

Inhalatieanesthetica

Stand der techniek met betrekking tot beheersmaatregelen

A.T. van Raalte
J.C. van Broekhuizen
H.C. Schuyt
T. Porcelijn

November 2000

VOORWOORD

Voor u ligt het eindrapport van het onderzoek 'Inhalatieanesthetica: stand der techniek met betrekking tot beheersmaatregelen'. Dit onderzoek werd in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid in 2000 uitgevoerd door de Chemiewinkel van de Universiteit van Amsterdam (A.T. van Raalte en J.C. van Broekhuizen) in samenwerking met H.C. Schuyt (Arbo- en Milieudienst van de Universiteit van Amsterdam) en T. Porcelijn (anesthesioloog, onder meer werkzaam bij het Oogheelkundig Medisch Centrum te Haarlem). Vanuit het Ministerie van SZW werd het onderzoek begeleid door A. L. Hollander (directie Analyse en Onderzoek) en A. Bongers (directie Arbeidsomstandigheden). Voorts is het onderzoek meerdere keren van waardevol commentaar voorzien door S. Peelen (Maetis Arbo). Voor het onderzoek is een klankbordgroep samengesteld, bestaande uit A. Burm en C. Nyst (Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie), F. Lodder (Nederlandse Vereniging voor Anesthesiemedewerkers), A. van den Bosch (NU '91), T. Wijsman (Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne), J. Wolleswinkel (KPMG/Pallas), J. Hoekman (CFO), en C. Teunissen (Arbeidsinspectie).

Het onderzoeksrapport bevat een overzicht van de stand der techniek met betrekking tot beheersmaatregelen die blootstelling aan inhalatieanesthetica bij ziekenhuispersoneel voorkomen of reduceren. Daarvoor is een literatuurstudie verricht, zijn er enquêtes gehouden onder anesthesiologen, anesthesiemedewerkers, ziekenhuisdirecties en verkoeverkamerpersoneel, en zijn er gesprekken gevoerd met sleutelfiguren uit de branche. Onze dank gaat uit naar allen die aan het onderzoek hebben meegewerkt door middel van het invullen van de enquêtes, het te woord staan van de onderzoekers tijdens interviews, en het becommentariëren van tussen- en eindrapportages.

Amsterdam, november 2000

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	i
INHOUDSOPGAVE.....	iii
SAMENVATTING	v
1 INLEIDING	1
1.1 DOELSTELLING EN ONDERZOEKSVRAGEN.....	1
1.2 AFBAKENING.....	2
1.3 UITWERKING ONDERZOEKSVRAGEN.....	3
1.4 LEESWIJZER.....	6
2 AANPAK VAN HET ONDERZOEK	7
2.1 LITERATUURONDERZOEK.....	7
2.2 ENQUÊTES.....	8
2.2.1 <i>Respons en representativiteit</i>	9
2.3 INTERVIEWS MET SLEUTELFIGUREN.....	10
3 BLOOTSTELLING AAN INHALATOIRE ANESTHETICA	13
3.1 BASISBEGRIPPEN UIT DE ANESTHESIE.....	13
3.1.1 <i>Introductie</i>	13
3.1.2 <i>Middelen</i>	15
3.1.3 <i>Typen apparatuur</i>	16
3.2 INLEIDING VAN DE ANESTHESIE.....	22
3.3 DE PER-OPERATIEVE FASE.....	26
3.4 DE UITLEIDING, PRE-RECOVERY EN POST-OPERATIEVE ZORG.....	31
3.5 CONCLUSIES TEN AANZIEN VAN DE MEEST BELASTENDE OMSTANDIGHEDEN.....	34
4 MAATREGELEN TER VOORKOMING OF BEHEERSING VAN BLOOTSTELLING AAN INHALATOIRE ANESTHETICA	41
4.1 VERVANGING.....	41
4.1.1 <i>Vervanging van lachgas</i>	41

4.1.2	<i>Vervanging van dampvormige anesthetica</i>	42
4.1.3	<i>Implementatie van het terugdringen van het gebruik van inhalatie anesthesie</i>	43
4.2	MAATREGELEN OP LAGERE NIVEAUS.....	47
4.2.1	<i>Maatregelen die het verbruik van het anestheticum beperken, waardoor ook de emissie afneemt.....</i>	47
4.2.2	<i>Maatregelen waarbij aan de bron wordt afgezogen</i>	49
4.2.3	<i>Overige maatregelen</i>	52
4.2.4	<i>Vermindering van de blootstelling in buitenposten.....</i>	57
4.3	OVERZICHT VAN DE MAATREGELEN DIE IN DE LITERATUUR BESCHREVEN WORDEN OM DE BLOOTSTELLING AAN INHALATOIRE ANESTHETICA TERUG TE DRINGEN (EXCLUSIEF VERVANGING).....	57
5	DISCUSSIE	63
6	CONCLUSIES	67
7	REFERENTIES	73
	<i>Bijlage 1. Ziekenhuisdirecties</i>	79
	<i>Bijlage 2. Beroepsgroep anesthesiologen</i>	83
	<i>Bijlage 3. Beroepsgroep anesthesiemedewerkers</i>	87
	<i>Bijlage 4. Beroepsgroep Recoverymedewerkers</i>	91
	<i>Bijlage 5. Checklijst voor ziekenhuisbezoeken</i>	93
	<i>Bijlage 6. Lijst van ziekenhuizen die bezocht zijn</i>	95

SAMENVATTING

Het in 1999 aan de Tweede Kamer aangeboden onderzoeksrapport 'Reproductietoxische effecten bij ziekenhuispersoneel' laat effecten op de voortplanting zien als gevolg van blootstelling aan inhalatoire anesthetica. Op basis van dit onderzoek heeft Staatssecretaris Hoogervorst aangekondigd maatregelen voor de beheersing van blootstelling aan inhalatoire anesthetica vast te leggen in beleidsregels. Als basis voor de beleidsregels is aan de Chemiewinkel van de Universiteit van Amsterdam verzocht onderzoek te doen naar de stand der techniek op het gebied van beheersing van blootstelling aan inhalatoire anesthetica.

Het onderzoek is uitgevoerd door een consortium bestaande uit A.T. van Raalte, onderzoeksmedewerker bij de Chemiewinkel, Universiteit van Amsterdam, H.C. Schuyt, arbeidshygiënist bij de Arbo en Milieudienst van de Universiteit van Amsterdam, en T. Porcelijn, anesthesioloog, onder meer werkzaam bij het Oogheelkundig Medisch Centrum in Haarlem.

Doelstelling

Het doel van het uit te voeren onderzoek is het inventariseren van de technische en praktische haalbaarheid van maatregelen om de blootstelling aan inhalatoire anesthetica te reduceren. Het uitgangspunt hierbij is dat de beheersmaatregelen leiden tot een zo laag mogelijke blootstelling aan inhalatoire anesthetica.

Voorop staat de arbeidshygiënische strategie, die voorschrijft dat er primair naar gestreefd moet worden om gezondheidsschadelijke middelen of technieken volledig te vervangen door onschadelijke of minder schadelijke middelen en technieken.

Het onderzoek beperkt zich, overeenkomstig de wens van het ministerie SZW, tot de ziekenhuizen.

De volgende onderzoeksvragen zijn geformuleerd:

1. Wat zijn de meest risicovolle arbeidssituaties in ziekenhuizen voor wat betreft blootstelling aan inhalatoire anesthetica, zowel wat betreft de 8-uurs-gemiddelde blootstelling als de piekblootstelling?
2. Wat is de huidige stand der techniek op het gebied van maatregelen voor het voorkomen of beheersen van blootstelling aan inhalatoire anesthetica, zowel wat betreft de 8-uurs-gemiddelde blootstelling als de piekblootstelling?
3. Tot welke blootstellingsreductie leiden dergelijke maatregelen, c.q. hoe verhoudt zich het blootstellingsniveau tot de (concept) wettelijke grenswaarden en de richtlijnen ten aanzien van piekbelastingen en meervoudige blootstelling?
4. Wat zijn de kosten die aan bovengenoemde maatregelen zijn verbonden, wat zijn eventuele overige knelpunten die introductie van vooruitstrevende technieken in de weg staan, en op welke termijn zijn deze technieken en maatregelen te realiseren?

Methode van onderzoek

Gegevens zijn verzameld met behulp van:

- literatuuronderzoek,
- een viertal schriftelijke enquêtes onder ziekenhuisdirecties, anesthesiologen, anesthesiemedewerkers en verkoeverkamerpersoneel
- gesprekken met sleutelfiguren

Resultaten en conclusies

Belangrijkste risicofactoren

Uit het literatuuronderzoek blijkt dat in de meeste ziekenhuizen, zowel in Nederland als elders, de MAC tgg 8u zelden wordt overschreden, indien gemeten wordt over de gehele periode van de anesthesie. De relatief lage tijdgewogen-gemiddelde blootstellingniveaus zijn in de afgelopen jaren gerealiseerd door oude apparatuur te vervangen door modernere varianten die een lagere emissie veroorzaken. Voorbeelden hiervan zijn low-flow-systemen, moderne vulsystemen en betere evacuatiesystemen.

Bij kortdurende ingrepen waarbij gebruik wordt gemaakt van enkelvoudige maskers voor de toediening van de anesthetica, vindt veelvuldig hoge blootstelling plaats, tot niveaus boven de grens zoals die voor de MAC tgg 8u is vastgesteld. Echter, het gaat hierbij om kortdurende blootstellingen.

Terwijl voor de gehele anesthesie de blootstellingniveaus binnen de daarvoor geldende normen blijven, ontstaat een ander beeld wanneer de verschillende fasen van de anesthesie afzonderlijk worden beschouwd. Tijdens de inleiding, het moment van intubatie en van extubatie, en in de verkoeverkamer kunnen kortdurende hoge piekblootstellingen optreden. Van deze situaties scoort de inleidingsfase het hoogst. Zelfs wanneer de norm voor piekblootstellingen wordt gehanteerd (2 maal de MAC tgg 8u voor een 15 minuten tgg), treden veelvuldig overschrijdingen op.

Huidige situatie in Nederlandse ziekenhuizen

In de Nederlandse ziekenhuizen wordt een breed scala aan anesthesiologische technieken toegepast. Het gebruik van lachgas bij de inleiding komt ongeveer in de helft van de ziekenhuizen voor, tijdens de peroperatieve fase in ongeveer driekwart

van de gevallen. Van de dampvormige anesthetica wordt het relatief nieuwe middel sevofluraan het vaakst toegepast.

Voor de inleiding wordt zowel gebruik gemaakt van intraveneuze technieken als van inhalatoire technieken met behulp van maskers, waarbij het enkelvoudige masker als meest gebruikte naar voren komt.

Tijdens de peroperatieve fase wordt bij toepassing van inhalatoire technieken vooral gebruik gemaakt van gecuffte tubes, waarbij de cuff-druk wordt gecontroleerd. Tevens blijken intraveneuze technieken geregeld te worden gebruikt, waarvoor het middel propofol eigenlijk als enige op de markt is.

Anesthesietoestellen komen in alle mogelijke varianten voor. Daarbij is naar alle waarschijnlijkheid het moment van aanschaf bepalend geweest. Bij aanschaf van nieuwe apparatuur wordt meestal gekozen voor een gesloten systeem, liefst een low-flow, aangezien de benodigde hoeveelheid anestheticum daarmee beperkt kan worden, en er minder emissie optreedt.

Het gebruik van evacuatiesystemen is regel; daarnaast wordt in sommige ziekenhuizen gebruik gemaakt van dubbelmaskersystemen.

Vervanging

In toenemende mate worden vraagtekens gezet bij het gebruik van lachgas bij de inleiding. Niet alleen gaat dit gebruik gepaard met risico's voor de patiënt, het lijkt ook niets toe te voegen aan de kwaliteit van de inleiding. Een aanzienlijk deel van de anesthesiologen is dan ook van mening dat het gebruik van lachgas bij inleidingen niet meer opportuun is. In plaats daarvan kan gebruik worden gemaakt van intraveneuze, orale of inhalatie-technieken met enkel dampvormige anesthetica.

Voor de peroperatieve fase ligt dat anders. De meningen daarover zijn meer verdeeld. Met lachgas is in het verleden veel ervaring opgedaan en het vormt daarmee voor menig anesthesioloog een onmisbaar deel van de gehanteerde techniek. Anderen zijn echter van mening dat een belangrijke eigenschap van lachgas, namelijk

de snelle respons op vermindering of vermeerdering van de toegevoerde concentratie, grotendeels door sevofluraan kan worden overgenomen.

De hoge blootstellingen die optreden bij het sluderen kunnen worden voorkomen door deze techniek niet meer toe te passen. De sluder-techniek staat reeds enige tijd ter discussie, en de verwachting is dat het binnen een aantal jaar niet meer zal worden toegepast. Als tijdelijke maatregel kan voorlopig gekozen worden voor het toedienen van het anestheticum met behulp van een dubbelmasker.

Inhalatieanesthesie neemt in de Nederlandse situatie een prominente plaats in. Intraveneuze technieken worden wel reeds toegepast, maar meestal in combinatie met inhalatieanesthesie. Totale intraveneuze anesthesie is slechts in een beperkt aantal ziekenhuizen als belangrijkste techniek ingevoerd. Anesthesiologen die ervaring hebben opgedaan met deze techniek zijn van mening dat vervanging van inhalatieanesthetica door intraveneuze anesthesie in de meeste gevallen mogelijk is, en ook wenselijk. Slechts in bijzondere gevallen, bijvoorbeeld bij zeer kleine kinderen (jonger dan twee jaar) heeft het gebruik van inhalatie-anesthetica de voorkeur. Het feit dat de intraveneuze techniek een drastisch andere werkwijze vergt van de anesthesioloog, vormt een belangrijk knelpunt voor bredere toepassing.

Maatregelen om blootstelling terug te dringen

In het geval inhalatieanesthesie wordt toegepast dient bij de beoordeling van de effectiviteit van de maatregelen onderscheid gemaakt te worden tussen bescherming tegen daggemiddelde blootstelling en kortdurende piekblootstelling. Zoals reeds vermeld, worden de MAC $_{\text{tgg-8u}}$ zelden overschreden wanneer de gehele anesthesie wordt beschouwd, en de maatregelen die kunnen worden ingezet om dat te realiseren, worden reeds veelvuldig in praktijk gebracht. Voor bescherming tegen piekbelasting ligt dat anders. Van alle maatregelen die in dit onderzoek zijn

geïdentificeerd, geldt dat alleen van het dubbelmaskersysteem met zekerheid kan worden beweerd dat het tijdens alle fasen van de anesthesie bescherming biedt tegen piekblootstellingen. Het gebruik van dubbelmaskers is in Nederland niet algemeen. De praktische problemen die sommigen ervaren met het systeem, met name de zwaarte en het storende geluidsniveau, zijn hier onder meer debet aan.

Voor de piekblootstelling in de verkoeverkamers lijken kinmaskers een effectieve bescherming te bieden. Daarnaast is het van belang het verplegend personeel in de verkoeverkamers te adviseren zoveel mogelijk buiten de ademzone van de herstellende patiënt te blijven.

De laagste niveaus van blootstelling kunnen worden gerealiseerd met behulp van de volgende technieken en maatregelen:

Bij **langduriger** ingrepen: intraveneus inleiden zonder lachgas, preoxygenatie met 100% zuurstof, gevolgd door gecuffte intubatie, waarbij de cuff-druk wordt gecontroleerd. Vervolgens aansluiten op een low-flow anesthesietoestel (toevoer van anesthetica pas nadat is geïntubeerd) en afvoeren van vrijkomende anesthetica (lekkage langs tube) via het dubbelmaskersysteem. Tijdig afsluiten van de toevoer van anesthetica vóór de extubatie, en tijdens extubatie gebruik maken van het dubbelmaskersysteem.

Bij **korterdurende** ingrepen: gebruik van dubbelmasker. Indien nog op conventionele wijze wordt gesluderd, dient eveneens gebruik te worden gemaakt van een dubbelmasker. Echter, de techniek zelf staat al enige tijd ter discussie. Beëindiging ervan lijkt een betere optie om de hoge niveaus van blootstelling die hierbij optreden tegen te gaan.

Indien gebruik wordt gemaakt van bovenstaande technieken en maatregelen wordt er tijdens alle fasen van de anesthesie afgezogen, het toedieningssysteem is optimaal afgesloten en worden minimale hoeveelheden anesthetica verbruikt. Daardoor

worden niet alleen lage tijdgewogen-gemiddelde blootstellingniveaus bereikt, maar wordt tevens ervoor gezorgd dat geen piekbelastingen optreden.

1 INLEIDING

Het in 1999 aan de Tweede Kamer aangeboden onderzoeksrapport 'Reproductietoxische effecten bij ziekenhuispersoneel' laat effecten op de voortplanting zien als gevolg van blootstelling aan inhalatoire anesthetica. Onder inhalatoire anesthetica worden verstaan lachgas alsmede de meer potente dampvormige anesthetica. Op basis van dit onderzoek heeft Staatssecretaris Hoogervorst aangekondigd maatregelen voor de beheersing van blootstelling aan inhalatoire anesthetica vast te leggen in beleidsregels. De Arbeidsinspectie zal uiteindelijk de beleidsregels gaan hanteren als richtlijn voor handhaving. Als basis voor de beleidsregels is aan de Chemiewinkel van de Universiteit van Amsterdam verzocht onderzoek te doen naar de stand der techniek op het gebied van beheersing van blootstelling aan inhalatoire anesthetica. Onder de stand der techniek wordt verstaan: die beheersmaatregelen die vooruitstrevend zijn op het arbeidshygiënische vlak en die bij een groep 'voorlopers' uit de branche al in bedrijf zijn of binnenkort in bedrijf zullen worden genomen.

1.1 DOELSTELLING EN ONDERZOEKSVRAGEN

Het doel van het uit te voeren onderzoek is het inventariseren van de technische en praktische haalbaarheid van maatregelen om de blootstelling aan inhalatoire anesthetica te reduceren. Het uitgangspunt hierbij is dat de beheersmaatregelen leiden tot een zo laag mogelijke blootstelling aan inhalatoire anesthetica.

De volgende onderzoeksvragen zijn geformuleerd:

1. Wat zijn de meest risicovolle arbeidssituaties in ziekenhuizen voor wat betreft blootstelling aan inhalatoire anesthetica, zowel wat betreft de 8-uurs-gemiddelde blootstelling als de piekblootstelling?

2. Wat is de huidige stand der techniek op het gebied van maatregelen voor het voorkomen of beheersen van blootstelling aan inhalatoire anesthetica, zowel wat betreft de 8-uurs-gemiddelde blootstelling als de piekblootstelling?
3. Tot welke blootstellingsreductie leiden dergelijke maatregelen, c.q. hoe verhoudt zich het blootstellingsniveau tot de (concept) wettelijke grenswaarden en de richtlijnen ten aanzien van piekbelastingen en meervoudige blootstelling?
4. Wat zijn de kosten die aan bovengenoemde maatregelen zijn verbonden, wat zijn eventuele overige belemmeringen die introductie van vooruitstrevende technieken in de weg staan, en op welke termijn zijn deze technieken en maatregelen te realiseren?

Voor de uitvoering van het onderzoek heeft de Chemiewinkel van de Universiteit van Amsterdam een consortium van drie deskundigen uit elkaar complementerende onderzoeksgroepen geformeerd:

1. De heer A.T. van Raalte, Chemiewinkel van de Universiteit van Amsterdam (CW), deskundig in chemisch/arbeidshygiënisch onderzoek.
2. De heer H.C. Schuyt, arbeidshygiënist, sedert 1986 actief is in het adviseren van ziekenhuizen met betrekking tot reductie van blootstelling aan inhalatoire anesthetica, werkzaam bij de Arbo- en Milieudienst van de Universiteit van Amsterdam (AMD) en voormalig researchmedewerker anesthesiologie.
3. De heer T. Porcelijn, anesthesioloog, gespecialiseerd in Totaal Intra Veneuze Anesthesie (TIVA), aanvankelijk werkzaam in het Academisch Medisch Centrum in Amsterdam (AMC) en het Onze Lieve Vrouwen Gasthuis (OLVG) en thans praktizerend in het Oogheelkundig Medisch Centrum Haarlem.

-

1.2 AFBAKENING

In het onderhavige onderzoek wordt aangesloten bij de startnotitie van het ministerie van SZW d.d. 4 november 1999 van dr. C.L. Maas (kenmerk A&O/OND/1999/70090).

Overeenkomstig het genoemde Nijmeegse onderzoek is in de notitie sprake van *ziekenhuispersoneel*. Blootstelling aan inhalatoire anesthetica beperkt zich echter niet tot deze beroepsgroep. Dit gebeurt ook in de diergeneeskunde (recent onderzoek toont dat ook hier een hoge blootstelling plaats kan vinden (Snel & Schuyt 1998)). Daarnaast vindt blootstelling aan lachgas plaats in de tandheelkunde -en wel in toenemende mate ter sedering van angstige patiënten en/of (verstandelijk) gehandicapten, in de slagroom-bereidingsindustrie en in de toeleveringsbedrijven van lachgas.

De omstandigheden waarin hier gewerkt wordt verschillen echter significant van het gebruik van inhalatoire anesthetica in ziekenhuizen. Het onderzoek beperkt zich, overeenkomstig de wens van het ministerie SZW, tot de toepassing in ziekenhuizen.

1.3 UITWERKING ONDERZOEKSVRAGEN

Zoals in de onderzoeksvragen staat vermeld wordt de arbeidshygiënische strategie als uitgangspunt gehanteerd. Deze strategie schrijft voor dat er primair naar gestreefd moet worden om gezondheidsschadelijke middelen of technieken te vervangen door onschadelijke of minder schadelijke middelen en technieken.

Indien vervanging redelijkerwijs niet mogelijk is kan gekozen worden voor maatregelen op lagere niveaus, waarmee de blootstelling aan de inhalatoire anesthetica tot een minimum wordt gereduceerd. Onder redelijkerwijs wordt bedoeld dat bedrijven (in dit geval ziekenhuizen) niet met dermate hoge kosten worden geconfronteerd dat de bedrijfsvoering in gevaar komt, en, maar dat spreekt wellicht vanzelf, dat toepassing van andere middelen uit medische overwegingen niet geschikt worden geacht.

