

# Behandeling van verkeersslachtoffers tijdens „het eerste uur“ (3)\*

DOOR DR. J. DIJKSTRA, CHIRURG TE WOERDEN

## *Aspecten van de praktische toepassing der eerste hulp voor en tijdens het vervoer van verkeersslachtoffers*

De wetenschap der traumatologie heeft gedurende de laatste jaren een enorme vlucht genomen. Voor een belangrijk deel is dit te danken aan ervaringen, opgedaan tijdens de tweede wereldoorlog en gedurende de strijd in Korea. Maar ook nadien hebben kliniek en laboratorium zich beijverd de vele geheimen te doorgronden, verbonden aan de uiterst ingewikkelde pathofysiologie van ernstig op het menselijk lichaam inwerkend trauma, teneinde te komen tot een doelmatiger, op gezonde fysiologische principes berustende behandeling van de getroffen. De over de gehele wereld waarneembare toename van het aantal doden en gewonden in en door het wegverkeer heeft daarbij als aansporing gediend. Hoewel veel nog verborgen is gebleven en heden ten dage overal onderwerp is van naarstig klinisch en experimenteel researchwerk, kunnen wij toch vaststellen, dat dank zij de arbeid van velen de inzichten en derhalve de therapeutische mogelijkheden ten aanzien van ernstige verwondingen gedurende de tien achter ons liggende jaren aanzienlijk zijn verbeterd. In het bijzonder denk ik in dit verband aan de slachtoffers van het wegverkeer, bij wie immers de aanwezigheid van multipele, op zichzelf reeds levensgevaarlijke letsels tegenwoordig meer regel dan uitzondering is. Het is daarom betreurenswaardig, dat een essentieel onderdeel der ongevallengeneeskunde, betrekking hebbende op de eerste hulpverlening en het gewondenvervoer, in medische kringen nog altijd niet de belangstelling geniet, welke het verdient, en derhalve in het geheel van deze wetenschap een achterstand vertoont. De algemeen (ook door de overheid) gestelde eisen aan de klinische behandeling enerzijds en de extraklinische gewondenverzorging anderzijds lopen nog sterk uiteen.

Aangezien echter het welslagen der behandeling van een zwaar gewonde quoad vitam zowel als quoad validitatem mede en zeker niet in de laatste plaats afhankelijk is van de aard der toegepaste eerste hulp, is het een eis van de eerste orde de organisatie en de praktische uitvoering van deze hulpverlening te richten naar de heden ten dage geldende opvattingen in de verkeerstraumatologie.

Wij moeten vooropstellen, dat het doel van de voorlopige zowel als van de definitieve behandeling van een gewonde bestaat uit drie componenten, te

weten: zijn leven redden, zijn weefsels sparen, en streven naar behoud van functie van deze weefsels. Wij kunnen dan — in het licht van de verbeterde inzichten in fysiologie en pathofysiologie van respiratie en circulatie en in de biomechanica van het vervoer — stellen, dat inadequate eerste hulpverlening en onoordeelkundig vervoer de kans van de getroffen het ziekenhuis levend te bereiken respectievelijk gunstig te reageren op de daar in te stellen meer doeltreffende, definitieve behandeling, aanzienlijk verminderen. Evenzeer geldt dit, zo de patiënt in leven blijft, voor de kansen op behoud van vorm en functie van gekwetste lichaamsdelen. Evenals de resuscitatie begint derhalve ook de revalidatie op de plaats van het ongeval (*Muntendam 1964, Breslau 1964*). Vergelijkend cijfermateriaal ter staving van deze stelling kan uiteraard moeilijk worden aangevoerd. Maar de statistische bevinding, ook buiten Nederland (*Arnaud 1961, C.B.S. 1963, Aarts 1963, Gissane 1963*), dat de helft der verkeersdoden overlijdt, voordat klinische hulp kan worden geboden, moet op zichzelf reeds aanleiding zijn tot duchtig beraad over noodzakelijk aan te brengen verbeteringen in de organisatie en de praktische uitvoering van de vroege medische behandeling van de ongevalspatiënt. Hierbij dringen zich de volgende vraagstukken aan ons op:

A Op welke wijze dient de eerste medische hulpverlening aan de verkeersweg te worden georganiseerd?

B Met welke hulpmiddelen ter respiratoire en circulatoire resuscitatie behoort de „klassieke” uitrusting van de ambulancewagen te worden aangevuld en wat zijn de indicaties en toepassingswijzen hiervan?

C Aan welke eisen moet in verband met het sub B gestelde het personeel van de ziekenwagen voldoen?

D Welke voorwaarden gelden voor bouw en inrichting van de moderne ambulancewagen?

E Hoe dient het transport als zodanig te worden uitgevoerd?

### A. *Organisatie van de eerste hulpverlening langs „de weg”*

Voor een vlotte en doelmatige uitvoering van de eerste medische verzorging van verkeersslachtoffers is een organisatie in groter verband onmisbaar. Voor de oplossing van de daaraan verbonden problemen staan ons in het algemeen drie wegen open. Een snel en feilloos werkend alarmeringssysteem is imperatief voor elke vorm van geregelde hulpverle-

\* Voor 1 en 2 zie (1964) huisarts en wetenschap 7, 120 en 171.

ning. Dit moet gewestelijk worden opgebouwd rondom de onmisbare centraalpost, welke direct telefonisch bereikbaar is, zowel via een gewoon telefoontoestel (landelijk onder een uniform nummer) als via telefoonposten langs de wegen. De eerste hulpverlening kan dan in regionale coördinatie als volgt worden georganiseerd:

a Volgens het zogenaamde rendez-vous-systeem worden een in eerste hulp speciaal geschoolde medicus en de ambulancewagen gelijktijdig gesignaleerd (een mobilfooninstallatie is voor beide noodzakelijk), waarna beide onafhankelijk van elkaar zich naar de plaats van het ongeval spoeden. Voorwaarde bij deze organisatievorm is, dat de arts, voor het geval hij als eerste de onheilsplaats bereikt, onmiddellijk kan beschikken over door hem zelf mee te voeren draagbare hulpmiddelen ter resuscitatie, in het bijzonder de in de volgende bladzijden te bespreken beademingsballon en afzuigpomp. Is het ogenblik van het rendez-vous daar, dan wordt hij door de apparatuur van de ziekenwagen en door de hulp van het personeel hiervan in staat gesteld een efficiënter behandeling toe te passen.

Bij levensbedreigende posttraumatische toestanden kan en moet de verantwoordelijkheid der preklinische urgentiebehandeling, overeenkomstig de medische opvattingen betreffende de klinische behandeling, niet door de verpleger of E.H.B.O.-er worden gedragen, doch enkel en alleen door de ervaren ongevallearts, zonder dat deze specialist in de chirurgie behoeft te zijn. Dit zal na kennisname van de fysiologische grondslagen van deze therapie (hoofdstuk II) alsmede van de mogelijkheden en de problematiek hiervan (zie verder sub B) geen punt van discussie zijn en vormt derhalve het uitgangspunt van het hierboven gestelde.

b De medicus rijdt op de ambulancewagen mee en behoort dus tot de equipage hiervan.

c Volgens Duits voorbeeld (bijvoorbeeld de „Klinomobil” van Keulen en Heidelberg) wordt een rijdende operatiekamer ingezet met een specialistisch team aan boord, dat kleinere levensreddende ingrepen ter plaatse van het ongeval kan verrichten.

Elk land nu tracht uit deze mogelijkheden de keuze te doen, welke — gezien zijn topografie, bevolkingsdichtheid, frequentie en spreiding der ongevallen, verdeling medische centra enzovoort — het doelmatigst lijkt. Mede op grond van buitenlandse ervaringen meen ik, dat voor de „periferie” van ons land het rendez-vous-systeem moet worden verkozen. In grote steden met eigen, onder de G.G. en G.D. ressorterende, eveneens regionaal opererende Ongevallendienst verdient daarentegen het sub b genoemde systeem de voorkeur. Dat hier de patiënt in het algemeen binnen kortere tijd naar de kliniek kan worden vervoerd, maakt stellig de ongevallearts niet overbodig. De mortaliteit tijdens „het eerste uur” ligt in de grote stad niet gunstiger dan elders. Trouwens de stelling, dat ieder verkeersslachtoffer recht heeft op deskundige *medische*

verzorging vóór en tijdens het ondergaan van het transporttrauma, kent geen wetenschappelijk verdedigbare uitzondering.

Voor de „Klinomobil” is naar mijn mening in ons land geen emplot, mits het gewondentransport aan de in dit hoofdstuk beschreven voorwaarden voldoet.

Kan in de toekomst een landelijke regeling worden getroffen ter verwezenlijking van effectieve regionale hulpverlening als boven bedoeld, dan zou ik er op willen aandringen, dat slechts die medici het artsenembleem op hun auto voeren, wier kennis en uitrusting voldoen aan de voor de moderne eerste hulpverlening gestelde normen.

Ten aanzien van de organisatie der hulpverlening bij massaongevallen en rampen, welke uiteraard buiten het kader van deze bespreking valt, moge ik volledigheidshalve verwijzen naar de publikaties van *Grond* en *Neuberger* (1962), van *Neuberger* en *Grond* (1963) en van *Koopal* (1963). Hierbij kan inschakeling van rijdende operatiekamers en heli-copters (*Von Eichler* 1963) grote voordelen bieden. Men moet dan echter wel bedenken, dat transport door de lucht, indien geen gebruik wordt gemaakt van een drukcabine, bij toestanden van kritieke hypoxie, in het bijzonder bij aanwezigheid van pneumothorax, pneumocephalus of coma met neiging tot obstructie van de bovenste luchtweg, onder invloed van de verlaging van de atmosferische druk respectievelijk van de  $pO_2$  van de inademingslucht grote gevaren met zich mee kan brengen (*Langdon* 1962).

