

POST ACADEMIAM

LUCHTVERONTREINIGING DOOR LACHGAS IN DE TANDHEELKUNDIGE PRAKTIJK

H. C. SCHUYT¹⁾D. M. E. VERMEULEN-CRANCH²⁾P. C. MAKES³⁾L. B. OEI-LIM⁴⁾

Trefwoorden: Anesthesiologie – Inhalatiesedatie – Arbeidshygiëne – Gehandicaptenzorg

1. Inleiding

Onlangs werd verslag gedaan van de kennis die op dit moment bestaat over de effecten op de gezondheid van het – tot voor kort – metabool inactief geachte lachgas (N₂O; Distikstofmonoxide) met een coënzymvorm van vitamine B₁₂, methionine synthetase.¹ Onder verwijzing werd melding gemaakt van een aparte risicogroep die blootstaat aan door lachgas veroorzaakte neurologische effecten: (Amerikaanse) tandartsen die in hun praktijk op grote schaal lachgas-inhalatiesedatie toepassen, alsmede hun assistenten.^{2,3}

De effecten zouden voornamelijk tot stand komen door:

- misbruik door lachgas,
- onzorgvuldigheid bij het toepassen van de sedatie-techniek.

Het zal zeker de bedoeling van de auteurs niet geweest zijn om tandartsen in een negatief daglicht te plaatsen, maar voor alle duidelijkheid willen wij vaststellen dat de Nederlandse cursus betreffende inhalatiesedatie met lachgas en zuurstof – óók vanuit arbeidshygiënisch oogpunt – op hoog niveau staat.

In dit artikel worden de in het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde niet beschreven bevindingen over de invloed van lachgas op het nageslacht, alsmede de veiligheidsmaatregelen welke postacademisch aan Nederlandse tandartsen via een cursus 'inhalatiesedatie' gedoceerd worden, besproken. Ook de – onverwachte – resultaten van een lachgasmeting tijdens een cursus 'inhalatiesedatie', die een relatie tussen de behandelingsfase, de mate van angst van de patiënt en diens afgifte van hoge concentraties lachgas aan het licht brengt, zullen worden beschreven. Daarnaast wordt de lezer geïnformeerd over het nut van lachgas in de tandheelkunde en de daaraan verbonden geschiedenis.

¹⁾ Medewerker Bureau Veiligheid en Milieuhygiëne en research-medewerker vakgroep Anesthesiologie, Universiteit van Amsterdam.

²⁾ Emeritus hoogleraar Anesthesiologie, Universiteit van Amsterdam.

³⁾ Tandarts, vakgroep Cariologie en Endodontologie, ACTA.

⁴⁾ Anesthesiologe, vakgroep Anesthesiologie, Universiteit van Amsterdam.

2. Lachgas in de tandheelkunde

Lachgas wordt al meer dan een eeuw ook door tandartsen gebruikt: aanvankelijk om onder volledige anesthesie extracties uit te voeren, later echter om zéér angstige en lichamelijk gehandicapte en/of geestelijk gehandicapte patiënten via inhalatiesedatie voor tandheelkundige ingrepen bereikbaar te maken.

Het was de Amerikaanse tandarts Horace Wells (1815-1848) die in 1844 als eerste zuiver lachgas op zichzelf liet toepassen om onder anesthesie een kies te laten trekken. Hij hoopte hiermee te bewijzen dat tandextracties pijnloos konden worden ondergaan.

Enthousiast als hij was over het resultaat – hij had geen enkele pijn gevoeld – verklaarde hij hiermee 'a new era in tooth pulling' te hebben ingeluid. Zonder gevaar was de toediening van het onverdunde gas echter niet, want in het begin van de 'new era' overleed menig patiënt in een lachgas-anesthesie. Om deze reden nam de belangstelling voor deze wijze van gevoelloos maken bij tandextractie dan ook snel af. In 1863 werd de lachgas-narcose echter weer gepopulariseerd door een andere Amerikaan, Colton, en vijf jaar later was het zijn landgenoot Edmund Andrews die deze anesthesie beter bestuurbaar maakte door menging van zuiver lachgas met zuivere zuurstof. Met deze ontwikkeling werd de veiligheid voor de patiënt aanzienlijk verbeterd.

Ook de belangstelling van de medici voor anaesthetica was gewekt: In 1846 kreeg de Amerikaanse tandarts en student geneeskunde W.T.G. Morton toestemming om met ether een patiënt onder anesthesie te brengen, waardoor deze pijnloos en zonder problemen een chirurgische ingreep aan een gezwel aan de hals onderging.

Vanaf dat moment kwam een nieuwe discipline in opmars: de anesthesiologie en daarmee de specialisten die de verantwoordelijkheid gingen dragen voor een onberispelijke anesthesie. Het uiteindelijke gevolg hiervan was dat het anesthesiologisch handelen van de tandartsen meer en meer onder invloed kwam van de anesthesiologen en de lachgas-anesthesie daarmee allengs uit de tandheelkundige praktijk verdween.

Het is vooral aan de Zwitserse tandarts

Samenvatting:

In een recent in het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde verschenen artikel, onder de titel 'De interactie tussen lachgas en vitamine B₁₂', werden neurologische effecten bij tandartsen aangehaald als complicatie bij het gebruik van lachgas als sedativum voor tandheelkundige patiënten.

Andere mogelijke complicaties, als foetotoxiciteit en spontane abortus, werden niet vermeld. In dit artikel wordt op deze complicaties ingegaan. Daarnaast wordt informatie gegeven over lachgas-inhalatiesedatie als hulpmiddel bij de behandeling van angstige of gehandicapte tandheelkundige patiënten.

