter moeilijk, omdat bij opsplitsing van bijvoorbeeld tabel 3 naar bouwjaar al spoedig dermate kleine aantallen per cel overblijven, dat alleen daardoor al geen significant effect zal overblijven. De grootte van het bouwjaareffect lijkt overigens bij achteraanrijdingen veel kleiner dan bij andere botstypen (met name frontale). In de periode van 1969 t/m 1977 concentreerden de verbeteringen van de botsveiligheid zich immers vooral op de frontale botsingen (autogordels, kreukelzone, kooi, stuurkolom, stuurwiel, interieur etc.) en minder op achteraanrijdingen (bevestiging stoelen, sterkte rugleuning). Richtlijnen op het gebied van hoofdsteunen zijn pas rond 1978 tot stand gekomen. Omdat de ontwikkelingen op het gebied van de botsveiligheid van personenauto's na 1977 bepaald niet hebben stilgelegen, heeft het zeker

zin te zijner tijd door middel van nieuw ongevalsonderzoek eventuele verschuivingen vast te stellen.

Een door velen als belangrijk beschouwd element - de afstelling van de hoofdsteun op de gebruiker - kon in het kader van dit onderzoek niet worden onderzocht. Het gevonden effect van hoofdsteunen is derhalve gebaseerd op de toestand zoals die in 1976 en 1977 was. Het behoeft geen verder betoog, dat de juiste afstelling in het verleden betrekkelijk veel te wensen overliet en vermoedelijk ook thans nog een probleem vormt.

Uit de tabellen 5 en 7 valt af te leiden dat onder bestuurders van auto's met hoofdsteunen bij achteraanrijdingen ca. 30% minder nekletsel voorkomt dan onder bestuurders van auto's zonder hoofdsteunen. Na de (kleine) correctie die daarop zou moeten worden aangebracht wegens het bouwjaareffect, kan redelijkerwijs worden aangenomen dat het werkelijk effect van hoofdsteunen ca. 25% bedraagt. Ook als het effect van hoofdsteunen bij achteraanrijdingen aanzienlijk groter zou zijn - hetgeen op theoretische gronden zeker mogelijk lijkt (zie hoofdstuk 6) zou dit toch geen grote invloed hebben op de totale letselernstverdeling. Dit komt omdat het overgrote deel van de nekletsels nu eenmaal licht van aard is, zodat de verschuivingen voornamelijk plaatsvinden binnen de categorie van de lichtste verwondingen (MAIS = 1) en van deze categorie niet gewond (MAIS = 0). Zelfs een groter effect zal een toename van hoofdsteunen in personenauto's dus niet leiden tot een aanzienlijke vermindering van de verkeersonveiligheid in algemene zin. In individuele gevallen kan de reductie van de kans op nekletsel door hoofdsteunen natuurlijk wel interessant zijn, zeker omdat dan tegelijk de kans op eventueel later (blijvend) letsel wordt weggenomen. Uit de literatuur zijn gevallen bekend van ongunstige gevolgen van nekletsel op langere termijn (o.a. Jongkees, 1981).

Als verklaring voor de gemiddeld goedaardige afloop van achteraanrijdingen kan worden gewezen op de volgende feiten. De snelheidsverschillen tussen de botsende auto's zijn doorgaans gering. Verder beschikken personenauto's doorgaans over een bijna ideale kreukelzone aan de achterzijde. Voorinzittenden zitten een flink eind van de feitelijke gevarezone en worden bovendien beschermd door de rugleuning en stoel-

constructie van hun zitplaats. Hierdoor worden de optredende botskrachten over een relatief groot oppervlak gespreid.

Bij de overige botstypen (waarvan frontale en de flankbotsingen het grootste deel uitmaken) is geen effect van hoofdsteunen op het ontstaan van nekletsel te verwachten (zie o.a. de tabellen 4, 6 en 8). Er wordt nog wel eens aangenomen dat hoofdsteunen nuttig kunnen zijn bij het opvangen van de achterwaartse "rebound"-beweging als gevolg van frontale botsingen. In een Australisch onderzoek (Cameron, 1980) en in een Zwitserse studie (Meier, 1977) is echter positief vastgesteld dat dit effect te verwaarlozen is.

De SWOV-gegevens over de effectiviteit van hoofdsteunen wijken weinig af van hetgeen uit een Duits onderzoek naar voren kwam (BAST, 1975). In dat onderzoek werd op grond van gegevens uit de literatuur en van recent ongevalsonderzoek een hoofdsteuneeffect van maximaal 31% voor voorinzittenden berekend bij relevante typen botsingen (d.w.z. achteraanrijdingen). Dit werd niet voldoende geacht om op grond van een kosten/batenanalyse te adviseren tot een verplichtstelling van hoofdsteunen in personenauto's.

