

Zeitschrift:	Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche
Herausgeber:	Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften
Band:	16 (1960)
Artikel:	Über den Reinheitsgrad der Narkose-Gase speziell hinsichtlich Kohlenmonoxyd : Entgegnung zum Artikel E. Simona
Autor:	Norlander, O. / Sjöstrand, T.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-307452

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Aus der Abteilung für Anästhesiologie der Thorax-Klinik (Doz. O. Norlander)
und der Abteilung für klinische Physiologie
(Prof. T. Sjöstrand) des Karolinska Sjukhuset, Stockholm

Über den Reinheitsgrad der Narkose-Gase speziell hinsichtlich Kohlenmonoxyd

Entgegnung zum Artikel E. Simona

Von O. Norlander und T. Sjöstrand

In der September-Ausgabe dieser Zeitschrift (Vol. 15, 423–438 [1959]) ist ein Artikel «Über den Reinheitsgrad der Narkosegase speziell hinsichtlich Kohlenmonoxyd, Bericht über einen Todesfall» von E. Simona publiziert worden. Da diese Arbeit eine Reihe bemerkenswerter Behauptungen und Schlußfolgerungen enthält, sind wir der Ansicht, daß der Artikel einen näheren Kommentar verdient.

Der Verfasser will geltend machen, daß gewisse beobachtete Zirkulationsphänomene bei Lachgas-Sauerstoff-Administration durch Vorhandensein von toxischen Verunreinigungen in den benutzten Lachgasen erklärt werden könnten. Die Zirkulationsphänomene, die dabei beobachtet wurden, bestanden unter anderm im Auftreten von kirschröter Farbe im Gesicht und an den Händen und in langen Apnoeperioden. In einem näher beschriebenen Fall mit letalem Ausgang macht der Verfasser geltend, daß derartige Verunreinigungen des Lachgases mit großer Wahrscheinlichkeit den Todesfall verursacht haben.

Aus der Fallbeschreibung geht hervor, daß die Narkose von Anfang an nicht normal verlief. Dabei entstanden im Zusammenhang mit der Intubation heftige Reflexe, die sich unter anderm durch eine weinrote Farbe auf der Stirn des Patienten ausdrückten, sowie durch erhöhten Gaswiderstand in den Luftwegen, der nur mit Curare behoben werden konnte, jedoch nicht mit Succinylcholin. Während der darauffolgenden 85 Minuten zeigte der Patient unter anderm miotische Pupillen, weinrote Farbe, mäßige Hypertonie und Bradykardie sowie trockene Haut. Nach diesen 85 Minuten verschlechterte sich der Zustand des Patienten, der niedrigen Blutdruck, hyperpnoische Dyspnoe und periphere Cyanose (Nägel und Ohrläppchen) zeigte. Während des unmittelbaren postoperativen Verlaufes war der Patient unter anderm 3–4 Stunden bewußtlos

mit röchelnder Atmung, grauer Hautfarbe mit einem Anflug von Himbeer-rosa und Weinrot, besonders an Ohrläppchen und Fingerspitzen. Allmählich klärte sich das Sensorium des Patienten, er war aber immer noch somnolent und verwirrt. Es entwickelte sich eine postoperative Urämie, die jedoch behoben werden konnte (Urinmengen 1600 cm³). Am 9. postoperativen Tag starb der Patient unter dem Zeichen akuten Herzversagens.

Das Fehlen von pathologisch-anatomisch nachweisbaren Veränderungen als Erklärung der Todesursache in Kombination mit den oben skizzierten Zirkulationsphänomenen während der Narkose und des postoperativen Verlaufes veranlaßt den Verfasser, die Schlußfolgerung zu ziehen, daß eine Art Vergiftung vorgekommen sein müsse. Eine eingehende Analyse der angewandten Medikamente wurde deshalb durchgeführt. Diese erwiesen sich als einwandfrei mit Ausnahme gewisser Spuren von Peroxyd in der Ätherflasche. Es verbleiben gemäß dem Verfasser nur die gasförmigen Narkosemittel. Er versuchte danach zu beweisen, daß Kohlenmonoxyd (CO) als Verunreinigung des Lachgases die wahrscheinliche Ursache des tragischen Ausgangs des Falles war.

Wenn man den Bericht über den Narkoseverlauf liest, kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, daß eine Ventilationsinsuffizienz in einem sehr frühen Stadium der Narkose entstanden war, die offenbar während der ersten postoperativen Stunden anhielt. Anhaltspunkte dafür lassen sich unter anderm darin erkennen, daß ein Bronchospasmus mit Ventilationsschwierigkeiten 15 Minuten nach Einleiten der Narkose entstand. Der Verfasser gibt nicht an, welche Ventilationsvolumina angewandt wurden, auch nicht, welcher Typ von Beatmung. Im Artikel wird erwähnt, daß andere Fälle mit unklaren Zirkulationsphänomenen während der Lachgasnarkose mit assistierter Beatmung ventilirt wurden, und man darf annehmen, daß es auch in diesem Fall so war. Definitionsgemäß wird hierbei die Eigenatmung des Patienten unterstützt. Bei Obstruktionen in den Luftwegen, wie beispielsweise bei Bronchospasmus, kann deshalb die alveolare Ventilation leicht insuffizient werden, was zu Kohlensäureretention und Zirkulationskollaps führen kann. Der Bericht enthält keine Angaben über den Umfang des Blutverlustes und dessen eventuelle Kompensation während der Operation, auch keine Angaben darüber, wie diese rein chirurgisch-technisch verlaufen ist.