#### B. Uitrusting van de ambulancewagen

Tot de frequentste doodsoorzaken bij verkeersongevallen behoren cranio-cerebrale verwonding, thoraxletsel en abundant inwendig bloed- of plas-maverlies (fracturen, crush, buikletsels), welke vaak in combinatie met elkaar voorkomen. Niet ieder beseft nog voldoende, dat bij vele van deze — door meer of minder spoedig na het ongeval intredende respiratie- en/of circulatie-insufficiëntie — levensbedreigende toestanden met behulp van resuscitatie maatregelen, ingezet ter plaatse van het ongeval en voortgezet tijdens het vervoer van de gewonde, de resulterende letale hypoxie van cerebrum en myocard dusdanig kan worden bestreden, dat het slachtoffer de extraklinische fase overleeft en nog gunstig reageert op meer efficiënte resuscitatie-methoden in het ziekenhuis.

Voor doelmatige uitvoering van deze urgentiebehandeling vóór en tijdens het transport is het imperatief, dat de ambulancewagen wordt uitgerust met de volgende hulpmiddelen ter respiratoire en circulatoire resuscitatie:

- 1 Zuigapparatuur.
- 2 Zuurstofcilinder.
- 3 Beademingsapparatuur.
- 4 Infusievloeistoffen met toedieningssytemen.

In de volgende bladzijden zullen de indicaties

hiervan beknopt en de toepassingswijzen uitvoeri-  
ger worden besproken.

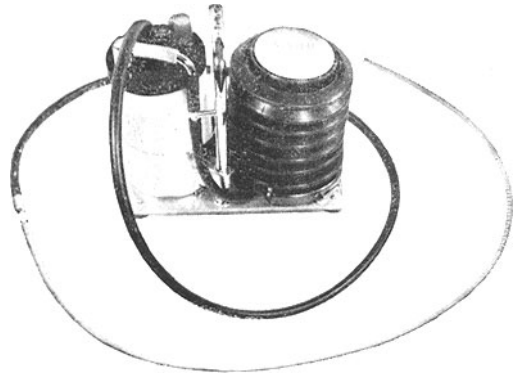
### I *Respiratoire resuscitatie*

1 *Vrijmaken en vrijhouden van de bovenste luchtweg.* Als eerste voorwaarde voor doelmatige respiratoire resuscitatie geldt, evenals bij de preventie van asfyxie, het vrijmaken en vrijhouden van de bovenste luchtweg, dat is het gedeelte van de ademhalingsweg boven de glottis. Dit kan worden bereikt door de patiënt in een bepaalde houding te brengen en door afzuiging van obstruerend materiaal.

Belemmering van de luchtpassage, hetzij door de tong (berucht bij patiënten met gestoord bewustzijn bij spontane ademhaling) hetzij door andere oorzaak, is herkenbaar aan de bewegingen van de borstkas. Doordat de inademing relatief sterker is bemoeilijkt dan de uitademing, ontstaat inspiratoire intrekking van de fossa suprasternalis. In deze gevallen kan zijligging van het slachtoffer een gunstige invloed op de ademhaling uitoefenen; bovendien is deze ligging van belang met het oog op mogelijke aspiratie van speeksel, bloed of braaksel. Buikligging is hier in het algemeen gecontraïndiceerd. Niet alleen biedt zij geen waarborg voor een open luchtweg, maar zij kan ook gevaarlijk zijn, juist bij onze verkeersslachtoffers met veelal multiple verwondingen, bij wie, zeker wanneer zij bewusteloos zijn, een intrathoracal of intraabdominaal letsel nimmer met zekerheid kan worden uitgesloten. Buikligging zou in dergelijke gevallen de toch al bemoeilijkte respiratie nog meer belemmeren met verhoogde kans op hypoxemie.

Zowel bij rugligging als bij zijligging van de bewusteloze wordt het lumen van de pharynx ter plaatse van de tongbasis en van de epiglottis aanmerkelijk verruimd door de handgreep van Safar-Ruben, waarbij het hoofd van de patiënt naar achteren wordt gebogen door hyperextensie van de halswervelkolom en daarna de mond wordt gesloten. De hand, welke beide handelingen in één greep uitvoert, kan zondig de onderkaak nog naar voren brengen. Hetzelfde resultaat kan men bereiken door inbrengen van een Mayo-tube of door middel van tongtractie, beide bij voorkeur weer in zijligging.

Speeksel, slijm, bloed en braaksel, welke bij aspiratie tevens oorzaak zijn van obstructie van de diepere luchtwegen, dienen onmiddellijk (intermitterend of permanent) uit mond, neus en pharynx te worden afgezogen. Behandeling ook van langzaam progressieve asfyxie gedooft geen uitstel wegens het spoedig intreden van secundaire, met de algemene hypoxie (myocard, capillairwand, metabole acidose) samenhangende hemodynamische storingen, welke culminereren in hypoxemische shock, met steeds sterker dreigend gevaar van dodelijke hersenanoxie, en voorts wegens de bij cerebraal letsel in het bijzonder funest werkende verhoging van de intracraniale druk door hersenoedeem (hypoxie van de capillairwand), vasodilatatie in cerebro (hy-



*Figuur 1. Draagbare zuigpomp met opvangfles*

percapnie) en verhoogde intrathoracale veneuze druk. De medicus heeft hierbij dan ook geen seconde te verliezen. Hij moet derhalve, zolang hij nog niet kan beschikken over de zuigapparatuur van de tevens gealarmeerde ambulancewagens, ter aspiratie van de bovenste luchtweg, gebruik maken van meer eenvoudige hulpmiddelen, zoals blaas-spuit of slijmzuiger met glazen bolletje, overbekend in de obstetrie. Doelmatiger echter is de draagbare *AMBU-zuigpomp* (importeur: Labaz), die met de hand of met de voet wordt bediend en die een negatieve druk kan ontwikkelen van 300 mm kwik. Deze vormt dan ook een onmisbaar onderdeel van de uitrusting van de ongevallenarts (*figuur 1*).

Deze draagbare zuigpomp behoort óók thuis in de armatuur van de ambulance, hier evenwel als aanvulling van andere apparatuur, welke de zuigkracht ontleent aan *zuurstofcilinder* óf *elektrische installatie* óf *automotor*. Hiermee kan zonder mankracht de afzuiging beter worden gedoseerd en is regelmatig aspiratie mogelijk.

De eerstgenoemde methode, welke in de anesthesie ruime toepassing vindt, maakt gebruik van een gasinjectiezuiger. Deze is als tweede aftakking gemonteerd op het reduceerventiel van de zuurstofcilinder en is bijzonderlijk regelbaar. Zij werkt volgens het principe van de waterstraalluchtpomp. Aan dit gecombineerde zuurstoftherapie/afzuigapparaat (bijvoorbeeld Loosco Theravac; maximale negatieve druk 450 mm kwik) kleeft het bezwaar van hoog zuurstofverbruik (reservecilinders!).

De elektrische zuigpomp en de op het vacuüm van de automotor aangesloten zuiginstallatie lenen zich beter voor ons doel. Deze systemen moeten snel een negatieve druk kunnen ontwikkelen van 400 à 500 mm kwik, omdat deze gewenst kan zijn ter incidentele verwijdering van slijmproducten met hoge viscositeit. Voor een adequate reiniging van de bovenste luchtweg is echter in de regel reeds de helft van deze druk voldoende, terwijl onnodig en overmatig gebruik van grotere zuigkracht lesies ten gevolge kan hebben. Deze kracht moet dus regelbaar zijn.

De naar de opvangfles leidende zuigslang verbindt men via een glazen Y-stukje met een nelatoncatheter (Ch. 12-16), welke aan het einde is voor-

zien van twee schuin tegenover elkaar liggende zijdelinge openingen. Het glazen driewegstuk dient ter visuele controle van de passage van het geaspireerde materiaal, terwijl de vrijblijvende derde poot tijdens het nasaal inbrengen van de catheter vrij met de buitenatmosfeer in verbinding blijft en pas door een vinger van de helper wordt afgesloten, zodra de catheter na het ontmoeten van weerstand in draaiende beweging langzaam wordt teruggetrokken. Aldus wordt voorkomen, dat deze zich tijdens het inbrengen vastzuigt aan de wand van de neuskeelholte. Ook de mond(keel)holte laat zich na digitaal uitvegen op deze wijze reinigen, hoewel voor dit doel aan een metalen zuigcanule de voorkeur moet worden gegeven.

Wanneer de nelatoncatheter op geleide van de door de mond ingebrachte wijsvinger kan worden opgeschoven tot in larynx en trachea, mag de gebezigde negatieve druk zeker de 300 mm kwik niet overschrijden wegens gevaar van optreden van longatelectase. Het ontstaan hiervan wordt nog bevorderd door gebruik van catheters met grotere diameter dan bovengenoemd. Ter bepaling van de juiste uitwendige diameter van de trachea-catheter wordt dan ook wel gesteld, dat deze kleiner moet zijn dan de helft van de uitwendige diameter van de trachea.

