

Klimat effekterna från anestesin kan minska

Klimatförändringar har stora hälsoeffekter genom en ökning av extrema värmeperioder, påverkan på mat- och vattenförsörjning samt ökad incidens av infektionssjukdomar. WHO har beskrivit klimatförändringar som en avgörande fråga för hälso- och sjukvård under detta århundrade [1, 2]. Det är i sammanhanget ironiskt att hälso- och sjukvård ligger bakom en stor del av de utsläpp som orsakar klimatförändringar. I Sverige beräknas sjukvården direkt och indirekt generera 3 procent av utsläppen av växthusgaser [3] - motsvarande siffra i länder som USA, Australien och Kanada är 5-10 procent, och slutenvården står för en stor del av detta fotavtryck [4-6]. Perioperativ vård är en särskilt resurskrävande del av slutenvården, och det finns därför skäl att analysera om man med bibehållen kvalitet och säkerhet kan minska klimatklimat effekter av denna del av vården [7].

»Global warming potential«

Det råder konsensus inom det vetenskapliga samfundet att klimatförändringar till stor del beror på en ökad koncentration av koldioxid, metan, dikväveoxid (lustgas) och halogenerade aromatiska föreningar i atmosfären sekundärt till mänsklig aktivitet [8]. Gasers förmåga att bidra till växthuseffekten beror på hur effektivt de absorberar infraröd strålning och på hur



Anja Lindén-Søndersø, ST-läkare



Niklas Nielsen, docent, överläkare



Peter Bentzer, adjungerad professor, överläkare; samtliga kliniken för anestesi och intensivvård, Helsingborgs lasarett; de två sistnämnda institutionen för kliniska vetenskaper, Lunds universitet
● peter.bentzer@med.lu.se

länge de finns kvar i atmosfären. För att kunna jämföra olika gasers klimatklimat effekter har måttet »global warming potential« utvecklats. Det är ett mått på hur mycket värme en växthusgas kan hålla kvar i atmosfären i förhållande till koldioxid och anges oftast över en tidshorisont på 100 år (GWP_{100}) men kan också anges över en tidshorisont på 20 år (GWP_{20}). Genom att multiplicera GWP med massan för en given växthusgas kan man räkna ut den massa koldioxid som skulle generera samma växthuseffekt, även kallat koldioxidekvivalent.

Desfluran ger störst avtryck

Sedan början på 1980-talet används inom anestesin halogenerade gaser som desfluran, isofluran och sevofluran för deras hypnotiska, smärtstillande och muskelavslappande effekter. Dessa gaser är kraftfulla växthusgaser. Den mest potenta av dem är desfluran, som är 2 540 gånger mer potent än koldioxid som växthusgas över en tidshorisont på 100 år och 6 810 gånger mer potent om man jämför över 20 år (Tabell 1) [9]. Koncentrationen av desfluran, isofluran och sevofluran i atmosfären ökar [10]. På en global nivå har man beräknat att utsläpp av halogenerade gaser från anestesi motsvarar ett utsläpp av 4,5 miljoner ton koldioxid, vilket i sin tur motsvarar den årliga klimatklimat effekten av mer än 1 miljon fossilbränsle drivna bilar eller ett stort kolkraftverk [10, 11]. Detta i sin tur motsvarar 0,01 procent av den koldioxid som årligen frisätts globalt genom förbränning av fossila bränslen [11]. I en studie som kartlade klimatklimat effekter genererade av operationsavdelningar identifierades energiåtgång vid ventilation av operationssalar samt användning av halogenerade gaser, och då särskilt desfluran, som dominerande orsaker [7].