De postacademische opleiding 'inhalatiesedatie' met lachgas en zuurstof, besteedt veel aandacht aan de aan lachgas verbonden beroepsrisico's en aan technieken om deze risico's tot aanvaardbare grenzen terug te dringen. Arbeidshygiënische metingen van lachgasconcentraties tijdens de praktijkoefeningen, blijken hierbij een bijzonder illustratief hulpmiddel. Veiligheidsmaatregelen, alsmede een aantal aanbevelingen voor een veilig(er) gebruik van lachgas als sedativum in de tandheelkunde, worden hier beschreven.

Vonow te danken dat de belangstelling voor lachgas (door hem als *analgeticum* beschreven en aanbevolen) in het midden van deze eeuw in Europa herleefde in de tandheelkunde.⁴ Een belangrijke stimulans ging verder uit van de Deense tandheelkundige wereld, die liet zien dat bij (door anesthesiologen opgeleide) tandartsen lachgas – gebruikt als *sedativum* – in veilige handen is.⁵ In dezelfde periode was het de Amerikaanse tandarts Langa die er via publikaties en voordrachten voor zorgde dat de lachgas-inhalatiesedatie (door hem 'relative analgesia' genoemd) snel aan populariteit won.⁶

3. Lachgas-inhalatiesedatie in Nederland

In 1975 werd door de tandarts Bakker de wenselijkheid uitgesproken om door middel van nascholingscursussen tandartsen op te leiden tot bevoegden in het geven van relatieve analgesie door middel van lachgas.⁷

De tandarts Makkes en de anesthesiologe Vermeulen-Cranch gaven in 1981 – na een positief resultaat afwerpend onderzoek onder 67 angstige, geestelijk of lichamelijk gehandicapten, naar de effectiviteit van lachgas-inhalatiesedatie op de tandheelkundige behandeling⁸ – inhoud aan deze gedachte door – onder verantwoordelijkheid van de Universiteit van Amsterdam –

de cursus 'inhalatiesedatie' met lachgas en zuurstof in de Nederlandse tandheelkundige wereld te introduceren. Deze cursus, die nu haar zesde jaar is ingegaan, wordt gegeven door binnen- en buitenlandse docenten uit de disciplines anesthesiologie, tandheelkunde, psychologie en interne geneeskunde. Een apart onderdeel van de cursus richt zich op de beroepsrisico's, verbonden aan het blootstaan aan lachgas en benadrukt de veiligheidsaspecten die in acht dienen te worden genomen.

4. Lachgas-inhalatiesedatie

Lachgas-inhalatiesedatie is een techniek waarbij de patiënt wordt geseedeerd door een lachgas/zuurstofmengsel in te ademen, in een persoonsafhankelijke en soms per ingreep wisselende concentratie. De sedatie mag niet verder voeren dan fase 2 van stadium I van de narcose.⁸ Het toegevoegde lachgas is snel effectief, terwijl de diepte van de sedatie, via de ademhaling van de patiënt, makkelijk te besturen blijft. Het sederende effect van lachgas is zó snel reversibel dat het gasmengsel bij voortdurende moet worden aangeboden. Tijdens de sedatie blijft de patiënt steeds bij bewustzijn, behoudt alle reflexen en is in staat tot medewerking. Het effect van de sedatie is dat deze een sterk verminderde of zelfs geen angst voor de tandheelkundige behandeling geeft.

Hoewel de pijndrempel door de analgetische eigenschappen van lachgas aanmerkelijk wordt verhoogd,⁹ maakt in de meeste gevallen eerst het toedienen van een lokaal anaestheticum per injectionem, de behandeling pijnloos.

Het is de sedatieve werking van lachgas die een grote groep zéér angstige en geestelijk en/of lichamelijk gehandicapte patiënten en de groep, bij wie stress gezondheidsrisico's met zich meebrengt, voor tandheelkundige ingrepen bereikbaar maakt.

5. Lachgas-inhalatiesedatie en gezondheid

In een artikel in het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde wordt gewezen op risico's voor de gezondheid verbonden aan het blootstaan aan lachgas.¹ Een niet-vermeld risico is het vermoedelijke effect van lachgas op het nageslacht van de blootgestelden:

Reeds in 1967 sprak Vaisman haar vermoeden uit, dat gasvormige anaesthetica – inclusief lachgas –, eventueel in combinatie met stress, onregelmatige werktijden etc., verantwoordelijk zouden zijn voor een verhoogd voorkomen van spontane abortus bij zowel hen die aan deze gassen blootstaan als bij de vrouwelijke partners van de mannelijke blootgestelden, én dat lever- en nierziekten bij de blootgestelden in ver-

hoogde mate zouden voorkomen.¹⁰ Sindsdien wordt – internationaal – onderzoek verricht om deze ongewenste bij-effecten in kaart te brengen. In 1980 werd het resultaat van een onderzoek onder Amerikaanse tandartsen en hun assistenten gepubliceerd dat het vermoeden van Vaisman ondersteunt: een dosis-responsrelatie tussen lachgas en abortus (tabel I).¹¹ In hetzelfde jaar werd met een dierproef aangetoond dat lachgas, vergeleken met een gas met dezelfde potentie, Xenon, foetotoxisch is (tabel II).¹² Om vast te stellen bij welke lachgasconcentratie de foetotoxische effecten optreden, werden ratten gedurende hun hele zwangerschap blootgesteld aan verschillende concentraties lachgas. Met deze proef kon bij blootstelling aan 500 ppm (= parts per million) géén, maar bij

blootstelling aan 1000 ppm wél foetotoxiciteit worden aangetoond.¹³ Een tweede dierproef vergeleek lachgas met een veel gebruikt gasvormig anaestheticum, Halothane. Hieruit bleek dat lachgas wél en Halothane niet teratogeen is.¹⁴