Dat er gezien de ongunstige omstandigheden in de praktijk weinig terecht zal komen van een aseptische trachea-afzuiging laat zich denken. Desondanks lijkt het mij toch aangewezen voor dit doel uitsluitend gebruik te maken van steriele catheters.

Het verrichten van *tracheotomie* met tracheobronchiaaltoilet — in de kliniek zo waardevol en vaak levensreddend bij patiënten met thorax-, hersen- of hoog ruggemergsletsel — mag niet worden gerekend tot de behandelingsmethoden van de eerste medische hulp ter plaatse van het ongeval. Deze ingreep, die zelfs bij uitvoering in het ziekenhuis een relatief groot aantal postoperatieve complicaties geeft, is een spoedoperatie, welke op de operatiekamer thuis behoort (*Gaisford* en *White* 1962, *Glas* e.a. 1962, *Oliver* c.s. 1962). Ook punctie van de membrana crico-thyreoidea brengt te veel gevaren met zich mee.

Gunstiger ligt dit voor de *endotracheale intubatie*, welke eveneens, zij het in mindere mate dan tracheotomie, efficiënter afzuiging en zuurstofbeademing mogelijk maakt en welke techniek iedere eerste hulparts zich in de toekomst eigen zal dienen te maken. Hoewel hiervan thans nog geen sprake is, moet toch nu reeds door toevoeging van een intubatiebestek aan de ambulance-uitrusting en door het scheppen van gunstige ruimtelijke verhoudingen in het ziekenwageninterieur aan medici, die met intubatie vertrouwd zijn, gelegenheid tot toepassing van deze urgentiebehandeling worden geboden.

**2 Zuurstoftherapie.** De fundamentele indicatie van zuurstoftherapie wordt gevormd door onvoldoende weefseloxygenatie, dus hypoxie, ongeacht of deze haar oorsprong vindt in primair inadequate

respiratiefunctie (hypoxemie), zoals bij cerebrale en thoracale letsels, dan wel in primaire circulatiedecompensatie, zoals bij hemorragie en crush-verwondingen (zie het schema blz. 172 hoofdstuk 2).

Bij de evaluatie van de algemene toestand en derhalve van de algemene weefseloxygenatie van een zwaar gewonde patiënt laten de bekendste klinische verschijnselen van hypoxie door hypoxemie bij onvoldoende ademhalingsfunctie, te weten dyspnoe en cyanose, ons vaak in de steek. Dit is begrijpelijk, immers door dezelfde oorzaken, waardoor zij ontbreken bij hypoxie van primair circulatoire oorsprong, verdwijnen zij bij respiratie-insufficiëntie, zodra een dusdanige mate van hypoxie is ontstaan, dat hersencentra en circulatie niet meer voldoende functioneren. Betrouwbare criteria van hypoxie, van welke oorsprong dan ook, zijn de *tachycardie* en de *psychische veranderingen* (onrust, angst, verwardheid, sufheid en coma). Vooral het laatstgenoemde symptoom kan echter gemakkelijk abusievelijk worden toegeschreven aan andere oorzaken dan hypoxia cerebri.

Wanneer wij van het minst ongunstige geval uitgaan, namelijk dat het slachtoffer met ernstige algemene hypoxie door respiratoire en/of cardiovasculaire stoornissen nog een spontane ademhaling vertoont, dan staan ons drie methoden ten dienste ter verhoging van de zuurstofconcentratie en derhalve van de  $pO_2$  van de inademiingslucht, te weten de *neuscatheter*, de dubbele *neuscanule* of *zuurstofbril* en het *zuurstofmasker*. Welk toedieningssysteem men ook gebruikt, het verdient zelfs bij kortdurende behandeling aanbeveling tussen de zuurstofcilinder en het gekozen systeem een bevochtiger te plaatsen in de vorm van een fles, waarin de zuurstof door water wordt geleid. De hoeveelheid per minuut uitstromend gas leest men af op de flowmeter van het op de zuurstofcilinder aangesloten reduceerventiel, dat de zuurstofspanning in de cilinder (150 A) verlaagt tot bijvoorbeeld 2 A. Het is dus onder deze gereduceerde spanning, dat de zuurstof de cilinder verlaat.

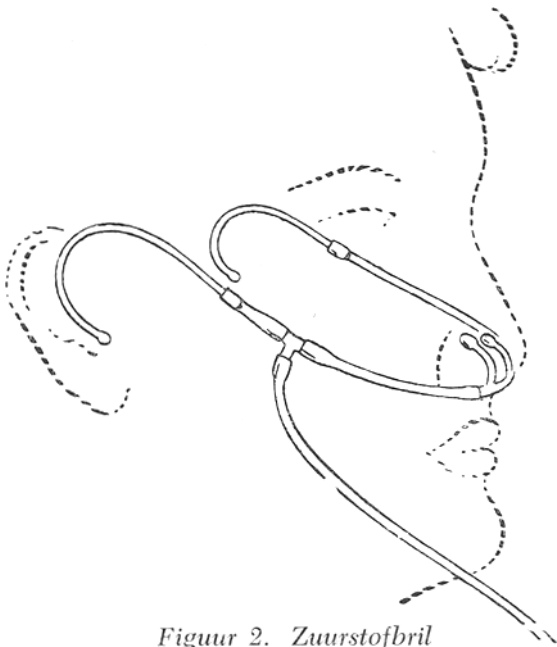
In doelmatigheid zijn de drie genoemde toedieningswijzen ongeveer gelijkwaardig. Zoals uit experimenteel onderzoek door *Kory* e.a. (1962) bij gezonde mannelijke vrijwilligers is gebleken, kan met behulp van deze methoden bij een zuurstoftoevoer, variërende van 4-10 liter per minuut, de zuurstofconcentratie van de alveolairlucht worden verhoogd tot 30 à 50 procent (normaal circa 14 procent).

Daar het masker, ook wanneer het losjes wordt bevestigd of vastgehouden, door patiënten met normaal of enigermate verlaagd bewustzijnsniveau slecht wordt verdragen en bovendien voor de helper moeilijk hanteerbaar is, staat deze toepassingswijze van de zuurstoftherapie voor ons doel op de laatste plaats.

Gemakkelijker uitvoerbaar is toediening per dubbele neuscanule met voorhoofdsband of per zuurstofbril, waarbij twee omgebogen canules de neusvleugels omgrijpen en de zuurstof in de neusholtes blazen (*figuur 2*). Merkwaardig is, dat het werk van

Kory heeft uitgewezen, dat het nuttig effect van deze nasale zuurstofapplicatie, althans bij proefpersonen, van dezelfde grootteorde is als bij orale ademhaling.

Wanneer het door de patiënt wordt verdragen, zoals in geval van bewusteloosheid, stelle men de flowmeter in op 6 à 8 liter zuurstof per minuut. In het gunstigste geval kan dan bij een pulmonale ventilatie van gemiddelde grootte de zuurstofconcentratie van de inademingslucht tot maximaal 50 procent stijgen, welk percentage ook bij langdurige toediening geen schade berokkent. Verdraagt het slachtoffer slechts een dosering van 4 à 6 liter per



Figuur 2. Zuurstofbril

minuut, dan bedraagt deze waarde hoogstens 30 à 40 procent.

Brengt toediening door middel van dubbele neuscanule of zuurstofbril geen bijzondere gevaren met zich mee, zelfs niet bij hoge dosering, dit kan niet gezegd worden van de eveneens gemakkelijk uitvoerbare zuurstoftherapie per neuscatheter. Deze methode kan namelijk langs twee wegen aanleiding geven tot *acute maagdilataatie* (Morris c.s. 1947, Marrs e.a. 1958), een verwikkeling, welke door druk op de vena cava inferior, diafragmahoogstand en vagusprikkeling oorzaak is van toenemende en bij miskennis fatale verergering van reeds bestaande respiratie- en circulatiestoornissen.

In de eerste plaats dreigt dit gevaar, wanneer door te hoge instelling van de flowmeter of door te ver inbrengen van de neuscatheter de intrafaryngeale druk dusdanig stijgt, dat de oesofagussfincter (*M. constrictor pharyngis inf.*) wordt doorbroken. Dit gevaar dreigt vooral als de mondholte en de andere neusholte door bloed of slijm of in geval

van bewusteloosheid door de naar achteren gezakte tong geheel of gedeeltelijk verstopt zijn en zodoende niet als veiligheidsklep dienst kunnen doen. De zuurstof vindt dan gemakkelijk zijn weg naar de maag, bij ontbreken van intrathoracale drukverhoging geholpen door de tijdens de inademing in oesofagus en maag heersende negatieve druk.

Om het optreden van maagdilataatie tot een minimum te beperken, dient bij de nasofaryngeale zuurstoftoediening ten minste aan de volgende voorwaarden te worden voldaan:

a de top van de neuscatheter moet op het zachte verhemelte liggen en mag de huig niet passeren;

b de farynx moet via mondholte of andere neusholte in vrije verbinding met de buitenwereld staan;

c indien ten aanzien van het sub b gestelde geen zekerheid bestaat, hetgeen vooral bij bewustelozen mogelijk is, stelle men de zuurstofflowmeter nimmer hoger dan 1½ à 2 liter per minuut. Dit brengt echter met zich mee, dat dan de zuurstofconcentratie in de alveolairlucht in het gunstigste geval tot ten hoogste 20 procent kan worden opgevoerd.

