



Lachgas im Überblick

Prof. Dr. med. Jörg Weimann

Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin Franklin

Seit mehr als 150 Jahren wird Lachgas klinisch zur Narkose und Schmerzbehandlung eingesetzt und gehört auch heute noch zur täglichen Routine weltweit. Gleichzeitig kann Lachgas aufgrund dieser langen Anwendungszeit und der Unzahl behandelter Patienten bezüglich seines Nebenwirkungsspektrums und der sich daraus ableitenden Kontraindikationen als eines der am besten untersuchten Pharmaka überhaupt gelten.

Lachgas ist ein Inhalationsanästhetikum mit schwacher hypnotischer und mäßiger analgetischer Potenz, eine muskelrelaxierende Wirkung fehlt. Der MAK-Wert liegt für Lachgas bei 104%, d.h. eine Narkose mit Lachgas allein ist nur theoretisch unter Überdruck und unter Verzicht auf Sauerstoff zu erzielen. Daher wird in der Praxis Lachgas in einer maximalen inspiratorischen Konzentration von 70% verwendet und mit anderen Anästhetika kombiniert. So lässt sich ähnlich wie in der Chemotherapie durch die Kombination mit anderen narkotisch und analgetisch wirksamen Substanzen – seien dies nun intravenöse Narkotika, Opiate oder Inhalationsanästhetika –, deren Wirkung verstärken und deren Nebenwirkungen vermindern.

Dies hat zudem einen ökonomischen Aspekt, auf den Herr PD Dr. Bauer in seinem Referat näher eingeht.

Aufgrund seines niedrigen Blut-Gas-Verteilungskoeffizienten von 0,47 und seines geringen Fett-Blut-Verteilungskoeffizienten ist Lachgas das am besten steuerbare, heute zugelassene Anästhetikum (1). Genauso wie die anderen Inhalationsnarkotika kann die Lachgas-Konzentration kontinuierlich in der Ausatemluft von Atemzug zu Atemzug überwacht werden. Sein Einsatz ist auch bei schwer eingeschränkter Organfunktion insbesondere von Leber und Nieren möglich, da es nicht metabolisiert wird. Wegen seiner schnellen An- und Abflutkinetik wird Lachgas besonders bei kurzen Eingriffen, z.B. im ambulanten Bereich eingesetzt, und als Analgetikum besonders dort, wo die atemdepressiven Eigenschaften der Opiate vermieden oder zumindest minimiert werden müssen. Es hat einen festen Platz in der Kinderanästhesie.

Lachgas hat nur geringe kardiozirkulatorische und respiratorische Nebenwirkungen. Während eine direkte negative Inotropie im Tiermodell nachgewiesen wurde, kommt diese aufgrund einer gleichzeitigen zentralen Sympathikusstimulation klinisch im Sinne einer Reduktion des arteriellen Blutdrucks kaum zum Tragen. Lachgas führt zu einer zerebralen Vasodilatation und so auch zu einer Erhöhung des intrakraniellen Druckes, besonders bei Patienten mit eingeschränkter zerebraler Compliance. Auch wenn dieser Effekt durch gleichzeitige Gabe anderer Anästhetika wie Propofol oder Pentobarbital unterdrückt werden kann, sollte bei Patienten mit erhöhtem intrakraniellen Druck oder einem Risiko dafür (z.B. Schädelhirntrauma) auf Lachgas verzichtet werden.

Lachgas diffundiert seinem Konzentrationsgefälle folgend in luftgefüllte Höhlen und Räume. Handelt es sich dabei um abgeschlossene Räume kann es so zu einer Druckerhöhung bzw.



Ausdehnung dieser Räume führen. Hieraus ergeben sich als Kontraindikationen für die Anwendung von Lachgas: Ileus, Pneumothorax, Pneumomediastinum, Pneumoperikard, Eingriffe am Mittelohr, Luftembolie, sowie neurochirurgische und herzchirurgische Eingriffe, und Eingriffe am offenen Auge. Die repetitive Überprüfung des Tubuscuffdruckes gehört heute zur anästhesiologischen Routine.