#### 4. BLIJVENDE GEVOLGEN VAN AUTO-ONGEVALLLEN

##### 4.1. Het bestand van het SWOV-onderzoek Blijvende gevolgen

Via een schriftelijke enquête zijn aan de gewonden uit het SWOV-Ongevallenonderzoek een jaar na het ongeval nadere vragen gesteld over hun lichamelijke conditie. Gevolgen die méér dan een jaar na het ongeval ontdekt zijn, zijn dus niet in het bestand opgenomen.

De enquête leverde een zekere mate van non-response op, zodat niet van alle gewonden nadere gegevens bekend zijn. De in een ziekenhuis opgenomen gewonden en de overige (lichter) gewonden zijn als aparte groepen geënuquêteerd. Ze worden in dit consult ook apart gehouden vanwege een verschil in de mate van response. De responsebestanden van het onderzoek Blijvende gevolgen zijn representatief voor de oorspronkelijke groepen uit het SWOV-Ongevallenonderzoek. Maar de aantallen beschikbare gegevens zijn wel aanzienlijk kleiner dan bij het Ongevallenonderzoek, omdat het hier om een steekproef uit de totale groep gewonden gaat.

We beperken ons weer tot bestuurders. De responsebestanden bevatten 717 bestuurders die gewond werden en niet in het ziekenhuis hoefden te worden opgenomen, en 504 bestuurders die gewond werden en wel in het ziekenhuis werden opgenomen.

Onder blijvende gevolgen wordt hier verstaan: de lichamelijke gevolgen van letsel, opgelopen bij een verkeersongeval.

##### 4.2. Omvang en ernst van de blijvende gevolgen naar type botsing

In deze paragraaf wordt de omvang en ernst van de blijvende gevolgen beschreven, ongeacht de aard van het letsel. Voor de ernst van de blijvende gevolgen hanteert de SWOV twee categorieën: lichte en zware klachten. De indeling in een van beide categorieën is gedaan door de medische staf van de SWOV op basis van de verstrekte informatie.

In tabel 9a is de situatie weergegeven voor gewonde bestuurders die niet in een ziekenhuis zijn opgenomen. Gemiddeld 71% van die bestuurders heeft geen blijvend letsel, terwijl van de overigen het grootste deel lichte klachten heeft. Bij achteraanrijdingen is het aandeel be-

stuurders zonder blijvend letsel het grootst (80%). Frontale botsingen leiden het meest tot blijvende gevolgen (32%).

Bij ziekenhuispatiënten is het aandeel bestuurders zonder blijvend letsel gemiddeld 45%, terwijl 39% lichte en 18% zware klachten heeft (tabel 9b). Er blijken nauwelijks bestuurders in het ziekenhuis te zijn opgenomen als gevolg van achteraanrijdingen (1% van alle botstypen). Ook hier leiden de frontale botsingen het meest tot blijvend letsel (59%).

#### 4.3. De soorten blijvende gevolgen naar type botsing

In de tabellen 10a en 10b is het patroon van de blijvende letsels weergegeven. Per gewonde bestuurder is één blijvend letsel vastgesteld dat naar het oordeel van de medische staf van de SWOV (op grond van de verstrekte letselinformatie) als oorzaak van de klacht moet worden gezien; dit ongeacht de aard van het oorspronkelijke letsel.

Bij de gewonde bestuurders die niet in een ziekenhuis zijn opgenomen, valt op dat bij achteraanrijdingen blijvend letsel aan hals en nek het meest voorkomt. Bij frontale botsingen hebben beenletsels het grootste aandeel, bij flankbotsingen schedel- en hersenletsels (hoofdzakelijk hersenschuddingen) en letsels aan hals en nek (tabel 10a).

Bij de ziekenhuispatiënten valt op, dat bij alle botstypen het aandeel blijvende beenletsels het grootst is. Letsel aan hals en nek komt in deze steekproef betrekkelijk weinig voor als blijvend gevolg; bij achteraanrijdingen komt het zelfs in het geheel niet voor (tabel 10b).

#### 4.4. Het verband tussen oorspronkelijk en blijvend (nek)letsel

Om te weten te komen of nekletsels vaker dan andere letsels een probleem vormen op de langere termijn, zijn de oorspronkelijke letsels naast de blijvende gezet. Hierbij moet worden aangetekend, dat er van de oorspronkelijke letsels meer dan één per gewonde genoteerd kunnen zijn; van de blijvende letsels is er slechts één genoteerd (het meest ernstige). De verhouding tussen het aantal blijvende en het aantal oorspronkelijke letsels is een maat voor de ernst van het blijvende letsel. Het is geen

absolute maat, maar hij kan gebruikt worden voor vergelijkingen tussen de verschillende botstypen of de verschillende letseltypen. Beide soorten vergelijkingen zijn uitgevoerd en weergegeven in de tabellen 11a en 11b, met de nadruk op nekletsel.

