

Maatschappelijk verantwoord gebruik van inhalatieanesthetica:

de voorkeur boven het bannen van deze middelen
uit het armamentarium van de anesthesioloog

Hans Friedericy, MD¹

Frank Willem Jansen, MD, PhD^{2,3}

Elise Sarton, MD PhD¹

Een ban op inhalatieanesthetica ten behoeve van het milieu?

In het kader van het terugdringen van de emissie van broeikasgassen zijn er in het Montreal-akkoord (1987) internationale afspraken gemaakt omtrent ozon-afbrekende stoffen en F-gassen. Inhalatieanesthetica behoren tot de F-gassen, maar waren tot voor kort uitgesloten van regelgeving. De EU bereidt echter momenteel wetgeving voor om het meest vervuilende inhalatieanestheticum te verbieden met ingang van 1 januari 2026.¹ Deze eerste stap, die overigens zonder overleg met de European Society of Anaesthesiology and Intensive Care (ESAIC) is genomen, schept mogelijk in de toekomst een precedent voor het gebruik van sevofluraan en isofluraan. De auteurs van dit artikel betogen een maatschappelijk verantwoord gebruik van inhalatieanesthetica in plaats van een verbod op het gebruik ervan.

Alleen nog maar propofol?

Sinds de jaren '90 beschikken anesthesiologen over drie moderne middelen om algehele anesthesie toe te dienen: twee verschillende inhalatieanesthetica (sevofluraan en desfluraan) en het intraveneuze middel propofol. Al deze middelen zijn het resultaat van decennialang farmaceutisch onderzoek en ontwikkeling, wat uiteindelijk geleid heeft tot drie vrijwel ideale middelen (snelle in- en uitwerking, zonder orgaantoxiciteit en met weinig bijwerkingen zoals misselijkheid en braken). De anesthesioloog bepaalt op basis van zijn voorkeur en met patiënt- en operatiegebonden factoren welk van deze drie middelen er gebruikt wordt voor de algehele narcose.

Het verbieden van inhalatieanesthetica betekent dat er nog slechts één middel (propofol) ter beschikking staat van anesthesiologen voor het onder algehele narcose brengen van patiënten. Dit heeft twee risico's:

- Tijdens de COVID-19-epidemie ontstond er een tekort aan propofol door enerzijds een verhoogde vraag wegens het grote aantal patiënten op de intensive care die met propofol gesedeerd werden en anderzijds een verminderd aanbod door de stagnatie van de levering uit China, waar de meeste propofol geproduceerd werd. Het gevolg was dat er massaal anesthesie voor operaties werd gegeven met inhalatieanesthetica en dat zelfs op de IC een deel van de patiënten onder narcose werden gehouden met isofluraan.²
- Historisch gezien worden er soms geneesmiddelen ten gevolge van het alsnog plotselinge optreden van ernstige bijwerkingen van de markt gehaald waarmee het verstandig lijkt in de toekomst niet van een enkel middel afhankelijk te hoeven zijn.

Hoewel er met alle drie de bovengenoemde moderne anesthetica algehele anesthesie kan worden gegeven, wordt in de praktijk het hebben van een keuze door veel anesthesiologen als essentieel ervaren. Ook zijn er hele specifieke indicaties voor het gebruik van inhalatieanesthetica, zoals bijvoorbeeld de inductie van kinderen.

Daarnaast dient in de discussie meegenomen te worden dat het intraveneuze middel propofol weliswaar geen broeikasgaswerking heeft zoals de inhalatieanesthetica, maar dat er wel andere milieube-

zwaren kleven aan het gebruik ervan. Allereerst is er bij het gebruik van propofol sprake van een aanzienlijke verspilling. Naar schatting wordt 40 tot 50% ongebruikt weggegooid.³ Deze, gedeeltelijk noodgedwongen, verspilling wordt veroorzaakt door de strenge regelgeving inzake het gebruik van dit middel. Fabricage, transport en het afvoeren van de verspilde propofol wordt vaak niet meegenomen in de discussie. Daarnaast heeft de productie en afvoer van propofol een nadelig effect op waterverbruik en resulteert het in (oppervlakte) watervervuiling.⁴

Hoe groot is het milieuprobleem?