Niveaus van blootstelling dienen in het geval van maatregelen op lagere niveaus dan vervanging te worden getoetst aan de geldende (concept) MAC-waarden (Maximale Aanvaarde Concentraties: maximale toegelaten gemiddelde blootstellingniveaus over een 8-urige werkdag en niet meer dan 40 uur in de week)¹. In tabel 1 staan de thans geldende MAC-waarden gepresenteerd voor Nederland en een aantal andere landen (in mg/m³).

Tabel 1 MAC-waarden voor inhalatoire anesthetica in Nederland en elders²

	Lachgas	Halothaan	Enfluraan	Isofluraan	Sevofluraan	Desfluraan
Nederland	152	40	153	153	-	-
Oostenrijk	-	40	-	-	-	-
Denemarken	190	40	15	-	-	-
Frankrijk	-	16	-	-	-	-
Duitsland	190	40	153	-	-	-
Groot-Brittannië	190	80	380	380	-	-
Italië	190	-	-	-	-	-
Noorwegen	190	40	15	15	-	-
Zweden	190	40	76	76	-	-
Zwitserland	190	40	76	76	-	-
VS-NIOSH	48	16	15	15	16	16
VS-ACGIH	95	400	570	-	-	-

^a Voor halothaan is geen wettelijke MAC-waarde vastgesteld. De hier vermelde norm betreft enkel een bestuurlijke grenswaarde. Waarschijnlijk zal de Gezondheidsraad 0,4 mg/m³ aanbevelen als gezondheidkundige advieswaarde (Mulder, Boerhaavecursus 23-06-2000)

Naast de normale MAC-waarde die middelt over een werkdag van 8 uur bestaat er een vuistregel van de Arbeidsinspectie, die inhoudt dat de gemiddelde blootstelling gedurende 15 minuten ten hoogste tweemaal de MAC-waarde tgg 8u mag bedragen.

- ¹ In de anesthesie staat de afkorting MAC voor Minimale Alveolaire Concentratie, een maat voor de potentie van het anestheticum. In dit rapport wordt onder MAC altijd verstaan de Maximale Aanvaarde Concentratie op de werkplek.

- ² De afkorting MAC is een Nederlandse afkorting. In het Duits is het equivalent de MAK, in engelstalige landen de OEL (Occupational Exposure Limit), de TLV (Threshold Limit Value) of de

Zij werd ingevoerd met het oog op de beheersing van kortdurende hoge blootstelling. Daarnaast is er recentelijk een advies opgesteld door de Gezondheidsraad die handelt over piekbelastingen aan organische oplosmiddelen. De Gezondheidsraad adviseert hierin het bestaande voorschrift voor kortdurende blootstelling in de richtlijnen van de Arbeidsinspectie als volgt te preciseren:

- Een piekblootstelling is een gemiddeld hoge blootstelling over een periode van 15 minuten
- Een piekblootstelling hoger dan tweemaal de MAC-waarde mag niet voorkomen
- Binnen een piekblootstelling mogen zich geen momentane concentraties hoger dan tienmaal de MAC-waarde voordoen
- Er mogen niet meer dan 4 piekblootstellingen per dag optreden, en de periode daartussen dient minimaal één uur te bedragen

Hoewel voor inhalatoire anesthetica wetenschappelijk niet is vastgesteld of piekblootstellingen extra gezondheidsrisico's met zich meebrengen, is het niet uit te sluiten dat ze een belangrijke rol spelen. In het onderzoek van Peelen et al. (1999) worden eveneens piekblootstellingen aangevoerd als mogelijke verklaring voor de geconstateerde reproductietoxische effecten. Immers, deze effecten kunnen niet verklaard worden uit tgg 8-uurs blootstellingen, aangezien in verreweg de meeste ziekenhuizen de MAC tgg 8u zelden of nooit wordt overschreden³.

Tenslotte dient er bij het toetsen aan normen rekening te worden gehouden met de additieregel. Deze geldt wanneer blootstelling optreedt aan meerdere stoffen die een vergelijkbaar effect hebben of op hetzelfde orgaan inwerken. Bij gelijktijdige blootstelling aan lachgas en een potent inhalatie-anestheticum dient derhalve de additieregel te worden gehanteerd. Tevens dient rekening te worden gehouden met

PEL (Permissible exposure Limit). In dit rapport wordt voor het gemak in alle gevallen de Nederlandse afkorting gebruikt.

- ³ Indien de MAC-waarde voor halothaan vastgesteld zal worden op 0,4 mg/m³ geldt niet meer dat de gevonden niveaus onder de MAC-waarde liggen. Echter, halothaan wordt voor humane anesthesie nauwelijks meer gebruikt. Wel wordt het veel gebruikt in de diergeneeskunde.

het eventueel vrijkomen van andere stoffen met een vergelijkbaar effect, die op operatiekamers worden gebruikt, zoals bepaalde desinfectantia.

1.4 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt de onderzoeksaanpak uiteengezet.

In hoofdstuk 3 wordt een beschrijving gegeven van de technieken en de beschermende maatregelen die thans worden gebruikt in de anesthesie. Daarbij wordt voor zover mogelijk aangegeven welke niveaus van blootstelling optreden. Daaruit blijkt welke de meest belastende werkomstandigheden zijn.

Hoofdstuk 4 bevat het overzicht van de maatregelen die genomen (kunnen) worden om blootstelling aan inhalatoire anesthetica te voorkomen of terug te dringen. De meest effectieve maatregelen worden beschouwd als de stand der techniek. Voorts worden de overige in deze inleiding vermelde onderzoeksvragen in dit hoofdstuk systematisch behandeld. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een tabel waarin de belangrijkste gegevens uit de literatuur worden samengevat.

Hoofdstuk 5 bevat de discussie, en hoofdstuk 6 de conclusies van het rapport.

2

3 AANPAK VAN HET ONDERZOEK

Gegevens zijn met behulp van de volgende onderzoeksmethoden verzameld.

- Literatuuronderzoek
- Enquêtes
- Interviews met sleutelfiguren

3.1 LITERATUURONDERZOEK

Gebruikt zijn de databestanden Polltox en MEDLINE met als zoektermen 'scavenging, air pollutants, anaesthetic gases, occupational health'. Een inperking is gemaakt op basis van jaar van publicatie en relevantie voor onderhavig onderzoek. Alleen artikelen die direct handelen over blootstelling en beschermende maatregelen, en die na 1989 zijn gepubliceerd, zijn gebruikt. De reden dat alleen artikelen van recente datum zijn geselecteerd heeft als achtergrond dat onderhavig onderzoek is gericht op de stand der techniek, en dus in principe op de nieuwste ontwikkelingen. Artikelen waarvan verwacht werd dat ze relevante meetgegevens bevatten werden besteld. Voorts is gebruik gemaakt van het rapport van Peelen c.s. (1999), een aantal (concept)-rapporten van de Gezondheidsraad waarin de toxiciteit van inhalatoire anesthetica worden beschreven (GR 1988/16, concept over lachgas, en over halothaan), het advies van de NVA/NVAM (2000), het cursusboek van de Boerhaavecursus 'Beroepsmatige blootstelling aan inhalatie-anesthetica', onder redactie van Burm A.G.L. en Kleef J.W., 2000, en het boekje 'Lachgas', onder redactie van J. Snel en H.C. Schuyt (1998).

Voor de patent-search is gebruik gemaakt van de website **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.** Een verdere selectie is gemaakt met als extra trefwoord leak*. Voorts zijn leveranciers van anesthetica en anesthesie-apparatuur geraadpleegd betreffende de bij hen aanwezige kennis en literatuur over nieuwe middelen en apparatuur.

3.2 ENQUÊTES

-
- Middels het uitvoeren van een viertal schriftelijke enquêtes onder een steekproef van respectievelijk anesthesiologen (an), anesthesiemedewerkers (am), ziekenhuisdirecties (zh) en verkoeverkamerpersoneel (rm) (zie bijlagen 1 tot en met 4) is op kwalitatieve wijze inzicht verkregen in de huidige stand van zaken in ziekenhuizen en de haalbaarheid van het introduceren van blootstellingbeperkende maatregelen.
- De volgende aspecten zijn bestudeerd:
 1. *Bekendheid van de beroepsgroepen met de risico's van blootstelling aan inhalatoire anesthetica.* De arbo-wet verplicht de werkgever zorg te dragen voor effectieve voorlichting en onderricht, en de werknemers om hieraan deel te nemen. Uitgangspunt hierbij is dat als de werknemers beschikken over de nodige kennis, inzicht en vaardigheden, zij in staat zijn de zorgvuldigheid en voorzichtigheid in acht te nemen die de wet hen voorschrijft. Voorts kunnen anesthesiologen alleen dan zorg dragen voor effectieve bescherming van henzelf en van hun medewerkers indien zij op de hoogte zijn van de risico's van hun handelen.

Tenslotte kan onbekendheid met, of ontkennen van de problematiek een knelpunt vormen voor invoering van beschermende maatregelen.
 2. *Verantwoordelijkheden en beleid ten aanzien van de keuzen van anesthesiologische technieken en beschermingsmaatregelen.*

Indien de overheid regelgeving op dit gebied wil entameren, is het van belang te weten wie haar gesprekspartners dienen te zijn voor optimale implementatie van het beleid.

3. *Huidige situatie met betrekking tot anesthesie-methoden en -technieken: welke middelen, systemen en beschermingsmiddelen worden gebruikt, in welke frequenties, en wat zijn hierbij de knelpunten.*

Inzicht in de huidige anesthesiologische praktijk is van belang om te kunnen oordelen over wat 'vooruitstrevend' genoemd kan worden. Voorts kunnen de voorlopers in de branche op basis hiervan worden geïdentificeerd. Tenslotte is het van belang te achterhalen welke bezwaren er bestaan tegen invoering van specifieke technieken of middelen, of welke problemen men in het verleden heeft gehad bij het introduceren van nieuwe middelen en/of technieken.

4. *Bereidheid van de beroepsgroepen om zich bij te (laten) scholen in nieuwe methoden en technieken, alsmede om die in de praktijk te gaan gebruiken*

- Dit aspect blijkt bij praktisch alle vervangingstrajecten van cruciaal belang (Sphere+). Wanneer er geen bereidheid is, kan dit een ernstig knelpunt vormen bij pogingen betere arbeidsomstandigheden te realiseren.

5. *Bedrijfseconomische aspecten.*

- Indien kosten van een gewenste nieuwe techniek veel hoger liggen dan de traditionele, kan dit een belangrijk knelpunt vormen voor vervanging.

3.2.1 Respons en representativiteit

De enquêtes zijn verstuurd naar alle ziekenhuisdirecties. Van anesthesiologen, anesthesiemedewerkers en verkoeverkamerpersoneel is een aselechte steekproef genomen. In onderstaande tabel wordt de grootte van de verschillende steekproeven weergegeven.

Tabel 1 Aantallen enquêtes verstuurd, ontvangen, totale populaties en respons

	Ziekenhuis-directies	Anesthesiologen	Anesthesie-medewerkers	Verkoeverkamerpersoneel
Aantal verstuurd	126	300	300	300
Aantal retour	77	55	93	37
Respons	61%	18%	31%	12%
Totale populatie	126	Ca. 1000	Ca. 5000	Ca. 500

De respons bij de verschillende beroepsgroepen loopt sterk uiteen. Op zich is de lage respons bij de anesthesiologen en het verkoeverkamerpersoneel geen groot probleem, gezien de kwalitatieve aard van de enquêtes. Hoewel een bepaald antwoord niet representatief hoeft te zijn voor de situatie in de anesthesiepraktijk, geeft een succesvol toegepaste blootstellingbeperkende maatregel wel aan dat deze techniek of methodiek haalbaar is in de betreffende situatie. Hetzelfde geldt voor de andere aspecten die zijn geïnventariseerd. Een anesthesioloog die een bepaalde mening is toegedaan omtrent bijvoorbeeld het gebruik van intraveneuze technieken bij kinderen, zal ongetwijfeld impact hebben op het beleid in het ziekenhuis of de ziekenhuizen waar hij nu of later werkzaam is.

Voorts is in het enquêteformulier ruimte gelaten voor toelichtingen. Daarvoor geldt bovenstaande argumentering des te sterker. De afzonderlijke toelichtingen zijn weliswaar niet toe te schrijven aan de gehele populatie, maar ze verschaffen wel inzicht in hoe er door sommigen gedacht wordt over wat wel en wat niet mogelijk of gewenst is.

Tenslotte is in een klein aantal gevallen gebleken dat het enquêteformulier dat was bedoeld voor de ziekenhuisdirectie, was ingevuld door een anesthesioloog, een O.K-medewerker en/of een medewerker van de arbodienst. Deze enquêtes zijn verwerkt als afkomstig zijnde van de ziekenhuisdirecties.

3.3 INTERVIEWS MET SLEUTELFIGUREN

- De risico's van het gebruik van inhalatoire anesthetica, de mogelijkheden die zich in de praktijk voordoen om vermindering van de daaraan verbonden risico's te realiseren, de knelpunten die ondervonden worden bij het introduceren van beschermingsmaatregelen, alsmede de knelpunten zoals die in de enquêtes naar voren komen, zijn besproken met een beperkt aantal "*sleutelfiguren*" uit een selectie van ziekenhuizen. De gesprekken werden gevoerd aan de hand van een checklist (zie bijlage 5). Selectie van de ziekenhuizen heeft plaatsgevonden op basis van de overweging of het betreffende ziekenhuis, of de betrokken personen uit dat ziekenhuis (anesthesioloog, anesthesiemedewerker, directie, anesthesie-technicus) als voorlopers kunnen worden aangemerkt met betrekking tot maatregelen om blootstelling aan inhalatoire anesthetica terug te dringen. Er zijn zowel ziekenhuizen en medewerkers geselecteerd die reeds veel ervaring hebben met intraveneuze technieken, als ziekenhuizen en medewerkers die binnen de inhalatie-anesthesie reeds veel ervaring hebben met maatregelen om het vrijkomen van inhalatoire anesthetica te beheersen (bijlage 6). De selectie is gemaakt op basis van de antwoorden op de enquêtes.

Behalve interviews met personeel van ziekenhuizen is een bijeenkomst georganiseerd met vertegenwoordigers uit de handel en industrie. Daarbij aanwezig waren producenten en leveranciers van anesthesiemiddelen (inhalatoir en intraveneus) en anesthesie-apparatuur. Doel van deze bijeenkomst was het inventariseren van ervaringen met toepassing van hun producten in de verschillende ziekenhuizen, informatie inwinnen over eventuele nieuwe technieken met betrekking tot beheersmaatregelen, ervaringen in andere landen, en een discussie over de rol van de handel en industrie met betrekking tot deze problematiek.

4

5

6 BLOOTSTELLING AAN INHALATOIRE ANESTHETICA

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd ten aanzien van de huidige praktijk in de ziekenhuizen voor wat betreft de gehanteerde technieken en beschermende maatregelen, en de consequenties daarvan voor de blootstellingniveaus aan inhalatoire anesthetica.

In paragraaf 3.1 worden eerst enkele basisbegrippen uit de anesthesie besproken, die van belang zijn voor goed begrip van het vervolg van het rapport. Voor deze eerste paragraaf is vooral gebruik gemaakt van de deskundigheid van het onderzoeksteam, aangevuld met informatie uit handboeken voor anesthesiologen in opleiding.

3.1 BASISBEGRIPPEN UIT DE ANESTHESIE

6.1.1 Introductie

Een anesthesie kan bestaan uit een plaatselijke verdoving (locoregionale anesthesie) of uit een algehele anesthesie.

- *Locoregionale anesthesie.* Hierbij wordt plaatselijk de schadelijke werking van pijn geblokkeerd. De patiënt kan zelfstandig ademen en is niet buiten bewustzijn.
- *Algehele anesthesie.* Deze vorm van anesthesie is gebaseerd op drie pijlers: hypnose (een situatie van bewusteloosheid veroorzaken), analgesie (wegnemen van de pijnprikkel) en spierrelaxatie (onmogelijk maken dat de patiënt de spieren samentrekt tijdens de operatie). Er zijn twee typen algehele anesthesie, de intraveneuze en de inhalatoire anesthesie. In het eerste geval worden de

middelen toegediend door middel van een infuus, in het tweede geval via de luchtwegen.

De drie basistechnieken (locoregionale, intraveneuze en inhalatieanesthesie) kunnen zelfstandig of in combinatie toegepast worden. Locoregionale anesthesie wordt doorgaans zelfstandig toegepast, maar soms ook in combinatie met intraveneuze anesthesie, en minder vaak, in combinatie met inhalatieanesthesie.

Inhalatieanesthesie en intraveneuze anesthesie worden doorgaans gecombineerd toegepast: met name de inleiding is meestal intraveneus, maar beide kunnen ook als zelfstandige techniek toegepast worden (VIMA= volatile induction and maintenance anaesthesia & TIVA= total intravenous anesthesia).

Voor kleine ingrepen wordt overigens vaak volstaan met de intraveneuze of inhalatoire toediening van slechts één anestheticum.

Een algehele anesthesie (of narcose) bestaat uit drie fasen:

De inleiding. In deze fase wordt de patiënt buiten bewustzijn gebracht. Dit gebeurt doorgaans intraveneus maar het kan ook met behulp van een potent inhalatieanestheticum. Zodra de patiënt buiten bewustzijn is, wordt het middel voor de spierrelaxatie toegediend en wordt geïntubeerd. Dat laatste wil zeggen dat een buisje (tube) in de trachea wordt ingebracht waardoor het vluchtig anestheticum wordt toegediend. Vervolgens wordt de patiënt op de beademingsmachine aangesloten. Na intraveneus toedienen van opiaten (pijnstilling) kan met de operatie worden begonnen. De inleiding duurt gemiddeld zo'n 5 tot 10 minuten.

De peroperatieve fase. Dit is de fase waarin de operatie daadwerkelijk plaatsvindt. De anesthesiediepte wordt voortdurend aan de chirurgische pijnprikkel aangepast: hoe sterker de prikkel, des te meer anesthesie er gegeven wordt. De tijdsduur van de peroperatieve fase is sterk afhankelijk van het type ingreep.

De uitleiding. In deze fase wordt de toevoer van anesthetica gestopt en de werking van de spierverslappers tenietgedaan, zodat de patiënt bij bewustzijn komt en spontaan kan gaan ademen.

Voorafgaand aan de uitleiding wordt aan de patiënt 100% zuurstof toegediend, waarmee een groot deel van de in het lichaam aanwezige anesthetica wordt 'uitgewassen'. Deze fase neemt 5 tot 15 minuten in beslag. Tenslotte wordt de patiënt naar de uitslaap- of verkoeverkamer gebracht alwaar hij kan herstellen van de ingreep en de anesthesie.

Sluderen

Een ingreep die in het kader van onderhavig onderzoek een aparte positie inneemt is het sluderen. Bij dit type ingreep komen grote hoeveelheden anesthetica vrij (Schuyt 1996, Peelen 1998). Sluderen is vernoemd naar dr. Sluder en behelst het verwijderen van neus- en keelamandelen (adenotomie, tonsillectomie) volgens de 'Guillotine-techniek'. Soms wordt dit gevolgd door middenoordrainage. De sluder-techniek wordt in Nederland, in sommige delen van België en in zeer beperkte mate in Frankrijk gebruikt.

De ingreep is gewoonlijk van zeer korte duur (1 à 2 minuten), mede door de snelle inductie van de anesthetica via een masker. Dit betekent dat een relatief groot aantal ingrepen per tijdseenheid kunnen worden uitgevoerd. Het toepassen van de sluder-techniek is historisch gegroeid en thans onderwerp van discussie tussen KNO-artsen en anesthesiologen. In de meeste landen geldt deze techniek als verouderd. Zij heeft daar plaatsgemaakt voor ingrepen na intubatie. Hierdoor is het niet alleen mogelijk de ingreep in alle rust uit te voeren, maar tevens om het anestetisch mengsel te voorzien van pijnbestrijdende componenten.

6.1.2 Middelen

Voor *locoregionale* anesthesie wordt gebruik gemaakt van verbindingen die afgeleid zijn van procaïne. In oplopende mate van werkingskracht zijn dit: lidocaïne, mepivacaïne, prilocaïne, bupivacaïne, tetracaïne, etidocaïne, articaïne.

Voor *intraveneuze* (algehele) anesthesie wordt gebruik gemaakt van benzodiazepinen (midazolam, diazepam, etc.), droperidol (premedicatie en inleiding), S-ketamine (bij korte ingrepen zonder spierrelaxatie), etomidat (inleiding), methohexital (inleiding), midazolam, propofol en thiopental (korte ingrepen, inleiding).

Voor *inhalatie*-anesthesie wordt gebruik gemaakt van desfluraan, enfluraan, halothaan, isofluraan, sevofluraan en lachgas. Bij inhalatoire anesthetica wordt de anesthesische sterkte uitgedrukt als de minimum alveolaire concentratie. Dit is de concentratie waarbij 50% van de patiënten geen reactie vertoont op een standaard pijnprikkel, namelijk een incisie in de huid. De hoeveelheid lachgas die wordt toegediend hangt af van de fase van de ingreep en van het gebruikte inhalatoir anestheticum. Doordat de verhouding tussen lachgas en inhalatoir anestheticum tijdens elke fase constant wordt gehouden, is het mogelijk meetgegevens van lachgas terug te rekenen naar concentraties inhalatoire anesthetica. Een uitzondering hierbij is wanneer tijdens de peroperatieve fase gebruik gemaakt wordt van gecuffte intubatie. Lachgas diffundeert namelijk veel sneller door de cuff dan de inhalatoire anesthetica. Welke omrekeningsfactoren dan gehanteerd dienen te worden is niet bekend.

6.1.3 Typen apparatuur

Toedieningssystemen

Bij inhalatie-anesthesie wordt gebruik gemaakt van verschillende toedieningssystemen:

1. Open systemen

Kenmerk van open systemen is dat verse inhalatoire anesthetica slechts één maal worden gebruikt tijdens de inspiratie en dat tijdens de expiratie de inhalatoire anesthetica volledig worden afgevoerd. Dit systeem is het meest eenvoudige, maar verbruikt meer anesthetica dan alle andere systemen. Een voorbeeld is het Waters-systeem.

2. *Halfopen systemen*

Een deel van de inhalatie-anesthetica wordt hergebruikt. Dit systeem wordt voornamelijk gebruikt bij spontane ademhaling of bij beademing met enkel zuurstof of en/of lucht. De anesthetica worden niet actief teruggeleid maar door de constructie ademt de patiënt een deel van de anesthetica weer in. Het uitgeademde CO₂ wordt niet afgevangen en wordt (deels) weer door de patiënt ingeademd. Voorbeelden zijn het Jackson Rees systeem, dat veel bij kinderen wordt gebruikt, en het BAIN systeem.