Eftersom man vid de flesta anestesier kan använda sig av intravenösa läkemedel i stället för halogenerade gaser kan man ställa sig frågan om en övergång till total intravenös anestesi skulle vara gynnsam ur ett miljö- och klimatklimat perspektiv. Till skillnad från gasanestesi kräver intra-



Foto: Shutterstock/TT

De halogenerade gaser som används inom anestesi är kraftfulla växthusgaser. På en global nivå motsvarar utsläpp från anestesigaser 4,5 miljoner ton koldioxid, vilket i sin tur motsvarar den årliga klimatklimat effekten av mer än 1 miljon fossilbränsle drivna bilar eller ett stort kolkraftverk.

venös anestesi engångsmaterial av plast såsom sprutor och slangar för administration av läkemedel. Intravenös anestesi ger också mer läkemedelssvinn eftersom sprutan och slangen som varit kopplad till en patient inte kan användas till annan patient. Det är därför inte självklart vilken nettoeffekt en sådan åtgärd skulle ha ur ett klimatklimat perspektiv. I en jämförande analys har man dock funnit att det vanligast förekommande intravenösa narkosläkemedlet, propofol, ger ett avsevärt lägre klimatklimat avtryck än halogenerade gaser även om alla steg från tillverkning via administration till destruktion av läkemedlen tas i beaktande [12]. Författarna konkluderade att en minskad användning av halogenerade gaser till fördel för intravenös anestesi och lokalbedövningsbaserade regionala eller centrala blockader har förutsättningar att minska klimatklimat påverkan från anestesi.

Användning varierar mellan regioner

Vilket klimatklimat avtryck har då användningen av halogenerade gaser inom den svenska sjukvården, och vilken effekt skulle en minskad användning ha på svenska utsläpp av växthusgaser? För att svara på denna fråga inhämtade vi data om inköp av sevofluran, desfluran och isofluran från

HUVUDBUDSKAP

- Halogenerade anestesigaser är potenta växthusgaser.
- Sjukvårdens utsläpp av anestesigaser i Sverige under 2017 motsvarade klimatklimat effekten av 5 000 ton koldioxid.
- Genom att ersätta den mest potenta växthusgasen desfluran med sevofluran kan man minska klimatklimat effekten av halogenerade anestesigaser inom sjukvården i Sverige med 73 procent.
- Genom att i större utsträckning använda intravenösa narkosläkemedel kan man ytterligare minska klimatklimat effekterna från anestesi.

samtliga regioner/landsting samt privata vårdgivare i Sverige under 2017 från E-hälsomyndighetens databas Concise. Vi tog också kontakt med flertalet regioner för att säkerställa att de data som vi erhållit från denna databas var korrekta. Veterinärmedicinsk användning av anestesigaser kartlades också genom data från Concise. Lustgas används numera i mycket liten utsträckning inom anestesi och inkluderades därför inte i vår analys. Resultaten visar att användningen av desfluran varierar mycket mellan landstingen och att Region Skåne har den största förbrukningen av desfluran (Tabell 2).

Anestesigaser metaboliseras i mycket liten omfattning, och utandad luft renas inte. Det är därför rimligt att anta att all konsumerad anestesigas når atmosfären. Genom att multiplicera de volymer som anges i Tabell 2 med den specifika vikten för respektive gas kunde vi beräkna massan av förbrukad anestesigas [13]. Därefter multiplicerade vi massan med GWP₁₀₀ för respektive gas för att beräkna klimateffekten. Givet att inköp motsvarar konsumtion ger svensk användning av halogenerade gaser ett klimatavtryck motsvarande 5 000 ton koldioxid, där desfluran står för tre fjärdedelar. I sammanhanget kan nämnas att Sverige under 2017 beräknades generera drygt 100 miljoner ton koldioxidekvivalenter [14] vilket betyder att halogenerade gaser står för kring 0,005 procent av det totala svenska klimatavtrycket.

MAC skiljer stort mellan gaserna

Anestesigasers potens beskrivs vanligen utifrån den endtidala koncentration vid vilken hälften av patienterna ej reagerar vid kirurgiska stimuli. Denna koncentration benämns »minimum alveolar concentration» (MAC). Anestesigaserna är olika potenta, och MAC kommer därför att skilja sig mellan gaserna (Tabell 1). Desfluran är den minst potenta av de analyserade anestesigaserna, så förutom att desfluran är den mest potenta växthusgasen behövs det också ungefär 3,7 gånger mer desfluran än sevofluran för att uppnå samma anestetiska effekt. Genom att helt sluta använda desfluran till förmån för sevofluran skulle man kunna minska klimateffekten av anestesigaser från 5 000 till 1 340 ton koldioxidekvivalenter. Eftersom sevofluran har ett klimatavtryck som är 100–1 000 gånger större per anestetitimme än det intravenösa anestesiläkemedlet propofol skulle nationella utsläpp av växthusgaser sekundärt till anestesi teoretiskt kunna minska till 1,3–13 ton koldioxidekvivalenter om halogenerade gaser helt övergavs [12].