Bij de gewonde bestuurders die niet in een ziekenhuis zijn opgenomen, blijken nekletsels in ca. 23% van de gevallen tot blijvend letsel te leiden, tegenover ca. 17% voor de overige letsels (tabel 11a).

Bekijken we nekletsels per botstype dan blijkt een nogal afwisselend beeld te ontstaan. Bij achteraanrijdingen geeft 10% van de oorspronkelijke nekletsels aanleiding tot klachten, bij frontale botsingen 27% en bij flankbotsingen 56%. Dit wijst erop dat achteraanrijdingen ook op de lange termijn gunstiger aflopen dan andere typen botsingen. Het hoge aandeel blijvend letsel bij flankbotsingen is vooralsnog niet geheel verklaarbaar. Voorts blijkt uit het onderzoekmateriaal (niet uit de tabel) dat bij flankbotsingen vaker dan bij andere typen botsingen bestuurders later nekklachten hebben zonder dat daar een oorspronkelijk geconstateerd nekletsel tegenover staat.

Bij vergelijking van nekletsels met een willekeurig gekozen aantal andere letselsoorten (onderste gedeelte van de tabel) blijkt dat arm- en beenfracturen vaker tot blijvend letsel leiden (33%), hersenschuddingen ongeveer even vaak (22%) en gelaats- en hoofdwonden veel minder vaak (9%).

Bij de ziekenhuispatiënten valt opnieuw het lage aandeel nekletsel op, zowel bij de oorspronkelijke als bij de blijvende letsels. De uitsplitsing naar botstype heeft daarom weinig statistische waarde. Desondanks lijkt het erop dat nekletsels vaker tot blijvende klachten leiden dan de overige letsels. Achteraanrijdingen leveren geen bijdrage tot nekletsel, noch oorspronkelijk noch blijvend.

Ook voor de overige letsels is voor een aantal letselsoorten nog een onderverdeling gemaakt (onderste gedeelte van de tabel).

Opnieuw scoren arm- en beenfracturen met 47% duidelijk hoger dan nekletsels, terwijl hersenschuddingen en gelaats- en hoofdwonden beide lager scoren (13% resp. 11%).

#### 4.5. Soorten blijvend nekletsel naar botstyp

Bij de gewonde bestuurders die niet in een ziekenhuis zijn opgenomen, bestaat het overgrote deel van de blijvende nekletsels uit whiplash; bij de achteraanrijdingen gaat het zelfs uitsluitend om whiplash. De klachten waren alle licht van aard (tabel 12a).

Bij de ziekenhuispatiënten kwamen meer andere blijvende nekletsels voor. Eén daarvan (een fractuur) gaf aanleiding tot zware klachten. Zoals al vermeld in paragraaf 4.4., kwam er onder de ziekenhuispatiënten geen blijvend nekletsel voor ten gevolge van achteraanrijdingen (tabel 12b).

Gezien de geringe aantallen gewonde bestuurders met blijvend nekletsel is de waarde van deze constatering zeer betrekkelijk.

#### 4.6. Het effect van hoofddeunen op blijvend (nek)letsel

In de vorige paragrafen is reeds vastgesteld dat achteraanrijdingen relatief weinig blijvende gevolgen hebben, en dan nog hoofdzakelijk met lichte klachten. Voorts is gebleken dat nekletsel, ongeacht het botstyp, als blijvend gevolg weinig voorkomt en doorgaans ook tot lichtere klachten leidt.

Nu moet nog de relatie met hoofddeunen worden gevonden, voorzover de absolute aantallen dat toelaten. Daartoe is in de tabellen 13a en 13b aangegeven, welke bestuurders met en welke zonder hoofddeun reden en is onderscheid gemaakt naar bestuurders met blijvend nekletsel en zonder blijvend nekletsel (dus met ander blijvend letsel of zonder blijvend letsel). Achteraanrijdingen zijn alleen apart vermeld bij de gewonde bestuurders die niet in een ziekenhuis zijn opgenomen. Bij de ziekenhuispatiënten kwam immers geen nekletsel voor ten gevolge van achteraanrijdingen.

Tussen de verdelingen in de tabellen 13a en 13b bestaan geen significante verschillen. Op grond van die gegevens kan dus niet worden aangetoond, dat hoofddeunen effect hebben op het ontstaan van blijvend nekletsel bij gewonde autobestuurders. Hetzelfde geldt voor het effect op het ontstaan van blijvend letsel in het algemeen.