Eine immer wieder beschriebene Darm-Distension durch Lachgas konnte in mehreren prospektiven, doppelblinden Studien an Patienten mit abdominalen Eingriffen nicht eindeutig verifiziert werden (2-4). Bezüglich der Gruppenzugehörigkeit geblindete Kollegen der Chirurgie konnten intraoperativ anhand des Operationssitus nicht bestimmen, ob die Patienten Lachgas erhielten oder nicht. Unterschiede zwischen den Lachgas- und Kontrollgruppen bezüglich postoperativer Darmtätigkeit wurden nicht detektiert (4,5). Nur in einer Studie von Pedersen et al. zeigte sich ein um im Mittel um 10,3 Stunden verzögerter erster postoperativer Stuhlgang bei mit Lachgas behandelten Patientinnen nach Hysterektomie gegenüber einer Kontrollgruppe (2).

Zwei große Metaanalysen (6,7) zeigten eine leichte, aber signifikant erhöhte Inzidenz von postoperativer Übelkeit und Erbrechen (PONV) durch Lachgas mit einer Odds-Ratio von 1,3. Diese liegt damit deutlich niedriger als die für Inhalationsanästhetika und Opiate (8). Nur wenige Studien haben die Auswirkung allein von Lachgas - und nicht von Lachgas in Kombination mit anderen Anästhetika - auf die Inzidenz von PONV untersucht (und kamen dabei zu zum Teil widersprüchlichen Ergebnissen). Erst die kürzlich publizierte „IMPACT“-Studie (9), in deren Rahmen 6 verschiedene Interventionen auf ihre Potenz, das PONV-Risiko zu vermindern, untersucht wurden, zeigte, dass durch das Weglassen von Lachgas während der Narkose eine Reduktion der PONV-Inzidenz um 12,1% (95% CI: 4,3-19,3%) – in dieser Studie von 38,4% mit Lachgas auf 31,1% ohne Lachgas – erreicht werden kann. Zuletzt soll in diesem Zusammenhang noch darauf hingewiesen sein, dass die bereits zitierte Metaanalyse von Tramèr et al. zusätzlich zeigte, dass das Weglassen von Lachgas während Narkose mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten intraoperativer Wachheit einhergeht: die "numbers-needed-to-treat" lag hier bei 46 (7).

Die wesentliche toxische Nebenwirkung von Lachgas, die Inaktivierung von Vitamin B12, wurde bereits 1956 erstmals beschrieben und stellt nur dann eine klinisch relevante Nebenwirkung dar, wenn Lachgas über längere Zeit kontinuierlich (über Tage) bzw. intermittierend (über Monate) inhaliert wird (10).

In seinem Statement „Waste Anesthetic Gases Information for Management in Anesthetizing Areas and the Postanesthesia Care Unit (PACU)“ kommt das Committee on Occupational Health of Operating Room Personnel der American Society of Anesthesiology zu dem Schluss, dass es – abgesehen von tierexperimentellen Hinweisen – keine hinreichend belegten Daten gibt, die beweisen, dass Lachgas eine teratogene, mutagene oder karzinogene Wirkung hat. Ebenso fehlen entsprechende Daten, bezüglich einer Auswirkung von Lachgas auf die Reproduktivität (siehe die Internetseite der ASA unter <http://www.ASAhq.org>).