Inom veterinärmedicin användes nästan uteslutande isofluran, och förbruk-

TABELL 1. Översikt över växthuseffekter av lustgas (N₂O), isofluran (ISO), desfluran (DES) och sevofluran (SEVO).

	N ₂ O	ISO	SEVO	DES
Livslängd i atmosfären (år)	121 ^a	3,2 ^b	1,1 ^b	14 ^b
GWP ₂₀	264 ^a	1800 ^b	440 ^b	6 810 ^b
GWP ₁₀₀	265 ^a	510 ^b	130 ^b	2 540 ^b
MAC 1,0 (%)	104 ^c	1,17 ^c	1,80 ^c	6,6 ^c

GWP₂₀ = Global warming potential över 20 år.
GWP₁₀₀ = Global warming potential över 100 år.
MAC = Minimum alveolar concentration.
^a[17]; ^b[9]; ^c[16]

ningen 2017 motsvarade 1 660 ton koldioxidekvivalenter.

Finns skäl att fortsätta använda desfluran?

I vår beräkning av anestesigasernas klimateffekter valde vi att använda GWP₁₀₀-värden eftersom detta är det mest använda måttet för jämförelse av olika gasers potens som växthusgaser. Eftersom anestesigaserna har en kort halveringstid skulle deras klimateffekt bli mer uttalad om vi i stället använder en tidshorisont på 20 år i vår analys. Används i stället GWP₂₀-värden för de olika gaserna så motsvarar utsläppen av anestesigaser 14 300 ton koldioxid, varav desfluran står för ungefär 10 000 ton.

Sammanfattningsvis styrker vår analys tidigare studier som dragit slutsatsen att minskad användning av desfluran har potential att generera en betydande minskning av anestesins klimatavtryck. Oss verterligen finns inte några data som visar att desfluran har några betydande fördelar gentemot andra halogenerade gaser avseende utfallsparametrar som är viktiga för patienten, och det kan därför finnas skäl att ifrågasätta fortsatt bruk av desfluran. De stora regionala skillnaderna i användning av desfluran talar också för att denna gas inte är en oundgänglig komponent av modern anestesi.

Att helt undvara gasanestesi med bevarad säkerhet och kvalitet på anestesi och intensivvård låter sig dock inte göras i nuläget. Exempelvis finns ibland behov av att inleda anestesi med hjälp av sevofluran i en maskinduktion då intravenös infart inte har kunnat etableras, eller vid höga luftvägshinder. Likaså kan inhalationsanestesi vara en värdefull behandling av status asthmaticus eftersom gaserna är kraftfulla bronkvidgare. I många fall är emellertid intravenös anestesi och inhalationsanestesi likvärdiga. Vår analys visar att i dessa fall har användande av intravenös anestesi förutsättningar att minska anestesins klimatavtryck. Anestesiläkare

TABELL 2. Sammanställning av sjukvårdens inköp av halogenerade anestesigaser i Sverige under 2017. Siffror i liter (l).

Region	Desfluran (l)	Sevofluran (l)	Isofluran (l)
Skåne	653,76	498,00	29,75
Blekinge	0	9,00	0
Halland	2,88	87,00	0
Kronoberg	0	102,25	19,25
Kalmar	0	169,25	0
Gotland	0	24,50	0
Östergötland	43,20	283,50	40,00
Västra Götaland	125,28	995,00	15,50
Jönköping	0	208,25	0
Södermanland	0	94,75	0
Örebro	5,76	249,50	0,25
Västmanland	0	81,00	0
Stockholm	67,68	1161,00	6,00
Uppsala	20,16	359,75	33,00
Gävleborg	50,40	130,50	0
Värmland	30,24	126,50	0
Dalarna	0	92,250	0
Jämtland	15,84	66,00	0
Västerbotten	0	235,00	30,00
Västernorrland	5,76	118,25	0
Norrbotten	0	124,75	0
Övriga ¹	15,84	105,75	136,5
Summa (l)	997,92	5 321,75	310,25

¹Privatsjukhus och andra vårdinrättningar.

kan genom att väga den medicinska nyttan av gasanestesi mot klimateffekter fylla en mycket viktig roll i sjukvårdens omställning till minskad klimatpåverkan. ○

● Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.