Als mogelijke oorzaak van de gevonden foetotoxiciteit werden de door lachgas geïnactiveerde vitamine B₁₂ afhankelijke reacties genoemd, die zouden kunnen resulteren in zowel een gestoorde hemopoëse, als in een gestoorde organosynthese. Om vast te stellen bij welke lachgasconcentratie en expositieduur inactivering van methionine-synthetase door oxydatie van vitamine B₁₂ plaatsvindt, werden in 1983 ratten over periodes van 24 uur tot 28 dagen continu blootgesteld aan lachgasconcentraties van 500 tot 50.000 ppm. Uit

Tabel I. Dosis-responsrelatie lachgasexpositie/abortus.¹¹

Vrouwelijke tandartsassistenten	Blootstelling aan lachgas in uren	Miskraamfrequentie tandartsassistenten		p
		%	(n)	
Niet-gebruikers	–	8,1	3184	
Lichte gebruikers	< 8 uur/week	14,2	407	0,01
Zware gebruikers	> 8 uur/week	19,1	400	0,01

Tabel II. Foetotoxiciteit van lachgas in vergelijking met een gas met dezelfde potentie: Xenon.¹²

Onderdeel	Controlegroepen		Experimentele groepen	
	A lucht	B stikstof N ₂	C lachgas N ₂ O	D Xenon Xe
Nesten	31	31	30	30
Aantal foeten	328	333	286	323
Geresorbeerde foeten	15	12	54*)	12
<i>Foeten met misvormingen</i>				
Onderzochte foeten	158	163	138	160
Misvormde foeten	4	1	20*)	1
– Aangeboren uitstulping van hersenweefsel door een spleet in de schedel	0	0	4	0
– Aangeboren vergroting van de hersenvocht-ruimte	1	0	2	0
– Aangeboren afwezigheid van één of beide ogen	0	0	9	0
– Aangeboren kleinheid van één of beide oogbollen	0	0	3	0
– Aangeboren spleet in de bovenlip, soms gecombineerd met gespleten gehemelte	1	0	0	0
– Aangeboren spleet in de voorwand van de buik	0	0	4	0
– Uitgebleven ontwikkeling van de geslachtsklieren	0	1	3	1
– Niet-ingedaalde testis	1	0	1	0
– Verkorte ledematen	1	0	0	0
<i>Foeten met afwijkingen aan het skelet</i>				
Onderzochte foeten	170	170	148	163
Foeten met afwijkingen	13	20	55*)	14

*) p < 0.0001

deze proef bleek dat de inactivering afhankelijk was van zowel de hoogte van de concentratie als van de duur van de expositie. Bij een concentratie van 450 ppm en een expositieduur van 2-28 dagen, bleek geen significant effect op te treden. Dit effect trad echter wel op bij een concentratie van 1000 ppm bij een zelfde expositieduur.¹⁵

De onderzoekers stelden voorstanders te zijn van 'scavenging' (zie paragraaf 6), omdat de lachgasconcentratie die in sommige gevallen door anesthesisten wordt ingeademd, 1000 ppm of meer kan zijn. De gevonden minimale concentratie die inactivering van methionine-synthetase veroorzaakt, komt nauwkeurig overeen met

de gevonden concentratie waarbij foetotoxiciteit werd aangetoond.

Ook de resultaten van een onderzoek naar de mogelijke oorzaak van het optreden van een verhoogd aantal spontane abortussen onder medewerksters van een polikliniek voor Mondziekten en Kaakchirurgie, wijzen in de richting van blootstelling aan hoge concentraties lachgas.^{16 17}

Hoewel het – op ethische gronden – niet mogelijk is de uitkomsten van de dierproefmodellen aan mensen te toetsen en, ondanks het feit dat men rekening dient te houden met de mogelijkheid dat de verschillende species verschillend kunnen reageren op aangeboden agentia, moet het verstandig worden geacht steeds al die maatregelen te nemen die blootstelling aan lachgas zoveel mogelijk beperken.

6. Lachgas-inhalatiesedatie en veiligheid

Bij een lachgas-inhalatiesedatie in de tandheelkunde, wordt het gasmengsel met een neuskapje aan de patiënt aangeboden: de mond blijft vrij voor behandeling. Het neuskapje wordt via een reservoirballon en een aanvoerende slang continu voorzien van een vers gasmengsel. Hierbij dient de gasflow zó te zijn afgesteld dat dit overeenkomt met het ademinuutvolume van de patiënt. De expiratiegasstroom wordt via een afvoerende slang naar een punt geleid waar het wordt afgezogen en uit de behandelkamer weggevoerd: het 'scavenging-system' (afb. 1). Het neuskapje wordt aan de hand van maat en pasvorm op het gelaat van de patiënt gekozen, opdat geen gas tussen kapje en huid kan ontsnappen.