Zelfs al is aan deze essentiële voorwaarden voldaan, dan dient men bij patiënten met niet of weinig verlaagd bewustzijnsniveau en bloeding in mond- of keelholte, bijvoorbeeld bij facio-maxillaire verwondingen, er nog op verdacht te zijn, dat door zich steeds herhalende slikbewegingen naast bloed ook grote hoeveelheden nasofaryngeaal toegediende zuurstof kunnen worden ingeslikt, hetgeen eveneens voert tot acute maagdilataatie. Deze verwikkeling treedt bij aanhoudend slikken daarom zo gemakkelijk op, omdat de tweede fase van de slikbeweging wordt gekenmerkt door het gelijktijdig optreden van een positieve druk (ongeveer 35 mm kwik) in de farynx ter propulsie van diens inhoud en — ter opvang hiervan — van een negatieve druk (circa 20 mm) in het orale deel van de oesofagus door reflectoire relaxatie van de sfincter oesophagi, een mechanisme, dat zelfs zonder intrafaryngeale zuurstoftoevoer tot hinderlijke aerofagie kan leiden (Morris e.a. 1947, Maddock 1952).

Resumerend kunnen wij vaststellen, dat zuurstoftherapie door middel van de neuscatheter, vooral in onervaren handen, gevaar met zich mee brengt. Onjuiste techniek kan een fatale acute maagdilataatie veroorzaken of bevorderen. Helaas vormt een technisch juist uitgevoerde toediening geen volkomen garantie voor uitblijven van deze complicatie. Door gaans zal men bij bewustelozen niet hoger durven doseren dan 1½ tot 2 liter zuurstof per minuut, terwijl de patiënt met niet of weinig gestoord bewustzijn een hogere dosering vaak niet verdraagt. De methode verliest hierdoor dan veel aan waarde.

In het algemeen geldt derhalve, dat vooral tijdens de overbruggingsperiode voorafgaande aan de ziekenhuisopname zuurstoftherapie met behulp van de dubbele neuscanule of zuurstofbril (6 à 8 liter per minuut), ondersteund door regelmatig met behulp

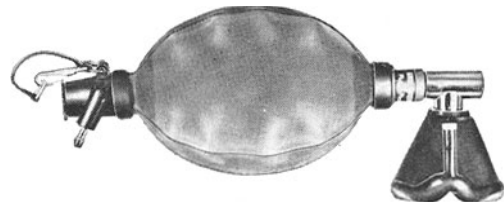
van een zuigapparaat uit te voeren naso-oro-faryngeaaltoilet, ter resuscitatie van een gewonde met hypoxie de voorkeur verdient.

3 *Beademing.* Bij sterk progressieve hypoxie en vaak ook hypercapnie door pulmonale hypoventilatie, spoedig leidende tot secundaire circulatie-insufficiëntie (hypoxemische shock) is zuurstoftherapie alleen onvoldoende. In deze kritieke toestand, berucht bij thorax- en hersenletsels, vooral wanneer deze gecombineerd voorkomen, dient tijdig te worden overgegaan tot beademing van de patiënt, zoals dit ook is aangewezen bij apnoe. Op dezelfde fysiologische basis kan de als gevolg van primaire circulatiedecompensatie, bijvoorbeeld door hemorragie (hemorragische shock), secundair optredende respiratoire dysfunctie (shallow-breathing) in bepaalde gevallen niet alleen een indicatie vormen voor zuurstoftherapie maar ook voor beademing, ter aanvulling en ondersteuning van causaal gerichte circulatoire resuscitatie, waarvan infusiotherapie de essentie vormt.

Bij de directe beademingsmethoden, welke de manuele indirecte methoden (Sylvester, Schaefer, Holger-Nielson) volkomen hebben verdrongen, wordt door overdruk intermitterend inademingslucht in luchtwegen en longen gedreven. Van deze directe methoden leent zich voor onze daarvoor in aanmerking komende verkeersslachtoffers het beste de mechanische beademing met behulp van de handzame en veilige *AMBU-resuscitator* (importeur: Labaz), bestaande uit een beademingsballon (inhoud circa 1,4 liter) met een hierop via een ventiel aangesloten masker, dat leverbaar is in verschillende maten, namelijk voor volwassenen, kinderen en zuigelingen (*figuur 3*).

Het voordeel van de AMBU-ballon boven een beademingsapparaat, dat is samengesteld uit een met het reduceerventiel van de zuurstofcilinder te verbinden slang met spaarzak en masker, berust op de inwendige bekleding van de ballon met speciaal schuimrubber, waardoor deze na compressie weer in zijn oorspronkelijke vorm terugkeert en derhalve geen gasdruk behoeft om uit te zetten. Met behulp van dit apparaat kunnen de longen dus zowel met lucht als met zuurstofmengsels worden geventileerd.

Imperatief voor ons doel is de speciale uitvoering, waarmee tot 100 procent zuurstof kan worden geïnuffleerd. Dit is namelijk volstrekt noodzakelijk bij kritieke hypoxie door primaire en/of secundaire (onder andere shallow breathing) pulmonale dysfunctie met atelectase van alveolen, welke in deze toestand fungeren als arterio-veneuze shunts en samen met in de longen opgetreden alveolair-capillairblok in veel sterkere mate dan hypoventilatie oorzaak zijn van daling der arteriële zuurstofverzadiging (zie hoofdstuk II). Hiermee dient dan ook onverwijld te worden aangevangen bij die slachtoffers, die als uiterlijk teken van sterk gestoorde capillaire weefselperfusie, ongeacht of deze van circulatoire dan wel van respiratoire oorsprong is, het shock-syndroom vertonen met daling van het



*Figuur 3. AMBO-beademingsapparaat*

bewustzijnsniveau en shallow breathing door lokale en/of algemene hypoxia cerebri (multipole letsels, thoraxverwonding, cranio-cerebraal letsel). Men verspele hier, gehinderd door de kleding van de patiënt en verstoken van diagnostische hulpmiddelen, geen kostbare seconden door wanhopig zoeken naar verborgen causale letsels, doch ga terstond over tot vrijmaken van de bovenste luchtweg en beademing met 100 procent zuurstof. Wanneer nu blijkt, dat bij adequate longventilatie de circulatie zich niet snel en voldoende herstelt (bloeddruk, pols, huiddoorbloeding), dan mag ter normalisatie van de bloedsomloop, welke insufficiëntie, zo moeten wij hier nu aannemen, stellig (mede) berust op primaire hemodynamische stoornissen (bijvoorbeeld door inwendige bloeding), niet worden gedaald met infusiotherapie. In situaties als boven bedoeld, waar de diagnostiek de ongevallearts volkomen in de steek laat, mogen respiratoire en circulatoire resuscitatie maatregelen, zo mogelijk gelijktijdig toegepast, nooit worden vervangen door ijvervoer naar de kliniek.

Heeft bij slachtoffers met primair gestoorde hemodynamiek (bijvoorbeeld door hemorragie) de hypoxie nog niet het stadium bereikt, waarin ten gevolge van talrijke vicieuze cirkels secundair optredende cardio-vasculo-respiratoire functiestoornissen oorzaak zijn van snelle progressie der hypoxia cerebri met bewustzijnsdaling, dan is als aanvulling van de causale behandeling in het algemeen verhoging van de zuurstofconcentratie der inademingslucht tot 30 à 50 procent voldoende.

Zo zal ook in de meeste gevallen van hypoxemie door pulmonale hypoventilatie kunnen worden volstaan met zuurstoftherapie. Zodra echter arterio-veneuze shuntvorming in het geding is als gevolg van regionale atelectase van alveolen — zoals die met of zonder hypoventilatie is te verwachten bij ribfracturen (reflectoir door pijnprikkels of mechanisch door paradoxale beweging van een borstkassegment), pneumothorax, hematothorax, obstructie van de luchtwegen en dergelijke — wordt de resulterende hypoxemische hypoxie veel efficiënter bestreden met kunstmatige beademing. Is in dergelijke gevallen de patiënt nog bij bewustzijn (alleen onrustig en angstig) en is zijn kleur bij sterke tachycardie cyanotisch, dan ventileer men ter verbetering van respiratie en circulatie — onder controle van kleur, pols en bloeddruk — bij voorkeur weer met zuurstofrijke mengsels (tenminste 40 procent), waarbij intraveneuze toediening van een analgeticum (Doloneurine) noodzakelijk kan zijn. Op deze wijze

kan de natuurlijke ademhaling van de patiënt worden ondersteund respectievelijk worden overgenomen door lichte hyperventilatie, met andere woorden door het teweegbrengen van een relatieve acapnie. Zijn reeds secundaire hemodynamische stoornissen ingetreden, klinisch gekenmerkt door het shocksyndroom (dus geen cyanose meer) met snelle daling van het bewustzijnsniveau (coma), dan is zoals boven aangegeven inflatie van 100 procent zuurstof een gebiedende eis.

Met de AMBU-resuscitator kan de bij volwassenen met open luchtwegen maximaal toelaatbare inflatiedruk van 30 mm kwik (gewoonlijk is een druk van 10 à 25 mm voldoende) niet worden overschreden. Deze waarde moet worden aangehouden in verband met mogelijke lesie door overrekking van meer of minder vulnerabel longweefsel en middenrif, wanneer geen tegendruk wordt uitgeoefend door de spanning van de buikmusculatuur en van de andere spieren, welke gewoonlijk bijdragen tot een geforceerde expiratie. Bij gebruik van het baby-masker met veiligheidsklep wordt de maximumdruk beperkt tot 15 mm kwik.