#### 4.7. Samenvatting van de analyseresultaten

Daar het onderzoekbestand met gegevens over blijvende gevolgen een steekproef is uit het oorspronkelijke bestand, zijn de resultaten uit dit hoofdstuk moeilijker te interpreteren dan die uit de hoofdstukken 2 en 3. Ze geven slechts indicaties over het probleem van letsels op de lange termijn.

De belangrijkste indicaties zijn:

- Achteraanrijdingen behoren ook wat blijvende gevolgen betreft tot de minst ernstige botstypen.
- Nekletsels leiden gemiddeld vaker tot blijvende klachten dan alle overige letsels tezamen. Maar van die overige letsels geven arm- en beenfracturen vaker aanleiding tot blijvende klachten dan nekletsel. Bovendien is blijvend nekletsel vrijwel altijd licht van aard. Het treedt minder op bij achteraanrijdingen dan bij frontale en flankbotsingen.
- Een effect van hoofdsteunen op het ontstaan van blijvend (nek)letsel bij gewonde bestuurders kan noch voor achteraanrijdingen, noch voor andere typen botsingen worden aangetoond.



## 5. CONCLUSIES

In dit consult is nagegaan in hoeverre hoofdsteunen in personenauto's de verkeersveiligheid van de inzittenden kunnen bevorderen. We hebben ons daarbij beperkt tot de bestuurders.

Geconcludeerd kan worden, dat achteraanrijdingen de minst ernstige soort botsing vormen: zij leveren minder gewonden op dan de overige typen botsingen en vrijwel geen ernstig gewonden. Hoofdsteunen worden juist bij achteraanrijdingen nuttig geacht. Ook op de langere termijn leveren achteraanrijdingen minder klachten op; bovendien zijn die klachten vrijwel altijd licht van aard. Wel treedt bij achteraanrijdingen vaker dan bij de overige botstypen nekletsel op, met name het zogenaamde whiplash-letsel, dat ontstaat doordat het hoofd naar achteren knikt. Blijvende gevolgen van nekletsel komen bij achteraanrijdingen aanzienlijk minder voor dan bij frontale en flankbotsingen - botstypen waarbij de hoofdsteun geen bescherming biedt.

Hoofdsteunen beperken de frequentie van nekletsel bij achteraanrijdingen met ca. 25%. Dit effect is te gering om voor een aanzienlijke verschuiving in het totale letselbeeld te zorgen, maar het kan de individuele bestuurder ten goede komen door het uitblijven van het meestal hinderlijke whiplash-letsel.

Op het ontstaan van blijvend (nek)letsel bij gewonden hebben hoofdsteunen geen invloed, noch bij achteraanrijdingen, noch bij andere botstypen.

Van de auto's uit het onderzoekbestand had 26% hoofdsteunen op de zitplaatsen voorin. Inmiddels is dat percentage door de verjonging van het autopark en de veelvuldige aanwezigheid in nieuwe personenauto's aanzienlijk gestegen (volgens ruwe schatting tot ca. 70% in 1982). Het is niet bekend in hoeverre de hoofdsteunen uit dit onderzoek voldeden aan de inmiddels bestaande internationale voorschriften. Deze voorschriften zijn ook thans nog niet verplicht maar er is geen reden om aan te nemen dat fabrikanten er niet vrijwillig rekening mee houden. Vanwege de voortschrijdende ontwikkeling op het hele gebied van de botsveiligheid, heeft het zin te zijner tijd door middel van nieuw onderzoek de juistheid van de hier getrokken conclusies te toetsen.

## 6. AANBEVELINGEN

Hoewel er al internationale voorschriften (ECE/EEG) bestaan voor hoofdsteunen, is een verdere verhoging van het positieve effect op de verkeersveiligheid mogelijk door een integrale aanpak van de gehele zitomgeving van de auto-inzittenden. Stoel, stoelleuning, hoofdsteun, autogordels en de bevestiging van de stoel aan de wagenvloer zijn dan als een constructief geheel te beschouwen en zouden als zodanig getest moeten worden.

Goede hoofdsteunen dienen evenals de stoelleuning waarvan zij deel uitmaken over de juiste energie-absorberende eigenschappen te beschikken. Hierdoor wordt een zo klein mogelijk terugkaatsingseffect bereikt. Ze moeten samen met de stoelleuning sterk genoeg zijn om de achterwaarts gerichte botskrachten op te vangen en mogen geen scherpe of uitstekende delen hebben, ook aan de achterzijde niet in verband met de letselkans voor achterinzittenden.