Citera som: Läkartidningen. 2019;116:FR2L

REFERENSER

1. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: World Health Organization; 2014.
2. Watts N, Adger WN, Agnozzi P, et al. Health and climate change: policy responses to protect public health. *Lancet*. 2015;386(10006):1861-914.
3. Teghammar A, Sand Lindskog H, Fagerberg B, et al. Hälso- och sjukvården påverkar klimatet. *Läkartidningen*. 2019;116:FH9W.
4. Eckelman M, Sherman J. Estimated global disease burden from US health care sector greenhouse gas emissions. *Am J Public Health*. 2017;108(S2):S120-2.
5. Eckelman MJ, Sherman JD, MacNeill AJ. Life cycle environmental emissions and health damages from the Canadian healthcare system: an economic-environmental-epidemiological analysis. *PLoS Med*. 2018;15(7):e1002623.
6. Malik A, Lenzen M, McAlister S, et al. The carbon footprint of Australian health care. *Lancet Planet Health*. 2018;2(1):e27-35.
7. MacNeill AJ, Lillywhite R, Brown CJ. The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. *Lancet Planet Health*. 2017;1(9):e381-8.
8. Cook J, Oreskes N, Doran P, et al. Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environ Res Lett*. Epub 13 apr 2016. pii: 048002.
9. Sulbaek Andersen MP, Nielsen OJ, Wallington TJ, et al. Assessing the impact on global climate from general anesthetic gases. *Anesth Analg*. 2012;114(5):1081-5.
10. Vollmer MK, Rhee TS, Rigby M, et al. Modern inhalation anesthetics: potent greenhouse gases in the global atmosphere. *Geophys Res Lett*. 2015;42(5):1606-11.
11. Sulbaek Andersen MP, Sander SP, Nielsen OJ, et al. Inhalation anaesthetics and climate change. *Br J Anaesth*. 2010;105(6):760-6.
12. Sherman J, Le C, Lamers V, et al. Life cycle greenhouse gas emissions of anesthetic drugs. *Anesth Analg*. 2012;114(5):1086-90.
13. Laster MJ, Fang Z, Eger EI 2nd. Specific gravities of desflurane, enflurane, halothane, isoflurane, and sevoflurane. *Anesth Analg*. 1994;78(6):1152-3.
14. Fördjupad analys av svensk klimatstatistik 2018. Stockholm: Naturvårdsverket; 2018. Rapport 6848.
15. Myhre G, Shindell D, Bréon FM, et al. Anthropogenic and natural radiative forcing. In: Stocker TF, Qin D, Plattner GK, et al (editors). *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge/New York: Cambridge University Press; 2013.
16. Nickalls RW, Mapleson WW. Age-related iso-MAC charts for isoflurane, sevoflurane and desflurane in man. *Br J Anaesth*. 2003;91(2):170-4.

SUMMARY

Climate footprint of halogenated inhalation anesthetics

This study estimated the climate footprint of halogenated inhalation anesthetics in Sweden and estimated effects of a decreased use of these compounds. We collected data on sales of desflurane, sevoflurane and isoflurane in Sweden during 2017 and calculated the mass of CO₂ equivalents (CO₂e) using Global Warming Potential data over 100 years for the compounds. Inhalation anesthetics contributed by 5000 tons of CO₂e which corresponds to 0.005 percent of the Swedish climate footprint. By replacing desflurane with sevoflurane the footprint can be reduced by 73 percent. By replacing sevoflurane with intravenous propofol the climate effect can be reduced further by at least 2 orders of magnitude.