In principe valt op deze wijze een lekvrrije

verbinding tussen sedatie-apparaat/patiënt/afzuigapparatuur te creëren. In de praktijk blijkt echter dat de pasvorm van het neuskapje vaak niet afdoende is. Dit komt vooral doordat de (in een te gering aantal maten) beschikbare neuskapjes slechts de hoofdlijnen van een gezichtsprofiel volgen. Bovendien is de aard van het materiaal waaruit de neuskapjes gemaakt zijn gewoonlijk te stug om het – via grotere druk van het kapje op het gezicht – sluitend te maken, zonder dat de patiënt daarvan ongerief ondervindt. Door de beperkingen van de kapjes is het zelden mogelijk een absoluut lekvrrije verbinding te doen ontstaan.

Een andere – zeer belangrijke – reden van vrijkomen van lachgas, is het spreken en lachen van de gesedeerde patiënt; iets wat men door voorlichting zoveel mogelijk probeert te voorkomen, maar niet altijd te verhinderen is. In dit verband werd een 'air-sweep' geïntroduceerd: in feite een door een ventilator veroorzaakte krachtige luchtstroom die continu vanaf het voeten-eind over het hoofd van de patiënt de behandelkamer instroomt, zodat het ontsnappend lachgas niet door de tandarts en/of zijn assistent kan worden ingeademd en bovendien door vermenging met de behandelkamer-atmosfeer wordt verdund.¹⁸ Voorwaarde hierbij is dat de ventilatievoud van de ruimte (het aantal keren per uur dat de atmosfeer in een ruimte wordt ververst) voldoende groot moet zijn. Het systeem mag niet worden toegepast bij een re-circulerende airconditioning om contaminatie van andere ruimten te voorkomen. Een optimale beveiliging kan worden verkregen met een plaatselijk afvoersysteem met een luchtverplaatsing van 200 m³/uur dat, op 20 cm afstand van de mond van de patiënt geplaatst, ontsnappend lachgas onmiddellijk afzuigt (afb. 2 en 3).¹⁹

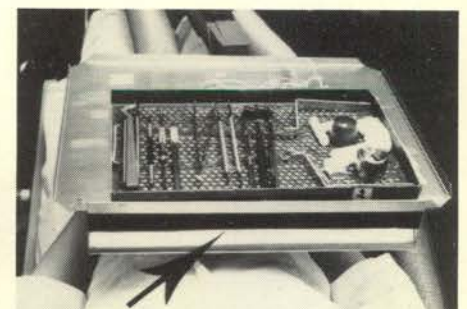
Met gebruikmaking van de genoemde technieken en een juiste toedieningsprocedure, kan de blootstelling aan lachgas worden beperkt tot de grenswaarde die de werkgroep van deskundigen van de Nationale MAC-commissie in juni 1985 in een openbaar concept-rapport adviseert:



Afb. 1. Het 'scavenging-system'.



Afb. 2. Plaatselijk afvoersysteem. Overzicht van de evacuatiekanalen, gekoppeld aan de – onder een manoeuvreerbaar instrumentenblad gemonteerde – afzuigmond.



Afb. 3. Plaatselijk afvoersysteem. De pijl geeft de gemonteerde afzuigmond aan.

Maximale Aanvaarde Concentratie – Tijd Gewogen Gemiddelde (MAC-TGG):
 – 25 ppm (46 mg/m³), 8 uur/dag, 40 uur/week,
 – 100 ppm (183 mg/m³), maximaal 15 minuten.

Hieronder dient men te verstaan de over de tijd gemiddelde maximale aanvaarde concentratie bij een blootstellingsduur tot 8 uur per dag en niet meer dan 40 uur per week. Bij overschrijding van deze blootstellingsduur dient een overeenkomstig verlaagde MAC-TGG te worden gehanteerd.

Tijdgewogen gemiddelden laten kortdurende overschrijdingen toe, vooropgesteld echter dat het tijdgewogen gemiddelde over de werkdag niet wordt overschreden. De doelstelling hierbij is dat de richtlijn die de Nationale MAC-commissie heeft gesteld moet worden nagestreefd:

De Maximale Aanvaarde Concentratie van een gas, damp of nevel van een stof, is die concentratie in de lucht op een werkplek die – voor zover de kennis reikt – bij her-

haalde expositie, ook gedurende een langere tot zelfs een arbeidsleven omvattende periode, in het algemeen de gezondheid van zowel de werknemers alsook hun nageslacht niet benadeelt.

7. Luchtverontreiniging door lachgas: de patiënt als bron

7.1. Metingen

Tijdens praktijklessen van de cursus 'inhalatiesedatie' 1985 werd (naast niet-recirculerende airconditioning en 'scavenging'-apparatuur) gebruik gemaakt van een 'air-sweep' om cursisten niet onnodig bloot te laten staan aan – oncontroleerbaar – uit de patiënt ontsnappend lachgas. Om de concentraties van ontsnappend lachgas aanschouwelijk te maken, en zo het cursusonderdeel beroepsrisico meer inhoud te geven, werden met een Miran 1A infrarood gasanalysator arbeidshygiënische metingen verricht.