Lachgas gehört neben CO₂ und Methan zu den sogenannten Treibhausgasen. Medizinisches Lachgas hat jedoch nur einen Anteil von weniger als 0,1% an der jährlichen weltweiten



Gesamt-Treibhausgas-Emission. Es besteht kein direkter Zusammenhang zwischen Lachgas und der Problematik des „Ozon-Lochs“ (11).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass vor dem Hintergrund der heute vorliegenden Literatur kein Grund besteht, die Anwendung von Lachgas generell abzulehnen. Lachgas hat klare Indikationen und ebenso klar definierte Kontraindikationen, deren Beachtung – wie bei jedem anderen Medikament auch – zur täglichen Routine gehört. Im Gegenteil, der Verzicht auf Lachgas könnte auch ein Risiko darstellen (7), mehrten sich doch Berichte über intraoperative Wachheit unter total-intravenöser Anästhesie (TIVA) (12). Unter dem zunehmenden Kostendruck – nicht erst seit der Einführung der DRGs in Deutschland – gilt es heute außerdem die Kosten eines Medikamentes gegenüber seinem Nutzen abzuwägen. Vor diesem Hintergrund scheint der Einsatz von Lachgas zur Supplementierung sowohl einer Inhalationsnarkose wie auch einer TIVA weiterhin attraktiv. Nicht zuletzt sollte uns stutzig machen, dass die seit 1999 aufgekommene Diskussion über den Einsatz von Lachgas eine weitestgehend auf Deutschland beschränkte Kontroverse ist, die zum Teil sehr emotional geführt wurde (11,13-15). Nicht zuletzt: ein Anästhetikum, welches seit über 150 Jahren seine sichere sinnvolle Anwendung beweist, darf nur dann durch andere „ersetzt“ werden, wenn die Überlegenheit dieses neuen eindeutig bewiesen ist.

Literatur:

1. Stenqvist O. Nitrous oxide kinetics. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1994;38:757-760.
2. Pedersen FM, Wilken-Jensen C, Knudsen F, Lindekaer AL, Svare EI. The influence of nitrous oxide on recovery of bowel function after abdominal hysterectomy. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1993;37:692-696.
3. Krogh B, Jorn JP, Henneberg SW, Hole P, Kronborg O. Nitrous oxide does not influence operating conditions or postoperative course in colonic surgery. *Br J Anaesth.* 1994;72:55-57.
4. Taylor E, Feinstein R, White PF, Soper N. Anesthesia for laparoscopic cholecystectomy. Is nitrous oxide contraindicated? *Anesthesiology.* 1992;76:541-543.
5. Karlsten R, Kristensen JD. Nitrous oxide does not influence the surgeon's rating of operating conditions in lower abdominal surgery. *Eur J Anaesthesiol.* 1993;10:215-217.
6. Divatia JV, Vaidya JS, Badwe RA, Hawaldar RW. Omission of nitrous oxide during anesthesia reduces the incidence of postoperative nausea and vomiting. A meta-analysis. *Anesthesiology.* 1996;85:1055-1062.
7. Tramér M, Moore A, McQuay H. Omitting nitrous oxide in general anaesthesia: meta-analysis of intraoperative awareness and postoperative emesis in randomized controlled trials. *Br J Anaesth.* 1996;76:186-193.
8. Apfel CC, Roewer N. Einflussfaktoren von Ubelkeit und Erbrechen nach Narkosen. Fiktionen und Fakten. *Anaesthesist* 2000 Jul;49 (7):629 -42. 2000;49:629-642.
9. Apfel CC, Korttila K, Abdalla M, Kerger H, Turan A, Vedder I, Zernak C, Danner K, Jokela R, Pocock SJ, Trenkler S, Kredel M, Biedler A, Sessler DI, Roewer N. A factorial trial of six interventions for the prevention of postoperative nausea and vomiting. *N Engl J Med.* 2004;350:2441-2451.
10. Weimann J. Toxicity of nitrous oxide. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2003;17:47-61.
11. Stenqvist O, Husum B, Dale O. Nitrous oxide: an ageing gentleman. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2001;45:135-137.