3. *Halfgesloten systemen*

Er vindt gedeeltelijk hergebruik van anesthetica plaats, en bovendien wordt het uitgeademde CO₂ geadsorbeerd aan natrium-, kalium en/of calciumhydroxide. Hierdoor kan meer worden hergebruikt zonder dat de concentratie kooldioxide in de patiënt stijgt. De meeste beademingssystemen zijn halfgesloten systemen.

4. *Gesloten systemen*

Er vindt volledig hergebruik plaats van de inhalatoire anesthetica, en het uitgeademde kooldioxide wordt afgevangen. Er wordt dus in principe zoveel anestheticum aangeboden als de patiënt verbruikt. De enige additionele dosering die nodig is, is voor het compenseren voor lekkages. Een voorbeeld is een Circle-systeem met minimale lek.

Applicatievormen

Inhalatie-anesthetica, alsmede lucht/zuurstofmengsels, worden met verschillende technieken in de luchtwegen van de patiënt geleid:

- *Met behulp van maskers.* Maskers worden vooral gebruikt bij inleidingen en bij korte ingrepen, zoals het sluderen. Men onderscheidt enkelvoudige maskers en dubbelmaskers. Bij de enkelvoudige maskers worden de anesthetica toegevoerd maar het tussen het gelaat en de maskerrand weglekkende deel wordt niet afgezogen. Bij dubbelmaskers gebeurt dat wel. Een dubbelmasker bestaat uit een vervormbaar binnenmasker waaromheen een star buitenmasker ligt. Via het binnenmasker wordt het anestetisch mengsel toegediend, terwijl het lumen tussen beide maskers continu wordt afgezogen om de anesthetica, die tussen gezicht en masker ontsnappen, af te voeren. De noodzakelijke onderdruk wordt verzorgd door een speciaal hiervoor ontwikkelde afzuigunit (zie foto 1).

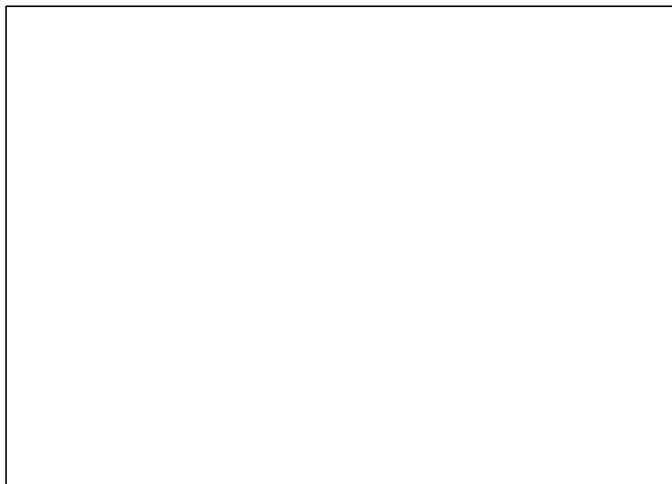


Foto 1. Dubbelmasker.

Apart wordt hier nog melding gemaakt van het dubbel-neusmasker. Dit type masker wordt vooral ingezet bij tandheelkundige behandelingen, of bij andere ingrepen in de mond(holte), waarbij de patiënt zelfstandig kan ademen.

- *Met behulp van tubes.* Tubes worden gebruikt in de peroperatieve fase. Het inbrengen van een tube bij een patiënt heet intubatie, het verwijderen extubatie. Er zijn naso- of orotracheale tubes, al dan niet voorzien van een cuff, een opblaasbaar ballonnetje dat de ruimte tussen de trachea en de tube afsluit. De cuff dient om lekkage tussen de tube en de trachea tegen te gaan. Daardoor kan de flow naar de patiënt beter worden gecontroleerd. Nasotracheale tubes worden via de neus ingebracht. Zij worden vooral gebruikt wanneer een ingreep in de mond wordt gedaan. In de meeste gevallen gebruikt men via de mond ingebrachte orotracheale tubes (zie foto 2).



Foto 2. Dubbelmaskersysteem, zonder het masker zelf, maar gekoppeld aan een tube met opgeblazen cuff

Een speciale vorm van intubatie betreft het larynxmasker (zie foto 3). In wezen is dit een masker met een opgebouwde cuff die de larynx afsluit. Het voordeel van dit

systeem is dat er minder anesthesie nodig is, omdat het 'keelslot' niet uitgeschakeld hoeft te worden, dit in tegenstelling tot wanneer wordt geïntubeerd.

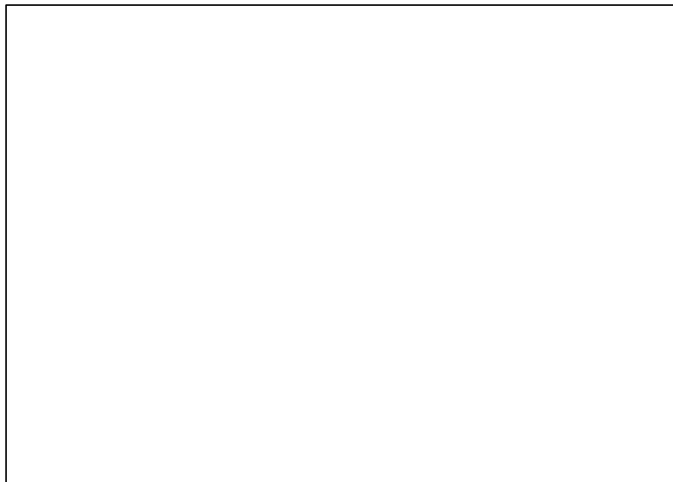


Foto 3. Larynxmasker.

De keuze voor een applicatievorm hangt vooral af van de fase, de duur en de aard van de ingreep. Zo worden larynxmaskers niet toegepast bij thorax- of buikoperaties, maar wordt geïntubeerd. Bij kinderen worden cuffs niet gebruikt omdat de vorm van de trachea bij kinderen anders is dan bij volwassenen. Hierdoor kan bij kinderen de trachea beschadigd raken. Voorts is de diameter van de tube kleiner bij gebruik van een cuff, met als gevolg een voor kinderen te grote ademweerstand.

Beschermende maatregelen

Beschermende maatregelen kunnen worden beschouwd als die maatregelen die ervoor zorgen dat blootstelling aan inhalatoire anesthetica gereduceerd wordt. Echter, de anesthesiologische techniek (locoregionaal, intraveneus of inhalatoir), het toedieningssysteem en de applicatievorm hebben eveneens invloed op de niveaus van blootstelling van het ziekenhuispersoneel. Daardoor is het niet in alle gevallen eenduidig te zeggen of er sprake is van een 'echte' beschermende maatregel of dat

reductie van blootstelling optreedt als indirect gevolg van de gehanteerde methodiek die om andere redenen dan bescherming is gekozen. De verschillende technieken, applicatievormen en toedieningssystemen zijn reeds besproken. De maatregelen die overblijven zijn evacuatiesystemen, kinmaskers, neusmaskers, ruimteventilatie, en arbeidsorganisatorische maatregelen.

- Evacuatiesystemen. Dit zijn systemen die aan het anesthesie-apparaat zijn gekoppeld om overtollige en uitgedemde inhalatie-anesthetica af te voeren.
- Kinmaskers worden gebruikt om uitgedemd lachgas af te zuigen (zie foto 4). Ze worden vooral in de tandheelkunde ingezet.



Foto 4. Kinmasker.

-
- Neusmaskers worden gebruikt als alternatief voor de gelaatsmaskers in het geval een ingreep in de mond wordt verricht. Analoog aan de gelaatsmaskers zijn ze uitgevoerd als enkelvoudige of als dubbelmaskers.
- Ruimteventilatie omhelst het regelmatig verversen van de lucht in de betreffende ruimte. Hierbij is het ventilatievoud van belang. Deze wordt uitgedrukt in aantal keer per uur dat de lucht in de werkruimte wordt vervangen door een zelfde hoeveelheid schone lucht.

- Organisatorische maatregelen. Dit zijn onder meer:
 - Optimalisatie van het evacuatiesysteem op het anesthesietoestel
 - Onderbreking van de flow bij disconnecties, zowel aan het begin (bij de inleiding) als aan het eind (bij extubatie) van de anesthesie
 - Het toepassen van modernere vulsystemen om morsen van vloeibare anesthetica te voorkomen
 - Het regelmatig controleren van apparatuur op lekkages
 - Het zorgen voor het ‘schoon’ afleveren van patiënten in de verkoeverkamers

-

In de volgende paragrafen wordt voor zoveel mogelijk omstandigheden aangegeven welke blootstellingniveaus optreden. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende fasen van de ingreep, namelijk inleiding, peroperatieve fase, en uitleiding, pre-recovery en post-operatieve zorg (in de uitslaap- of verkoeverkamers).

6.2 INLEIDING VAN DE ANESTHESIE

Bestaande situatie

Uit de in de branche uitgevoerde enquêtes blijkt dat inleidingen worden verricht met behulp van een intraveneus middel of met een potent dampvormig anestheticum, met of zonder additioneel gebruik van lachgas. Van de inhalatoire anesthetica wordt sevofluraan bij inleidingen het meest toegepast, enfluraan en desfluraan nooit. Halothaan en isofluraan worden sporadisch gebruikt, en lachgas in ongeveer de helft van de ingrepen. Het intraveneuze middel propofol wordt zeer vaak gebruikt, behalve bij het sluderen.

Er wordt doorgaans gebruik gemaakt van maskers in open, halfopen en halfgesloten systemen. De bescherming bestaat meestal uit een evacuatiesysteem en in een klein deel van de gevallen uit dubbelmaskers. Wanneer gebruik wordt gemaakt van aparte

inleidings- of sluderruimten, zijn die in het algemeen eveneens voorzien van evacuatiesystemen.

Intraveneus

Bij het gebruik van enkel intraveneuze middelen tijdens de inleiding treedt - uiteraard - geen blootstelling op aan inhalatoire anesthetica. Bij zorgvuldig werken treedt geen blootstelling op aan de intraveneuze middelen, ook niet via de huid. In de literatuur wordt deze blootstellingsroute niet beschreven.

Inhalatie

Bij bestudering van de literatuur blijkt dat het aantal artikelen dat specifieke informatie bevat over blootstellingsniveaus aan inhalatoire anesthetica bij inleidingen beperkt is. Verreweg de meeste artikelen die resultaten van metingen beschrijven, maken geen onderscheid tussen de verschillende fasen van de anesthesie. Voorts beperkt de beschrijving zich meestal tot meetgegevens van lachgas. Dampvormige anesthetica blijven veelal buiten beschouwing.

Van de artikelen waarin specifieke informatie over inleidingen wordt verschaft, volgt hieronder een samenvatting. Daarbij is het van belang dat men zich realiseert dat de intubatie zelf ook onderdeel vormt van de inleiding.

Bij inleidingen met inhalatie-anesthetica via een *enkelvoudig masker* vonden Chang et al. (1997) gemiddelde concentraties lachgas van $161 \pm 91 \text{ mg/m}^3$ in de ademzone van de anesthesioloog. Bij intraveneus inleiden, gevolgd door ongecuffte intubatie werden concentraties lachgas gemeten van 61 mg/m^3 . Metingen werden verricht met een infrarood fotospectrometer in de ademzone van de anesthesioloog. Piekbelastingen tot 2240 mg/m^3 kwamen voor. Bij *intraveneuze inleiding* gevolgd door *gecuffte intubatie* werden de ingeademde concentraties lachgas gereduceerd tot $20,9 \pm 8,9 \text{ mg/m}^3$. Bij het *intraveneus inleiden gevolgd door gebruik van dubbelmasker* waren de concentraties lachgas $34,0 \pm 8,9 \text{ mg/m}^3$.

Hoerauf et al. (1999) verrichtten eveneens metingen in de ademzone van de anesthesioloog. Zowel de concentraties lachgas als sevofluraan werden bepaald in vier verschillende omstandigheden. In de peroperatieve fase werd gebruik gemaakt van een mengsel van sevofluraan en lachgas, toegediend met een *larynxmasker*. Bij inleiden met sevofluraan en lachgas gevolgd door een peroperatieve fase met gebruik van zowel een *halfopen* als een *gesloten systeem* werden gemiddelde concentraties van 164 mg/m^3 sevofluraan en 190 mg/m^3 lachgas gemeten. Bij *intraveneuze inleiding* werden gemiddelde concentraties van $16,4 \text{ mg/m}^3$ sevofluraan en 95 mg/m^3 lachgas zelden overschreden. Zij concluderen dat bij inleiden met behulp van inhalatie-anesthetica overschrijding van normen optreedt.

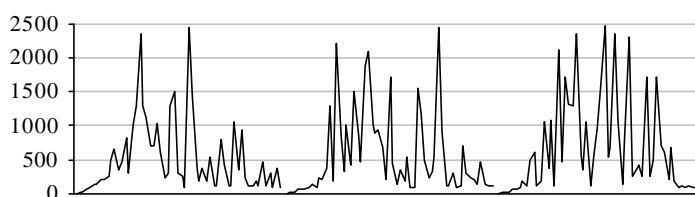
Gouders (1991) vond concentraties lachgas van $51 - 70 \text{ mg/m}^3$ tijdens de inleiding, Scheepers (1991) vond lachgasconcentraties van 101 mg/m^3 . In beide onderzoeken ging het om anesthesieën met behulp van enkelvoudige gelaatsmaskers. De metingen werden uitgevoerd in de directe omgeving van de patiënt, en niet in de ademzones van anesthesiologen of anesthesiemedewerkers.

Meier et al. (1995) vonden dat een inleiding met gebruik van *enkelvoudig masker* resulteerde in een blootstelling aan lachgas van 190 mg/m^3 . Bij gebruik van *dubbelmasker* werd een blootstellingsreductie van 80% ten opzichte van een *enkelvoudig masker* gerealiseerd. Zij concluderen dat bij het gebruik van intraveneuze technieken of dubbelmaskers het mogelijk is om de blootstelling tot aanvaardbare niveaus terug te brengen. Voor de gevonden concentraties in de verschillende gevallen wordt verwezen naar hoofdstuk 4, tabel 2.

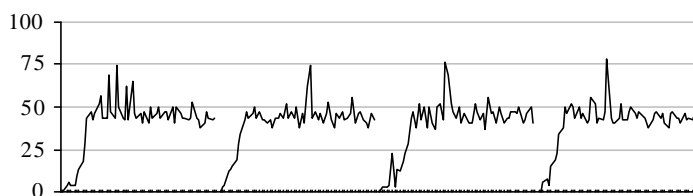
Schuyt et al. (1996) verrichtten 174 metingen aan lachgasconcentraties in 39 operatiekamers van 9 ziekenhuizen. Zij verrichtten continue metingen met behulp van een infrarood fotospectrometer in de ademzone van de anesthesioloog. Daaruit bleek dat bij gecombineerde anesthesie (GA: *intraveneuze inleiding, voortgezet met zuurstof, lachgas en een dampvormig anestheticum*) de hoogste concentraties in de ademzone van de anesthesioloog werden gemeten tijdens de inleidingen: 494 mg/m^3 lachgas gemiddeld over 5 ziekenhuizen (range $298 - 994 \text{ mg/m}^3$). Daarbij waren geen

additionele maatregelen getroffen, maar werd de bestaande situatie gemeten. Tijdens *kapanesthesieën* bij kinderen (sluderen) werden door Schuyt et al., eveneens tijdens de inleiding, hoge concentraties lachgas aangetroffen in de ademzone van de anesthesiologen: gemiddeld 722 mg/m³ over de 9 ziekenhuizen (range 403 - 3298 mg/m³). Bij het gebruik van dubbelmaskers werd een reductie in concentraties lachgas in de ademzone van de anesthesioloog gerealiseerd van 380 mg/m³ naar niveaus beneden de detectiegrens. Het effect van het gebruik van een dubbelmasker wordt in onderstaande figuren geïllustreerd. Het betreft hier drie, respectievelijk 4 vrij willekeurig gekozen inleidingen, die een beeld schetsen van wat gerealiseerd kan worden met een dubbelmasker.

Figuur 1 N₂O Concentraties in mg/m³ tijdens 3 inleidingen GA, in de oorspronkelijke situatie



Figuur 2 N₂O Concentraties in mg/m³ tijdens 4 inleidingen GA, na interventie (Bron: Schuyt 2000).



Uit figuur 1 blijkt dat binnen de gemiddelde piekblootstelling van 494 mg/m^3 momentane pieken voorkomen tot concentraties van 2470 mg/m^3 lachgas. Deze figuur bevestigt het beeld dat bij inleidingen relatief hoge blootstellingsniveaus optreden. In figuur twee wordt geïllustreerd dat met behulp van dubbelmaskers aanzienlijke reducties gerealiseerd kunnen worden.

Henderson & Matthews (1999) verrichtten metingen in 8 ziekenhuizen in Groot-Brittannië. De tijdgewogen-gemiddelde blootstelling voor lachgas, gemiddeld over alle ziekenhuizen, bedroeg $83,6 \text{ mg/m}^3$ (range: $0\text{-}240 \text{ mg/m}^3$) tijdens de inleiding, en voor isofluraan $1,9 \text{ mg/m}^3$ ($0\text{-}3,8 \text{ mg/m}^3$), gemeten in de ademzone van de anesthesioloog. Momentane pieken werden niet gemeten in de ademzone van de anesthesioloog, maar wel in de stationaire ruimtemetingen. Piekconcentraties lachgas tot 3800 mg/m^3 werden gevonden. Hierbij is niet gespecificeerd welke methodieken zijn gehanteerd. Bij één meting werd de effectiviteit van het evacuatiesysteem bepaald door het eerst uit te laten en vervolgens aan te zetten. De gemiddelde concentraties werden door het systeem met ongeveer 50% gereduceerd. Pieken tot 1000 mg/m^3 bleven echter voorkomen, ook na het aanzetten van het evacuatiesysteem.

6.3 DE PER-OPERATIEVE FASE

Bestaande situatie

Uit de in de branche gehouden enquêtes blijkt dat in de peroperatieve fase veel gebruik wordt gemaakt van lachgas, sevofluraan en isofluraan, en in mindere mate van halothaan en desfluraan. Lachgas wordt in ruim driekwart van de ingrepen gebruikt in de peroperatieve fase. Het intraveneuze middel propofol wordt veel toegepast. Voorts wordt in deze fase van de ingreep veel gebruik gemaakt van low-flow systemen, gecuffte tubes en larynxmaskers. De bescherming bestaat meestal uit een evacuatiesysteem, en in ongeveer 1 op de 10 gevallen uit een dubbelmasker.

Intraveneus

Bij het gebruik van enkel intraveneuze middelen treedt - uiteraard - geen blootstelling op aan inhalatoire anesthetica. Over nadelige gevolgen voor het ziekenhuispersoneel door blootstelling aan intraveneuze middelen is geen literatuur voorhanden.

Inhalatie

Zoals reeds in paragraaf 3.2 is vermeld, is het aantal artikelen dat onderscheid maakt tussen de verschillende fasen van een anesthesie, beperkt. Echter, uit onderzoek van Schuyt et al. (1996) blijkt dat de peroperatieve fase voor 60% aan de tijdgewogen-gemiddelde blootstelling bijdraagt. Derhalve is de informatie uit alle artikelen die geen specificatie geven van de fase van de anesthesie, als representatief beschouwd voor de blootstelling tijdens de peroperatieve fase.

In het onderzoek van Peelen et al. (1999) is een overzicht gegeven van literatuur over blootstellingsniveaus tot 1996. Hieruit worden de volgende conclusies getrokken:

- De blootstelling aan lachgas in Nederlandse ziekenhuizen is al redelijk goed in kaart gebracht, maar ontbrekende meettechnische gegevens maken de interpretatie van de resultaten moeilijk. De gemeten waarden zijn meestal momentane concentraties in de operatiekamers en veel minder vaak tijdgewogen-gemiddelde blootstelling van het personeel.
- De laatste jaren zijn in een aanzienlijk deel van de Nederlandse ziekenhuizen maatregelen genomen om de blootstelling in operatiekamers te reduceren; de concentraties anesthesiegassen waaraan operatiekamer-medewerkers chronisch worden blootgesteld zijn vermoedelijk erg laag.
- Ondanks de genomen maatregelen, wordt het personeel in operatiekamers nog steeds kortdurend blootgesteld aan concentraties anesthesiegassen die boven tweemaal de MAC-waarde voor lachgas en halothaan liggen.

Gilly et al. (1991) verrichtten metingen aan verschillende systemen. Bij een *open systeem* werden piekconcentraties lachgas gemeten boven 5000 mg/m^3 , en halothaan boven 1200 mg/m^3 . Onduidelijk is tijdens welke fase van de ingreep dit plaatsvond. Bij het gebruik van enkel *ruimteventilatie* werden niveaus gevonden boven de geldende normen. Bij gebruik van een modern *evacuatiesysteem* in de OK konden waarden worden bereikt tussen $9,5$ en $26,6 \text{ mg/m}^3$ lachgas, en $0,8$ tot $4,1 \text{ mg/m}^3$ halothaan. Op de afdeling gynaecologie werden ondanks goede *ventilatie* en *evacuatie* hogere niveaus van blootstelling gevonden: $158 \pm 93 \text{ mg/m}^3$ lachgas, en $6,2 \pm 2,5 \text{ mg/m}^3$ halothaan. Gilly et al. concluderen dat zelfs bij optimale omstandigheden piekblootstellingen niet te vermijden zijn.

Koda et al. (1997) et al. verrichtten metingen aan lachgas in de ademzones van anesthesiologen, verplegende personeel en chirurgen. Zonder *evacuatiesysteem* vonden zij gemiddeld 760 mg/m^3 lachgas in de ademzone van de anesthesioloog, en 342 mg/m^3 bij het verplegend personeel en de chirurg. Bij gebruik van een *evacuatiesysteem* werden deze concentraties teruggebracht tot respectievelijk $133 - 360 \text{ mg/m}^3$ en $133 - 171 \text{ mg/m}^3$. De gemiddelde concentraties sevofluraan en isofluraan bedroegen $4 - 8 \text{ mg/m}^3$. Koda et al. concluderen dat een *evacuatiesysteem* alleen onvoldoende bescherming biedt.