Voor doelmatige bediening van het AMBU-apparaat is enige oefening nodig. De linker hand van de helper fixeert het met de beademingsballon verbonden gelaatsmasker zodanig, dat lekkage tot een minimum wordt beperkt en dat tegelijkertijd hoofd en kaak van de patiënt in de stand worden gehouden als bedoeld bij de boven beschreven handgreep van Safar-Ruben. De rechter hand comprimeert ritmisch de ballon, aanvankelijk gedurende 1 minuut in snel tempo, bijvoorbeeld 20 maal, en daarna met een frequentie van 8 à 12 maal per minuut. Hiermee bereikt men, rekening houdende met eventuele lekkage tussen masker en gelaat van de patiënt, een adequaat respiratoir minutenvolume met geringe kans op ongewenste hyperventilatie (hypocapnie, alkalose). Ter bepaling van de voor adequate longventilatie noodzakelijke insufflatiedruk richt de helper zich naar de bij elke inflatie zichtbare uitzetting van de thorax. Wordt bij compressie van de ballon ernstige weerstand ondervonden, dan dient hij onmiddellijk pogingen in het werk te stellen de bovenste luchtweg beter vrij te maken alvorens de beademing voort te zetten. Een eventueel resterende weerstandsverhoging door obstruerend materiaal in de lagere, bij de preklinische behandeling niet afzuigbare luchtwegen kan worden overwonnen door verhoging van de inflatiedruk, welke wederom wordt bepaald naar de mate van thoraxexpansie. De druk in de AMBU-ballon stijgt hierbij tot maximaal 45 mm kwik.

Aangezien langer aanhoudende positieve intrapulmonale (dus intrathoracale) druk de terugkeer van het veneuze bloed naar het rechter hart aanzienlijk belemmert en daardoor het minutenvolume van het hart bij reeds zwaar op de proef gestelde circulatie nog meer doet afnemen, beperke men de duur van de inflatiedruk, dus van de balloncompressie, tot ongeveer 1 seconde (bij weerstandsverhoging iets langer), waardoor de thorax bij een ritmi-

sche insufflatie met een frequentie van 8 à 12 per minuut telkens ruimschoots de gelegenheid krijgt tot volledige passieve expiratie.

In verband met het feit, dat bij respiratoire resuscitatie tijdens het „eerste uur” de weerstand in de luchtwegen en de lekkage tussen masker en gelaat van moment tot moment wisselen, is tijdens het vervoer van een gewonde het gebruik van een automatische longventilator of *respirator*, zoals de Poliomat, behorende tot de groep der drukconstante respirators, sterk af te keuren. Een subtiele manuele beademing, zoals die met de gevoelige AMBU-ballon mogelijk is, past druk, duur en frequentie der inflatie van moment tot moment aan bij de voortdurend veranderende omstandigheden, welke thans volledig onder controle zijn. Bovendien loopt men nu niet het gevaar, dat meer aandacht wordt besteed aan de machine dan aan de patiënt. De respirator hoort dan ook alleen thuis op de operatiekamer en in het beademingscentrum, doch niet in de ambulancewagen voor gewondenvervoer.

Zo men in geval van plotseling intredende ademhalingsstilstand niet direct de beschikking heeft over een beademingsapparaat, aarzele men geen ogenblik de *mond-op-mond-beademing* in te zetten. Inflatie met uitademingslucht, in doorsnee 16 procent zuurstof en 3-4 procent koolzuur bevattende, kan ondanks deze ongunstige samenstelling in vele gevallen een redelijke respiratoire gaswisseling in de longen onderhouden en vormt dan ook in extreme gevallen de aangewezen resuscitatiemethode (Safar 1958, 1959, 1963, Safar e.a. 1958, Gordon e.a. 1958, Hunter 1962, 1963). Voor deze beademing, welke het meeste effect sorteert als de helper zelf licht hyperventileert, gelden met betrekking tot het vrijhouden van de luchtwegen enerzijds en frequentie, druk en duur van de inflatie anderzijds dezelfde voorwaarden als beschreven bij de mechanische beademing. Men bedenke echter in dit verband, in het bijzonder wanneer het resuscitatie van kinderen geldt (beademingsfrequentie bij kinderen 20-30 per minuut), dat een volwassen helper bij geforceerde expiratie een positieve druk kan ontwikkelen van 50 mm kwik en zelfs nog aanmerkelijk hoger. Ter beoordeling van de benodigde druk en van het gewenste ademvolume richt men zich dan ook steeds, bij volwassenen zowel als bij kinderen, ter voorkoming van lesie van longparenchym (pneumothorax) naar de visueel controleerbare thoraxexpansie.

Vooraf bij kinderen moet men ook bedacht zijn op mogelijke, door de insufflatie teweeggebrachte maagdilatatatie. Deze verwickeling, welke het terugvloeien van het veneuze bloed naar het hart sterk belemmert, kan bij het kind worden voorkomen door druk op de buik tijdens de insufflatie, terwijl bij alle leeftijden de kans van optreden tot een minimum wordt beperkt, wanneer het hoofd van het slachtoffer flink naar achteren wordt gebogen door passieve hyperextensie van de halswervelkolom, eventueel gecombineerd met druk op de larynx. En mocht bij mond-op-mond-beademing ook dit niet tot het gewenste resultaat leiden, dan

schakele men bij genoemde hoofdstand over op mond-op-neus-beademing.

Ten overvloede wil ik er nog op wijzen, dat gelijktijdige toepassing van de handgreep van Safar-Ruben imperatief is voor een vrije passage van de ademhalingslucht in de bovenste luchtweg. Dit geldt evenzeer bij gebruik van een der vele ter uitvoering van de uitademingslucht-resuscitatie aanbevolen, tussen donor en patiënt te plaatsen hulpstukken, zoals de oro-faryngeale tube van Safar.

## II *Circulatoire resuscitatie*

Daar inwendige bloedingen in hun verschijningsvorm minder spectaculair zijn, bovendien doorgaans minder gemakkelijk te beheersen en wat betreft de hoeveelheid bloedverlies minder goed te beoordelen dan uitwendige bloedingen, zij men bij de eerste hulpverlening hiervoor ten zeerste op zijn hoede. In het bijzonder geldt dit wel voor *fracturen*, waarbij de omvang van de ter plaatse waarneembare zwelling altijd de hoeveelheid interstitieel uitgetreden bloed doet onderschatten. Zo kan in geval van een eenvoudige femur- of bekkenfractuur het inwendige bloedverlies 2 à 3 liter bedragen en bij een eenvoudige onderbeenfractuur met matige zwelling 1 liter.

Dit gevaar van onderschatting geldt nog meer voor een tweede groep letsels van het bewegingsapparaat, in casu van de musculatuur, die men samenvat onder de naam *crush*. Zowel door lokaal verlies van bloed en plasma, als door algemene plasmuitreding over het gehele lichaam ten gevolge van capillairbeschadiging door geresorbeerde toxinen kan daarbij het circulerend bloedvolume aanzienlijk afnemen.

Het ligt dan ook voor de hand, dat bij dergelijke letsels van het bewegingsapparaat meermalen het beruchte shocksyndroom wordt waargenomen. Vroeger werd dit ten onrechte grotendeels toegeschreven aan primaire centrale ontregeling van de bloedsomloop, reflectoir tweeweggebracht door in het getroffen gebied opgewekte nociceptieve prikkels (pijn). Ter voorkoming van hypovolemische shock is derhalve immobilisatie van extremiteiten met fractuur en/of uitgebreid spierletsel reeds ter plaatse van het ongeval een gebiedende eis.

Nu hebben klinische ervaringen geleerd, dat het bij de spoedbehandeling van hypovolemische of hemorragische shock niet primair gaat om normalisatie van bloedvolume of bloeddruk, doch om *normalisatie van de circulatie*, dat wil zeggen van de weefselperfusie. De bij elke vorm van circulatie-insufficiëntie naast afname van de weefselperfusie optredende toename van de viscositeit van het bloedplasma en hypercoagulabiliteit van het bloed met aggregatie van bloedcellen in de capillairen („sludge”) is namelijk oorzaak van stasis in de microcirculatie, welke nog wordt begunstigd door op sympathische hypertonie berustende vasoconstrictie. Ter bestrijding nu van hemodynamische stoornissen met blokkade van de microcirculatie, zoals deze ook bij circulatie-insufficiëntie door ernstig

bloedverlies het leven bedreigen, is expansie van het resterend circulerend bloedvolume het meest essentiële onderdeel der urgentiebehandeling. Ook na ernstige en persisterende hemorragie blijft immers een voldoende aantal rode bloedcellen over om een adequate oxygenatie van de weefsels te waarborgen, mits deze bloedcellen dan ook naar de weefsels kunnen worden getransporteerd. Ter expansie van het bloedvolume en tegelijkertijd ter bestrijding van de beschreven stoornissen der microcirculatie, welke vaak oorzaak zijn van irreversibiliteit, dus ter normalisatie van de gestoorde circulatie, bereikt men uitstekende resultaten met snelle infusie van colloïdale plasma-expansie-middelen, zoals Dextran. Het laagmoleculaire Dextran met een gemiddeld moleculairgewicht van 40.000 (Rheomacrodex), dat in het bijzonder de verminderde suspensiestabiliteit van het bloed verhoogt en een sterk anti-sludge effect heeft, is het aangewezen expansiemiddel bij de aanvang der infusiotherapie. Het verdient de voorkeur boven electrolytenoplossingen, welke bovendien de circulatie weer onmiddellijk verlaten. Van deze laatste kleinmoleculaire oplossingen kan alleen Ringerlactaatoplossing in kleine hoeveelheid als infusievloeistof van nut zijn; het toegevoegde lactaat, dat in het lichaam meestal dadelijk wordt omgezet in bicarbonaat, draagt bij tot het normale compensatiemechanisme ter bestrijding van de acidose. Deze acidose — in het vroege stadium zowel metabool (anaerobe koolhydraatstofwisseling) als respiratoir (hypercapnie) van oorsprong — treedt al heel gauw naast en juist in combinatie met de hypoxie op als levensgevaar nummer twee.