12. Miller DR, Blew PG, Martineau RJ, Hull KA. Midazolam and awareness with recall during total intravenous anaesthesia. *Can J Anaesth.* 1996;43:946-953.
13. Rothhammer A. Lachgas heute - eine klinische Wertung auf dem Boden der Literatur. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2002;37:375-377.
14. Schulte am Esch J, Scholz J. Zur Diskussion über das Ende der Lachgas-Ära in Deutschland - emotionales Meinungsbild oder zwingende Notwendigkeit? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2001;36:597-598.
15. Raeder JC. Total intravenous anaesthesia--free from nitrous oxide, free from problems? *Acta Anaesthesiol Scand.* 1994;38:769-770.

Heutige Rolle von Lachgas in der Kinderanästhesie

Dr. med. Michael Laschat

Kinderklinik der Stadt Köln gGmbH, Köln

Drei Jahre nachdem Schüttler (1) im Jahre 2000 das Ende der Lachgasära eingeläutet hatte zog J. Strauß, Sprecher des Arbeitskreises Kinderanästhesie in der DGAI, in seiner Veröffentlichung zum Thema „Total intravenöse Anästhesie. Auf dem Weg zum Standardverfahren bei Kindern“ (2) das Fazit: „Die Beibehaltung von Lachgas hat keine erkennbaren Vorteile.“

Als Gründe führte er die Diffusionshypoxie, die Volumenexpansion luftgefüllter Räume, PONV und die Verkomplizierung der Anwendung von Minimal-flow-Systemen an.

Sind diese Argumente für die Kinderanästhesie stichhaltig und ist das Fazit gut begründet?

Fest steht, dass sich die aus der unterschiedlichen Löslichkeit von Stickstoff und Lachgas ergebende Diffusionshypoxie und die Volumenexpansion sowie die daraus folgenden Verhaltensregeln und Kontraindikationen auch in der Kinderanästhesie wohlbekanntere Phänomene sind.

Zum Thema PONV durch Lachgas gibt es auch in der Kinderanästhesie Studien mit unterschiedlichen Ergebnissen. Bortone (3), Pandit (4) und Splinter (5) konnten keine signifikanten Unterschiede in der Inzidenz von PONV nach Lachgas im Vergleich zu lachgasfreien Narkosen nachweisen, während Watcha (6), Crawford (7) und Wilson (8) signifikante Unterschiede fanden. Wegen der großen Unterschiede im Aufbau sind die Studien kaum vergleichbar.

Im Jahr 1996 wurden 2 Metaanalysen zu diesem Thema veröffentlicht (9,10), die sich allerdings nicht auf Studien an Kindern beschränkten. Hartung (9) kam zu dem Schluss, dass Lachgas die Inzidenz von PONV erhöht. Er räumt allerdings ein, dass diese Beziehung stark mit dem jeweiligen Kontext und den Begleitumständen variiert. Er kommt zu dem Schluss: „...we need to move from the question „Does N₂O cause vomiting?“ to “When, why, in whom, and under what circumstances does N₂O cause vomiting?“.



Tramér (10) kommt in seiner Veröffentlichung zu dem Ergebnis, dass für jeden Patienten mit niedrigem PONV Risiko, der von einer lachgasfreien Narkose in Bezug auf Erbrechen profitiert, ein anderer intraoperative Wachheit erlebt.

Was wissen wir über „Awareness“ im Kindesalter? Bisher gibt nur wenige Daten darüber. McKie et al. fanden berichteten in ihrer Arbeit von 1973 von immerhin 5%, während mehrere Studien aus dem Jahre 1988 bis 1998 keine intraoperative Wachheit nachweisen konnten. Diese Studien waren in ihrer Methodik allerdings ungenügend, die Kinder wurden nur vor Entlassung aus dem Aufwachraum gefragt, ob sie sich an intraoperative Ereignisse erinnerten. So schränkt Crawford (7) in seiner Schlussfolgerung ein: “Although these data suggest a beneficial effect of omitting nitrous oxide, these approach should be adopted with caution, giving consideration to the risk of intraoperative awareness during nitrous oxide-free anaesthesia.”