Kanmura et al. (1999) verrichtten metingen onder verschillende condities. De bedoeling was te achterhalen in welke omstandigheden concentraties van 95 mg/m^3 lachgas werden overschreden. De belangrijkste omstandigheden waarbij deze grens werd overschreden bleken *kapnarcoses*, het niet aangesloten zijn van het *evacuatiesysteem*, het ontbreken van *cuffs* en lekkage van de apparatuur.

Marx et al. (1997) verrichtten een onderzoek om te bepalen of nieuwe *evacuatiesystemen* gebruikt kunnen worden op oude *verdampers*. Zij concluderen dat de moderne *evacuatiesystemen*, die voldoen aan de Europese norm EN 740, goed functioneren bij oude *verdampers* aangezien de gas-flow niet van invloed is op de effectiviteit van het *evacuatiesysteem*.

Meier et al. (1995) verrichtten metingen aan verschillende systemen, en bij ingrepen aan personen van verschillende leeftijden. De metingen werden verricht in de ademzone van de anesthesioloog. De volgende resultaten werden gevonden. Bij ingrepen bij kinderen onder de 11 jaar blijken 3 maal zo hoge concentraties lachgas, en 5 maal zo hoge concentraties dampvormige anesthetica te worden gemeten als bij ingrepen bij volwassenen. Ook vonden zij dat bij gebruik van tube of *larynxmasker* een reductie van 80% in de blootstelling kon worden gerealiseerd ten opzichte van een *enkelvoudig masker*. Het gebruik van een effectief *evacuatiesysteem* gecombineerd met een *low-flow* gaf een reductie van 85% te zien. Het gebruik van een *Jackson-Rees of Bain (halfopen systemen)* zonder *evacuatie* of met een slecht functionerende evacuatie veroorzaakte een 10 maal zo hoge concentratie lachgas in de ademzone van de anesthesioloog. Het opvoeren van het *ventilatievoud* in de ruimte tot boven de 10 maal per uur gaf een 50% gereduceerde blootstelling. Tenslotte vonden zij dat de werkmethode van de anesthesioloog van grote invloed is op de gevonden concentraties, bijvoorbeeld of de toevoer van anesthetica wordt gestopt tijdens de extubatie. Zij concluderen dat bij het gebruik van een *larynxmasker* in combinatie met voldoende ventilatie, een goed werkend evacuatiesysteem, een lage flow en een juiste werkmethode het mogelijk is om de blootstelling tot aanvaardbare niveaus terug te brengen. Voor de gevonden concentraties in de verschillende gevallen wordt verwezen naar hoofdstuk 4, tabel 2.

O'Hare et al. (1998) onderzochten de effectiviteit van het *larynxmasker*. Zij vonden dat bij gebruik ervan de tijdgewogengemiddelde concentraties onder de NIOSH- normen bleven (voor lachgas: 48 mg/m^3). Zij concluderen dat het *larynxmasker* een goede bescherming biedt. Voorwaarde is wel dat de toevoer van lachgas pas wordt gestart na het aanbrenge van het *larynxmasker*.

Hoerauf et al. (1997) deden metingen in de ademzone van de anesthesioloog bij kinderaanesthesie. Bij kapnarcoses werden overschrijdingen van de Duitse MAC voor lachgas (190 mg/m^3) gemeten, ook bij een *ventilatievoud* van 20 maal per uur. Bij *intubatie* werden geen overschrijdingen gemeten.

In een ander onderzoek van Hoerauf et al. (1997b) werden metingen verricht in de ademzone van een anesthesioloog, anesthesiemedewerkers en een chirurg. Ondanks het feit dat de omstandigheden “optimaal” waren, namelijk *lekvrije apparatuur*, een hoog *ventilatievoud*, een *evacuatiesysteem*, *controle van de cuff-druk* en een *lage tot gemiddelde flow van anesthetica*, werden de NIOSH-norm voor lachgas een aantal malen overschreden. Voor sevofluraan werd deze norm van 16 mg/m^3 alleen overschreden bij de anesthesiemedewerkers.

In een derde onderzoek van Hoerauf et al. (1996) wordt een vergelijking gemaakt tussen *endotracheale tubes* en *larynxmaskers*. Hoewel de gemiddelde concentraties bij beide toedieningssystemen overeenkwamen, worden er bij het gebruik van *larynxmaskers* in een aantal gevallen hogere concentraties gevonden.

In het eerder aangehaalde onderzoek van Schuyt c.s. werd gevonden dat de gemiddelde blootstelling aan lachgas over alle onderzochte ziekenhuizen 122 mg/m^3 bedroeg bij balanced anesthesieën, met een uitschieter van 884 mg/m^3 in één ziekenhuis. Bij de *kapanesthesieën* werd tijdens de peroperatieve fase gemiddeld over alle ziekenhuizen 450 mg/m^3 lachgas gemeten. Over de gehele anesthesie was dit 688 mg/m^3 . Bij het gebruik van dubbelmaskers werd een reductie in concentraties lachgas van 125 mg/m^3 naar $9,5 \text{ mg/m}^3$ gerealiseerd in de ademzone van de anesthesioloog. Wanneer deze maatregel werd gecombineerd met technische maatregelen (oplossen van lekkages en dergelijke) werd een reductie tijdens de peroperatieve fase gerealiseerd van 65 naar 19 mg/m^3 (in één ziekenhuis) en van 86 naar 13 mg/m^3 (in een ander ziekenhuis). In een eerder onderzoek van Schuyt et al. (1992) werd de effectiviteit van een *dubbel-neusmasker* bepaald. Vóór gebruik van het *neusmasker* werden blootstellingsniveaus aan lachgas gemeten tot 1000 mg/m^3 in de ademzone van de tandarts⁴. Na aanbrengen van het afgezogen *neusmasker* bleven de concentraties lachgas beneden de 48 mg/m^3 .

Borganelli et al. (1993) verrichtte stationaire metingen aan lachgas bij verschillende niveaus van *ventilatievoud* en *afzuigdebieten* van het

evacuatiesysteem. Zij concluderen dat voldoende capaciteit van beide systemen de tijdgewogengemiddelde blootstelling tot onder de in Duitsland geldende norm (190 mg/m³) kunnen worden gebracht.

Henderson & Matthews (1999) vonden bij hun metingen in 8 ziekenhuizen in Groot-Brittannië concentraties lachgas in de ademzone van de anesthesioloog van gemiddeld 44,8 mg/m³ in de OK, en 25 mg/m³ isofluraan, derhalve onder de MAC. Momentane pieken lachgas in de ruimtemetingen kwamen voor tot 1235 mg/m³. De hoogste piekconcentraties werden gevonden in verloskamers en röntgen-afdelingen, waar geen evacuatiesystemen aanwezig waren.

Anderson-Wenckert et al. (1989) verrichtten metingen in twee situaties, de eerste met alleen een neusmasker, de tweede met neusmasker en kinmasker samen. Zonder kinmasker werd de blootstelling van de tandarts met 65% gereduceerd; met kinmasker erbij 80%⁵. De metingen werden verricht aan een tracergas, namelijk argon.

Specifieke meetgegevens aangaande overige organisatorische maatregelen, zoals het vullen van *verdampers* met nieuw ontwikkelde systemen, zijn niet gevonden.

6.4 DE UITLEIDING, PRE-RECOVERY EN POST-OPERATIEVE ZORG

Bestaande situatie

Uit de in de branche gehouden enquêtes blijkt dat bij de uitleiding in ruim driekwart van de gevallen gebruik wordt gemaakt van een evacuatiesysteem. In ongeveer 1 op de 10 gevallen wordt het dubbelmasker ingezet.

Volgens de ziekenhuisdirecties is in ruim de helft van de verkoeverkamers een evacuatiesysteem aanwezig. In één ziekenhuis wordt aangegeven dat een dubbelmasker aanwezig is op de verkoeverkamer.

- ⁴ Tandartsen vallen formeel niet onder dit onderzoek. Echter, neusmaskers kunnen in ziekenhuissituaties worden ingezet bij ingrepen in de mond.

Een verkoeverkamermedewerker ontvangt dagelijks gemiddeld ongeveer 15 patiënten die een anesthesie hebben gehad met lachgas, en ongeveer 10 met sevofluraan. Isofluraan komt in een enkel geval voor, de overige dampvormige anesthetica niet of nauwelijks.

Volgens het verkoeverkamerpersoneel is in ongeveer een kwart van de gevallen een evacuatiesysteem aanwezig op de verkoeverkamer en in bijna alle gevallen ruimteventilatie. Voorts wordt in een enkel geval gebruik gemaakt van een kinmasker.

Intraveneus

Indien de anesthesie heeft plaatsgevonden met enkel intraveneuze middelen, is er geen blootstelling aan inhalatoire anesthetica. Over blootstelling aan (metabolieten van) intraveneuze middelen van verplegend personeel, bijvoorbeeld via de ontlasting, is geen literatuur gevonden.

Inhalatie

Gouders (1991) vond concentraties lachgas tijdens de uitleiding van 25-38 mg/m³, gemeten over 8 minuten.

Schuyt et al. (1996) vonden bij balanced anesthesie concentraties lachgas, gemiddeld over 6 ziekenhuizen, van 458 mg/m³ gemeten over enkele minuten. In de pre-recovery fase na een *kapnarcose* bij kinderen was dit 224 mg/m³, gemiddeld over 9 ziekenhuizen. Bij gebruik van een dubbelmasker werd een reductie in blootstelling aan lachgas gerealiseerd van 456 mg/m³ tot 190 mg/m³. Bij combinatie met technische maatregelen werd dit verder teruggebracht van 399 tot 171 mg/m³ (in één ziekenhuis) en van 336 tot 57 mg/m³ (in een ander ziekenhuis). Na advisering omtrent het optimale gebruik van het dubbelmasker vond een verdere reductie plaats: van 57 naar 19 mg/m³. Voor de pre-recovery fase na een *kapnarcose* werd met behulp van het dubbelmasker een reductie gerealiseerd van 251 tot 25 mg/m³.

- ⁵ Tandartsen vallen formeel niet onder dit onderzoek De effectiviteit van kinmaskers is echter ook

Wanneer tevens instructies werden gegeven resulteerde dit in een reductie van 272 naar 11 mg/m³.

Chang (1996) vond gemiddelde concentraties lachgas van 367 mg/m³ in de ademzone van de anesthesioloog tijdens het uitwassen van anesthetica.

Wat betreft de blootstelling in **verkoeverkamers** worden grote verschillen gevonden. In een artikel van Austin et al. (1996) vond men dat de blootstelling aan anesthetica snel toenam (meer dan lineair) als de afstand tussen de verpleger en de ademzone van de patiënt afnam. Als een verpleger in de buurt van de ademzone van de patiënt inademt, worden de anesthetica als het ware naar binnen gezogen.

Andersson-Wenckert et al. (1989) beschrijven een apparaat dat volgens hen bruikbaar is in verkoeverkamers om inhalatoire anesthetica af te zuigen. Zonder dit apparaat, dat een combinatie van dubbelneusmasker en kinmasker is, werden in 58% van de metingen gezondheidskundige normen overschreden, met het apparaat in geen van de gevallen. Als tracer-gas werd argon gebruikt.

McGregor et al. (1999) vond concentraties van 3,8 mg/m³ lachgas in 2 verkoeverkamers. De metingen waren stationair, dus niet in de ademzone van het verplegend personeel.

Sessler & Badgwell (1998) verrichtten metingen aan lachgas, isofluraan en desfluraan in de ademzone van verplegend personeel in de verkoeverkamer. Zij vonden dat bij 63% van de anesthesieën de gezondheidskundige normen voor dampvormige anesthetica werden overschreden (37% voor isofluraan en 87% voor desfluraan). Voor lachgas gold dit voor 53% van de anesthesieën.

Henderson & Matthews (1999) verrichtten metingen aan lachgas en isofluraan in de ademzone van verkoeverkamerpersoneel. De gemiddelde blootstelling aan lachgas in de 8 bemeten ziekenhuizen bedroeg 190 mg/m³ en voor isofluraan 8 mg/m³. De momentane piekmetingen lachgas in de ruimte zelf waren maximaal 140 mg/m³, met één uitschieter in een academisch ziekenhuis van 3135 mg/m³.

van belang voor de bescherming van verkoeverkamerpersoneel.

Kluck (1995) vond concentraties lachgas van 12 mg/m^3 in de verkoeverkamer. Het betroffen tijdgewogen-gemiddelde blootstellingen, gemeten over een periode van 1- 5 uur.

Scheepers (1991) vond concentraties lachgas van 6 tot 100 mg/m^3 (gemiddeld 55 mg/m^3) gemeten op een afstand van 30 cm van het gezicht van de patiënt. Pieken van 950 mg/m^3 kwamen voor vlak nadat de patiënt in de verkoeverkamer werd binnengebracht.

Niet gepubliceerde metingen van Schuyt (1994) lieten piekblootstellingen aan lachgas zien van meer dan 380 mg/m^3 en aan halothaan van meer dan 410 mg/m^3 .

6.5 CONCLUSIES TEN AANZIEN VAN DE MEEST BELASTENDE OMSTANDIGHEDEN

Het bepalen van de belangrijkste risicofactoren voor ziekenhuispersoneel als gevolg van blootstelling aan inhalatoire anesthetica wordt bemoeilijkt door het feit dat er in de literatuur geen eenvormigheid is in de wijze waarop niveaus van blootstelling worden gerapporteerd. De gezondheidkundige grenswaarden zijn bepaald voor een blootstelling gemiddeld over een 8-urige werkdag, en, in het geval van een piekblootstelling, voor een periode van 15 minuten. In de praktijk van de anesthesie komen andere blootstellingsperioden voor. Een inleiding duurt 5 tot 10 minuten, de peroperatieve fase is sterk variabel, en de uitleiding 5 tot 15 minuten. Sommige auteurs geven de werkelijk gemeten blootstelling op en vergelijken die met grenswaarden, zonder een omrekeningsfactor te hanteren (Schuyt 1996, Chang 1996). Anderen rekenen de gemeten waarden om naar een tijdgewogen-gemiddelde over 15 minuten of 8 uur. Weer anderen verrichten metingen over een vastgestelde periode (bijvoorbeeld 1 uur: Austin 1996, of 20 minuten: Henderson 1999) en middelen dit uit naar een 8-urige blootstelling. Ook komt het voor dat gedurende een gehele anesthesie wordt gemeten (Meier 1995), of dat wordt gecorrigeerd voor de tijdsduur van de fase van de ingreep (Hoerauf 1997). Weer een andere benadering

die wordt gehanteerd is het meten over een 8-urige werkdag, waarbij in sommige gevallen wel, en in sommige gevallen geen rekening wordt gehouden met perioden waarin geen anesthesie wordt gegeven.

Ten tweede worden de gevonden blootstellingniveaus gerelateerd aan verschillende normen om een uitspraak te doen over de ernst van het gezondheidsrisico. In verschillende landen worden verschillende normen gehanteerd (zie tabel 1), en bovendien wordt zelden verwezen naar de norm voor piekblootstellingen (2 maal de MAC tgg-8u). Indien cijfermatig wordt aangegeven welke blootstellingniveaus zijn gemeten, hoeft dat geen probleem op te leveren. Wel ontstaat een interpretatieprobleem indien de gegevens op een andere wijze worden gepresenteerd, bijvoorbeeld het aantal keer dat overschrijding van de norm optreedt.

Ten derde wordt vergelijking van blootstellingniveaus bemoeilijkt wanneer in het ene geval wel en in het ander geval geen additioneel gebruik is gemaakt van lachgas. Meestal wordt dan enkel de blootstelling aan lachgas gerapporteerd, waardoor vergelijking onmogelijk wordt. Bovendien resulteert het gebruik van lachgas in een verlaging van de concentratie potent anestheticum, met als mogelijk gevolg ook een lagere blootstelling aan deze potente anesthetica.

Ten vierde blijkt dat de werkwijze van de anesthesioloog grote invloed heeft op de blootstellingniveaus. Dezelfde techniek, uitgevoerd door verschillende anesthesiologen, kan resulteren in zeer verschillende blootstellingen. Een vergelijking tussen twee verschillende typen anesthesie, uitgevoerd door verschillende anesthesiologen, kan derhalve eveneens een vertekend beeld opleveren.

Ondanks bovenstaande nuanceringen, zijn er toch een aantal situaties te onderkennen die als meest risicovol naar voren komen.

Tijdens de **inleidende fase** gaat het toedienen van inhalatoire anesthetica met behulp van een enkelvoudig masker altijd gepaard met hoge blootstellingen (Schuyt et al. 1996; Henderson et al. 1999; Hoerauf et al. 1999). De belangrijkste oorzaken van de

hoge blootstelling zijn lekkage langs het masker, en het moment van intubatie. Bij dit laatste komen hoge piekbelastingen voor, zowel bij anesthesiemedewerkers als bij anesthesiologen, omdat ze bij het inbrengen van de tube dichtbij de mond van de patiënt hun werkzaamheden uitvoeren.

Aangezien de inleidende fase in het algemeen zo'n 5 tot 10 minuten in beslag neemt, gaat het hier in feite om een piekblootstelling. Bij vergelijking van de blootstelling met tweemaal de MAC tgg, zoals voorgesteld door de Gezondheidsraad, treden veelal overschrijdingen op. Bij gebruik van lachgas in combinatie met een dampvormig anestheticum dient de additieregel dient te worden gehanteerd. In dat geval vindt overschrijding van de gecombineerde MAC in zeer ruime mate plaats. Uit het onderzoek van Hoerauf (1999) blijkt echter dat ook bij het gebruik van enkel dampvormige anesthetica (sevofluraan), concentraties worden gemeten die ver boven de MAC-waarde van NIOSH liggen. In de VS worden voor de verschillende dampvormige anesthetica identieke grenswaarden gehanteerd. In Nederland is er geen MAC-waarde voor sevofluraan vastgesteld, maar wanneer ook dezelfde grenswaarde zou worden gehanteerd als voor de overige fluranen, waarvoor in Nederland wel normen zijn vastgesteld, vindt er eveneens overschrijding van deze normen plaats.

Tijdens de **peroperatieve fase** dient onderscheid gemaakt te worden tussen langdurige en kortdurende anesthesieën. Bij de langdurige ingrepen wordt gebruik gemaakt van anesthesietoestellen tijdens deze fase van de anesthesie, terwijl bij kortdurende ingrepen meestal wordt volstaan met toediening van het anestheticum via een masker.

Bij kortdurende ingrepen met behulp van enkelvoudige maskers (onder meer gebruikelijk bij het sluderen) komen hoge blootstellingen voor (Chang et al. 1997; Kanmura et al. 1999; Meier et al. 1995; Schuyt et al. 1996; Hoerauf et al. 1997). De belangrijkste oorzaak van de hoge blootstelling is lekkage langs het enkelvoudige

masker. Evenals bij de inleiding geldt ook hier dat door de korte tijdsduur het in feite gaat om een piekblootstelling. In de meeste gevallen vindt overschrijding van tweemaal de MAC plaats.

Bij langdurige ingrepen zijn de hoogste blootstellingen gemeten bij gebruik van open systemen (Gilly et al. 1991; Hoerauf et al. 1999; Meier et al. 1995). Echter ook bij het gebruik van halfgesloten systemen komen hoge blootstellingen voor (Hoerauf 1999). Daarnaast is gebleken dat ongecuffte intubatie en het gebruik van larynxmaskers kunnen resulteren in hoge blootstellingsniveaus. De niveaus van blootstelling zijn weliswaar lager dan bij inleidingen, maar de tijdsduur van de peroperatieve fase is gemiddeld veel langer, waardoor het personeel langere tijd wordt blootgesteld.

De belangrijkste oorzaken van de blootstelling zijn lekkage langs het enkelvoudige masker, de tube of larynxmasker, en technische tekortkomingen zoals het niet aangesloten zijn van de capnograaf aan het anesthesietoestel of aan het evacuatiesysteem (Kanmura et al. 1999; Marx et al. 1997; Pothmann et al. 1991; Westphal et al. 1997). Overigens kan het gebruik van een gecuffte tube de concentraties dampvormige anesthetica weliswaar goed terugdringen, maar dat geldt niet in dezelfde mate voor lachgas. Lachgas wordt namelijk minder effectief tegengehouden door de cuff dan de dampvormige anesthetica.

Tijdens de **uitleidende fase** treden hoge piekbelastingen op.

De belangrijkste oorzaak van de blootstelling is het loskoppelen van de patiënt van het anesthesietoestel (de extubatie). Daarbij treden piekbelastingen op, zowel bij de medewerkers als bij de anesthesioloog zelf. In de onderzoeken van Schuyt (1996) en Chang (1997) werden concentraties gemeten boven tweemaal de MAC voor lachgas.

De blootstellingsniveaus die in de literatuur worden aangetroffen voor **verkoeverkamerpersoneel** vertonen een grote mate van variatie. Echter, er zijn

meerdere artikelen die situaties beschrijven waarbij de geldende gezondheidskundige normen ruimschoots worden overschreden.

De belangrijkste oorzaken van de hoge blootstelling zijn het onvoldoende uitwassen van anesthetica en de gelijktijdige aanwezigheid van een groot aantal patiënten in de verkoeverkamer. In combinatie met onvoldoende ventilatie van de verkoeverruimte kan dit resulteren in hoge tijdgewogen-gemiddelde blootstellingen. Ook als het lachgas voldoende is uitgewassen kan nog hoge blootstelling aan dampvormige anesthetica plaatsvinden aangezien die er langer over doen om uit het lichaam uitgescheiden te worden (Henderson et al. 1999; Schuyt 1994 (niet gepubliceerd)). Piekblootstellingen worden veroorzaakt door het feit dat het verplegend personeel dichtbij de ademzone van patiënten werkt, en dat patiënten veelvuldig hoesten.

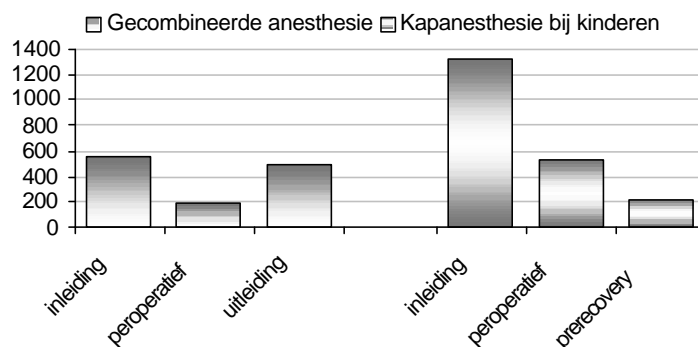
Additionele factoren die een hoge blootstelling kunnen veroorzaken zijn **technisch en organisatorisch** van aard, zoals onvoldoende ventilatie, het niet aangesloten zijn van de apparatuur op een evacuatiesysteem, het slecht functioneren of geheel ontbreken van het evacuatiesysteem (vooral in buitenposten zoals bij CT-scans, verloskamers, MRI-scans, etc.), en lekkages van toevoersystemen. Een fabrikant van anesthesieapparatuur merkte bij dat laatste op dat controle van afnamepunten zelden onderdeel is van het werkprotocol. Ook wordt in een aantal onderzoeken gemeld dat de werkwijze van de anesthesioloog van grote invloed is op de blootstellingsniveaus. Het gaat hierbij vooral om zaken als het tijdig afsluiten van de toevoer van anesthetica bij disconnecties.