Hoe groot de milieupact van het gebruik van inhalatieanesthetica in absolute zin is, is afhankelijk van de potentie om infraroodstraling te absorberen in combinatie met de verblijfsduur in de atmosfeer. Dit wordt volgens internationale afspraken uit het Kyoto-protocol (2005) uitgedrukt in de Global Warming Potential in honderd jaar (GWP100). Sevofluraan heeft een GWP100 van 130, lachgas 265 en desfluraan 2540; alle dus aanzienlijk sterker dan CO₂ wat per definitie een GWP100 van 1 heeft.⁵

Wereldwijd wordt jaarlijks naar schatting 3-5 Mton CO₂-eq aan inhalatieanesthetica uitgestoten.⁶ Ter referentie hiervan was de totale uitstoot van (alle) broeikasgassen in 2021 in Nederland 168 Mton. Een inventarisatie van het gebruik van inhalatieanesthetica en lachgas in Nederlandse ziekenhuizen liet zien dat in 2019 onze uitstoot van inhalatieanesthetica 4000 ton CO₂-eq bedroeg. Dit is ongeveer equivalent aan de CO₂-uitstoot van 1000 personenauto's in een jaar.⁷

De verbruikte hoeveelheid sevofluraan betrof 94%, desfluraan 4%, isofluraan 2%, echter ten gevolge van de hogere MAC-waarde en de GWP100 van 2720 was desfluraan verantwoordelijk voor 45% van de uitgestoten 4000 ton CO₂-eq. Samen met de uitstoot van medicinaal lachgas waren inhalatieanesthetica verantwoordelijk voor ongeveer 0,1% van de CO₂-voetafdruk van de gehele Nederlandse gezondheidszorg.

Het medicinaal lachgas gebruik in Nederland is sinds de introductie van sevofluraan en propofol in de jaren 90 drastisch gereduceerd en is met de huidige uitstoot van 9000 ton CO₂-eq slechts 5% van de uitstoot in 1990. De totale uitstoot van lachgas in Nederland is 7,8 miljoen ton CO₂-eq, 73% als gevolg van de landbouw en 0,1% medicinaal.

Al met al dus een relatief kleine impact, wat ons als medici niet van de morele plicht ontheft om maatschappelijk verantwoord met deze middelen om te gaan, maar wel bij de afwegingen meegenomen dient te worden.

Verstandig met inhalatieanesthetica omgaan

Er zijn momenteel technische oplossingen voorhanden die de uitstoot van inhalatieanesthetica en lachgas kunnen reduceren. Al langer zijn er beademingsmachines met geautomatiseerde controle van de end-tidal concentratie van inhalatieanesthetica (ET-control) op de markt die veel efficiënter inhalatieanesthetica kunnen toedienen dan anesthesiologen die dit handmatig doen. Het resultaat is een reductie van 40-60% van de gebruikte hoeveelheid inhalatieanestheticum.⁸⁻¹⁰ De anesthesioloog bepaalt de dosering, de patiënt krijg dezelfde hoeveelheid toegediend, er is echter

veel minder verspilling. ET-control is een feature op sommige van de moderne beademingsmachines. Naast de besparende ET-control zijn er sinds een jaar in Nederland koolstoffilters op de markt die inhalatieanesthetica afvangen voordat deze in de atmosfeer terecht komen.¹¹ Hoe groot de effectiviteit van deze filters om sevofluraan, desfluraan en isofluraan te binden in de praktijk is moet nog uit onderzoek blijken. In Duitsland en Oostenrijk is het inmiddels mogelijk om uit deze filters desfluraan en sevofluraan te recyclen voor hergebruik. Brits onderzoek heeft laten zien dat het gebruik van geautomatiseerde toediening van sevofluraan in combinatie met het afvangen met deze filters leidt tot een even grote CO₂-voetafdruk als een anesthesie met propofol.¹²

Voor lachgas is er geen filter beschikbaar, maar er zijn wel apparaten beschikbaar die lachgas afbreken in N₂ en O₂. Recent onderzoek heeft laten zien dat dit effectief ingezet kan worden met behulp van mobiele destructie-units op de verloskamers.¹³ Bij het gebruik van medicinaal lachgas is er sprake van verborgen vervuiling t.g.v. lekkage in pijpleidingen en het laten ontsnappen van resten uit flessen voordat ze opnieuw gevuld worden.¹⁴ Het eerste kan voorkomen worden door overbodige lachgasleidingen te ontmantelen of buiten gebruik te stellen, het laatste door de resten lachgas te destrueren in plaats van de flessen open te zetten naar de buitenlucht.

Hoe verder?

Anesthesiologen in Nederland zijn de afgelopen jaren enorm hard bezig geweest om milieubewust hun praktijkvoering aan te passen. Zo is bijvoorbeeld het gebruik van

het meest vervuilende inhalatieanestheticum desfluraan drastisch verminderd: in 2019 werd dit middel in 21 Nederlandse ziekenhuizen gebruikt en in 2021 nog slechts in zes. Verder is de impact van inhalatieanesthetica in Nederland met 0,1% van de CO₂-voetafdruk van de gehele gezondheidszorg relatief klein, onder andere doordat lachgas op de OK nog maar weinig gebruikt wordt. Zonder een verbod op het gebruik van inhalatieanesthetica kan de milieu-impact van inhalatieanesthetica nog verder gereduceerd worden door een kritische indicatiestelling (propofol als het kan, desfluraan en lachgas bij voorkeur niet), ET-control van inhalatieanesthetica, afvangen en recyclen van inhalatieanesthetica en lachgasdestructie op de spoedeisende hulp en verloskamers.