2004 wurden die vorläufigen Ergebnisse einer Genfer Arbeitsgruppe veröffentlicht. Es wurden 174 Kinder im Alter von 6 Jahren bis 16 Jahren jeweils 36 Stunden und 4 Wochen nach der Narkose von Psychologen professionell befragt. Fragen von Anästhesisten im Aufwachraum nach der Qualität der Narkose haben keinen wissenschaftlichen Wert. Bei 5 % der Kinder war Awareness sicher nachweisbar, bei weiteren 3 % war sie wahrscheinlich.

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass keinerlei Grund zur Annahme gibt, dass intraoperative Wachheit im Kindesalter weniger häufig ist als beim Erwachsenen. Möglicherweise ist sie aufgrund der variablen Pharmakologie sogar häufiger.

Es gibt auch keinen Grund anzunehmen, dass die Ergebnisse von Tramer nicht auch auf das Kindesalter übertragbar sind, auch wenn es dazu keine konkreten Studien gibt.

Lachgas ist das einzige volatile Anästhetikum, das keine maligne Hyperthermie triggert und auch bei Kindern mit Lebererkrankungen bedenkenlos verwendet werden kann, weil es nicht verstoffwechselt wird.

Ist auch die intravenöse Einleitung meiner Ansicht nach der Goldstandard, gibt es doch Kinder mit extrem schlechten Venenverhältnissen, bei denen mehrfache Punktionsversuche notwendig werden können und bei denen ein Ikterus vorliegt. Hier verbieten sich alle anderen Inhalationsanästhetika.

Lachgas ist als Analgetikum bei der Venenpunktion vergleichbar mit EMLA (14). Ein Gemisch von 50% N₂O/ 50% O₂ kann auch von Pflegepersonal sicher angewendet werden (15).

Verzichtet man in der Narkose auf Lachgas, müssen andere Analgetika die dadurch entstehende Lücke füllen, die deutlich mehr Nebenwirkungen verursachen und sogar teurer sind. Häufig wird in der Literatur das kurz wirksame und gut steuerbare Opioid Remifentanyl empfohlen. Die Pharmakokinetik von Remifentanyl bei Neu- und Frühgeborenen noch völlig unklar. Es muss mit einer deutlich verlängerten Aufwachphase gerechnet werden. Es treten erhebliche Bradykardien und Blutdruckabfälle bei Dosierungen über 0,5 mcg/kg/min auf (16).

So bleibt als Fazit: Es gibt zurzeit auch in der Kinderanästhesie kein gut begründetes Argument, das gegen die Anwendung von Lachgas spricht.



Literatur:

1. Schüttler J, Schwilden H. 200 Jahre Lachgas – Auch das Ende einer Ära? *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2001;36:640.
2. Strauß JM, Giest J. Total intravenöse Anästhesie. Auf dem Weg zum Standardverfahren bei Kindern. *Anästhesist.* 2003;52:763-777.
3. Bortone L, Picetti E, Mergoni M. Anaesthesia with sevoflurane in children: nitrous oxide does not increase postoperative vomiting. *Paediatr Anaesth.* 2002;12:775-779.
4. Pandit UA, Malviya S, Lewis IH. Vomiting after outpatient tonsillectomy and adenoidectomy in children: the role of nitrous oxide. *Anesth Analg.* 1995;80:230-233.
5. Splinter WM, Roberts DJ, Rhine EJ, MacNeill HB, Komocar L. Nitrous oxide does not increase vomiting in children after myringotomy. *Can J Anaesth.* 1995;42:274-276.
6. Watcha MF, Simeon RM, White PF, Stevens JL. Effect of propofol on the incidence of postoperative vomiting after strabismus surgery in pediatric outpatients. *Anesthesiology.* 1991;75:204-209.
7. Crawford MW, Lerman J, Sloan MH, Sikich N, Halpern L, Bissonnette B. Recovery characteristics of propofol anaesthesia, with and without nitrous oxide: a comparison with halothane/nitrous oxide anaesthesia in children. *Paediatr Anaesth.* 1998;8:49-54.
8. Wilson I. Nitrous oxide and postoperative vomiting in children undergoing myringotomy as a day case. *Paediatr Anaesth.* 1993;3:283-285.
9. Hartung J. Twenty-four of twenty-seven studies show greater incidence of emesis associated with nitrous oxide than with alternative anaesthetics. *Anesth Analg.* 1996;83:114-116.
10. Tramér M, Moore A, McQuay H. Omitting nitrous oxide in general anaesthesia: meta-analysis of intraoperative awareness and postoperative emesis in randomized controlled trials. *Br J Anaesth.* 1996;76:186-193. Hobbs A et al.: Peri-operative dreaming and awareness in children. *Anaesthesia* 1988; 43: 560-562.
11. O'Sullivan EP, Childs D, Bush GH. Peri-operative dreaming in paediatric patients who receive suxamethonium. *Anaesthesia.* 1988;43:104-106.
12. Iselin-Chaves I, Lopez U, Habre W, Van der Linden M. Intraoperative awareness in children: an observational study. *Paediatr Anaesth.* 2004;14:893.
13. Hee HI, Goy RW, Ng AS. Effective reduction of anxiety and pain during venous cannulation in children: a comparison of analgesic efficacy conferred by nitrous oxide, EMLA and combination. *Paediatr Anaesth.* 2003;13:210-216.
14. Gall O, Annequin D, Benoit G, Glabeke E, Vrancea F, Murat I. Adverse events of premixed nitrous oxide and oxygen for procedural sedation in children. *Lancet.* 2001;358:1514-1515.
15. Wee LH, Moriarty A, Cranston A, Bagshaw O. Remifentanyl infusion for major abdominal surgery in small infants. *Paediatr Anaesth.* 1999;9:415-418.



Ökonomische Aspekte von Lachgas

Priv.-Doz. Dr. P.H. Dr. med. Martin Bauer

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

Zur Beantwortung der Frage, ob die Lachgas-basierte Anästhesie ein ökonomisch vorteilhaftes Verfahren darstellt, bedarf es einer methodisch validen Erfassung der Selbstkosten und einer Einordnung dieser Kosten in die Kostenstrukturen des Krankenhausbetriebes.

Annähernd 60 % der Gesamtkosten eines Krankenhausbetriebes entfallen auf die Personalkosten, ca. 40 % entfallen auf den Bereich der Sachkosten. Weniger als 3 % der Sachkosten eines Universitätsklinikums sind dabei durch die anästhesiologische Klinik verursacht. Innerhalb der Sachkosten einer Klinik für Anästhesiologie entfallen wiederum weniger als 3 % der Sachkosten auf die volatilen Anästhetika. Der Kostenanteil der Inhalationsanästhetika an dem gesamten Sachkostenbudget eines Universitätsklinikums beträgt somit nicht einmal 0,1 % (1).

Methodisch lassen sich die Applikationskosten (direkte Kosten) einer i.v.-Substanz errechnen aus dem Verbrauch des Medikamentes (in ml) multipliziert mit den Einkaufskosten (in Euro/ml). Zusätzlich ist sicherzustellen, dass die Kosten der für die Applikation notwendigen Medikalprodukte, wie z.B. Perfusorspritzen, mit eingerechnet werden. Um dem sprungfixen (stufenartigen) Kostenverlauf intravenöser Substanzen gerecht zu werden, muss ferner sichergestellt sein, dass die Kosten für die verbrauchten Ampullen erfasst werden, und nicht nur die Kosten für die applizierte Substanzmenge. Andernfalls bleiben die Kosten einer eventuell vorhandenen und später verworfenen Restmenge unberücksichtigt.