Als laatste kan genoemd worden het risico dat onderhoudspersoneel loopt, als ze zonder afzuiging onderhoudswerkzaamheden verrichten aan een anesthesietoestel of aan leidingen.

In het voorafgaande is een opsomming gegeven van de meest risicovolle omstandigheden tijdens een anesthesie voor wat betreft blootstelling van

ziekenhuispersoneel aan inhalatoire anesthetica. Daarbij zijn de verschillende fasen van de anesthesie afzonderlijk beschouwd. Teneinde een beeld te krijgen van hoe de verschillende fasen zich ten opzichte van elkaar verhouden, wordt gebruik gemaakt van het onderzoek van Schuyt (1996). In dit onderzoek is voor 40 gecombineerde anesthesieën (GA) bepaald welke blootstellingniveaus aan lachgas optraden bij de inleiding, de peroperatieve fase en de uitleiding. Tevens is dit gedaan voor 50 kapnarcoses (zie ook paragraaf 3.2). In figuur 3 worden de resultaten geïllustreerd. Getoond worden de gemiddelde blootstellings-concentraties.

Figuur 3 Concentraties N₂O in mg/m³ tijdens de verschillende onderdelen van de anesthesie, in de oorspronkelijke situatie (zonder aanvullende beschermende maatregelen)



Uit deze figuur 3 kan worden afgelezen dat zowel bij gecombineerde anesthesie als bij kapnarcoses de inleidende fase zorg draagt voor de hoogste niveaus van blootstelling.

7

8 MAATREGELEN TER VOORKOMING OF BEHEERSING VAN BLOOTSTELLING AAN INHALATOIRE ANESTHETICA

In dit hoofdstuk worden de maatregelen behandeld die in staat zijn blootstelling aan inhalatoire anesthetica te voorkomen of terug te dringen, vooral bij die omstandigheden die de grootste risico's voor de gezondheid opleveren bij het ziekenhuispersoneel (zie hiervoor paragraaf 3.5).

Bij de inhalatoire anesthetica wordt onderscheid gemaakt tussen lachgas en de meer potente dampvormige anesthetica.

Bij de bespreking van de maatregelen wordt uitgegaan van de arbeidshygiënische strategie, die voorschrijft dat in eerste instantie dient te worden gestreefd naar vervanging van gezondheidsschadelijke door minder of niet-gezondheidsschadelijke middelen of technieken. Indien vervanging niet mogelijk is, kan gekozen worden voor maatregelen op lagere niveaus, waarmee de blootstelling aan gezondheidsschadelijke stoffen of producten tot een minimum wordt gereduceerd.

8.1 VERVANGING

Bij de inhalatoire anesthetica dient onderscheid gemaakt te worden tussen enerzijds lachgas en anderzijds de meer potente dampvormige anesthetica.

8.1.1 Vervanging van lachgas

In ongeveer de helft van de ingrepen wordt lachgas gebruikt bij de **inleiding**. Echter, het gebruik van lachgas bij inleidingen kan worden vervangen door inleiden met 100% zuurstof. Door in de periode voor de intubatie alleen met 100% zuurstof te

werken, worden ook voor de patiënt maximaal veilige omstandigheden geschapen (Nyst, 2000).

Over de noodzaak van lachgas tijdens de **peroperatieve fase** is onder anesthesiologen geen consensus (enquête an, Boerhaavecursus: pers. med. De Lange). In een aantal ziekenhuizen is men actief bezig het gebruik van lachgas terug te dringen (enquête). Het wegvallen van de (geringe) analgetische en anesthesische werking van lachgas kan gecompenseerd worden met intraveneuze analgetica (ketamine, opiaten) (Cioaca R, Canavea I, 1996), of verhoging van de concentratie dampvormige anesthetica (Ruprecht 2000). Nieuw hierbij is remifentanyl, een ultrakort werkend opiaat (Puckett 1998).

-

Knelpunten

- In sommige gevallen is de anesthesie-apparatuur niet geschikt voor het toedienen van zuurstof/lucht-mengsels. Een aparte voorziening dient daarvoor te worden getroffen. De kosten van een dergelijke voorziening zijn ca. f7000,--
- Het toedienen van lachgas is een relatief gemakkelijke techniek, waar veel ervaring mee is opgedaan. Aangezien de risico's voor de patiënt klein zijn, wordt het soms, als Entonox (mengsel van 50% zuurstof en 50% lachgas in een cilinder), toegediend door niet-gespecialiseerd personeel.

8.1.2 Vervanging van dampvormige anesthetica

Bij de vervanging van de overige - dampvormige - anesthetica is de situatie gecompliceerder. In theorie kan *elke* inhalatieanesthesie door intraveneuze technieken – al dan niet in combinatie met een locoregionale techniek - vervangen worden, maar in de praktijk kan dit met name bij kleine kinderen problemen opleveren.

Voorwaarde voor een intraveneuze inleiding is immers het beschikbaar zijn van een intraveneuze toegangsweg, en juist bij baby's en kleine kinderen kan dit technische

problemen opleveren. Daarom wordt de anesthesie hierbij vaak met een inhalatieanestheticum ingeleid.

Een andere groep patiënten die problemen kan geven zijn de extreem angstigen en geestelijk gehandicapten. Ten onrechte wordt wel gemeend dat hierbij gasvormige inleiding de voorkeur verdient. Dit is echter zelden zo. In de eerste plaats ervaren de meeste patiënten het als onplezierig en bedreigend om een masker op het gezicht gedrukt te krijgen: het wordt ervaren als een gevoel te zullen stikken. In de tweede plaats komen bij de worsteling het kapje op het gezicht te houden, vaak juist grote hoeveelheden anesthetica vrij. Een betere en efficiëntere methode is een (eventueel orale) premedicatie met een kortwerkend hypnoticum of anestheticum, bijvoorbeeld midazolam en/of ketamine (Cioaca R & Canavea I, 1996; Funk W, 2000).

8.1.3 Implementatie van het terugdringen van het gebruik van inhalatieanesthesie

Het gebruik van lachgas in de anesthesie kan achterwege blijven. *Volledige* vervanging van de dampvormige anesthetica is niet realiseerbaar. Dat neemt niet weg dat het gebruik ervan *theoretisch* kan worden teruggedrongen tot minder dan 10% van de anesthesieën. Met name bij kleine kinderen en voor zeer korte procedures (korter dan 5 minuten) wordt het door de branche als onvervangbaar beschouwd. Een afgedwongen, forse terugdringing van het gebruik van dampvormige anesthetica zal in de praktijk op verzet stuiten, vooral bij anesthesiologen (brief NVA, advies NVA/NVAM, brief Nyst). En het zijn met name anesthesiologen die - terecht - de keuze voor een bepaalde anesthesiologische techniek bepalen (enquête an, am, zh). De argumenten die worden gebruikt om de inhalatie-anesthesie een prominente plaats binnen de anesthesiologische praktijk te laten behouden worden hieronder samengevat. Tevens worden daarbij kanttekeningen geplaatst.

1. *De verantwoordelijkheid voor de anesthesie dient primair bij de anesthesioloog te liggen (advies NVA/NVAM, brief NVA). Inperking van hun keuzevrijheid wordt door anesthesiologen niet wenselijk geacht.*

Anesthesiologen geven aan dat ze ongeveer in de helft van de gevallen TIVA toepassen. Een heel klein deel past nooit TIVA toe, en ongeveer 1 op de 10 past het altijd toe. Voorts geldt dat tijdsduur, type ingreep, risico's voor de patiënt, vertrouwdsheid met de techniek en aard van de patiënt alle in meer of mindere mate bijdragen aan de keuze voor het wel of niet toepassen van TIVA. De anesthesioloog bepaalt in verreweg de meeste, zo niet in alle gevallen, de vorm van de anesthesie (enquête an, am, dir). Vanzelfsprekend staat hierbij de patiëntveiligheid voorop. Zij dienen echter wel te beseffen dat de door hen gehanteerde werkmethode van grote invloed is op de hoogte van de blootstellingen (Meier 1995 en Pothmann 1991). Zij hebben daarmee tevens een verantwoordelijkheid naar het overige ziekenhuispersoneel toe.

Iets minder dan de helft van de **ziekenhuisdirecties** is bereid over te stappen op TIVA. Daarbij werd opgemerkt dat eventuele overschakeling afhankelijk is van alle betrokken partijen, en vooral van de anesthesiologen. Zelf willen ze weinig invloed uitoefenen op de keuze voor het al dan niet toepassen van TIVA. Als argumenten om niet over te stappen werden genoemd dat een omschakeling een medische beslissing is, dat men de noodzaak ervan niet inziet aangezien uit metingen blijkt dat er voldoende beschermende maatregelen aanwezig zijn, dat anesthesiologen vertrouwder zijn met inhalatieanesthesie, en dat TIVA duurder is (zie voor dit laatste argument punt 5).

2. *Intraveneuze technieken zijn ongeschikt voor kinderaanesthesie (enquête an, am)*

Dit is een veelgebruikt argument onder zowel anesthesiologen als anesthesiemedewerkers (enquête an, am).

Vanaf 2 jaar kan zowel de inleiding als het onderhoud van de anesthesie intraveneus plaatsvinden. Wel vereist het vaardigheid om een infuus bij kinderen te prikken. Bij kinderen onder de twee jaar kan dit erg moeilijk zijn, reden waarom hierbij vaak met inhalatieanesthesie wordt ingeleid, en het infuus pas daarna ingebracht wordt (Let wel: in principe krijgt *ieder* kind tijdens een operatie een infuus) (Quintal 1997, Westphal 1997). Bovendien zijn er veel kleine procedures die bij volwassenen gemakkelijk onder locale anesthesie plaats kunnen vinden, maar die bij kleine kinderen onoverkomelijke problemen op kunnen leveren (paracentese van het trommelvlies, oogspiegelen, traanbuissondage, etc), waar een korte inhalatieanesthesie uitkomst brengt. Dit is het meest steekhoudende argument tegen het *volledig* afschaffen van inhalatie-anesthesie.

3. *Intraveneuze technieken zijn ongeschikt voor patiënten met prikangst (enquête, Ruprecht 2000)*

Zie hiervoor onder paragraaf 4.1.2

4. *Intraveneuze technieken zijn onhandiger (enquête an, am, de Lange 2000)*

Op dit moment neemt de inhalatie-anesthesie een prominente plaats in binnen de anesthesiologische praktijk en zijn de meeste ziekenhuizen hierop ingericht (NVA/NVAM 2000, enquête an, am, dir). Derhalve is er met deze technieken ook de meeste ervaring. Anderzijds zijn er ziekenhuizen waar op grote schaal is overgestapt op intraveneuze technieken (enquête an, am, dir). Vast staat dat TIVA een geheel andere techniek is dan inhalatieanesthesie en dat de overstap dus tijd en moeite kost. De geconstateerde “onhandigheid” berust vooral op onervarenheid met intraveneuze technieken en is te ondervangen door middel van een grotere nadruk bij de opleidingen tot anesthesioloog, en door bijscholing van reeds praktizerende anesthesiologen.

5. *Intraveneuze technieken zijn duur (enquête an, dir, Ruprecht 2000)*

De keuze voor een anesthesiologische techniek door de anesthesioloog wordt vooral bepaald door de aard van de ingreep en van de patiënt. Kosten spelen een ondergeschikte rol (enquête, interviews). Volgens ca. tweederde van de ziekenhuisdirecties wordt de keus voor een bepaalde anesthesiologische techniek niet beïnvloed door kostenoverwegingen (enquête). Indien men toch een vergelijking wil maken van de kosten van intraveneuze versus inhalatoire technieken, dan dient deze gemaakt te worden op alle relevante aspecten, en niet enkel op de aanschafkosten van een middel zelf (Bach et al. 1997; Schoen, 1992). Dit gebeurt echter slechts in ongeveer 3 op de 10 ziekenhuizen. Voor een goede analyse van de kosten dienen minimaal te worden meegenomen:

- Kosten van een middel per tijdseenheid. De prijzen voor propofol en sevofluraan ontlopen elkaar nauwelijks. Hoewel de patenten voor beide middelen binnenkort verlopen, bestaat er nog wel een monopoliepositie voor propofol binnen de intraveneuze anesthesie.
- Kosten van apparatuur nodig om het middel toe te dienen. Bij intraveneuze technieken gaat het om injectiespuiten en infuuspompen, -naalden en -zakjes. Aangezien in principe bij *alle* anesthesie een infuus aangelegd moet worden, worden hierbij niet veel extra kosten gemaakt. Hierbij dient vermeld te worden dat een infuuspomp (± fl 7000,-) die nodig is voor TIVA universeel bruikbaar is, maar dat een verdamper (± fl 8500,-) slechts voor één type dampvormig anestheticum gebruikt kan worden. Alleen is er nog het probleem van het patent op de identificatie-tag van de voorgevulde propofol-spuit, die nodig is om de pomp aan te sturen. Bij inhalatie anesthesie is extra apparatuur nodig zoals evacuatiesystemen, low-flowsystemen en dergelijke. Verdere aanscherping van de eisen ten aanzien van bescherming van ziekenhuispersoneel zullen de kosten voor investeringen aan noodzakelijke beschermende voorzieningen doen stijgen, vooral wanneer men inhalatie-anesthesie buiten de OK wil gebruiken (verkoeverkamer, sluderkamer, verloskamer, röntgen-afdeling). Daarnaast is het

onderhoud van apparatuur voor intraveneuze technieken eenvoudiger en zijn de service-kosten daardoor lager.

- *Duur van het herstel van de patiënt. Bij een langer herstel worden aanvullende kosten gemaakt, vooral personeelskosten. Bach et al. (1997) vonden dat anesthetica 1% van de kosten van een ingreep bepaalden, en dat kosten voor bijvoorbeeld bloedproducten een groter aandeel in de kosten hebben. Zij adviseren bij een vergelijking van kosten tijd voor het herstel en misselijkheid in de bepaling mee te nemen. Schoen (1994) stelt dat het gebruik van narcotica 0,14 % van het budget voor de gezondheidszorg bepaalt. Ook hij toont aan dat andere kosten, zoals personeelslasten, van veel groter belang zijn.*

Knelpunten

- Anesthesiologen die niet vertrouwd zijn met intraveneuze technieken, dienen te worden bijgeschoold. Zolang dit niet heeft plaatsgevonden zal acceptatie van de intraveneuze techniek niet algemeen zijn.
- Propofol heeft op de markt van intraveneuze anesthetica een monopoliepositie.

8.2 MAATREGELEN OP LAGERE NIVEAUS

In deze paragraaf worden maatregelen besproken die kunnen worden genomen om blootstelling aan inhalatoire anesthetica te beperken indien inhalatie-anesthesie wordt toegepast. Hiertoe kunnen verschillende strategieën bewandeld worden, die in de nu volgende subparagrafen worden behandeld. Daarbij zijn de blootstellingsgegevens die in hoofdstuk 3 staan vermeld bij de bespreking van de literatuur, niet herhaald, maar is volstaan met het vermelden van het behaalde reductiepercentage.

Reductiepercentages en blootstellings-gegevens samen staan samengevat in tabel 2 aan het eind van dit hoofdstuk.

8.2.1 Maatregelen die het verbruik van het anestheticum beperken, waardoor ook de emissie afneemt

Door de uitgedemde lucht te ontdoen van koolzuur en opnieuw te gebruiken, wordt economischer met inhalatoire anesthetica omgesprongen en komen er minder schadelijke dampen vrij in de omgeving. Dit kan op verschillende manieren gedaan worden. Met name gesloten beademingssystemen (Circle-systeem, low-flow beademingssysteem) zijn effectief (opleidingshandboek anesthesie AMC, Marx 1992). Het mes snijdt hier aan twee kanten: er wordt veel minder gas/damp verbruikt, en er treedt minder emissie op.

Uit onderzoek van Meier et al. (1995) blijkt dat met behulp van een low-flow systeem een reductie van 85% kan worden gerealiseerd in de blootstelling van de anesthesioloog ten opzichte van een open systeem. In hoeverre dit systeem beschermt tegen piekbelasting is onbekend. Uit onderzoek van Hoerauf et al. (1997) blijkt dat ondanks het gebruik van een low-flowsysteem (in combinatie met overige “optimale” omstandigheden) de NIOSH-normen (voor lachgas 48 mg/m^3) in sommige gevallen werden overschreden.

Knelpunten

- Low-flow-systemen zijn zeer duur in aanschaf. Afhankelijk van de meegeleverde monitoring-apparatuur kost een low-flowsysteem tussen de f100.000,- en f250.000,-

Een geheel andere benadering om het verbruik aan (dampvormige) anesthetica te beperken is het nauwkeurig monitoren van de anesthesiediepte. Omdat de anesthesiediepte moeilijk exact is in te schatten is en men wil voorkomen dat de patiënt ‘half-wakker’ is, wordt vaak voor alle zekerheid een overmaat aan anesthesie gegeven. Met behulp van de BIS-monitor (een gespecialiseerde EEG-analyser) zou de diepte van het bewustzijn nauwkeuriger bepaald kunnen worden, waardoor met

toediening van minder anestheticum kan worden volstaan (pers. med. fabrikanten 13-3-00). Er is echter nog weinig ervaring met de BIS-monitor opgedaan en meetgegevens over het effect van dit systeem op de gas-emissie ontbreken vooralsnog.

Knelpunten

- Gebruik van de BIS-monitor als meting voor de anesthesiediepte dient op dit moment als experimenteel te worden aangemerkt.

8.2.2 Maatregelen waarbij aan de bron wordt afgezogen

Er zijn meerdere typen van bronafzuiging beschikbaar:

1. Evacuatie- of anesthesiegasafvoersystemen. Hierbij wordt overtollige damp actief of passief afgevoerd via een op het anesthesietoestel aangesloten afvoersysteem. Voor deze systemen zijn eisen vastgelegd met betrekking tot toegestane lekkage en beveiliging tegen over- en onderdruk. Ook dient gezorgd te worden voor voldoende buffercapaciteit om piekbelasting, bijvoorbeeld tijdens het uitwassen van anesthetica, op te vangen.

Er is veel onderzoek gedaan naar de efficiëntie van evacuatiesystemen. Hieruit blijkt dat het ontbreken of niet goed functioneren van de systemen een belangrijke bron van blootstelling zijn (Meier et al., 1995, Schuyt 1996, Kanmura et al. 1999). Vooral in ruimten waar een evacuatiesysteem niet aanwezig is, zoals in buitenposten van het ziekenhuis, vindt hoge blootstelling plaats. Ook verdient het aanbeveling extra-corporale circulatie-circuits, analyse-apparatuur en kinderanesthesie-systemen zoals de Jackson Rees aan het evacuatiesysteem aan te sluiten. In het laatstgenoemde geval kan een reductie in blootstelling van 90% worden gerealiseerd (Meier 1995).

Desondanks komen dan nog hoge blootstellingsniveaus voor. Ook Koda et al. (1997) vonden dat een goed werkend evacuatiesysteem op zichzelf onvoldoende bescherming biedt. Aanvullende maatregelen blijken nodig om overschrijding van MAC-waarden te voorkomen. De conclusie luidt derhalve dat een goed werkend evacuatiesysteem noodzakelijk is, maar niet voldoende.

2. Dubbelmaskers. Dit zijn speciaal geconstrueerde maskers die ervoor zorgen dat overmatig toegediende dampen en de gebruikte dampen aan de bron, dat wil zeggen, bij de mond van de patiënt, worden afgezogen.

Bij gebruik van dubbelmaskers wordt de blootstelling aan dampvormige anesthetica aanzienlijk teruggebracht (Schuyt 1996, Meier 1995). Meier et al. (1995) vond een reductie van 80% van de blootstelling in de ademzone van de anesthesioloog bij gebruik van het dubbelmasker ten opzichte van het enkelvoudige masker. Chang (1996) vond dat de concentraties lachgas bij gebruik van dubbelmaskers teruggebracht konden worden met 79%. Schuyt et al. (1996) vond bij het gebruik van dubbelmaskers nog grotere reductiepercentages als deze maatregel werd gecombineerd met technische maatregelen (oplossen van lekkages en dergelijke).

Het dubbelmasker kan ook worden ingezet bij het sluderen. In het onderzoek van Schuyt et al. (1996) worden hiermee aanzienlijke reducties gerealiseerd. Overigens geldt voor het sluderen dat verwacht wordt dat deze techniek binnen een aantal jaren tot het verleden zal behoren (de Zwaan, pers. med. 23-06-00). Daarmee verdwijnt een belangrijke bron van hoge blootstellingen.

Anderson-Wenckert (1989) vond dat bij gebruik van het dubbel-neusmasker een reductie in emissie van 65% lachgas gerealiseerd werd ten opzichte van een enkelvoudig masker; bij additioneel gebruik van een kinmasker werd een reductie van 80% gerealiseerd. Of hierbij ook piekblootstellingen worden voorkomen is niet bekend.

3. Kinmaskers. Dit systeem zou eventueel bruikbaar zijn voor verkoeverkamers. Getalsmatige gegevens over de effectiviteit ontbreken.

4. Het 'Head-cushion' systeem en het 'Probe' systeem. Dit zijn systemen waarbij de vrijkomende anesthetica in de buurt van het hoofd van de patiënt worden

afgezogen. In het eerste systeem wordt afgezogen door het kussen van de patiënt, in het tweede geval worden buizen met openingen geplaatst aan weerszijden van het hoofd. Bij beide systemen wordt een aparte afzuigunit geleverd. Deze systemen zouden eventueel bruikbaar zijn voor verkoeverkamers. Over de effectiviteit zijn geen gegevens voorhanden.