Na toediening van een zekere hoeveelheid laagmoleculaire oplossing schakele men bij de infusiebehandeling over op grootmoleculaire oplossingen, zoals Macrodex 6 procent (Dextran met gemiddeld moleculairgewicht 75.000), afgewisseld met plasma, dit laatste het liefst in gepasteuriseerde vorm (zonder globulinefractie) in verband met het gevaar van serumhepatitis.

Uit hoofde van het hierboven gestelde ben ik van mening, dat in de ambulancewagens steeds aanwezig moeten zijn verscheidene flessen Rheomacrodex, Macrodex 6 procent en gepasteuriseerd plasma, aangevuld met een fles Ringerlactaatoplossing.

Ofschoon generaliseren niet mogelijk is, wil ik toch een algemene richtlijn geven voor circulatoire resuscitatie van slachtoffers met levensbedreigende hypoxie door hemorragie (hemorragische shock). Naast zuurstoftherapie infundere men onmiddellijk en snel, eventueel in beide armen en onder druk met behulp van een dubbelballon, bijvoorbeeld 500 ml in 5 minuten, 1.000 ml in 10 minuten, 2.000 ml in 20 minuten en zo nodig nog sneller. Ter beoordeling van de snelheid richtte men zich naar de mate van hypotensie. Ten aanzien van de duur der snelle toediening en van de druppelsnelheid der in langzamer tempo voortgezette infusie gelden als criteria voor de mate van circulatienormalisatie: polsfrequentie, bloeddruk en klinisch beeld (huiddoorbloeding).



Wordt na 10 à 15 minuten infusiebehandeling geen gunstige reactie waargenomen, dan infundeert men te laat, te langzaam of te weinig.

De eerste 500 à 1.000 ml van het infuus dient te bestaan uit Rheomacrodex. Hierop volgen dan 500 ml Macrodex 6 procent, 500 ml gepasteuriseerd plasma en 500 ml Ringerlactaat, waarna de infusie wordt voortgezet met Macrodex 6 procent, eventueel nog eens afgewisseld met een fles plasma of Rheomacrodex.

Zo zal men er in de meeste gevallen in slagen het slachtoffer, dat een ernstige hypovolemie door bloeding heeft, na een verantwoord transport met een genormaliseerde circulatie aan de kliniek af te leveren. Hier zal men dan door middel van bloedtransfusies zo spoedig mogelijk het *bloedvolume* aanvullen en stabiliseren.

Bij de extraklinische behandeling van de ongevalsepatiënt met shocksyndroom onthoude men zich van toediening van analgetica, vasopressoren, analeptica en bijnierschorshormonen. Voor nadere beschouwingen hierover verwijs ik naar hoofdstuk II. Daar treft men ook een bespreking aan van de circulatoire resuscitatie door uitwendige hartmassage, welke in de verkeerstraumatologie een veel kleiner indicatiegebied bezit dan de kunstmatige beademing. Wel wil ik hier nog met klem vaststellen, dat bij comateuze slachtoffers met niet meer waarneembare respiratie en circulatie uitwendige hartmassage zonder gelijktijdige beademing een nutteloze bezigheid is, terwijl omgekeerd onmiddellijk ingezette kunstmatige beademing zonder hartmassage vaak succes heeft, aangezien in vele gevallen de circulatiestilstand, meermalen als hartstilstand geïnterpreteerd, in werkelijkheid berust op „minimale hartactie” door asfyxie, bijvoorbeeld door obstructie der luchtwegen.

### C. Opleiding van het ziekenwagenpersoneel

Bij het sub A genoemde rendez-vous-systeem bestaat de kans, dat de ziekenwagen eerder ter plaatse is dan de ongevallenarts. Bovendien moet deze medicus ter gelijktijdige uitvoering van meerdere urgentiemaatregelen over deskundige hulp kunnen beschikken. Het is daarom noodzakelijk, dat het ambulancepersoneel over voldoende kennis en ervaring beschikt om in staat te zijn in noodsituaties, welke zich ook tijdens een gewondentransport kunnen voordoen, zelfstandig adequate hulp te verlenen.

Uit dien hoofde dient de functie van bijrijder bij voorkeur te worden vervuld door een verpleger of verpleegster, die, in aansluiting op het diploma ziekenverpleging A, een speciale post-graduate opleiding heeft genoten, zoals deze ook gewenst is voor het personeel van de verkoeverkamer van een operatieafdeling (*Crul* 1964). De leiding van dit voortgezet onderricht behoort te berusten bij de anesthesist, de resuscitator bij uitnemendheid.

### D. Bouw en inrichting van de ambulancewagen

Onmiddellijk inherent aan de eisen betreffende

de medische outillage van de ambulancewagen en de opleiding van de equipage hiervan zijn die, welke moeten worden gesteld aan de bouw en de inrichting van de wagen zelf. Daaraan wordt in het algemeen door de hedendaagse ambulance in vele opzichten nog niet voldaan.

Betreuenswaardig is het, dat de autoindustrie zelve geen belangstelling heeft voor en derhalve ook niet streeft naar ontwikkeling van een ambulancewagen, welke zowel in medisch als in technisch opzicht als de ideale ziekenwagen zou kunnen worden beschouwd. Dit is dan ook de reden, dat heden ten dage nog de ambulancewagens — in een bonte verscheidenheid van vorm en inhoud, doch vaak meer uitmuntend door vorm dan door inhoud — tot stand komen als produkten van ombouw van gebruikelijke handelsmodellen der autoindustrie of van opbouw op chassis van bestaande, voor andere doeleinden geconstrueerde modellen.

De ontwikkeling van het zieken- en gewondenvervoer blijft hierdoor aan banden gelegd, zodat met betrekking tot dit onderdeel van de ongevalleneeskunde kan worden gesproken van een aanzienlijke relatieve achterstand binnen de zich in snel tempo ontwikkelende medische wetenschap.

Wil men deze achterstand vereffenen, dan is ten aanzien van de bouw van de ambulance in de eerste plaats vereist, dat aandacht wordt besteed aan een integrale opbouw van chassis en carrosserie. Deze bij elkaar behorende componenten dienen in primaire bouw als één geheel optimaal te worden afgestemd op vervoer en behandeling van de zieke mens.

In de tweede plaats is het een dwingende eis, dat het interieur van de ambulance zo ruim is, dat alle sub B genoemde hulpmiddelen en apparaten ook tijdens het transport gemakkelijk bereikbaar en hanteerbaar zijn. Voor ten minste twee helpers moet er voldoende bewegingsvrijheid zijn om van alle kanten de patiënt te kunnen helpen. Evenals in de verkoeverkamer van een operatieafdeling (*Crul*) is van bijzonder belang de aanwezigheid van ruimte aan het hoofdeinde van de brancard (tenminste 60-80 cm), waar een helper moet kunnen plaats nemen voor toepassing van eventueel noodzakelijke resuscitatie maatregelen, welke vanaf het hoofdeinde worden uitgevoerd. Door de brancard in het midden te plaatsen en eveneens aan het voeteneinde ruimte te scheppen, worden controle en behandeling van alle zijden, zo nodig door een tweede helper, mogelijk gemaakt. Het is gewenst, dat de helper bij zijn werk praktisch rechtop kan staan (*Friedhoff* 1962, *Stoekel* 1962).

Wanneer men bij deze opstelling zowel ruimte voor brancard, zitplaats en apparatuur vraagt als bewegingsvrijheid voor arts en/of helpers, komt men tot de volgende minimummaten van het ambulanceinterieur: lengte 3 meter, breedte 2 meter, hoogte 1,70 meter.

Aan de zijwanden kunnen uitklapbare brancards en zitplaatsen worden aangebracht, welke in be-

paalde omstandigheden plaats bieden aan meer patiënten. Wanneer echter na een verkeersongeval verscheidene slachtoffers moeten worden vervoerd, moet men zich op het standpunt stellen, dat bij een op moderne leest geschoeide eerste hulporganisatie iedere zwaargewonde individueel recht heeft op adequate behandeling en vervoer. In een omstandigheid als boven bedoeld is inschakeling van meer ambulancewagens of desnoods uitvoering van meer ritten door één wagen, zelfs al kost dit meer tijd, in het algemeen voor de slachtoffers gunstiger dan een gebrekkig massatransport zonder controle en behandeling.

Willen wij de in hoofdstuk I besproken biomechanische invloeden van het vervoer tot een minimum beperken, dan dient de in de middenlijn opgestelde brancard tussen de assen (en niet óp de achteras) te worden aangebracht, hetgeen een grote wielbasis van het chassis vereist, en dan bij voorkeur zo veel mogelijk in het niveau van deze assen. Om dan toch behandeling voor en/of tijdens de rit naar het ziekenhuis mogelijk te maken, moet het brancardstatief door middel van een hefboommechanisme in de hoogte verstelbaar zijn.