Die Kosten eines volatilen Anästhetikums sind noch schwieriger zu berechnen, denn der Verbrauch hängt von zahlreichen Faktoren ab. Neben Einkaufspreis und einer Konstanten, die angibt, wie viel Milliliter Dampf aus einem Milliliter flüssigem Anästhetikum entsteht, sind dies Applikationsdauer, Frischgasfluss und Vaporkonzentration. Zur mathematischen Kostenberechnung muss daher die Anästhesie in zahlreiche Phasen aufgetrennt werden, in denen zumindest ein konstanter Frischgasfluss und eine konstante Vaporkonzentration vorliegen. Diese Zeitintervalle mit konstanten Bedingungen müssen anschließend wieder auf addiert werden. Besonders geeignet zur Berechnung der Kosten von Inhalationsanästhetika sind Kostenformeln, welche neben den bereits erwähnten Einflussgrößen auch den MAC-Wert der jeweiligen Substanz berücksichtigen. Dadurch lassen sich die einzelnen volatilen Anästhetika objektiv nach MAC-Stunden vergleichen.

Berechnungen nach dieser Vorgehensweise (2,3) zeigen, dass bei Durchführung einer Lachgas-basierten Anästhesie mit einem Frischgasfluss von 0,5 l/m (minimal-flow-Technik) für Sevofluran Applikationskosten in Höhe von 15,87 Euro und für Isofluran Applikationskosten in Höhe von 5,37 Euro resultieren. Wird die Anästhesie ohne Lachgas in minimal-flow-Technik durchgeführt, entstehen Mehrkosten in Höhe von 2,64 Euro für Sevofluran und 1,33 Euro bei Einsatz von Isofluran. Diese Kostenberechnungen datieren aus dem Jahre 1999. Aufgrund abgesenkter Einkaufspreise (1999: 194 Euro/250 ml, 2004: 168



Euro/250 ml für Sevofluran) fallen diese Mehrkosten im Jahre 2004 weniger hoch aus: bei Lachgas-freier Anästhesie in minimal-flow-Technik kann mit einer Verteuerung der Anästhesie von 1 Euro/h kalkuliert werden. Diese Kostensteigerung resultiert aus dem Mehrverbrauch an Anästhetika und Analgetika aufgrund des Wegfall der N₂O-Wirkung. Dabei ist im Wesentlichen der mit dem Einsatz von Lachgas zu erreichende additive analgetische Effekt und weniger die anästhetische Komponente für dieses N₂O-spezifische Einsparpotential verantwortlich.

Gerade in Zeiten knapper finanzieller Ressourcen durch DRG-pauschalierte Entgelte kann solch eine Substanz, welche durch intrinsische analgetische Wirkung und gute Steuerbarkeit den Einsatz kurzwirksamer Opiate kostengünstiger gestalten kann, von Vorteil sein.

Diese positiven Effekte von N₂O werden jedoch überschattet von einer Kostenproblematik, deren Ursache nicht in dem substanz eigenen Wirkprofil sondern in Schwachstellen in der technischen Bereitstellung von N₂O zu finden ist: bei Anwendung einer zentralen N₂O-Versorgung ist aufgrund maroder Gasleitungen ein Leckage-bedingter N₂O-Verlust von ca. 25% zu verzeichnen. Daher stehen dem N₂O-spezifischen Einsparpotential durch Reduktion von Anästhetika und vor allem Analgetika Zusatzkosten gegenüber, welche eigenen Berechnungen zu Folge und übereinstimmend mit Berechnungen von Baum et al. Zusatzkosten in Höhe von ca. 1 Euro/h wirksam werden lassen (4).

Bei Einsatz von N₂O über eine zentrale Gasversorgung ergibt sich im Saldo somit für die Durchführung einer Lachgas-basierten Anästhesie im Vergleich zu einer Lachgas-freien Anästhesie (bei vorhandener zentraler N₂O-Versorgung) eine Kostenneutralität.