De hoofdsteunen moeten een voldoende groot dragend oppervlak hebben of voldoende afstelbaar zijn om aan gebruikers van verschillende afmetingen een juiste opvang te garanderen, waarbij het achterhoofd ruim boven het zwaartepunt wordt opgevangen. Zij mogen tenslotte geen belemmering vormen voor het uitzicht naar achteren van de bestuurder (bijvoorbeeld bij achteruitrijden). Bij hoofdsteunen voorin is dit doorgaans geen probleem. Hoofdsteunen achterin kunnen het achteruitzicht (via spiegel of direct) van de bestuurder belemmeren, ook indien geen achterpassagiers aanwezig zijn.

LITERATUUR

BAST (1976). Kopfstützen für Sitze von Personenkraftwagen. Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr, Heft 6. Bundesanstalt für Strassenwezen, Köln, 1976.

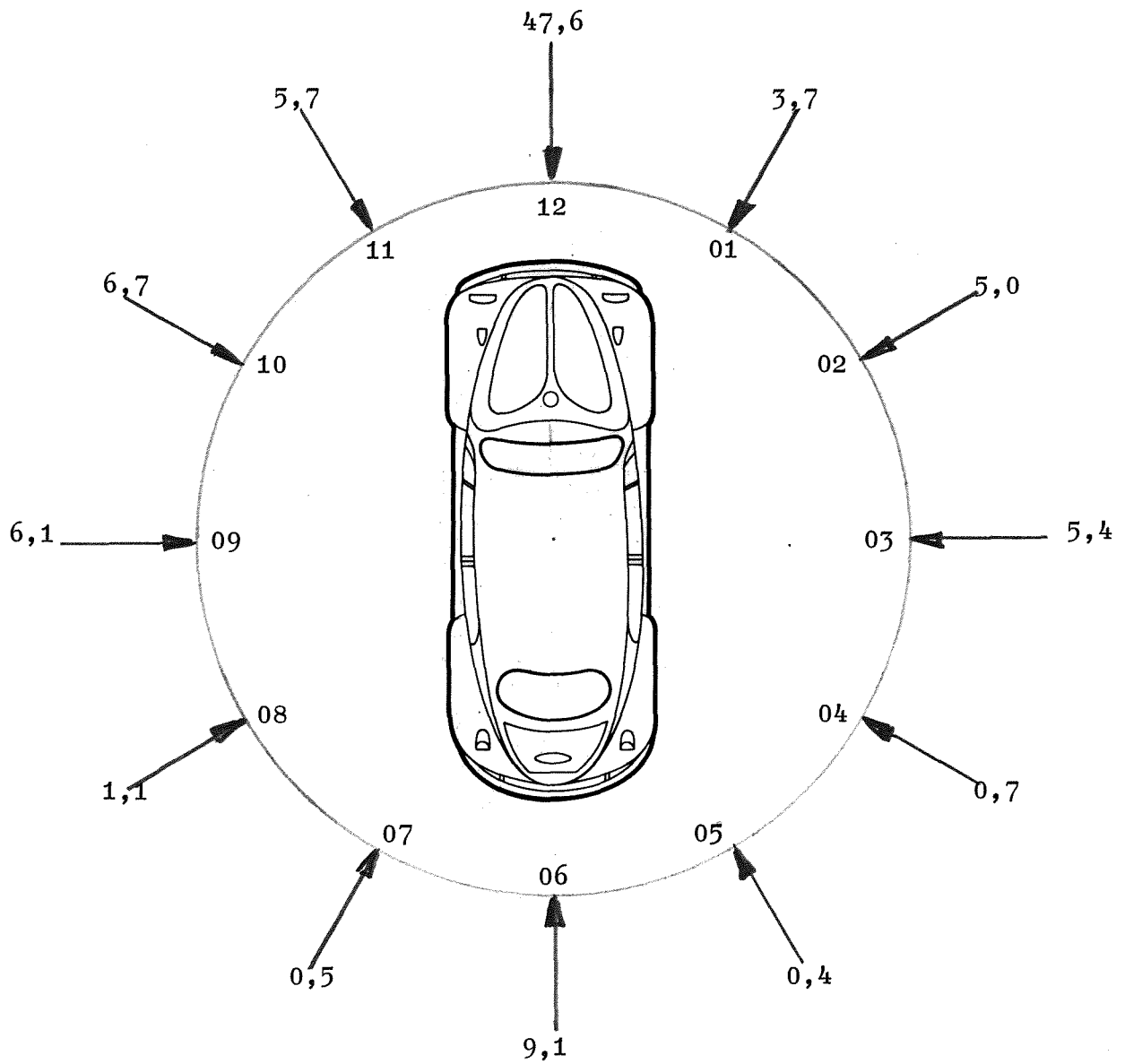
Cameron, M.H. (1980). The effect of Australian Design Rule 22 A for head restraints. Cameron & Associates, Melbourne, 1980.