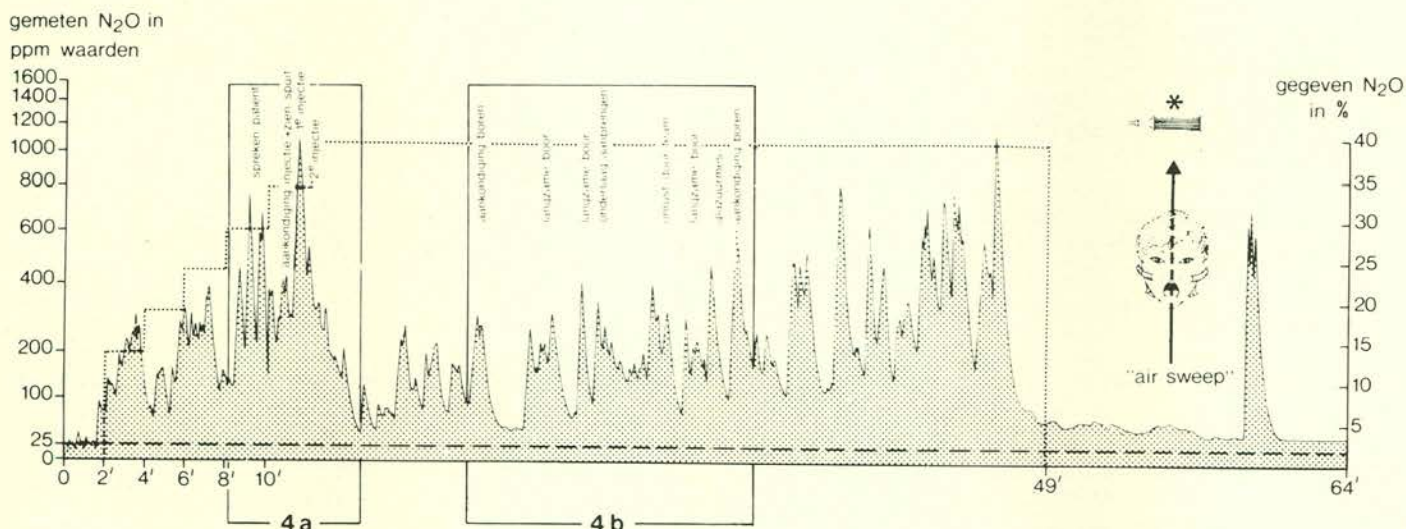
De te onderzoeken lucht werd gedurende

praktijklessen continu door het apparaat aangezogen, geanalyseerd en geregistreerd.

Als te onderzoeken punten werden genomen: de plaats achter het hoofd van de patiënt waarheen de 'air-sweep' gecontamineerde lucht voert, de inademingszone van de tandarts en een aantal punten in de behandelkamer waar vermenging met de behandelkamer-atmosfeer verwacht mocht worden.

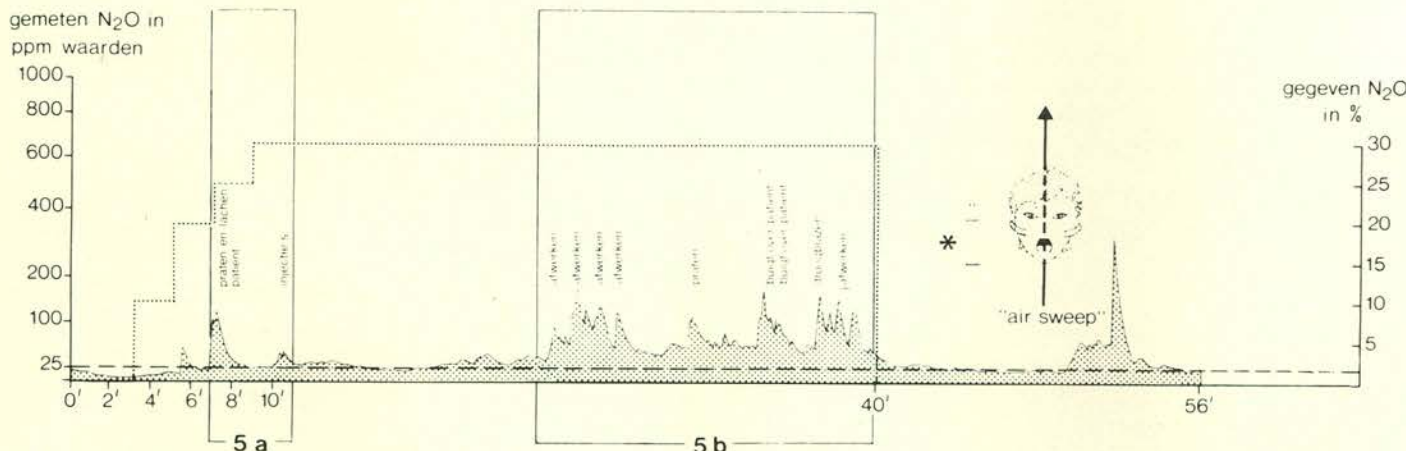
7.2. Resultaten

Alhoewel de patiënten van tevoren goed waren voorgelicht over neusademhaling, niet spreken, zuchten etc., zo goed mogelijk passende neuskapjes werden gebruikt en de aan- en afvoerende slangen vooraf lekvrij waren bevonden, bleek – zoals te verwachten was – dat er lachgas bij de patiënten weglekte. De effectiviteit van de 'air-sweep' bleek zeer groot, zoals blijkt uit de registraties gedurende twee sedaties bij één patiënt (afb. 4 en 5), waarbij afbeel-



Afb. 4a en 4b. Concentraties lachgas in de 'air-sweep', gemeten achter het hoofd van de patiënt.

*) Aanzuigfilter van de infrarood gasanalysator (voor verklaring: zie tekst).



Afb. 5a en 5b. Concentraties lachgas in de inademingszone van de tandarts bij gebruik van de 'air-sweep'.