Als beroepsgroep moeten wij er echter voor waken dat deze belangrijke instrumenten niet uit ons arsenaal geweerd worden en dat we zo afhankelijk worden van één enkel middel om algehele anesthesie te geven. Daarbij is het van belang dat anesthesiologen opgeleid worden en getraind blijven in de specifieke toedieningsvorm die kenmerkend is voor inhalatieanesthetica. De Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie heeft recent een subsidie toegekend gekregen van het ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport om binnen tweeënhalf jaar de CO₂-uitstoot van anesthesiedampen terug te dringen. Nederlandse anesthesiologen hebben daarmee een kans om internationaal te laten zien dat een maatschappelijk verantwoord gebruik van inhalatieanesthetica mogelijk is zonder een direct verbod op deze middelen.

References

- Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on fluorinated greenhouse gases. European Commission. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022PC0150>).
- Flinspach AN, Zacharowski K, Ioanna D, Adam EH. Volatile Isoflurane in Critically Ill Coronavirus Disease 2019 Patients-A Case Series and Systematic Review. *Crit Care Explor* 2020;2(10):e0256. (In eng). DOI: 10.1097/ccc.0000000000000256.
- Markes RF. Propofol wastage in anaesthesia. *Anesth Analg* 2012;114(5):1091-2. DOI: 10.1213/ANE.0b013e31824ee491.
- Kostrubiak M, Yatovec CM, Dupigny-Giroux LA, Rizzo DM, Pagenelli WC, Tsai MH. Water Pollution and Environmental Concerns in Anesthesiology. *J Med Syst* 2020;44(9) (In English). DOI: ARTN 16910.1007/s10916-020-01634-2.
- Sulbaek Andersen MP, Nielsen OJ, Wallington TJ, Karpichev B, Sander SP. Medical intelligence article: assessing the impact on global climate from general anesthetic gases. *Anesth Analg* 2012;114(5):1081-5. DOI: 10.1213/ANE.0b013e31824d6150.
- Sulbaek Andersen MP, Sander SP, Nielsen OJ, Wagner DS, Sanford TJ, Jr., Wallington TJ. Inhalation anaesthetics and climate change. *Br J Anaesth* 2010;105(6):760-6. DOI: 10.1093/bja/aeq259.
- Venema P, Friedericy HJ, Kwekel D, Sarton EX, Jansen FW. Een inventarisatie van het gebruik van inhalatieanesthetica en lachgas in Nederlandse ziekenhuizen. *NTVA* 2022;35(2):23-30.
- Tay S, Weinberg L, Peyton P, Story D, Briedis J. Financial and environmental costs of manual versus automated control of end-tidal gas concentrations. *Anaesth Intensive Care* 2013;41(1):95-101. DOI: 10.1177/0310057X1304100116.
- Singaraveedu S, Barclay P. Automated control of end-tidal inhalation anaesthetic concentration using the GE Aisys Carestation™. *Br J Anaesth* 2013;110(4):561-6. (In eng). DOI: 10.1093/bja/aes464.
- Lortat-Jacob B, Billard V, Buschke W, Servin F. Assessing the clinical or pharmaco-economical benefit of target controlled desflurane delivery in surgical patients using the Zeus anaesthesia machine. *Anaesthesia* 2009;64(11):1229-35. (In eng). DOI: 10.1111/j.1365-2044.2009.06681.x.
- Ang TN, Baroutian S, Young BR, Hyland MM, Taylor M, Burrell R. Adsorptive separation of volatile anaesthetics: A review of current developments. *Separation and Purification Technology* 2019;211:491-503. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.10.012>.
- Hu X, Pierce JMT, Taylor T, Morrissey K. The carbon footprint of general anaesthetics: A case study in the UK. *Resources, Conservation and Recycling* 2021;167:105411. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105411>.
- Prindev A, Fang L, Fieldhouse A, et al. Implementing nitrous oxide cracking technology in the labour ward to reduce occupational exposure and environmental emissions: a quality improvement study O. *Anaesthesia* 2022;77(11):1236-1236. DOI: 10.1111/anae.15838.
- Seglenieks R, Wong A, Pearson F, McGain F. Discrepancy between procurement and clinical use of nitrous oxide: waste not, want not. *Br J Anaesth* 2022;128(1):e32-e34. (In eng). DOI: 10.1016/j.bja.2021.10.021.