Een soortgelijk mechanisme is gewenst voor het tot stand brengen van een Trendelenburg-ligging, terwijl bovendien het rug- en hoofdgedeelte van de brancard apart in hoogte verstelbaar moet zijn, scharnierend met het onderste gedeelte. Deze stel-mogelijkheid biedt gelegenheid tot elevatie van thorax en hoofd; vooral bij thoraxletsels is dit in vele gevallen gunstiger dan negatieve Trendelenburg-ligging.

Positieve Trendelenburg-ligging (voeteneinde van de brancard 15 cm verhogen) is nutteloos bij uitgesproken hypovolemische shock wegens het ontbreken van perifere circulatie en is zelfs streng gecontraïndiceerd bij hypoxemie, bijvoorbeeld door thoraxletsels, en bij hersenletsels met sterk verhoogde intracranieële druk. Haar enige indicatie vindt zij in toestanden van dreigende hypovolemische shock, waarbij zij het circulerend bloedvolume van de bovenste lichaamshelft met 500 cc kan doen toenemen.

Ter verwezenlijking van een stabiele zijligging (bewustelozen) verdient het aanbeveling door middel van bevestigingsklemmen aan de ene kant van de brancard een ruggesteun te fixeren en aan de andere kant een plaat, welke in horizontale stand als armsteun en verticaal gekanteld als buiksteun dienst doet. Dat deze hulpstukken ook na elevatie van het bovengedeelte van de brancard kunnen worden aangebracht, is van belang in geval van thoraxletsel. Verder moet het plafond van de ziekenruimte voorzien zijn van een infuushaak.

Voor de vraag of de patiënt met het hoofd of met de voeten in de rijrichting van de ambulancewagen moet worden gelegd, meen ik in hoofdstuk I de oplossing te hebben gegeven. De ligging van het slachtoffer dient in het algemeen zodanig te worden gekozen, dat de tijdens het vervoer als biomechanische stressoren op hem inwerkende acceleraties

(transporttrauma) tot een minimum worden beperkt. Dit houdt in, dat versnellingen met de relatief hoogste waarde, dat is bij sterk afremmen van de wagen, moeten worden ondergaan als  $+g$  acceleraties (dat wil zeggen acceleraties in dezelfde richting werken als die der zwaartekracht bij rechtopstaande houding). De consequentie hiervan is, dat vooral in geval van cranio-cerebraal letsel de brancard met het voeteneinde in de rijrichting moet worden geplaatst.

Ten aanzien van de verlichting van het ziekenwageninterieur wil ik wijzen op de voor diagnostische en therapeutische doeleinden absoluut noodzakelijke aanwezigheid van lichtbronnen van grote intensiteit, welke evenwel tot een lagere, voor de patiënt beter te verdragen lichtsterkte moeten kunnen worden gedempt.

In het voorgaande is in de allereerste plaats aandacht gevraagd voor de ruimtelijke verhoudingen en de verlichting van het ziekenwageninterieur enerzijds en de opstelling en instelmecanismen van de brancard anderzijds. Immers, in een ziekenwagen, welke is voorzien van de uitrusting, benodigd voor respiratoire en circulatorie resuscitatie als boven beschreven, doch welke niet voldoet aan de laatstgenoemde eisen, kan de facto weinig terecht komen van adequate en efficiënte, op direct levensbehoud gerichte hulpverlening. Dit vormt tezamen met het nog onvoldoende onderricht aan ambulancepersoneel de oorzaak, dat in de praktijk van vandaag de meegevoerde apparatuur in vele gevallen meer een decoratieve dan een actieve functie heeft.

Dat voor onze ideale ambulancewagen, aan welks uiterlijk overigens met betrekking tot lijn en vormgeving weinig eer is te behalen, in het bijzonder ook temperatuurregeling, luchtverversing, geluidsisolatie en dergelijke aandacht verdienen, wil ik slechts vermelden zonder nader op details in te gaan.

Voor het probleem van de vering is helaas als gevolg van onvolledigheid van hierop gericht medisch-technisch onderzoek bij de gezonde en vooral bij de zieke mens tot op heden nog geen wezenlijke oplossing gevonden. Nader wetenschappelijk onderzoek is dringend noodzakelijk, want voor een patiënt met bijna of geheel ontregelde fysiologie is mitigatie van het transporttrauma, dus ook beperking van vibraties en oscillaties (zie hoofdstuk I), welke niet alleen door superpositie elkaar potentiëren, doch tevens bij bepaalde frequenties, mede afhankelijk van de rijsnelheid, de natuurlijke trillingen van de belaste brancard en van bepaalde organen versterken (resonantie) (Harris en Crede 1961, Ver. D. Ing. 1963), van essentieel belang. Voorlopig kunnen wij derhalve bij gebrek aan concrete gegevens slechts stellen, dat de vering van auto en brancard niet te stug en niet te week mag zijn en ten opzichte van elkaar dusdanig afgestemd moet zijn, dat bij elke belasting van de brancard resonantie hiervan onmogelijk is.

Daar ontwikkeling van de ideale ambulance niet alleen ten goede komt aan ongevalsslachtoffers,

doch eveneens aan patiënten met circulatie- en/of respiratiestoornissen, bewusteloosheid of bloedingen door inwendige ziekten (*Hoffmann 1962, Jochheim 1962*), ligt het voor de hand, dat voor het gewonden- en voor het ziekenvervoer dezelfde normen gelden.

De aan de ruimtelijke verhoudingen van onze ideale ambulance gestelde voorwaarden doen in ieder geval de personenauto met accommodatie voor ziekenvervoer als ongeschikt kwalificeren. Toch moet ik er op wijzen, dat aan deze voorwaarden onder bepaalde omstandigheden niet altijd ten volle kan worden voldaan. Zo zal bijvoorbeeld op het platteland buiten de rijkswegen behoefte bestaan aan wagens van kleinere afmetingen met kleinere draaicirkel en derhalve grotere wendbaarheid. Nimmer evenwel mogen de maten van het interieur beneden een bepaald minimum liggen. In verband met mogelijk noodzakelijke urgentiebehandeling vóór en tijdens het vervoer mag als minimumwaarde voor de lengte 2 meter, voor de breedte 1,40 meter en voor de hoogte 1,35 meter worden aangemerkt, mits bij dergelijke kleine afmetingen (de lengte van de civiele brancard bedraagt 1,92 meter) technische voorzieningen zijn getroffen, welke het mogelijk maken de ruimte naast de chauffeur bij het interieur te trekken en de brancard zijdelings te verplaatsen. Een tweede vaste brancard hoort in de wagen niet thuis; deze kan worden vervangen door een opvouwbare reservebrancard.

Tenslotte meen ik, dat elke ambulance moet zijn uitgerust met een mobilfoon en dat de sirene, welks geloei voor het slachtoffer een extra fysische en psychische belasting betekent, tijdens het transport niet mag worden gebruikt.

#### E. Wijze van uitvoering van het gewonden-transport

Voor een gejaagd vervoer dient ernstig te worden gewaarschuwd. Dit leidt onherroepelijk tot noxen, welke op het lichaam van de gewonde als biomechanische stressoren inwerken en welke zijn labiele of reeds ontregelde homeostasis in nog groter gevaar brengen en derhalve oorzaak zijn van optreden of verergering van respiratoire en circulatoire stoornissen. Tegenover de zeer weinigen, wier leven slechts door ijvervoer kan worden gered, staan de zeer velen, die tengevolge van de bijkomende belasting van een ondeskundig vervoer (transporttrauma) in een vroeger of later stadium het leven lieten, doch ondanks latere aankomst in de kliniek hadden kunnen worden gered, indien zij tevoren op adequate wijze waren behandeld en op verantwoorde manier vervoerd.

Het is niet de snelheid zelve, zolang zij constant van grootte en richting is, welke biologische effecten op het organisme uitoefent, doch de snelheidsverandering, de zogenaamde *acceleratie* zowel in positieve als in negatieve zin (negatieve acceleratie of vertraging wordt ook aangeduid als deceleratie). Bij het ziekenvervoer kunnen wij diverse acceleratie-

vormen onderscheiden met verschillende ontstaanswijzen en richting.

Snel optrekken en afremmen van de ambulance stellen het in de lengteas van de wagen uitgestrekte slachtoffer bloot aan *longitudinale* positieve respectievelijk negatieve acceleraties, welke richting parallel is aan de lengteas van het lichaam en derhalve aan het verloop der grote bloedvaten. Het biologisch effect van deze vorm van acceleratie houdt direct causaal verband met secundair optredende reactieve vertragingkrachten, welke oorzaak zijn van verplaatsing van bloed in de grote bloedvaten en dus van verandering van de hydrostatische drukverhoudingen in het vaatstelsel. Deze verandering, steeds wisselend van frequentie, richting, grootte en duur, heeft een funeste invloed in het bijzonder op patiënten met verhoogde intracranieële druk door cranio-cerebraal letsel en/of met ernstige hemodynamische stoornissen (shock).