*) Aanzuigfilter van de infrarood gasanalysator (voor verklaring: zie tekst).

ding 4 de registratie van de concentratie lachgas in de 'air-sweep' achter het hoofd van de patiënt weergeeft en afbeelding 5 de concentratie in de inademingszone van de tandarts. In afbeelding 5b is verder goed te zien dat de tandarts gedurende de behandeling zijn positie ten opzichte van de patiënt van 9.00 naar 11.00 uur verandert, waarmee hij in de gecontamineerde zone komt. Verder valt in deze afbeelding waar te nemen dat de tandarts zich tijdens het afwerken van de vulling regelmatig over de patiënt buigt: snelle stijgingen van de lachgasconcentraties in de inademingszone van de tandarts zijn hiervan het gevolg.

Zoals eerder beschreven, en in afbeelding 4a, 5a en 5b waar te nemen, leidt het spreken en lachen van de geseedeerde patiënt tot hoge vrijkomende lachgasconcentraties. Na het stopzetten van de toediening van lachgas, gevolgd door enkele minuten 'wassen' met zuivere zuurstof, blijkt dat de patiënt na ± 10 minuten bij diep uitademen nog respectabele concentraties lachgas kan afgeven (afb. 4 en 5: pieken aan het eind van de schaalverdeling).

Tijdens het nauwgezet protocolleren van de gebeurtenissen tijdens de sedatie, kwam een onvermoede relatie tussen lachgasafgifte door de patiënt, diens mate van angst en de fase van de behandeling aan het licht (afb. 4a, 4b, 5a): Zowel het horen van de mededelingen 'u krijgt een injectie' en 'ik ga nu boren', alsook de door de patiënt, als negatief voor het verloop van de behandeling beoordeelde opmerkingen tussen teamgenoten, resulteerden in een onmiddellijke stijging van de lachgasconcentratie in de uitademingszone. Dit werd ook opgemerkt nadat de patiënt visueel contact kreeg met de carpule-spuut en tijdens het injecteren zélf (afb. 4a, 5a).

Een ander effect op lachgasafgifte heeft het boren met de mechanische (langzame) boor: hierbij viel een directe stijging van de concentratie waar te nemen (afb. 4b). De concentraties lachgas die op de overige punten in de behandelkamer werden gemeten, bleven alle onder de 25 ppm.

8. Conclusies

Om tijdens en na lachgas-inhalatiesedatie onnodige blootstelling aan lachgas te voorkomen, dient naast controle op lekkages uit cilinders, leidingen en neuskapje en naast een goed uitgevoerde procedure, als technische aanvulling tenminste een 'air-sweep', in combinatie met een voldoende ventilatievoud van de behandelkamer, te worden gebruikt.

Bij gebruik van de 'air-sweep' is een voortdurende oplettendheid van de behandelaar gewenst om zoveel mogelijk uit de gecreëerde luchtstroom te blijven.

Ondanks de aangebrachte veiligheidsvoorziening, moet de behandelaar er bij voortdurend op bedacht zijn, zover als het be-

handeltechnisch mogelijk is, buiten de uitademingszone van de patiënt te blijven, met name op momenten die angst kunnen oproepen.

De communicatie tussen patiënt en behandelend team dient van dien aard te zijn dat eerstgenoemde slechts met tekens behoeft te antwoorden.

De wetenschap dat angst in relatie staat met lachgas-afgifte door de patiënt, kan worden benut om angstreacties te couperen door een zorgvuldiger omgaan met visuele en verbale stimuli.

Het gebruik van een plaatselijk afvoersysteem valt te prefereren boven het gebruik van een 'air-sweep', omdat dit systeem het ontsnappend lachgas zó effectief afvoert, dat de tandarts vrijwel ongestoord kan werken en zijn positie tegenover de patiënt niet vanuit veiligheidsoverwegingen behoeft te corrigeren.

Als van deze - aan de Nederlandse tandartsen gedoopte - kennis gebruik wordt gemaakt blijft de blootstelling aan lachgas voor hen die inhalatiesedatie toepassen, bij de MAC-waarde van 25 ppm-tgg, die door de werkgroep van deskundigen van de Nationale MAC-commissie wordt geadviseerd.

Uit arbeidshygiënische overwegingen moet lachgas-inhalatiesedatie bij snordragende patiënten worden afgeraden: Het veiligheidsaspect van het 'scavenging-systeem' gaat door lekkage via de snor verloren en maakt plaats voor een risico omdat de gas-flow naar de patiënt moet worden opgevoerd.

Vanuit arbeidshygiënisch oogpunt bekeken voldoet de Nederlandse cursus 'inhalatiesedatie' met lachgas en zuurstof in ruime mate aan zowel de veiligheidsmaatregelen voor de cursisten, als aan de kennisoverdracht van lachgasexpositie als beroepsrisico en de daar tegen te nemen maatregelen.

Het verdient de aandacht van de industrie die 'scavenging-systems' in de handel brengt, om tot de ontwikkeling van meer maten en van beter passende neuskapjes uit een soepeler materiaal te komen, of de kapjes te voorzien van een uit soepeler materiaal bestaande afsluitrand.

De auteurs zijn de dames S. Teengs en I. E. M. Oosterling zeer erkentelijk voor de geproduceerde grafische weergave van de Miran-metingen en mev. L. Kolinj voor het repeterende typewerk. Mevr. Dr. A. L. Hallonsten was zo vriendelijk te zorgen voor afbeeldingen van het door haar ontwikkelde plaatselijk afvoersysteem.

Summary:

Title: Nitrous oxide air pollution in dentistry.

Keywords: Inhalation sedation - Anesthesiology - Nitrous oxide - Occupational hygienics

The neurological effects of air pollution with nitrous oxide with special reference to dentists using this gas are mentioned as a clinical complication. Other possible complications to members of the dental team due to air pollution with nitrous oxide, as fetotoxicity and spontaneous abortion are dealt with. Additional information is given concerning the comparatively newly found special usefulness of low concentrations of nitrous oxide in oxygen as an inhalation sedative for anxious and handicapped patients in dentistry.