Knelpunten

- De kosten van aanschaf van een evacuatiesysteem
- Bij dubbelmaskers doet zich het probleem voor van de zwaarte van het masker waardoor het ongemakkelijk in het gebruik is (Schou 1990, enquête an), en het feit dat het geluid produceert dat de ademhaling van de patiënt overstemt (enquête an, interviews). Volgens Schou (1990) is het probleem van het gewicht op te lossen door het masker zo verticaal mogelijk aan te sluiten aan het afvoersysteem.
- Anesthesiologen dienen te worden geïnstrueerd over het optimaal gebruik van het dubbelmasker.
- Aanschafkosten van het dubbelmaskersysteem
- Kinmaskers worden soms als patiëntonvriendelijk beschouwd (Schuyt 2000). Volgens Scheepers (1991) zijn ze echter comfortabel.
- Bij gebruik van neusmaskers treedt verontreiniging van de ademzone van de anesthesioloog, anesthesiemedewerker en chirurg op via de mond van de patiënt.
- Er is in Nederland geen ervaring met het gecombineerde kinmasker-neusdubbelmaskersysteem
- Er is in Nederland geen ervaring met het 'Head cushion' of 'Probe systeem'

8.2.3 Overige maatregelen

1. Anesthesiologische technieken

- *Gebruik van een gecuffte tube met gecontroleerde cuff-druk.*

In Nederland wordt de meeste gevallen wordt tijdens de peroperatieve fase gebruik gemaakt van cuffs. In ruim driekwart van de gevallen kan de cuff-druk worden gecontroleerd (enquête).

Door gebruik van een cuff kan de toevoer van anesthetica beter worden gereguleerd, aangezien er geen lekkage optreedt tussen trachea en tube. Personen die zich in de buurt van de patiënt ophouden worden hierdoor – als neveneffect - minder blootgesteld aan inhalatoire anesthetica. Voor lachgas geldt dit echter in mindere mate. Lachgas wordt door de cuff minder effectief tegengehouden dan de dampvormige anesthetica.

Chang (1996) vond dat bij intraveneuze inleiding gevolgd door gecuffte intubatie concentraties lachgas gereduceerd konden worden tot 66% ten opzichte van de situatie zonder cuffs. Kanmura et al. (1999) voeren het ontbreken van cuffs op als oorzaak van hoge blootstelling, en Hoerauf et al. (1997b) scharen controle van de cuff-druk onder “optimale” omstandigheden. Wat betreft de piekbelastingen geldt dat die vooral optreden bij het intuberen (tijdens de inleiding) en extuberen (tijdens de uitleiding). Tijdens de peroperatieve fase, wanneer de tube aangesloten is, zijn er geen aanwijzingen dat er piekbelastingen optreden. Het controleren van de cuff-druk biedt derhalve bescherming tegen tijdgewogen-gemiddelde blootstelling. Voorts geldt dat intubatie (zonder cuff) als beschermingsmaatregel kan worden beschouwd als het wordt gebruikt als alternatief voor een kapnarcose (Hoerauf et al.1997). Echter, ook hier geldt dat het moment van intubatie (en extubatie) voor piekbelastingen kunnen zorgen. Evenals gesteld is voor het evacuatiesysteem wordt ook hier geconcludeerd dat waar mogelijk gebruik gemaakt moet worden van op druk gecontroleerde cuffs bij intubatie, maar dat onvoldoende bescherming wordt geboden tegen piekbelastingen.

- *Larynxmaskers.*

Dit zijn in wezen keelmaskers met een voorgevormde cuff die over de larynx sluit. Volgens Meier 1995, Hoerauf 1996 en 1999, en Nakata, 1998 brengen ze de concentraties verontreiniging in de werkruimte terug ten opzichte van het gebruik van enkelvoudige gelaatsmaskers. Hoerauf (1999) vond daarentegen dat larynxmaskers tijdens de peroperatieve fase onvoldoende bescherming bieden. Andere, ongepubliceerde metingen geven eveneens aan dat bij gebruik van larynxmaskers aanzienlijke overschrijdingen van MAC-waarden optreden, vooral omdat de afsluiting van de larynx door het masker visueel niet te controleren is. Lekkage langs het masker treedt vooral op bij geforceerde beademing boven een druk van 20 cm H₂O.

Knelpunten

- Cuffs kunnen niet worden gebruikt bij kleine kinderen vanwege het verschil in vorm van de trachea in vergelijking met volwassenen, en de te grote ademweerstand die het gevolg is van de kleinere diameter van de tube. Eventueel kan dan worden gekozen voor een tamponnade. Echter, de patiëntveiligheid kan hierdoor in gevaar komen (Nyst 2000). En ook hier geldt weer dat de tamponnade het lachgas niet effectief tegenhoudt.
- Er worden tegenstrijdige resultaten gevonden over de effectiviteit van het larynxmasker. Sommigen menen dat het masker effectief is, anderen spreken dit tegen. Over de vraag in hoeverre het larynxmasker beschermt tegen piekbelastingen is geen literatuur gevonden. Vast staat dat er geen garantie kan worden gegeven voor een goede afsluiting van de larynx.

2. Betere organisatie van het werk.

- *Bij disconnecties*, bijvoorbeeld aan het begin en het eind van de ingreep, is het zaak de toevoer van anesthetica tijdig te onderbreken (Meier et al. 1995).

Hiervoor is een goede communicatie tussen chirurg en anesthesioloog van belang (NVA 2000), vooral om de afbouw van de anesthesie tijdig in te kunnen zetten (NVA 2000). Getalsmatige gegevens over de effectiviteit van deze maatregel ontbreken.

- Ervoor zorgen dat het *uitwassen van anesthetica* vóór extubatie lang genoeg heeft plaatsgevonden. Getalsmatige gegevens over de effectiviteit van deze maatregel ontbreken.
- De noodzaak voor het verplegend personeel in de *verkoeverkamers* voldoende afstand te houden van de ademzone van de patiënt. Getalsmatige gegevens over de effectiviteit van deze maatregel ontbreken.
- Het regelmatig *controleren van apparatuur* op lekkages. Getalsmatige gegevens over de effectiviteit van deze maatregel ontbreken.

Knelpunten

- Het moment van intubatie is een kritieke fase tijdens de ingreep. Handelingen dienen elkaar snel op te volgen.
- Verplegend personeel heeft uit puur menselijke overwegingen de neiging patiënten in de verkoeverkamer van dichtbij toe te spreken en te verzorgen.

-

3. Technische maatregelen

- *Het toepassen van moderne vulsystemen*

Bij oudere typen verdampers kunnen hoge piekbelastingen optreden bij het bijvullen (en morsen!) van vloeibare anesthetica. Bij de nieuwe typen is dit gevaar door betere technische voorzieningen sterk verminderd. Getalsmatige gegevens over de effectiviteit van deze maatregel ontbreken.

- Voldoende ventilatie.

Er zijn in principe twee systemen, een mengend en een verdringend systeem.

Verdringende systemen worden vooral gebruikt bij operaties waarbij een hoge mate van steriliteit gewenst is, bijvoorbeeld bij implantaten. Daarmee wordt voorkomen dat er bacteriële infecties optreden (NVA/NVAM 2000).

Voor nieuwbouw operatiekamers zijn door het College van Ziekenhuisvoorzieningen eisen gesteld ten aanzien van de ventilatievoud en het luchtdebiet, respectievelijk 20 per uur en 2000 m³ per uur. Voor bestaande gebouwen zijn geen eisen geformuleerd (College voor ziekenhuisvoorzieningen, 1995).

Belangrijk is hier op te merken dat voldoende ventilatie geen garantie biedt voor veilige werkomstandigheden. Zelfs bij een hoog ventilatievoud kan overschrijding van normen optreden als geen andere maatregelen zijn getroffen (Hoerauf et al.1997).

- *Aansluiten van analyse-apparatuur en extra-corporale circulatiecircuits aan het evacuatiesysteem.*

Hiermee wordt voorkomen dat vrijkomende anesthetica zich in de ruimte verspreiden. Getalsmatige gegevens over de effectiviteit van deze maatregel ontbreken.

- *Zorgen voor afzuiging bij onderhoud van apparatuur door technisch personeel ('zuurkast')*

Knelpunten

- Aanschafkosten van moderne vulsystemen
- Aanschafkosten van goede ventilatiesystemen
- Aanschafkosten van afzuigunits

Tenslotte blijken er bij anesthesiologen en anesthesiemedewerkers meerdere creatieve ideeën te bestaan over hoe de blootstelling aan inhalatoire anesthetica verminderd kan worden. In sommige gevallen zijn ze zelfs geïmplementeerd. Meetgegevens over effectiviteit van de maatregelen ontbreken echter. Ook worden

door anesthesiologen twijfels geuit over de wenselijkheid van dit type maatregelen. Van sommige wordt gevreesd dat ze de veiligheid van de patiënt in gevaar brengen. Hieronder volgt een selectie van de suggesties die aan de hand worden gedaan.

- Ander (lichter) materiaal gebruiken voor dubbelmaskers
- Gebruik van kinderanesthesie-systemen die zodanig zijn gemodificeerd dat ze aangesloten kunnen worden op een evacuatiesysteem
- Adsorptie van dampen aan actiefkool filter (voor lachgas is dit niet mogelijk)
- Beleid van het ziekenhuis om personeel dat zwanger is, te vrijwaren van taken waarbij blootstelling aan inhalatoire anesthetica plaatsvindt.

4. Maatregelen waarbij blootstelling van risicogroepen wordt tegengegaan

In een enkel geval blijken ziekenhuizen een beleid te hebben om personeel dat zwanger is, te vrijwaren van taken waarbij blootstelling aan inhalatoire anesthetica plaatsvindt. Of dit een effectieve maatregel is, kan men zich afvragen. Eén van de reproductietoxische effecten, namelijk de verlengde tijd tot conceptie, wordt hiermee niet voorkomen. Bovendien weet men meestal pas na enkele weken dat men zwanger is, en kunnen eventuele effecten op de organogenese dan al zijn opgetreden. Bovendien ontstaat hiermee de situatie dat er verschillend beleid wordt gevoerd voor mannelijk en vrouwelijk personeel. Of dit gewenst is, is een politieke keuze.

8.2.4

8.2.5 Vermindering van de blootstelling in buitenposten

Over mogelijkheden ter vermindering van de blootstelling in buitenposten is geen informatie aangetroffen. Of het mogelijk is om in deze situaties intraveneuze anesthesie te geven, of dat gebruik gemaakt kan worden van dubbelmaskers, is niet bekend. Wel is zeker dat gezorgd kan worden voor optimale omstandigheden zoals evacuatiesystemen, voldoende ventilatie, en dergelijke, vergelijkbaar met maatregelen die worden getroffen in operatiekamers.

8.3 OVERZICHT VAN DE MAATREGELEN DIE IN DE LITERATUUR BESCHREVEN WORDEN OM DE BLOOTSTELLING AAN INHALATOIRE ANESTHETICA TERUG TE DRINGEN (EXCLUSIEF VERVANGING)

De effecten van maatregelen die genomen kunnen worden om de blootstelling aan inhalatoire anesthetica terug te dringen worden in tabel 2 samengevat. Daarbij is een keuze gemaakt voor die literatuurreferenties die getalsmatig aangeven welke blootstellingsniveaus gehaald werden met en zonder toepassing van een bepaalde maatregel, of die een reductiepercentage aangeven. Aangegeven worden de concentraties lachgas in mg/m^3 . Voorts zijn enkel die artikelen geselecteerd die metingen bevatten in de ademzones van anesthesiologen, anesthesiemedewerkers of ander verplegend personeel.

Tabel 2 Effecten van maatregelen om de blootstelling aan inhalatoire anesthetica terug te dringen.

INLEIDENDE FASE							
<i>Auteur</i>	<i>Toegepaste technieken en apparatuur</i>	<i>Bron van verontreiniging</i>	<i>Getroffen maatregel</i>	<i>Tgg vóór in mg/m³</i>	<i>Tgg na in mg/m³</i>	<i>Reductie (%)</i>	<i>Opmerkingen</i>
Chang 1997	Inleiden met enkelvoudig masker, gevolgd door gecuffte intubatie	Lekken van lachgas langs rand van masker	Gebruik van dubbelmasker	63	34	46	
	Intraveneuze inleiding, gevolgd door ongecuffte intubatie	Lekkage langs de cuff	Intraveneuze inleiding, gevolgd door gecuffte intubatie	61	21	66	
Hoerauf 1999	Enkelvoudig masker, gevolgd door gebruik van larynxmasker in halfopen en gesloten systemen		Gebruik van intraveneuze inleiding	190	95	50	
Meier 1995	Enkelvoudig masker	Niet gespecificeerd	Gebruik van dubbelmasker	190	19	90	In dit onderzoek worden factoren die de blootstellingsniveaus kunnen beïnvloeden, vergeleken. Voorgesteld wordt onder meer zorg te dragen voor voldoende ventilatie, goede afzuiging, lage flow, gebruik van dubbelmaskers en/of intraveneuze technieken
	Enkelvoudig masker	Niet gespecificeerd	Gebruik van intraveneuze techniek	190	29	85	

Vervolg tabel 2 Effecten van maatregelen om de blootstelling aan inhalatoire anesthetica terug te dringen.

INLEIDENDE FASE							
<i>Auteur</i>	<i>Toegepaste technieken en apparatuur</i>	<i>Bron van verontreiniging</i>	<i>Getroffen maatregel</i>	<i>Tgg vóór in mg/m³</i>	<i>Tgg na in mg/m³</i>	<i>Reductie (%)</i>	<i>Opmerkingen</i>
Schuyt 1996	Gas/damp toedieningsappara-tuur	Niet afsluiten van kranen bij disconnecties	Afsluiten toevoer	190	0	100	Bij deze metingen was er sprake van: 1. Een correct ingestelde ruimteventilatie zonder recirculatie en een lage afvoer; 2. Een zo goed als lekvrije toedieningsapparatuur: aansluitingen tussen hogedruknet en toestel lekken niet; de uitlaat van de capnograaf is aangesloten op het beademingscircuit; het beademingscircuit is lekvrij; cannisters zijn correct gevuld en alle connectoren in het systeem passen sluitend.
	Enkelvoudig masker	Slechte aansluiting van masker op aangezicht patiënt	Inleiden zonder lachgas	695	0	100	
	Enkelvoudig masker (sluderen)	Ontwijkgedrag van patiënt	Inzetten dubbelmasker + onderricht in gebruik	2480	17	99	

	Enkelvoudig masker	Slechte aansluiting van masker op aangezicht patiënt	Inzetten dubbelmasker + onderricht in gebruik	695	29	96	
--	--------------------	--	---	-----	----	----	--

Vervolg tabel 2 Effecten van maatregelen om de blootstelling aan inhalatoire anesthetica terug te dringen.

PER-OPERATIEVE FASE							
<i>Auteur</i>	<i>Toegepaste technieken en apparatuur</i>	<i>Bron van verontreiniging</i>	<i>Getroffen maatregel</i>	<i>Tgg vóór in mg/m³</i>	<i>Tgg na in mg/m³</i>	<i>Reductie (%)</i>	<i>Opmerkingen</i>
Meier 1995	Enkelvoudig masker	Niet gespecificeerd	Betere evacuatie	600	110	80	—
		Niet gespecificeerd	Hogere ventilatievoud	760	190	75	
		Niet gespecificeerd	Lagere flow	570	330	42	
O'Hare 1998	Enkelvoudig masker	Niet gespecificeerd	larynxmasker	420	26	94	
Schuyt 1996	Gecuffte oranasale/endo-tracheale tube	Diffusie van lachgas dóór de cuff	Inzetten dubbelmasker + onderricht in gebruik	63	0	100	Idem als bij Schuyt: Inleidende fase
	Larynxmasker	Opbouw van intra-thoracale druk	Inzetten dubbelmasker + onderricht in gebruik	333	8	98	
	Ongecuffde oranasale/endo-tracheale tube	Passage anesthetica tussen tube en trachea	Inzetten dubbelmasker + onderricht in gebruik	700	17	98	
	Enkelvoudig masker (sluderen)	Vrije uitstroom van anesthetica uit luchtwegen	Inzetten dubbelmasker + onderricht in gebruik	1140	40	97	
	Gecuffte oranasale/endo-tracheale tube	Cuff sluit trachea onvoldoende af	Juiste cuffdruk instellen en druk blijvend controleren	125	10	92	
	Ongecuffte oranasale/endo-tracheale tube	Passage anesthetica tussen tube en trachea	Keeltamponnade	703	319	54	
	Larynxmasker	Slechte afsluiting van de larynx	Afsluiting checken via drukmonitor op het beademings-toestel	256	175	32	

Vervolg tabel 2 Effecten van maatregelen om de blootstelling aan inhalatoire anesthetica terug te dringen.

POST-OPERATIEVE FASE							
<i>Auteur</i>	<i>Toegepaste technieken en apparatuur</i>	<i>Bron van verontreiniging</i>	<i>Getroffen maatregel</i>	<i>Tgg vóór in mg/m³</i>	<i>Tgg na in mg/m³</i>	<i>Reductie (%)</i>	<i>Opmerkingen</i>
Schuyt 1996	Extubatie	Onvoldoende "wassen" van de patiënt met zuurstof	Disconnectie pas nadat N ₂ O niet meer te monitoren is	342	0	100	Het wassen met zuurstof is een verdunningsproces waardoor de concentratie anestheticum onmeetbaar klein wordt
	Recoveren	Expiratie van de patiënt	Inzetten kinmasker + onderricht in gebruik	820	15	98	Na het stoppen van het wassen neemt de concentratie anestheticum in de alveoli c.q. de luchtwegen weer toe door afgifte vanuit het bloed.
	Na het sluderen	Expiratie van de patiënt	Inzetten dubbelmasker + onderricht in gebruik	400	13	97	
	Extubatie	Expiratie van de patiënt	Inzetten dubbelmasker + onderricht in gebruik	456	19	96	
Andersson-Wenckert 1989	Verkoeverkamer	Expiratie van de patiënt	Gebruik van Anevac-D	a) zie onder opmerkingen	a) zie onder opmerkingen	65-80	Anevac-D is een combinatie van een dubbel neusmasker en een kinmasker. Het betreft hier een onderzoek in een tandheelkundige praktijk. a) Metingen werden verricht met behulp van een tracergas, namelijk argon
Scheepers 1991	Verkoeverkamer	Expiratie van de patiënt	kinmasker	100	<19	Ca.80	Metingen zijn verricht in twee verschillende ziekenhuizen waardoor vergelijking wordt bemoeilijkt.

9

10 DISCUSSIE

In vervolg op het onderzoek van Peelen et al. (1999) is door het ministerie van SZW aan de Chemiewinkel van de Universiteit van Amsterdam verzocht onderzoek te doen naar de stand der techniek met betrekking tot beheersmaatregelen om de blootstelling aan inhalatoire anesthetica te voorkomen of terug te dringen. Tegelijk is op initiatief van de Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie (NVA) en de Nederlandse Vereniging van Anesthesiemedewerkers (NVAM) een werkgroep ingesteld met als doel een inventarisatie te maken van de mogelijkheden om blootstelling aan inhalatie-anesthetica terug te dringen. Deze werkgroep heeft een advies uitgebracht waarin technische en organisatorische maatregelen staan beschreven waarmee de blootstelling teruggebracht kan worden.

Gezien het belang van deze twee publicaties voor de discussie rond dit thema, worden de bevindingen hieruit in de nu volgende paragrafen vergeleken met wat in onderhavig onderzoek is gevonden.

Vervanging

In het advies van de NVA/NVAM wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste bronnen van blootstelling aan inhalatie-anesthetica, en wordt een groot aantal maatregelen aanbevolen om de blootstelling te reduceren.

In het advies van de NVA/NVAM worden echter geen uitspraken gedaan over mogelijke alternatieven voor inhalatie-anesthesie, met name de intraveneuze anesthesie. Er wordt enkel de aanbeveling gedaan om een discussie te starten over de status van de intraveneuze anesthesie in de Nederlandse anesthesiologische praktijk. Uit onderhavig onderzoek blijkt dat intraveneuze technieken al veel worden toegepast in Nederland. Meerdere ziekenhuizen gebruiken deze techniek voor (bijna) alle ingrepen, ook bij kinderen. Andere verzetten zich echter nog sterk tegen een algemeen gebruik van TIVA en maken zich sterk voor een blijvend gebruik van

inhalatie-anesthesie voor het merendeel van de anesthesieën. Indien de intraveneuze anesthesie een meer prominente rol gaat spelen in de Nederlandse praktijk is het verstandig OK's te blijven uitrusten met apparatuur voor inhalatie-anesthesie. Het kan bijvoorbeeld gebeuren dat het niet lukt een intraveneuze toegang te krijgen. Dan moet direct overgeschakeld kunnen worden op inhalatieanesthesie.

Wat betreft het gebruik van lachgas wordt in het advies van de NVA/NVAM eveneens geen uitspraak gedaan., met als onderwerp bescherming tegen blootstelling aan inhalatoire anesthetica, Uit een inventarisatie van meningen over het gebruik van lachgas tijdens de peroperatieve fase bleek dat ongeveer de helft van de anesthesiologen en anesthesiemedewerkers het gebruik van lachgas als overbodig beschouwde (Boerhaave-cursus 23 juni 2000). De andere helft was een andere mening toegedaan. Tegelijkertijd blijkt uit de enquêtes die werden gehouden in onderhavig onderzoek dat bijna alle anesthesiologen en anesthesiemedewerkers zich wel bewust zijn van de gezondheidsrisico's van lachgas. Het gebruik van lachgas is populair omdat het gemakkelijk is in het gebruik, een korte inwerkingstijd heeft, en het mogelijk maakt snelle aanpassingen te doen in de diepte van de anesthesie. De opname van lachgas verloopt namelijk sneller dan die van de tot voor kort meest gebruikte dampvormige anesthetica, halothaan en isofluraan. Met de komst van sevofluraan, dat een vrijwel gelijke responstijd heeft als lachgas, is deze functie van lachgas echter overbodig geworden. Daarmee vervalt een belangrijk argument om lachgas te blijven gebruiken.

Huidige blootstellingsniveaus in Nederlandse ziekenhuizen en de gezondheidsrisico's

In de meeste artikelen die in dit onderzoek zijn geraadpleegd, worden daggemiddelde blootstellingsniveaus gemeten die onder de geldende normen liggen. Veelal wordt dan geconcludeerd dat de gehanteerde maatregelen effectief beschermen tegen mogelijke gezondheidseffecten. In de enquêtes, vooral die onder de anesthesiologen en

ziekenhuisdirecties, wordt eveneens meerdere malen opgemerkt dat metingen hebben aangetoond dat de blootstellingniveaus onder de MAC liggen, en dat er dus geen verdere maatregelen nodig zijn.