Gelderman, P.W. (1975). Nekletsels. Tijdschrift voor Ziekenverpleging 28 (1975) 3: 99-115.

Jongkees, L.B.W. (1981). Cervicaal zweepslagsyndroom (whiplash). Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde 125 (1981) 45: 1817-1819.

Meier, M. (1977). Kopf- und Halsverletzungen bei Sicherheitgurten-trägern. Inaugural-Dissertation. Gerichtlich-Medizinisches Insitut der Universität Zürich, Zürich, 1977.

SWOV (1981). Voorruitent van gelaagd en gehard glas. Consult in opdracht van de Rijksdienst voor het Wegverkeer. R-81-37. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam, april 1981.



over de kop = 7,8%

Afbeelding 1. Procentuele verdeling van de botsrichtingen (8173 cases)

MAIS	achter	frontaal	flank
0	74,6	53,4	63,6
1	21,4	22,4	18,0
2	3,0	16,1	10,9
3	0,7	4,4	4,1
4/5	0,4	0,9	1,3
6	-	2,7	2,2
totaal	100% (743 cases)	100% (2138 cases)	100% (2044 cases)

Tabel 1. Verband tussen Maximum AIS (MAIS) van bestuurders en enkele typen botsingen, in procenten.

letselpatronen	achteraan- rijdingen	frontale botsingen	flank- botsingen
1. <u>schedel en hersenen</u>			
wond, contusie	5,6	7,2	8,6
hersenschudding	8,4	9,7	10,8
overig	0,4	3,2	4,3
2. <u>gelaat</u>			
wond, contusie	6,0	14,8	8,8
overig	1,2	6,4	2,5
3. <u>nek</u>			
wond, contusie	3,2	0,6	1,1
whiplash	47,6	2,7	2,4
overig	0,8	0,4	0,8
4. <u>borst</u>			
wond, contusie	5,6	12,2	11,8
overig	1,2	4,6	8,4
5. <u>buik</u>			
	0,4	2,3	2,6
6. <u>rug</u>			
	4,0	1,4	2,3
7. <u>bekken</u>			
	0,4	1,3	5,0
8. <u>armen</u>			
wond, contusie	6,0	8,1	10,7
overig	1,2	5,4	5,3
9. <u>benen</u>			
wond, contusie	8,0	12,1	10,9
overig	-	7,7	3,6
totaal letsels	100% (249)	100% (2076)	100% (1444)

Tabel 2. Letselpatroon van bestuurders bij verschillende typen botsingen.

MAIS	geen hoofdsteun	hoofdsteun
0 (niet gewond)	396 (73,3)	158 (77,8)
1	122 (22,6)	38 (18,7)
2	19 (3,5)	5 (2,5)
3 t/m 6	3 (0,6)	2 (1,0)
totaal	540 (100%)	203 (100%)

$\chi^2 = 2,341$  bij 3 vrijheidsgraden; niet significant.

Tabel 3. Letselernstverdeling van bestuurders met en zonder hoofdsteunen, bij achteraanrijdingen.

MAIS	geen hoofdsteun	hoofdsteun
0 (niet gewond)	3455 (63,0)	1286 (66,1)
1	1049 (19,1)	335 (17,2)
2	670 (12,2)	223 (11,5)
3	174 (3,2)	56 (2,9)
4/5	40 (0,7)	16 (0,8)
6	95 (1,7)	31 (1,6)
totaal	5483 (100%)	1947 (100%)

$\chi^2 = 6,379$  bij 5 vrijheidsgraden; niet significant.

Tabel 4. Letselernstverdeling van bestuurders met en zonder hoofdsteunen, bij overige botstypen.



	geen hoofdsteen	hoofdsteen
bestuurders met nekletsel	100 (18,5%)	25 (12,3%)
overigen	440 (81,5%)	178 (87,7%)
totaal	540 (100%)	203 (100%)

$\chi^2 = 4,057$  bij 1 vrijheidsgraad; significant.

Tabel 5. De aanwezigheid van nekletsel bij bestuurders met en zonder hoofdsteenen, bij achteraanrijdingen.

	geen hoofdsteen	hoofdsteen
bestuurders met nekletsel	174 (3,2%)	60 (3,1%)
overigen	5309 (96,8%)	1887 (96,9%)
totaal	5483 (100%)	1947 (100%)

$\chi^2 = 0,039$  bij 1 vrijheidsgraad; niet significant.