In the post-graduate teaching course on this subject great attention is paid to the potential dangers to the dental team using nitrous oxide/oxygen sedation. How pollution can occur is taught and demonstrated and also how it can be reduced to very safe levels. Continuous measurement of nitrous oxide levels proved an excellent teaching method. A number of specific ways of reducing pollution are described and several recommendations are made for future improvements.

Literatuur:

1. Kroes ACM, Lindemans J, Abels J. Capita Selecta: De interactie tussen lachgas en vitamine B₁₂. Ned Tijdschr Geneesk 1985; 129: 2243-7.
2. Guttman L, Farrell B, Crosby TW, Johnson D. Nitrous oxide-induced myelopathy-neuropathy: potential for chronic misuse by dentists. J Am Dent Assoc 1979; 98: 58-9.
3. Brodsky JB, Cohen EN, Brown BW, Wu ML, Whitcher CE. Exposure to nitrous oxide and neurologic disease among dental personnel. Anesth Analg (Cleve) 1981; 60: 297-301.
4. Vonow P. Die Lachgas-analgesie in der Zahnärztlichen Praxis. Bern: Medizinischer Verlag Hans Huber, 1956.
5. Holst JJ. Use of nitrous oxygen analgesia in dentistry. Int Dent J 1962; 12: 47-54.
6. Langa H. Postgraduate teaching of relative analgesia with nitrous oxide and oxygen. J Am Dent Assoc 1963; 67: 28-34.
7. Bakker MCJ. Over relatieve analgesie. Ned Tijdschr Tandheelkd 1975; 82: 339-43.
8. Makkes PC, Vermeulen-Cranch DME, De Zeeuw van Gerven M, Thoden van Velzen SK. Inhalatiesedatie in de tandheelkunde. Ned Tijdschr Geneesk 1981; 125: 1702-5.
9. Dworkin SF, Chen ACN, Schubert MM, Clark DW. Analgesic effects of nitrous oxide with controlled painful stimuli. J Am Dent Assoc 1983; 107: 581-5.
10. Vaisman AL. Working conditions in surgery and their effect on health of anesthesiologists. Eksp Khir Anestheziol 1967; 3: 44-9.
11. Cohen EN, Wu ML, Whitcher CE, Brodsky JB, Gift HC, Greenfield W, Jones TW, Driscoll EJ. Occupational disease in dentistry and chronic exposure to trace anesthetic gases. J Am Dent Assoc 1980; 101: 21-31.
12. Lane GA, Nahrwold ML, Tait AR, Taylor-Busch M, Cohen PJ. Anesthetics as teratogens: Nitrous oxide is fetotoxic, Xenon is not. Science 1980; 210: 899-901.
13. Vieira E, Cleaton-Jones P, Austin JC, Moyes DG, Shaw R. Effects of low concentrations of nitrous oxide on rat fetuses. Anesth Analg 1980; 59: 175-7.
14. Lane GA, Du Boulay PM, Tait AR, Taylor-Busch M, Cohen PJ. Nitrous oxide is teratogenic: Halothane is not. Anesthesiology 1981; V55: 3: 252.
15. Sharer NM, Nunn JF, Royston JP, Chanarin I. Effects of chronic exposure to nitrous oxide on

- methionine synthetase activity. *Br J Anaesth* 1983; 55: 693-701.
16. Schuyt HC, Brakel K, Oostendorp SGLM, Schiphorst BJM. Abortions among dental personnel exposed to nitrous oxide. *Anaesthesia* 1986; 41: 82-3.
17. Brakel K, Schuyt HC, Oostendorp SGLM, Schiphorst BJM. Verhoogde abortusfrequentie als klein-

- ne epidemic. Een bedrijfsgeneeskundige casus. *Tijdschr Soc Gezondheidszorg* 1986; 12: 384-7.
18. Whitcher CE, Zimmerman DC, Tonn EM, Piziali RL. Control of occupational exposure to nitrous oxide in the dental operator. *J Am Dent Assoc* 1977; 95: 763-6.
19. Hallonsten AL. II. An evaluation of a local exhaust

system. In: Nitrous oxide-oxygen sedation in dentistry. Linköping University Medical Dissertations No 140. Linköping (Sweden), 1982.

September 1986. Plantage Muidergracht 14, 1018 TV Amsterdam.

COMPUTERTOMOGRAFIE VAN HET KAAKGEWICHT

B. VAN DER KUIJL*)
L. M. VENCKEN**)*)
L. G. M. DE BONT*)
G. BOERING*)
J. BLANKESTIJN*)

*Uit de Orofacial Research Group
van de rijksuniversiteit te Groningen*)
en de afdeling Neuroradiologie
van het Academisch Ziekenhuis Groningen**).*

Trefwoorden: Mondziekten en kaakchirurgie – Discus articularis – Kaakgewrichtsklachten – Computertomografie

Inleiding

De tandarts-algemeen-practicus ziet in zijn praktijk nogal eens patiënten met kaakgewrichtsklachten. Veelal is er sprake van knappen, pijn en/of bewegingsbeperking. Dit complex van symptomen wordt aangeduid met verschillende benamingen zoals pijn-dysfunctiesyndroom of arthrosis deformans.¹

In de Kliniek voor Mondziekten en Kaakchirurgie van het Academisch Ziekenhuis te Groningen wordt bij deze patiënten een uitvoerige anamnese afgenomen en volgens een standaardprocedure een uitgebreid (extra- en intra-oraal) onderzoek verricht. Het röntgenologisch onderzoek bestaat uit een orthopantomogram, de transpharyngeale opname volgens Parma van beide kaakgewrichten en een modificatie van de transraniële opname volgens Schüller van beide kaakgewrichten. Op de combinatie van genoemde opnamen kunnen de botstructuur, de gewrichtsspleet en de bewegingsmogelijkheid van het kaakgewricht goed beoordeeld worden. Het belang van het orthopantomogram is vooral het uitsluiten van mogelijke andere dan in de gewrichten gelegen oorzaken van de klachten.