Bei Einsatz von N₂O über eine dezentrale, flaschengebundene Gasversorgung hingegen erweist sich die Lachgas-basierte Anästhesie im Vergleich zu einer Lachgas-freien Anästhesie (bei vorhandener zentraler N₂O-Versorgung) als kostengünstiger.

Die oft zitierte Aussage, dass durch Stilllegung der zentralen N₂O-Versorgung Einsparungen von Wartungskosten und TÜV-Abnahmen für die anästhesiologische Klinik in budget-relevanter Höhe resultieren, erscheint wenig validiert. Denn zum einen erfolgt die Kostenerstattung für das N₂O in den allermeisten Kliniken nicht über einen anästhesiebezogenen Budget-Posten sondern ähnlich der Kosten für Heizöl und andere Energien über eine Umlage auf alle Institutionen. Die Kostenersparnis für die anästhesiologische Klinik ist demnach marginal. Aber auch die Kostenersparnis für den Gesamtbetrieb ist wenig transparent, denn bei Stilllegung bzw. baulichen Verzicht auf eine zentrale N₂O-Versorgung, müssen weiterhin Sauerstoff- und Druckleitungen gewartet und durch ein zertifiziertes Unternehmen abgenommen werden. Eine Berechnung der Minderkosten durch Wartung von zwei anstelle von drei parallel verlaufenden Leitungen ist methodisch schwer durchzuführen. Entscheidend für die ökonomische Diskussion ist jedoch, dass durch Stilllegung bzw. baulichen Verzicht auf eine zentrale N₂O-Versorgung niemals die gesamten Wartungs- und TÜV-Kosten entfallen, sondern allenfalls anteilige Minderkosten entstehen, welche dann noch über alle Institutionen via Umlage verteilt werden.

Abschließend soll daraufhin gewiesen werden, dass größere und budget-relevante Kosteneinsparungen als auf Seiten der Sachkosten erzielt werden, wenn es gelingt durch eine



optimierte Ablauforganisation Rationalisierungsreserven zu erschließen. Unter den Bedingungen einer DRG-basierten Pauschalvergütung steht daher die Prozess-Reorganisation im Vordergrund (5). Durch zeitliche Verkürzung der Leistungserstellung ist ein Vielfaches des auf Seite der Sachkosten möglichen Einsparpotentials realisierbar.

Für die Frage nach der Ökonomie von N₂O bleibt festzustellen, dass die Applikation von N₂O über eine dezentrale N₂O-Versorgung ein kostengünstiges Verfahren darstellt, welches zudem geeignet ist, den anästhesiologischen Versorgungsprozess zeitnah und gut steuerbar zu gestalten.

Literatur:

1. Bauer M, Bach A, Martin E. Inhalationsanästhetika im Kostenkontext. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2001;36:373-377.
2. Bauer M, Böttiger BW, Martin E, Bach A. Kostenkontrolle in der Anästhesiologie – Ermittlung der Selbstkosten am Beispiel der Anästhetika. *Anaesthesiol Reanimat.* 2000;26:122-127.
3. Baum J, Sievert B, Stanke HG, Brauer K, Sachs G. Lachgasfreie Niedrigflussnarkosen. *Anaesthesiol Reanimat.* 2000;25:60-67.
4. Baum JA. Nitrous Oxide: Use in low-flow systems / economics. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2001;15:77-388.
5. Bauer M, Hanß R, Schleppers A, Steinfath M, Tonner PH, Martin J. Prozessoptimierung im „kranken Haus“: Von der Prozessanalyse über Standards zum Behandlungspfad. *Anaesthesist.* 2004;53:414-425.

Das Satellitensymposium wurde in Zusammenarbeit mit dem Industriegaseverband e.V.
und dessen freundlicher Unterstützung veranstaltet.