Tabel 6. De aanwezigheid van nekletsel bij bestuurders met en zonder hoofdsteeunen, bij overige botstypen.

letselgroep	geen hoofdsteun	hoofdsteun
schedel en hersenen	26 (14%)	10 (16%)
gelaat	14 (7%)	4 (6%)
nek	102 (55%)	25 (40%)
borst en buik	15 (8%)	3 (5%)
rug en bekken		4 (6%)
armen	9 (5%)	9 (15%)
benen	14 (7%)	7 (11%)
overig	1	
totaal letsels	187 (100%)	62 (100%)

$\chi^2 = 10,78$  bij 6 vrijheidsgraden; niet significant.

Tabel 7. Letselpatroon (extra verkort weergegeven) van bestuurders met en zonder hoofdsteun, bij achteraanrijdingen.

letselgroep	geen hoofdsteen	hoofdsteen
schedel en hersenen	866 (21,9%)	321 (24,1%)
gelaat	658 (16,6%)	210 (15,8%)
nek	189 (4,8%)	64 (4,8%)
borst	665 (16,8%)	226 (17,0%)
buik	115 (2,9%)	29 (2,2%)
rug	86 (2,2%)	34 (2,6%)
bekken	80 (2,2%)	27 (2,0%)
armen	568 (14,4%)	198 (14,9%)
benen	716 (18,1%)	218 (16,4%)
overig	13	4
<b>totaal letsels</b>	<b>3956 (100%)</b>	<b>1331 (100%)</b>

$\chi^2 = 7,11$  bij 9 vrijheidsgraden; niet significant.

Tabel 8. Letselpatroon (extra verkort weergegeven) van bestuurders met en zonder hoofdsteen, bij overige botstypen.

botstypen	blijvende gevolgen			totaal
	geen	lichte klachten	zware klachten	
frontaal	273 (68%)	116 (29%)	11 (3%)	400 (56%)
flank	132 (73%)	47 (26%)	2 (1%)	181 (25%)
achter	64 (80%)	14 (18%)	2 (3%)	80 (11%)
overig*	43 (77%)	12 (21%)	1 (2%)	56 (8%)
totaal	512 (71%)	189 (26%)	16 (2%)	717 (100%)

\*voornamelijk over de kop

Tabel 9a. Blijvende gevolgen bij gewonde, niet in een ziekenhuis opgenomen bestuurders; voor verschillende botstypen.

botstypen	blijvende gevolgen			totaal
	geen	lichte klachten	zware klachten	
frontaal	120 (40%)	120 (40%)	57 (19%)	297 (59%)
flank	64 (44%)	57 (39%)	24 (17%)	145 (29%)
achter	4 (80%)	1 (20%)	-	5 (1%)
overig*	29 (51%)	17 (30%)	11 (19%)	57 (11%)
totaal	217 (43%)	195 (39%)	92 (18%)	504 (100%)

\*voornamelijk over de kop

Tabel 9b. Blijvende gevolgen bij ziekenhuispatiënten; voor verschillende botstypen.

hoofdgroep blijvend letsel	frontale botsingen	flank- botsingen	achter- aanrijdingen	overig <sup>*</sup>	totaal
schedel/hersenen	22 (5,5%)	10 (5,5%)	2 (2,5%)	4 (7,1%)	38 (5,3%)
gelaat	10 (2,5%)	3 (1,7%)	1 (1,3%)	1 (1,8%)	15 (2,1%)
hals/nek	14 (3,5%)	10 (5,5%)	6 (7,5%)	3 (5,4%)	33 (4,6%)
borst	11 (2,8%)	5 (2,8%)	-	-	16 (2,2%)
buik	2 (0,5%)	-	-	-	2 (0,3%)
rug	8 (2,0%)	4 (2,2%)	4 (5,0%)	1 (1,8%)	17 (2,4%)
bekken	1 (0,3%)	-	-	-	1 (0,1%)
armen	27 (6,8%)	8 (4,4%)	2 (2,5%)	3 (5,4%)	40 (5,6%)
benen	31 (7,8%)	8 (4,4%)	1 (1,3%)	1 (1,8%)	41 (5,7%)
onbekend	1 (0,3%)	1 (0,6%)	-	-	2 (0,3%)
geen blijvend letsel	283 (70,8%)	132 (72,9%)	64 (80,0%)	43 (76,8%)	512 (71,4%)
totaal	400 (100%)	181 (100%)	80 (100%)	56 (100%)	717 (100%)

\*voornamelijk over de kop

Tabel 10a. Patroon van de blijvende letsels bij gewonde, niet in een ziekenhuis opgenomen bestuurders; voor verschillende botstypen.