Functiestoornissen van de discus articularis spelen een belangrijke rol bij kaakgewrichtsklachten.²⁻⁴ Op de genoemde traditionele opnamen zijn de discus articularis, het gewrichtskraakbeen en de weke delen echter helaas niet zichtbaar. Daardoor ontstond de behoefte aan verfijnde röntgendiagnostiek. Met behulp van arthrografie zijn vorm en lokalisatie van de discus goed te beoordelen. Men injecteert hierbij een contrastmiddel in één of beide gewrichtskamers.^{5,6} De laatste jaren heeft deze methode steeds meer ingang gevonden bij de kaakgewrichtsdiagnostiek.^{5,6} Een nadeel is echter dat het een invasieve methode is die soms met nabezwaren gepaard gaat. Mede daarom is gezocht naar een niet-invasieve

afbeeldingsmogelijkheid van de discus articularis. Recente publikaties geven aan dat computertomografie (CT) en kernspintomografie (nuclear magnetic resonance imaging, kortweg NMR of MRI) hier uitkomst kunnen bieden.⁷⁻⁹

Doel van dit artikel is inzicht te verschaffen in de afbeeldingsmogelijkheden van de discus articularis door middel van CT.

Toepassing van CT in de kaakgewrichtsdiagnostiek

CT-apparatuur wordt vrijwel altijd toegepast voor het maken van röntgenologische doorsneden die loodrecht op de as van het lichaam van de patiënt staan. Men spreekt van transversale of coronale doorsneden. De mogelijkheden om de patiënt in het apparaat te plaatsen zijn hierop volledig afgestemd.^{10,11} Hoewel enkele auteurs ook transversaal onderzoek van de kaakgewrichten beschrijven gaat men voor de beoordeling van het gewricht bij voorkeur uit van afbeelding in een sagittaal vlak. CT biedt hiertoe mogelijkheden door met behulp van de computer uit een aantal aansluitende doorsneden een afbeeldingsvlak te reconstrueren dat loodrecht op de oorspronkelijke opnamerichting staat. Een aantal auteurs beschrijft CT-onderzoek van het kaakgewricht, waarbij de sagittale afbeelding op een dergelijke wijze wordt gereconstrueerd uit een aantal transversale of coronale sneden.¹² Deze methode brengt echter een aantal nadelen met zich mee. Het grootste bezwaar is dat er per 1½ mm een snede en daarmee een zeer groot aantal sneden nodig is om een beoordeelbare sagittale reconstructie te krijgen. Dit brengt een aanzienlijke verhoging van de stralenbelasting voor de patiënt met zich mee.

Direct sagittale CT van het kaakgewricht

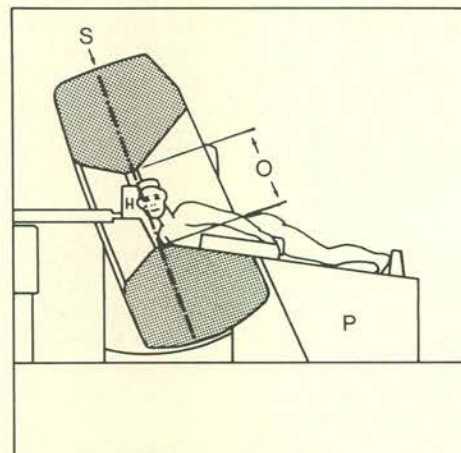
Het lijkt echter ook mogelijk door middel

Samenvatting:

Met de toename van de interesse in de rol van de discus articularis bij kaakgewrichtsklachten groeide de behoefte aan afbeeldingstechnieken, waarbij de positie en vorm van de discus articularis is te beoordelen. Behalve de arthrografie biedt ook computertomografie mogelijkheden om meer dan alleen de benige structuren af te beelden.

Dit artikel beschrijft de toepassing van de computertomografie in de kaakgewrichtsdiagnostiek, met de nadruk op de afbeelding van de discus articularis. Een onderzoekstechniek voor direct sagittale afbeelding van het kaakgewricht wordt beschreven en geïllustreerd aan de hand van de foto's van de kaakgewrichten van twee proefpersonen. Met behulp van deze direct sagittale techniek blijkt het mogelijk de discus articularis af te beelden.

van *direct* sagittale scanning een sagittaal CT-beeld van het gewricht te verkrijgen.¹³ Hiervoor moet het hoofd van de patiënt zodanig in de opening van het apparaat worden geplaatst dat idealiter het snede-



Afb. 1. CT-apparaat met speciale patiëntentafel die het mogelijk maakt dat het hoofd van de patiënt verticaal in de opening van het toestel wordt geplaatst, waardoor direct sagittale CT-opnamen van de schedel kunnen worden gemaakt. P = speciale patiëntentafel, O = opening van het CT-apparaat, S = CT-snedevlak, H = hoofdsteen.