Vergelijken wij de waarden van deze acceleratievorm, welke door een moderne ambulancewagen bij accelereren en decelereren kunnen (en bij ijstransport ook zullen) worden bereikt, met die der zwaartekrachtacceleratie, dan kunnen wij vaststellen, dat de elkaar afwisselende longitudinale positieve en negatieve versnellingen, waaraan een met haast uitgevoerd gewondentransport niet ontkomt, op de met het hoofd in de rijrichting liggende patiënt dezelfde biomechanische invloeden uitoefent, als ware hij uitgestrekt op een wipplank, welke hem beurtelings in Trendelenburg-ligging (tot zelfs 90°) en anti-Trendelenburg-ligging (tot meer dan 30°) brengt en hem zelden de gelegenheid biedt gedurende langere tijd een horizontale positie in te nemen.

Bij het rijden door bochten ondergaat de patiënt als gevolg van centripetale en reactieve centrifugale krachten *transversale* acceleraties, welke een sterk dislocerende werking hebben op fracturen van romp (wervelkolom!) en extremiteiten met vergroting van de kans op shock, vetembolie, infectie, vertraagde consolidatie en dergelijke. De grootte van dit verplaatsingseffect door transversale versnellingen — eveneens fataal bij thoraxletsels met pendelend mediastinum, zoals multipale ribfracturen, open thoraxverwonding en dergelijke — laat zich wederom het beste voorstellen door vergelijking met de zwaartekracht. Het met hoge snelheid nemen van bochten, beurtelings naar links en rechts, staat gelijk aan en heeft dus dezelfde uitwerking als kanteling van de brancard naar links en rechts tot 90° toe.

Schadelijke biologische invloeden worden tijdens het gewondentransport ook uitgeoefend door acceleraties, welke resulteren uit schommelingen of *oscillaties* in het horizontale zowel als in het verticale vlak en welke verband houden met de vering van ambulancewagens en brancard, met de zwaaineiging van carrosserie en brancard en met de toestand van het wegdek. Deze oscillaties dienen fysisch te worden geduid als *vibraties* met lage frequentie, welke elkander door superpositie potentiëren. Worden de lage frequenties van een dergelijk complex van oscillaties met lange golflengten tot hogere opgevoerd

(hogere rijsnelheid), dan leidt dit tot frequenter optreden van acceleratiepieken met sterker biologisch effect. Verplaatsing en/of functiestoornissen van organen kunnen hiervan het gevolg zijn, in het bijzonder bij slachtoffers met thoracaal letsel of fracturen, terwijl tevens intrathoracale, intraabdominale en interstitiële bloedingen kunnen worden verergerd.

Verder is onder meer bekend, dat vibraties met lage frequentie oorzaak kunnen zijn van stoornissen van de labyrinthfunctie, zich openbarende in duizeligheid, misselijkheid, braken en desoriëntatie, verschijnselen welke de medicus bij de evaluatie van de toestand van het verkeersslachtoffer op een dwaalspoor kunnen brengen.

Welnu, willen wij de bovengenoemde biomechanische en pathomechanische invloeden, welke als zogenaamd transporttrauma inwerken op de reeds gestoorde fysiologie van een zwaar gewond verkeersslachtoffer tijdens diens vervoer naar de kliniek, tot een minimum beperken, dan dient aan de volgende voorwaarden, mede ontleend aan het sub D gestelde, te worden voldaan:

a Integrale opbouw van chassis en carrosserie van de ambulancewagen, optimaal afgestemd op vervoer en behandeling van de zieke mens.

b Plaatsing van de brancard laag tussen de assen, in de middenlijn van de wagen en in bepaalde gevallen (zie hoofdstuk I) met het voeteneinde in de rijrichting.

c Besturing van de ambulance door een ervaren en beheerst chauffeur, die met subtiele bediening van gas- en rempedaal de snelheid van de wagen aanpast aan de gesteldheid van het te volgen traject en zodoende de hoogte der verschillende acceleratievormen tot een minimum weet te reduceren.

d Landelijke normalisatie van de brancard ter vermindering van onnodig en ongewenst overtillen van slachtoffers.

*Samenvatting.* Voor een op moderne leest geschoeide, effectieve hulpverlening aan verkeersslachtoffers tijdens „het eerste uur” is van primair belang een regionaal werkende, landelijke hulporganisatie. De tot de uitrusting van de moderne ambulancewagens obligaat behorende hulpmiddelen ter respiratoire en circulatoire resuscitatie worden besproken met hun indicaties en toepassingswijzen. In verband met de hieraan inherente medische problematiek is een speciale opleiding van ongevallenarts en ziekenwagenpersoneel noodzakelijk. Voor toepassing van de bedoelde hulpmiddelen en ter beperking van de pathomechanische invloeden, welke als zgn. transporttrauma inwerken op de veelal reeds gestoorde fysiologie van het slachtoffer tijdens diens vervoer, dienen bouw en inrichting van de ambulance aan bepaalde voorwaarden te voldoen. IJltransport brengt onvermijdelijk zo ernstige pathomechanische stressoren met zich mede, dat zulk een transport als onverantwoord moet worden gekwalificeerd.

*Summary.* The „first-hour” treatment of traffic accident victims (III). A national aid organization operating in regional units is of primary importance for effective „first-hour” aid to traffic accident victims organized on modern lines. Aids to respiratory and circulatory resuscitation, which are standard items in the equipment of a modern ambulance, are discussed with reference to their indications and modes of application. In view of the inherent medical problems, both the emergency doctor and the ambulance attendants should receive special

training. For the use of the abovementioned aids, and in order to limit pathomechanical influences exerting a traumatic effect on the often already disturbed physiology of the victim during transportation, the design and fittings of the ambulance must meet certain requirements. High-speed transportation inevitably entails such severe pathomechanical stressors that this form of transportation must be considered irresponsible.

- Aarts, J. H. (1963) Ongevalsletsels in het verkeer. Acad. proefschrift Leiden. De Rouwe, Rotterdam.
- Arnaud, M. (1961) Les blessés de la route. Masson, Paris.
- Best, C. H. en N. B. Taylor (1961) The physiological basis of medical practice. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Breslau, W. J. (1964) T. Soc. Geneesk. 42, 107.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (1962) Statistiek van de verkeersongevallen op de openbare weg 1960. De Haan, Zeist.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (1963) Statistiek van de verkeersongevallen op de openbare weg 1961. De Haan, Zeist.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (1963) Aantal slachtoffers van de verkeersongevallen op de openbare weg 1962. Statistisch Bulletin, no. 27.
- Crul, J. (1964) Verkoeverafdeling. Uitg. Ned. Anesthesisten Ver.
- Dijkstra, J. (1961) huisarts en wetenschap 4, 261, 305 en 339.
- Dijkstra, J. (1963) T. Soc. Geneesk. 41, 123.
- Dijkstra, J. (1963) Reddingswezen 52, 9.
- Eichler J. von (1963) Zbl. Verk. Med. 9, 149.
- Friedhoff, E. (1962) Zbl. Verk. Med. 8, 133.
- Gaisford, J. C. en W. L. Whitel (1962) Arch. Surg. 85, 861.
- Gissane, W. (1963) Lancet II, 695.
- Glas, W. W., P. J. King en A. Lui (1962) Arch. Surg. 85, 56.
- Gordon, A. S., C. W. Frye, L. Gittelsohn, M. S. Sadive en E. J. Beattie (1958) J. Amer. med. Ass. 167, 320.
- Grond, J. Th. H. en J. K. W. Neuberger (1962) Ned. T. Geneesk. 106, 1939 en 1984.
- Harris, C. M. en C. E. Crede (1961) Shock and vibration handbook. McGraw-Hill, New York-London.
- Hoffmann, H. (1962) Zbl. Verk. Med. 8, 140.
- Hunter, A. R. (1962) Essentials of artificial ventilation of the lungs. Churchill, London.
- Hunter, A. R. (1963) The management of patients during artificial ventilation. In: Recent advances in anaesthesia and analgesia, ed. by C. L. Hewer. Churchill, London.
- Jochheim, K. A. (1962) Zbl. Verk. Med. 8, 143.
- Koopal, A. A. (1963) T. Soc. Geneesk. 41, 747.
- Kory, R. C., J. C. Bergmann, R. D. Sweet en J. R. Smith (1962) J. Amer. Med. Ass. 179, 767.
- Langdon, D. E. (1962) Aerospace Med. 33, 603.
- Maddock, W. G. (1952) S.C.N.A. 32, 71.
- Marrs, J. W., R. V. Walker en W. W. Glas (1958) Ann. Surg. 148, 835.
- Milstein, B. B. (1963) Cardiac arrest and resuscitation. Lloyd-Luke, London.
- Morris, C. R., A. C. Ivy en W. G. Maddock (1947) Arch. Surg. 55, 101.
- Muntendam, P. (1964) T. Soc. Geneesk. 42, 89.
- Neuberger, J. K. W. en J. Th. H. Grond (1963) Ned. T. Geneesk. 107, 1352.
- Oliver, P., J. R. Richardson, R. W. Clubb en C. G. Flake (1962) New Engl. J. Med. 267, 631.
- Safar, P. (1958) J. Amer. Med. Ass. 167, 335.
- Safar, P. (1959) J. Appl. Physiol. 14, 84.
- Safar, P., L. A. Escarraga en J. P. Elam (1958) New Engl. J. Med. 258, 671.
- Safar, P. (1963) Resuscitation controversial aspects. Springer, Berlin.
- Stoeckel, W. (1962) Zbl. Verk. Med. 8, 138.
- Verein Deutscher Ingenieure (1963) Beurteilung der Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. VDI 2057.
- Weber, H. (1962) Ärztl. Dienst D. Bundesbahn 23, 287.
- Weel, M. W. van (1963) Ned. T. Geneesk. 107, 1402.