hoofdgroep blijvend letsel	frontale botsingen	flank- botsingen	achter- aanrijdingen	overig <sup>*</sup>	totaal
schedel/hersenen	28 (9,4%)	9 (6,2%)	-	5 (8,8%)	42 (8,3%)
gelaat	29 (9,8%)	8 (5,5%)	-	2 (3,5%)	39 (7,7%)
hals/nek	5 (1,7%)	1 (0,7%)	-	3 (5,3%)	9 (1,8%)
borst	12 (4,0%)	12 (8,3%)	-	-	24 (4,8%)
buik	3 (1,0%)	2 (1,4%)	-	-	5 (1,0%)
rug	5 (1,7%)	2 (1,4%)	-	1 (1,8%)	8 (1,6%)
bekken	2 (0,7%)	11 (7,6%)	-	2 (3,5%)	15 (3,0%)
armen	14 (4,7%)	14 (9,7%)	-	4 (7,0%)	32 (6,3%)
benen	74 (24,9)	19 (13,6%)	1 (20,0%)	8 (14,0%)	102 (20,2%)
onbekend	5 (1,7%)	3 (2,1%)	-	2 (3,5%)	10 (2,0%)
geen blijvend letsel	120 (40,4%)	64 (44,1%)	4 (80,0%)	30 (52,6%)	218 (43,3%)
totaal	297 (100%)	145 (100%)	5 (100%)	57 (100%)	504 (100%)

<sup>\*</sup>voornamelijk over de kop

Tabel 10b. Patroon van de blijvende letsels bij ziekenhuispatiënten; voor verschillende botstypen.



	oorspronkelijk letsel	blijvend letsel	percentage blijvend letsel
alle nekletsels	143	33	23,1%
waarvan bij:			
frontale botsingen	52	14	27%
flankbotsingen	18	10	56%
achteraanrijdingen	62	6	10%
overige botstypen	11	3	27%
alle overige letsels	1019	172	16,9%
waarvan o.a.:			
arm- en beenfracturen	54	18	33%
hersenschuddingen	92	20	22%
gelaats- en hoofdwonden	293	25	9%
totaal	1162	205	17,6%

Tabel 11a. Verband tussen oorspronkelijke en blijvende letsels van gewonde, niet in een ziekenhuis opgenomen bestuurders.

	oorspronkelijk letsel	blijvend letsel	percentage blijvend letsel
alle nekletsels	25	9	36,0%
waarvan bij:			
frontale botsingen	11	5	45%
flankbotsingen	9	1	11%
achteraanrijdingen	-	-	-
overige botstypen	5	3	60%
alle overige letsels	1357	277	20,4%
waarvan o.a.:			
arm- en beenfracturen	238	112	47%
hersenschuddingen	206	28	13%
gelaats- en hoofdwonden	210	22	11%
totaal	1382	286	20,7%

Tabel 11b. Verband tussen oorspronkelijke en blijvende letsels van ziekenhuispatiënten.

soort blijvend nekletsel	achter- aanrijdingen	overige botstypen	totaal
contusie/gewond	-	4	4
whiplash	6	23	29
fractuur	-	-	-
ernstige halswond	-	-	-
totaal	6	27	33

Tabel 12a. Soorten blijvend nekletsel bij gewonde, niet in een ziekenhuis opgenomen bestuurders; voor achteraanrijdingen en overige botstypen.

soort blijvend nekletsel	frontale botsingen	flank- botsingen	overige botstypen	totaal
contusie/wond	-	-	1	1
whiplash	2	-	1	3
fractuur	3	-	1	4
ernstige halswond	-	1	-	1
totaal	5	1	3	9

Tabel 12b. Soorten blijvend nekletsel bij ziekenhuispatiënten; voor verschillende botstypen.

	achteraanrijdingen		overige botstypen	
	geen hoofdsteun	hoofdsteun	geen hoofdsteun	hoofdsteun
geen blijvend gevolg	47 (80%)	17 (80%)	319 (69,7%)	129 (71,1%)
geen blijvend nekletsel	8 (14%)	2 (10%)	119 (26,6%)	43 (24,0%)
blijvend nekletsel	4 (7%)	2 (10%)	20 (4,4%)	7 (3,9%)

$\chi^2 = 0,360$  bij 2 vrijheids-  
graden; niet significant

$\chi^2 = 0,364$  bij 2 vrijheids-  
graden; niet significant

Tabel 13a. Het effect van hoofdsteunen op blijvend nekletsel bij gewonde, niet in een ziekenhuis opgenomen bestuurders; voor achteraanrijdingen en overige botstypen.

	geen hoofdsteun	hoofdsteun
geen blijvend letsel	180 (44,7%)	38 (38%)
geen blijvend nekletsel	215 (53,3%)	62 (61%)
blijvend nekletsel	8 (2,0%)	1 (1%)

$\chi^2 = 2,322$  bij 2 vrijheidsgraden; niet significant

Tabel 13b. Het effect van hoofdsteunen op blijvend nekletsel bij ziekenhuispatiënten; voor alle botstypen tezamen.