Eén van de bevindingen uit het onderzoek van Peelen et al. is eveneens dat de niveaus van blootstelling in Nederlandse ziekenhuizen in de meeste gevallen beneden de vigerende MAC tgg 8u. liggen. Deze bevinding is gebaseerd op eigen onderzoek en op wat gevonden is in de Nederlandse literatuur. Daarmee lijkt te worden voldaan aan de normen die gesteld zijn om gezondheidseffecten, met name reproductietoxische effecten, te voorkomen. Tegelijk wordt echter geconcludeerd dat er wel degelijk reproductietoxische effecten optreden.

Voor deze schijnbare contradictie geven zij twee mogelijke verklaringen. Ten eerste wordt gewezen op de mogelijke verschillen tussen de blootstellingniveaus die op het moment van onderzoek gemeten werden, en de niveaus die voorkwamen op het moment dat de effecten optraden. De laatste zouden aanzienlijk hoger kunnen zijn geweest, aangezien er in de afgelopen jaren veel maatregelen in de ziekenhuizen zijn getroffen om de blootstelling terug te dringen. Voorbeelden hiervan worden onder meer genoemd in het advies van de NVA/NVAM: verbeterde evacuatiesystemen, gebruik van anesthesietoestellen met een lage flow, gebruik van gecuffte tubes, controles op lekkages, verhoging van het ventilatievoud van de ruimteventilatie, betere organisatie van het werk (werkprotocollen), en het gebruik van larynxmaskers. In onderhavig onderzoek wordt dit beeld bevestigd. Het nemen van combinaties van genoemde maatregelen kan inderdaad leiden tot een reductie van de tijdgewogen-gemiddelde blootstelling tot onder de geldende MAC-waarden tgg 8u.

Als tweede mogelijke verklaring geven zij het vóórkomen van piekblootstellingen. De metingen die zijn uitgevoerd door Peelen et al. zijn echter niet gericht geweest op het achterhalen van dit type blootstelling. Daarin staan zij overigens niet alleen. Slechts in een zeer beperkt aantal onderzoeken is sprake van persoonlijke monsternamen gedurende korte periodes. In deze artikelen worden specifieke omstandigheden geïdentificeerd waarbij piekblootstellingen kunnen optreden: vooral bij toediening van

inhalatoire anesthetica met enkelvoudige maskers, het moment van intuberen en extuberen, en bij het verzorgen van patiënten in verkoevertkamers. Bescherming tegen piekblootstelling is lastiger te realiseren. Van geen van de bovengenoemde maatregelen die de tijdgewogen-gemiddelde blootstelling reduceren, is ondubbelzinnig vastgesteld dat ze ook effectief piekblootstellingen voorkomen. Als enige afdoende maatregel komt uit dit onderzoek het dubbelmaskersysteem naar voren. Uit onderzoek van Schuyt blijkt dat dubbelmaskers bij alle fasen van de anesthesie bescherming bieden tegen piekbelastingen, en daarmee automatisch ook tegen een te hoge tijdgewogen-gemiddelde blootstelling. Tegelijkertijd blijken anesthesiologen echter problemen te hebben ervaren met het dubbelmasker. Zo vindt men dat het masker teveel geluid produceert, en dat het onhandig is in het gebruik, onder meer door het gewicht ervan. Van dit soort praktische problemen kan men echter verwachten dat ze door de industrie op een intelligente wijze opgelost worden als de vraag naar het product stijgt, temeer daar het huidige patent eind 2001 afloopt, en andere fabrikanten dan de mogelijkheid krijgen een eigen variant op de markt te gaan brengen. In Zweden beschikken overigens reeds 80 van de 120 ziekenhuizen over een dubbelmasker, in circa 1200 operatiekamers (brief Lindkvist, 26-06-00).

Overige risicogroepen

Zoals in de inleiding is gemeld, beperkt dit onderzoek zich tot de situatie in ziekenhuizen. Tijdens de gesprekken die in het kader van dit onderzoek zijn gevoerd, is geregeld melding gemaakt van het feit dat de situatie in de ziekenhuizen gunstig zou afsteken bij andere situaties binnen de gezondheidszorg. Met name gaat het om veterinaire klinieken, dierenartspraktijken, tandartspraktijken en ambulancepersoneel. In genoemde situaties zouden, aldus de gesprekspartners, aanzienlijk hogere blootstellingsniveaus optreden. Onderzoek hiernaar zou derhalve zeker opportuun zijn.

11 CONCLUSIES

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen weergegeven. Eerst wordt aangegeven welke situaties als de meest risicovolle zijn aan te merken met betrekking tot blootstelling aan inhalatoire anesthetica. Vervolgens wordt de stand der techniek aangegeven voor wat betreft de maatregelen om de risico's te voorkomen dan wel terug te dringen.

De volgende handelingen worden als meest risicovolle arbeidssituaties voor anesthesiologen en hun medewerkers geïdentificeerd:

Tijdens de **inleidende fase** gaat het toedienen van inhalatoire anesthetica met behulp van een enkelvoudig masker altijd gepaard met hoge kortdurende blootstellingen. De belangrijkste oorzaken van de hoge blootstelling zijn lekkage langs het masker, en het moment van intubatie. Bij dit laatste komen hoge piekbelastingen voor, zowel bij anesthesiemedewerkers als bij anesthesiologen, omdat ze bij het inbrengen van de tube dichtbij de mond van de patiënt hun werkzaamheden uitvoeren.

Bij zowel gecombineerde anesthesie als bij kapnarcoses zorgt de inleidende fase voor de hoogste niveaus van blootstelling.

Tijdens de **peroperatieve fase** dient onderscheid gemaakt te worden tussen langdurige en kortdurende anesthesieën. Bij korte ingrepen met behulp van enkelvoudige maskers (onder meer gebruikelijk bij het sluderen) komen hoge blootstellingen voor. De belangrijkste oorzaak van de blootstelling is lekkage langs het enkelvoudige masker.

Bij langere ingrepen zijn de hoogste blootstellingen gemeten bij gebruik van open systemen. Echter ook bij het gebruik van halfgesloten systemen, ongecuffte intubatie en larynxmaskers komen hoge blootstellingen voor. De niveaus van blootstelling zijn

weliswaar lager dan bij inleidingen, maar de tijdsduur van de peroperatieve fase is gemiddeld veel langer, waardoor het personeel langere tijd wordt blootgesteld. De belangrijkste oorzaken van de blootstelling zijn lekkage langs het enkelvoudige masker, de tube of larynxmasker, en technische tekortkomingen zoals het niet aangesloten zijn van de capnograaf aan het anesthesietoestel of aan het evacuatiesysteem.

Tijdens de **uitleidende fase** treden hoge piekbelastingen op.

De belangrijkste oorzaak van de blootstelling is het loskoppelen van de patiënt van het anesthesietoestel (de extubatie). Daarbij treden piekbelastingen op, zowel bij de medewerkers als bij de anesthesioloog zelf. Concentraties boven tweemaal de MAC voor lachgas zijn gerapporteerd.

De blootstellingsniveaus die in de literatuur worden aangetroffen voor **verkoeverkamerpersoneel** vertonen een grote mate van variatie. Echter, er zijn meerdere artikelen die situaties beschrijven waarbij de geldende gezondheidskundige normen ruimschoots worden overschreden.

De belangrijkste oorzaken van de blootstelling zijn het onvoldoende uitwassen van anesthetica en de gelijktijdige aanwezigheid van een groot aantal patiënten in de verkoeverkamer. In combinatie met onvoldoende ventilatie van de verkoeverruimte kan dit resulteren in hoge tijdgewogen-gemiddelde blootstellingen. Ook als de anesthetica voldoende zijn uitgewassen kan nog hoge blootstelling aan dampvormige anesthetica plaatsvinden aangezien die er langer over doen om uit het lichaam te verdwijnen.

Piekblootstellingen worden veroorzaakt door het feit dat het verplegend personeel dichtbij de patiënten werkt, en dat patiënten veelvuldig hoesten.

Additionele factoren die een hoge blootstelling kunnen veroorzaken zijn **technisch en organisatorisch** van aard, zoals onvoldoende ventilatie, het niet aangesloten zijn van

de apparatuur aan een evacuatiesysteem, het slecht functioneren of geheel ontbreken van het evacuatiesysteem (vooral in buitenposten zoals bij CT-scans, verloskamers, MRI-scans, etc.), en lekkages van toevoersystemen. Ook is de werkwijze van de anesthesioloog van grote invloed is op de blootstellingniveaus.

Als laatste kan genoemd worden het risico dat onderhoudspersoneel loopt, als ze zonder afzuiging onderhoudswerkzaamheden verrichten aan een anesthesietoestel of aan leidingen

Stand der techniek met betrekking tot beheersmaatregelen

Bij onderstaande beschrijving van de stand der techniek wordt de arbeidshygiënische strategie als uitgangspunt genomen. Derhalve wordt eerst ingegaan op mogelijke vervangende maatregelen. Vervolgens worden overige maatregelen besproken die blootstelling aan inhalatoire anesthetica effectief kunnen terugdringen.

Vervanging

- Het gebruik van lachgas in de anesthesie kan achterwege blijven
- Het beëindigen van het gebruik van inhalatoire anesthetica is in de meeste gevallen mogelijk, en volgens meerdere anesthesiologen ook wenselijk. Slechts in bijzondere gevallen, bijvoorbeeld bij zeer kleine kinderen (jonger dan twee jaar) heeft het gebruik van inhalatoire anesthetica de voorkeur.
- Als speciale vorm van vervanging kan hier worden genoemd het beëindigen van de toepassing van de sluder-techniek.

Vermindering van de blootstelling aan inhalatoire anesthetica

Indien wordt besloten tot het gebruik van inhalatoire anesthetica, kunnen de volgende maatregelen worden genomen om de blootstelling zo laag mogelijk te houden.

Ten eerste dient ervoor gezorgd te worden dat aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan. Het gaat dan onder meer om zaken zoals het voorkomen van lekkages, goede afstelling van evacuatiesystemen en voldoende ventilatievoud. Deze randvoorwaarden zorgen ervoor dat er geen onnodige hoeveelheden anesthetica in de ruimte vrijkomen, of dat de concentraties in de ruimte niet te hoog oplopen.

Vervanging van oude apparatuur leidt al tot belangrijke verbeteringen.

-
- Uit dit onderzoek is verder gebleken dat de laagste niveaus van blootstelling gerealiseerd kunnen worden met behulp van de volgende technieken en maatregelen:
- **Bij langduriger ingrepen:** intraveneus inleiden zonder lachgas, preoxygenatie met 100% zuurstof, gevolgd door gecuffte intubatie, waarbij de cuff-druk wordt gecontroleerd. Vervolgens aansluiten op een low-flow anesthesietoestel (toevoer van anesthetica pas nadat is geïntubeerd) en afvoeren van vrijkomende anesthetica (lekkage langs tube) via het dubbelmaskersysteem. Tijdig afsluiten van de toevoer van anesthetica vóór de extubatie, en tijdens extubatie gebruik maken van het dubbelmaskersysteem.
- Bij **kortdurende ingrepen:** gebruik van dubbelmasker. Indien nog op conventionele wijze wordt gesluderd, dient eveneens gebruik te worden gemaakt van een dubbelmasker. Echter, de techniek zelf staat al enige tijd ter discussie. Beëindiging ervan lijkt een betere optie om de hoge niveaus van blootstelling die hierbij optreden tegen te gaan.
-
- Indien gebruik wordt gemaakt van bovenstaande technieken en maatregelen wordt er tijdens alle fasen van de anesthesie afgezogen, het toedieningssysteem is optimaal afgesloten en worden minimale hoeveelheden anesthetica verbruikt. Daardoor worden niet alleen lage tijdgewogen-gemiddelde blootstellingsniveaus bereikt, maar wordt er tevens voorkómen dat piekbelastingen optreden.

Voor de **verkoeverkamers** zijn de volgende maatregelen toepasbaar om de blootstelling terug te dringen:

- Patiënten ‘schoon’ afleveren in de verkoeverkamers
- Adviseren van verplegend personeel op verkoeverkamers om zoveel mogelijk afstand te houden van de ademzone van de patiënt
- Gebruik van kinmaskers
- Gebruik van het gecombineerde kinmasker-neusdubbelmasker-systeem

De eerste drie genoemde maatregelen bieden ook bescherming tegen piekbelastingen.

Voor het vierde is dit niet bekend.

Naast de reeds beschreven situaties kan ook blootstelling aan inhalatoire anesthetica optreden in buitenposten (CT-scan, MRI-scan, hartcatheterisatie, verloskamers, etc.), bij onderhoud van anesthesie-apparatuur door technisch personeel, en ‘op zaal’ indien de patiënten te snel uit de verkoeverkamers worden ‘ontslagen’. Er dient dan in alle gevallen gezorgd te worden voor voorzieningen die de vrijkomende inhalatoire anesthetica doeltreffend afvoeren, vergelijkbaar met wat in operatiekamers wordt gerealiseerd.

Bij deze maatregelen, maar ook bij alle andere maatregelen die in dit rapport worden genoemd, dient vanzelfsprekend rekening te worden gehouden met ergonomische randvoorwaarden. Een slechte positionering van apparatuur zou immers de bewegingsvrijheid van de anesthesioloog en anesthesiemedewerkers kunnen belemmeren.

Knelpunten

Ten aanzien van de intraveneuze technieken

Het grootste knelpunt lijkt te zijn het feit dat een meerderheid van de anesthesiologen nog onvoldoende vertrouwd is met de intraveneuze techniek, en dat derhalve bijscholing nodig is. Daardoor kan de acceptatie van de techniek een knelpunt

vormen. Een uitzondering vormt de anesthesie van kleine kinderen. Hier lijken intraveneuze technieken nog geen algemeen bruikbaar alternatief te vormen. Overigens zijn er hiervoor ook andere mogelijkheden, zoals orale toediening van anestetica.

De kosten van intraveneuze technieken vormen geen knelpunt. Bij een integrale kostenbenadering zullen de kosten zeer waarschijnlijk lager uitvallen dan van inhalatie-anesthesie. En zelfs als het omgekeerde mocht blijken lijkt er in de branche consensus te zijn over het feit dat kosten geen rol mogen spelen in de keuze van de anesthesiologische techniek.

Voorts dienen aanpassingen gedaan te worden aan de anesthesietoestellen om ze geschikt te maken voor toediening van zuurstof/luchtmengsels.

Een punt van aandacht is tenslotte het feit dat propofol een monopoliepositie inneemt in de markt voor intraveneuze middelen.

Ten aanzien van het gebruik van beschermende maatregelen

Voor alle maatregelen geldt dat invoering kosten met zich mee zullen brengen.

Echter, zoals eerder gemeld, kosten spelen een geringe rol bij de keuzen die ten aanzien van de anesthesie worden gedaan. Wat betreft het dubbelmasker is het nodig anesthesiologen te instrueren met betrekking tot het optimale gebruik ervan.

Kinmaskers, die eventueel kunnen worden gebruikt in verkoeverkamers, worden door sommigen als patiënt-onvriendelijk beschouwd. In een onderzoek van Scheepers (1991) wordt dit overigens weersproken.

12

13 REFERENTIES

1. Advies inzake maatregelen om de blootstelling aan inhalatoire anesthetica zoveel mogelijk te beperken. Werkgroep 'Veilig Gebruik van Volatile Anesthetica. Uitgave van de NVA en NVAM 2000.
2. Allen A, Badgwell JM. The post anesthesia care unit: unique contribution, unique risk. *J Perianesth Nurs* 1996; 11: 248-258.
3. Andersson-Wenckert I, Haggmark S, Johansson G, Lindkvist R, Reiz S. Anevac-D, a new system for close scavenging of anesthetic gases in dental practice. *Scand J Dent Res* 1989; 97: 456-464.
4. Austin PR, Austin PJ. Measurement of nitrous oxide concentrations in a simulated post anesthesia care unit environment. *J Perianesth Nurs* 1996; 11: 259-266.
5. Bach , Bohrer H, Schmidt H, Motsch J, Martin E. [Economic aspects of modern inhalation anesthetics with sevoflurane as an example]. *Anaesthesist* 1997; 46: 21-28
6. Badgwell JM. A clinical evaluation of an operational postanesthesia care unit source control system [see comments]. *J Perianesth Nurs* 1997; 12: 73-81.
7. Badgwell JM. An evaluation of air safety source-control technology for the post anesthesia care unit. *J Perianesth Nurs* 1996; 11: 207-222.
8. Bongers AM. Arbeidsomstandighedenwetgeving. Uit: Beroepsmatige blootstelling aan inhalatie-anesthetica. Burm AGL, van Kleef JW (red.). Uitgave van de Boerhaave-commissie 2000.
9. Borganeli GN, Primosch RE, Henry RJ. Operatory ventilation and scavenger evacuation rate influence on ambient nitrous oxide levels. *J Dent Res* 1993; 72: 1275-1278.
10. Bovill JG. Is there still place for nitrous oxide in modern anesthesia? No. Uit: Beroepsmatige blootstelling aan inhalatie-anesthetica. Burm AGL, van Kleef JW

- (red.). Uitgave van de Boerhaave-commissie 2000.
11. Brief van R. Lindkvist 26-6-00. 80 v.d. 120 ziekenhuizen met dubbelmasker. 1200 OK's in Zweden met dubbelmasker
 12. Chang WP, Kau C, Hseu S. Exposure of Anesthesiologists to Nitrous Oxide during Pediatric Anesthesia. *Industrial Health* 1997; 35: 112-118
 13. Cioaca R, Canavea I. Oral transmucosal ketamine: an effective premedication in children. *Paediatr Anaesth* 1996; 6: 361-365
 14. De Lange JJ. Inhalatie-anesthetica: verleden, heden en toekomst. Uit: Beroepsmatige blootstelling aan inhalatie-anesthetica. Burm AGL, van Kleef JW (red.). Uitgave van de Boerhaave-commissie 2000.
 15. Enflurane, isoflurane and cyclopropane. Health-based recommended occupational exposure limits. Gezondheidsraad 1998
 16. Funk W, Jakob W, Riedl T, Taeger K. Oral preanaesthetic medication for children: double-blind randomized study of a combination of midazolam and ketamine vs midazolam or ketamine alone. *Br J Anaesth* 2000; 84: 335-340.
 17. Gezondheidsraad: Commissie Piekblootstellingen aan organische oplosmiddelen. Piekblootstelling aan organische oplosmiddelen. *Den Haag: Gezondheidsraad, 1999; publicatie nr 1999/12*
 18. Gilly H, Lex, C, Steinbreithner K. [Anesthetic gas contamination in the operating room--an unsolved problem? Results of our own studies]. *Anaesthetist* 1991;40: 629-637
 19. Gouders B. Arbeidshygiënisch onderzoek uitgevoerd op operatiekamers. *Wageningen: Vakgroep Luchthygiëne en -verontreiniging, 1991*
 20. Halothane. Evaluation of the effects on reproduction, recommendation for classification. Gezondheidsraad 2000
 21. Henderson KA, Matthews IP. An environmental survey of compliance with Occupational Exposure Standards (OES) for anaesthetic gases. *Anaesthesia* 1999; 54: 941-947.

22. Hoerauf K, Funk W, Harth M, Hobbhahn J. Occupational exposure to sevoflurane, halothane and nitrous oxide during paediatric anaesthesia. Waste gas exposure during paediatric anaesthesia [see comments]. *Anaesthesia* 1997; 52: 215-219.
23. Hoerauf KH, Koller C, Jakob W, Taeger K, Hobbhahn J. Isoflurane waste gas exposure during general anaesthesia: the laryngeal mask compared with tracheal intubation. *Br J Anaesth* 1996; 77: 189-193.
24. Hoerauf KH, Koller C, Taeger K, Hobbhahn J. Occupational exposure to sevoflurane and nitrous oxide in operating room personnel. *Int Arch Occup Environ Health* 1997; 69: 134-138.
25. Hoerauf KH, Wallner T, Akca O, Taslimi R, Sessler DI. Exposure to sevoflurane and nitrous oxide during four different methods of anesthetic induction. *Anesth Analg* 1999; 88: 925-929.
26. Informatorium Medicamentorum. Uitgave van de KNMP 1999
27. Kanmura Y, Sakai J, Yoshinaka H, Shirao K. Causes of nitrous oxide contamination in operating rooms [see comments]. *Anesthesiology* 1999; 90: 693-696.
28. Kluck Y, Woord van der M. Blootstelling aan anesthesiegassen in het operatiecomplex. *Wageningen: Vakgroep Luchtkwaliteit, 1995*
29. Koda S, Kumagaj S, Toyoto M, Yasuda N, Ohara H. [A study of waste anesthetic gases monitoring and working environmental controls in hospital operating rooms]. Alleen abstract geraadpleegd. *Sangyo Eiseigaku Zasshi* 1997; 39: 38-45.
30. Lespakket voor anesthesiologen. AMC
31. Marx T, Froba G, Zwing M, Knobloch V, Georgieff M. [Effectiveness of anesthetic gas scavengers fulfilling EN 740 requirements with reference to equipment leakage and fresh gas flow]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1997; 32: 101-104

32. Marx T, Gross-Alltag F, Ermisch J, Hahnel J, Weber L, Friesdorf W.
[Experimental studies on the recovery of anesthetic gases]. *Anaesthesist* 1992;
41: 99-102.
33. McGregor DG, Senjem DH, Mazze RI. Trace nitrous oxide levels in the
postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 1999; 89: 472-475.
34. Meier A, Jost M, Ruegger M, Knutti R, Schlatter C. [Narcotic gas burden of
personnel in pediatric anesthesia]. *Anaesthesist* 1995; 44: 154-162.
35. Moore BL. Exposure of postoperative nurses to waste-anesthetic gases and
factors influencing exposure. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl* 1997; 111:239-241
36. Nakata Y, Goto T, Saito H, Ichinose F, Uezono S, Morita S. The placement of
the cuffed oropharyngeal airway with sevoflurane in adults: a comparison with
the laryngeal mask airway. *Anesth-Analg* 1998; 87: 143-146
37. Nitrous oxide. Evaluation of the effects on reproduction, recommendation for
classification. Gezondheidsraad 2000
38. O'Hare K, Kerr WJ. The laryngeal mask as an antipollution device. *Anaesthesia*
1998; 53: 51-54.
39. Peelen, S, Roeleveld N, Heederik D, Kromhout H, de Kort W. Reproductie-
toxische effecten bij ziekenhuispersoneel. *Ministerie van SZW* 1999
40. Porcelijn T, Schuyt HC. Is lachgas nog noodzakelijk in de 21^e eeuw?
Nederlands Tijdschrift voor Anesthesiologie 1999; 12: 135-136
41. Pothmann W, Shimada K, Goerig M, Fuhlrott M, Schulte am Esch J. [Pollution
of the workplace by anesthetic gases. Causes and prevention]. *Anaesthesist*
1991; 40: 339-346.
42. Puckett SD, Andrews JJ. AANA Journal course: update for nurse anesthetists—a
comparative review of remifentanyl: the next generation opioid. *AANA J* 1998;
66: 125-136
43. Quintal MC, Cunningham MJ, Ferrari LR. Tubeless spontaneous respiration
technique for pediatric microlaryngeal surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck*

- Surg 1997; 123: 209-214.*
44. Ruprecht J, Dzoljic M. Is there still place for nitrous oxide in modern anesthesia? Yes. Uit: Beroepsmatige blootstelling aan inhalatie-anesthetica. Burm AGL, van Kleef JW (red.). Uitgave van de Boerhaave-commissie 2000.
 45. Scheepers PTJ, Ruigewaard PWG. Emissiebronnen van lachgas op operatieafdelingen. *Ned. Tijdschr. voor anesthesiemedewerkers 1991; 9:18-24*
 46. Schoen A. Kost gaat voor de baat, of baat gaat voor de kost. Lezing voor het Westfries Gasthuis Hoorn, gehouden op 1-3 september 1993
 47. Schou J, Kubler J, Cartellieri M. [The double mask (see comments)]. *Anaesthesist 1990; 39: 122-124.*
 48. Schuyt HC, Verberk MM, Porcelijn T. Blootstelling aan lachgas in operatiekamers; recente maximaal aanvaarde concentratie hoeft geen probleem te zijn. *Nederlands Tijdschrift voor Anesthesiologie 1994; 7: 51-56*
 49. Schuyt HC, Verberk MM. Measurement and reduction of nitrous oxide in operating rooms. *J Occup Environ Med 1996; 38: 1036-1040.*
 50. Schuyt HC, Vermeulen-Crnch DME, Makkes PC, Oei-Lim LB. Luchtverontreiniging door lachgas in de tandheelkundige praktijk. *Ned Tijdschr Tandheelkd 1986; 93: 431-435*
 51. Schuyt HC. Beroepsmatige blootstelling aan inhalatoire anaesthetica: help dit verhinderen. *Medical Technology 1992; 6: 33-35*
 52. Schuyt HC. Het effect van maatregelen ter beperking van de mate van luchtverontreiniging. Uit: Beroepsmatige blootstelling aan inhalatie-anesthetica. Burm AGL, van Kleef JW (red.). Uitgave van de Boerhaave-commissie 2000.
 53. Sessler DI, Badgwell JM. Exposure of postoperative nurses to exhaled anesthetic gases [see comments]. *Anesth Analg 1998; 87: 1083-1088.*
 54. Sevorane. Uitgave van Abbott, Hoofddorp
 55. Snel J, Schuyt HC (red.) Lachgas. Van Gorcum, Assen 1998
 56. Sphere+. Substitution Projects for Health and Environment Lessons from

Results and Experiences. B&A Group Policy Research & Advice (dr. Kees Le
Blansch, co-ordinator) . CD-ROM, 1999

57. Westphal K, Strouhal U, Kessler P, Schneider J. [Workplace contamination
from sevoflurane. Concentration measurement during bronchoscopy in children.
Anaesthetist 1997; 46: 677-682

BIJLAGE 1. Ziekenhuisdirecties

Uw naam:				
Naam ziekenhuis:				
1	ANESTHESIOLOGEN			
1.1	Hoeveel anesthesiologen werken in uw instelling?			
1.2	Hoeveel anesthesieën geven zij gemiddeld per dag?			
2	ANESTHESIEMEDEWERKERS			
2.2	Hoeveel anesthesiemedewerkers werken in uw instelling?			
2.3	Bij hoeveel anesthesieën zijn zij gemiddeld per dag betrokken?			
2.4	Hoeveel verkoeverkamer-verpleegsters werken er in uw instelling?			
3	BEHANDELRUIMTEN			
3.1	Over hoeveel inleidingsruimten beschikt u?			
3.2	Over hoeveel operatiekamers beschikt u?			
3.3	Over hoeveel Sloederkamers beschikt u?			
3.4	Over hoeveel Verkoeverkamers beschikt u?			
4	INHALATIE ANESTHETICA EN BESCHERMING	ja	nee	Toelichting (op achterzijde voortzetten, indien hier onvoldoende ruimte is)
4.1	Bent u bekend met de risico's voor ziekenhuispersoneel van het gebruik van lachgas?			
4.2	Bent u bekend met de risico's voor ziekenhuispersoneel van het gebruik van vluchtige anesthetica?			
4.3	Wie bepaalt de anesthesiologische techniek;			
	<i>de anesthesioloog?</i>			
	<i>de chirurg?</i>			
	<i>de directie?</i>			
	<i>in gezamenlijk overleg?</i>			
4.4	Wie bepaalt het inzetten van beschermende maatregelen;			
	<i>de anesthesioloog?</i>			
	<i>de anesthesiemedewerker?</i>			
	<i>de chirurg?</i>			
	<i>de directie?</i>			
	<i>in gezamenlijk overleg?</i>			
4.5	Wordt u door uw arbodienst geadviseerd over het inzetten van beschermende maatregelen?			

4.6	Is uw beleid erop gericht standaardisatie aan te brengen in de toegepaste anesthesiologische technieken?					
4.7	Is uw beleid erop gericht standaardisatie aan te brengen in de toegepaste beschermende maatregelen?					
		ja	nee			
4.8	Zijn beschermende voorzieningen als » » »			Lucht- evacuatie	Dubbel- masker	anders
	aanwezig, en zo ja in hoeveel inleidingsruimten?					
	in hoeveel operatiekamers?					
	in hoeveel Sloederkamers?					
	in hoeveel Verkoeverkamers?					
4.9	Zijn u problemen over beschermende voorzieningen bekend waardoor het gebruik ervan is gestaakt?					
4.10	Houdt u toezicht op het gebruik van beschermende voorzieningen?					
4.11	Beschouwt u zichzelf als voorloper bij de implementatie van beschermende technieken/beschermende methoden?					
4.12	Zijn er bij u gezondheidsklachten bekend ten gevolge van het werken met inhalatoire anesthetica?					
4.13	Bestaan er momenteel plannen om de bescherming van uw personeel structureel te verbeteren?					

5	TOTALE INTRAVENEUZE ANESTHESIE (TIVA)	ja	nee	Toelichting (op onderzijde voortzetten, indien hier onvoldoende ruimte is)
5.1	Wordt in uw instelling TIVA toegepast?			
5.2	Worden door uw instelling anesthesiologen-in-opleiding in TIVA onderwezen?			
5.3	Beschikt uw instelling over de discipline research-anesthesiologie?			
5.4	Bent u bereid deze discipline te verzoeken onderzoek te doen aan TIVA, gericht op uitbreiding het aantal soorten chirurgische ingrepen onder deze techniek?			

6 BEDRIJFSECONOMISCHE ASPECTEN

6.1	Hanteert u economische overwegingen inzake toepassing van inhalatie anesthesie versus TIVA? Zo ja,			
6.2	Drukken de kosten van lachgasgebruik daarbij op het technisch of medisch deel van uw instellingsbudget?			
6.3	Drukken de kosten van zuurstofgebruik daarbij op het technisch of medisch deel van uw instellingsbudget?			
6.4	Zijn verpleegduur, personeelskosten en onderhoudskosten van anesthesie-apparatuur opgenomen bij de kostenanalyse?			
6.5	Bent u bereid uw personeel zich in TIVA te laten scholen?			
6.6	Bent u bereid op TIVA over te gaan?			
		Ja	nee	
6.7	Zo ja, kunt u aangeven op welke termijn?			
6.8	Zo nee, wat is hiervoor de reden			

Ruimte voor toelichtingen (graag vraagnummer vermelden).

Hartelijk dank voor uw medewerking.

Gaarne met spoed terugsturen naar ***Chemiewinkel UvA, t.a.v. A. van Raalte, Postbus 20242, 1000 HE Amsterdam***, of faxen naar 020-5255615

Bijlage 2. Beroepsgroep anesthesiologen

Facultatief: naam	
Facultatief: telefoon	
Bent u werkzaam in een academisch ziekenhuis?	ja <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/>

1	ALGEMENE ANESTHESIE				
1.1	In welke techniek bent u opgeleid?	inhalatoir <input type="checkbox"/>	iv <input type="checkbox"/>	combinatie <input type="checkbox"/>	
1.2	Welke is uw anesthesiologische specialisme?	Cardio <input type="checkbox"/>	Neuro <input type="checkbox"/>	Anders <input type="checkbox"/>	
1.3	Hoe lang bent u werkzaam als anesthesioloog?	jaar			
1.4	Hoeveel anesthesieën geeft u per dag?				
1.5	Kunt u zelf de anesthesiologische techniek bepalen?	ja <input type="checkbox"/>	nee <input type="checkbox"/>		
1.6	Zo nee, wordt de techniek u opgelegd door:				
	directie?				
	chirurg?				
	patiënt?				
	aanwezige voorziening?				
	collegae?				

2	INHALATIE ANESTHESIE EN BESCHERMING	ja <input type="checkbox"/>	nee <input type="checkbox"/>	Toelichting (op achterzijde voortzetten, indien u hier onvoldoende ruimte tot uw beschikking heeft).	
2.1.1	Bent u bekend met de risico's voor ziekenhuispersoneel inzake het gebruik van lachgas?				
2.1.2	Bent u bekend met de risico's voor ziekenhuispersoneel inzake het gebruik van inhalatie anesthetica?				
2.1.3	Bent u geïnstrueerd over het juiste gebruik van de beschermende voorziening?				
2.1.4	Hebt u problemen met beschermende voorzieningen waardoor u deze niet gebruikt?				
2.1.5	Hebt u ideeën over hoe bestaande beschermende voorzieningen verbeterd kunnen worden?				
2.1.6	Ontwikkelt u zelf nieuwe beschermende voorzieningen of beschermende methoden?				
2.1.7	Houdt u zich op de hoogte van nieuwe beschermende voorzieningen of beschermende methoden?				
2.2	Gebruikt u onderstaande middelen	nooit <input type="checkbox"/>	bij inleiding <input type="checkbox"/>	peroperatief <input type="checkbox"/>	bij Sloederen <input type="checkbox"/>
	lachgas				
	Halothaan				
	Enfluraan				

		nooit	bij inleiding	per-operatief	bij Sloederen
	Isofluraan				
	Sevofluraan				
	Desfluraan (diprivan)				

2.3	Gebruikt U als toedieningssysteem	nooit	bij inleiding	per-operatief	bij Sloederen
	het open systeem?				
	het half open systeem?				
	het half gesloten systeem?				
	het gesloten systeem?				
	het low-flow systeem?				
2.4	Gebruikt u als applicatievorm	nooit	bij inleiding	per-operatief	bij Sloederen
	Maskers?				
	Nasotracheale tubes?				
	Nasotracheale tubes, gecuffed?				
	Orotracheale tubes?				
	Orotracheale tubes, gecuffed?				
	Larynxmaskers?				
2.4.1	Kunt u de cuff-druk controleren?	ja		nee	
2.5	Gebruikt u als beschermingsmaatregel	nooit	bij inleiding	per-operatief	bij uitleiding bij sloederen
	het evacuatiesysteem?				
	het dubbelmaskersysteem?				
	andere voorzieningen (zo ja, wilt u deze toelichten)?				

3 INRICHTING BEHANDELRUIMTEN

3.1	Hoeveel behandelruimten zijn aanwezig en hoeveel beschikken over; totaal aantal:	inleidingsruimten	OK's	Sloederruimten	Verkoeverkamers
	met evacuatie-systeem:				
	met dubbelmaskersysteem:				
	met andere voorziening:				
	Zonder voorziening:				

4	TOTALE INTRAVENEUZE ANESTHESIE (TIVA)	ja	nee	Toelichting (hieronder voortzetten, indien u hier onvoldoende ruimte tot uw beschikking heeft).
4.1	Bent u bekend met de TIVA-techniek?			
4.2	Hoe vaak past u de TIVA-techniek toe; nooit?			
	zelden?			
	gemiddeld?			
	doorgaans?			

		altijd?			
			ja	nee	Toelichting (hieronder voortzetten, indien u hier onvoldoende ruimte tot uw beschikking heeft).
4.3	Zou u bereid zijn zich te bekwamen in de TIVA-techniek?				
4.4	Welke anesthesiologische techniek heeft Uw voorkeur;				
	totale intraveneuze anesthesie (TIVA)?				
	Intraveneuze anesthesie met ondersteuning van lachgas (IVA)?				
	Inhalatie anesthesie?				
	Gecombineerde anesthesie?				
4.5	Welke aspecten zijn bepalend voor uw keuze;				
	de tijdsduur?				
	soort ingreep?				
	Risico's voor de patiënt				
	Vertrouwdheid met de techniek?				
	Patiënt gerelateerde?				

Ruimte voor toelichtingen (graag vraagnummer vermelden)

Hartelijk dank voor uw medewerking.

Gaarne met spoed terugsturen naar *Chemiewinkel UvA t.a.v. A. van Raalte, Postbus 20242, 1000
HE Amsterdam,*
of faxen naar 020-5255615

Bijlage 3. Beroepsgroep anesthesiemedewerkers

Facultatief: naam	
Facultatief: telefoon	
Bent u werkzaam in een academisch ziekenhuis?	ja <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

1 ALGEMENE ANESTHESIE

1.1	In welke techniek bent u opgeleid?	Inhalatoir	<input type="checkbox"/>	IV	<input type="checkbox"/>	Combinatie	<input type="checkbox"/>	
1.2	Welke is uw anesthesiologische specialisme?	Cardio	<input type="checkbox"/>	Neuro	<input type="checkbox"/>	Anders	<input type="checkbox"/>	
1.3	Hoe lang bent u werkzaam als medewerker?							jaar
1.4	Bij hoeveel anesthesieën per dag bent u betrokken?							
1.5	Wordt u geraadpleegd inzake de keuze van de anesthesiologische techniek?	ja	<input type="checkbox"/>	nee	<input type="checkbox"/>			
1.6	Zo nee, wordt de techniek u opgelegd door:							
	anesthesioloog?							
	directie?							
	chirurg?							
	patiënt?							
	Aanwezige voorziening?							

2 INHALATIE ANESTHESIE EN BESCHERMING

		ja	nee	Toelichting (op achterzijde voortzetten, indien u hier onvoldoende ruimte tot uw beschikking heeft).	
2.1.1	Bent u bekend met de risico's voor ziekenhuispersoneel inzake het gebruik van lachgas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2.1.2	Bent u bekend met de risico's voor ziekenhuispersoneel inzake het gebruik van inhalatie anesthetica?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2.1.3	Bent u geïnstrueerd over het juiste gebruik van de beschermende voorziening?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2.1.4	Hebt u problemen met beschermende voorzieningen waardoor u deze niet gebruikt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2.1.5	Hebt u ideeën over hoe bestaande beschermende voorzieningen verbeterd kunnen worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2.1.6	Ontwikkelt u zelf nieuwe beschermende voorzieningen of beschermende methoden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2.1.7	Houdt u zich op de hoogte van nieuwe beschermende voorzieningen of beschermende methoden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2.2	Worden onderstaande middelen gebruikt:	nooit	bij inleiding	per-operatief	bij Sloederen
	Lachgas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Halothaan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Enfluraan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Isofluraan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sevofluraan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Desfluraan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(diprivan)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.3	Wat wordt als toedieningssysteem gebruikt:	nooit	bij inleiding	per-operatief	bij Sloederen	
	het open systeem?					
	het half open systeem?					
	het half gesloten systeem?					
	Het gesloten systeem?					
	Het low-flow systeem?					
2.4	Wat wordt als applicatievorm gebruikt:	nooit	bij inleiding	per-operatief	bij Sloederen	
	Maskers?					
	Nasotracheale tubes?					
	Nasotracheale tubes, gecuffed?					
	Orotracheale tubes?					
	Orotracheale tubes, gecuffed?					
	Larynxmaskers?					
2.4.1	Kan de cuff-druk worden gecontroleerd?	Ja	nee			
2.5	Gebruikt u als beschermingsmaatregel	nooit	bij inleiding	per-operatief	bij uitleiding	bij Sloederen
	het evacuatiesysteem?					
	het dubbelmaskersysteem?					
	andere voorzieningen?					

3 INRICHTING BEHANDELRUIMTEN

3.1	Hoeveel behandelruimten zijn aanwezig en hoeveel beschikken over; totaal aantal	Inleidingsruimten	OK's	Sloederruimten	Verkoeverkamers
	met evacuatie-systeem				
	met dubbelmaskersysteem				
	met andere voorziening				
	zonder voorziening				

4 TOTALE INTRAVENEUZE ANESTHESIE (TIVA)

		ja	nee	Toelichting (hieronder voortzetten, indien u hier onvoldoende ruimte tot uw beschikking heeft).
4.1	Bent u bekend met de TIVA-techniek?			
4.2	Hoe vaak bent u betrokken bij de TIVA-techniek	nooit?		
		zelden?		
		gemiddeld?		
		doorgaans?		
		altijd?		
4.3	Zou u bereid zijn zich te bekwamen in de TIVA-techniek?			
4.4	Welke anesthesiologische techniek heeft Uw voorkeur;			
	totale intraveneuze anesthesie (TIVA)?			
	intraveneuze anesthesie met ondersteuning van lachgas (IVA)?			
	inhalatie anesthesie?			

	gecombineerde anesthesie?		
4.5	Welke aspecten zijn bepalend voor uw keuze;		
	de tijdsduur?		
	Soort ingreep?		
	risico's voor de patiënt		
	vertrouwdheid met de techniek?		
	patiënt gerelateerde?		

Ruimte voor toelichtingen (graag vraagnummer vermelden)

Hartelijk dank voor uw medewerking.

Gaarne met spoed terugsturen naar Chemiewinkel UvA t.a.v. A. van Raalte, Postbus 20242, 1000 HE Amsterdam, of faxen naar 020-5255615

Bijlage 4. Beroepsgroep Recoverymedewerkers

Facultatief: naam			
Facultatief: telefoon			
Bent u werkzaam in een academisch ziekenhuis?	ja		nee

1 ALGEMEEN

11	Hoe lang werkt u als recoverymedewerker?		jaar
----	--	--	------

2 INHALATIE ANESTHETICA EN BESCHERMING

		ja	nee	Toelichting (op achterzijde voortzetten, indien u hier onvoldoende ruimte tot uw beschikking heeft).
21	Bent u bekend met de risico's voor ziekenhuispersoneel inzake het gebruik van lachgas?			
22	Bent u bekend met de risico's voor ziekenhuispersoneel inzake het gebruik van inhalatie anesthetica?			
23	Hoeveel patiënten ontvangt u gemiddeld per dag, behandeld met	Geen aantallen		
	lachgas?			
	halothaan?			
	enfluraan?			
	isofluraan?			
	sevofluraan?			
	desfluraan?			
24	Zijn in de recovery beschermende maatregelen getroffen als			
	ruimteventilatie?			
	afgezogen kinmaskers?			
	evacuatiesystemen?			
	instructie om uit de uitademingszone te blijven?			
	andere maatregelen? Zo ja, graag toelichten			
25	Bent u geïnstrueerd over de juiste toepassing van de beschermende maatregelen?			
26	Bestaan problemen met beschermende maatregelen waardoor deze niet gebruikt kunnen worden?			
27	Hebt u ideeën over hoe bestaande beschermende maatregelen verbeterd kunnen worden?			
28	Houdt u zich op de hoogte van nieuwe beschermende methoden of beschermende technieken?			
29	Ontwikkelt u zelf nieuwe beschermende methoden of beschermende technieken? Zo ja, graag toelichten			

Ruimte voor toelichtingen (graag vraagnummer vermelden)

Hartelijk dank voor uw medewerking.

Gaarne met spoed terugsturen naar Chemiewinkel UvA t.a.v. A. van Raalte, Postbus 20242,
1000 HE Amsterdam, of faxen naar 020-5255615

Bijlage 5. Checklijst voor ziekenhuisbezoeken

		Economisch directeur		Medisch directeur		Anesthesioloog	
1	Is de kwaliteit van de anesthesie altijd optimaal, of worden er afwegingen gemaakt tussen financiële overwegingen en de daarmee best bereikbare anesthesie?	1.1		1.2		1.3	
2	Wie draagt de uiteindelijke verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van de anesthesie?	2.1		2.2		2.3	
3	Wie is verantwoordelijkheid voor de arbozorg rond het gebruik van anesthetica? Ook in geval van een maatschap?	3.1		3.2		3.3	
4	Bent u bekend met consequenties van het niet nakomen van de arbowet?	4.1		4.2		4.3	
5	Is de verantwoordelijkheid voor de arbozorg rond het gebruik van anesthetica gedelegeerd? Zo ja, aan wie?	5.1		5.2		5.3	

6	Bestaat een werkprotocol inzake het gebruik van vluchtige anesthetica? Hoe zijn de instructie en toezicht geregeld?	6.1		6.2		6.3	
7	Bestaan een checklist inzake anesthesieapparatuur? Hoe zijn de instructie en toezicht geregeld?	7.1		7.2		7.3	

		Economisch directeur		Medisch directeur		Anesthesioloog	
8	Wordt u bijgestaan door een interne- of een externe arbodienst? Wordt door hen gemeten?	8.1		8.2		8.3	
9	Wordt bij inleidingen lachgas gebruikt? Zo ja, waarom?	9.1		9.2		9.3	
10	Hebben de technici de beschikking over een afgezogen werk-kast waarin het anesthesietoestel kan worden onderhouden en getest?	10.1		10.2		10.3	

Bijlage 6. Lijst van ziekenhuizen die bezocht zijn

1. Medisch Centrum Alkmaar
2. Streekziekenhuis Koningin Beatrix in Winterswijk
3. Streekziekenhuis Midden-Twente
4. Medisch Spectrum Twente
5. Lucas Ziekenhuis Amsterdam