Für den kritischen Leser liegen keine Daten in der Fallbeschreibung vor, welche die Wahrscheinlichkeit unterstützen, daß während der Narkose Kohlenmonoxyd inhalirt worden ist. 85 Minuten nach Beginn der Narkose wies der Patient Zeichen peripherer Cyanose auf, die zuvor rote Hautfarbe ging dann in einen gräulichen Farbton über mit einem Einschlag ins Rot. Dieses Bild ist nicht mit einer Kohlenmonoxydvergiftung

zu vereinbaren. Bei einer solchen ist der größere Teil des Hämoglobins mit CO und O₂ gesättigt, und eine so ausreichende Menge ungesättigten Hämoglobins, die Cyanose hervorrufen kann, gibt es nicht. Dagegen würde das klinische Bild besser stimmen mit Kohlensäureretention und daraus resultierendem Zirkulationskollaps, eventuell in Kombination mit chronischer Hypoxie (cf. Killian und Weese, 1954).

Der Verfasser berichtet darauf über seine Untersuchungen, CO im Lachgas festzustellen. Er findet dabei CO in zwei Lachgaszylin dern von insgesamt neunzehn verschiedener Provenienz. Inwieweit das bei der aktuellen Operation mit dem Todesfall angewandte Lachgas analysiert wurde, geht nicht hervor; aber das scheint nicht der Fall gewesen zu sein. Dieses wäre wohl der natürliche Weg bei der Untersuchung gewesen, speziell wenn man einen Kausalzusammenhang zwischen einem gegebenen Fall und dem dabei benutzten Lachgas suchen will. Welche CO-Konzentration bei den Untersuchungen festgestellt wurde, wird nicht angegeben.

Der Verfasser geht indessen weiter in seinen Anstrengungen, CO nachzuweisen, und führte deshalb CO-Hb-Bestimmungen vor und nach Lachgasnarkosen durch. Wie lange die Narkosen dauerten und welche Eingriffe vorgenommen wurden, wird nicht erwähnt, auch nicht die angewandte Methode für die CO-Hb-Bestimmung. In einem Fall konnten 5% mehr CO-Hb nach der Narkose nachgewiesen werden. Welche Absolutwerte erhalten wurden, wird jedoch nicht publiziert. Diese wären von größtem Interesse für die Beurteilung der Resultate und Schlußfolgerungen des Verfassers gewesen. Weiter konnte CO-Hb postnarkotisch in zwei Fällen nachgewiesen werden. Selbst bei Nichtrauchern (Raucher können normale CO-Hb-Werte von etwa 5–7% haben [Sjöstrand, 1949]) ist eine gewisse postoperative Steigerung der CO-Hb-Konzentration absolut nicht ungewöhnlich. Sie kann bis zu 4–5% betragen in Fällen, bei denen eine Bluttransfusion gegeben wurde, unabhängig von Narkosemitteln, die angewandt wurden (Norlander, Troell, Åberg, 1954). *Der Nachweis von kleinen Mengen CO-Hb im Anschluß an Lachgasnarkosen ist also kein Beweis dafür, daß CO im Zusammenhang mit der Narkose inhaliert wurde.*

Der Verfasser hat Lachgasbehälter untersuchen lassen und dabei eine Konzentration von 0,0054% CO in einem Behälter festgestellt. Drei andere Proben waren negativ. Die Größe des Methodenfehlers für die angewandte Analysenmethode ist nicht angegeben. Es kann erwähnt werden, daß die britischen und französischen Pharmakopöen Lachgas, welches 0,0050% CO enthält, zulassen. Wenn ein derartiges Lachgas bei der Narkose mit Sauerstoff im Verhältnis von 2:1 gemischt wird, wird folgerichtig die inhalierte CO-Konzentration noch kleiner.

Wenn man *theoretisch* annimmt, daß beim Herstellungsprozeß von Lachgas CO hinzukommt, was an und für sich praktisch ausgeschlossen ist auf Grund der Herstellungsmethoden, die angewandt werden, würde dieses CO sich im oberen Teil des Lachgasbehälters sammeln. Die meisten Hersteller bedienen sich eines Füllungsgrades zwischen 0,67–0,75 (Gewicht von N₂O im Zylinder/Gewicht des Wassers, das der Zylinder aufnehmen kann). Unter einem Füllungsgrad von 0,75 versteht man also, daß 0,75/0,80 (spezifisches Gewicht des Lachgases bei 20° C und 51 atm) = 0,94 des Zylindervolumens mit flüssigem Lachgas gefüllt ist. 0,06 des Volumens sind gefüllt mit Lachgas in Gasform, und hier würden sich eventuell giftige Beigase auch ansammeln, wenn diese nicht im Lachgas löslich sind oder sich bei 51 atm verflüssigen, was nicht der Fall ist bei CO. In der Literatur gibt es offenbar zwar keine Angaben über die Löslichkeit von CO in N₂O, sie wird aber als zu vernachlässigen angesehen. Auch eine sehr geringe Menge von giftigem Beigas wird einen Partialdruck ausüben, der sich mit dem des Lachgases addiert und hierdurch den totalen Druck erhöht. Beim erstmaligen Öffnen des Zylinders wird diese Gasmischung verschwinden, und danach gibt es nur noch Lachgas im Zylinder. Die Hersteller pflegen nach abgeschlossener Füllung eines Lachgaszyinders diesen zur Kontrolle auf Dichtigkeit der Ventile noch einmal zu öffnen. Bei Anschluß eines neuen Lachgaszyinders an einem Narkoseapparat ist es üblich, daß man einen Teil des Gases durch den angewandten Anästhesieapparat strömen läßt. Durch diese Maßnahme wird die theoretische Möglichkeit einer Inhalation von verunreinigtem Gas bei der ersten Anwendung des Zylinders eliminiert.

Nachdem der Verfasser der Meinung ist, daß CO-Vergiftung im aktuellen Todesfall vorgelegen hat, wäre es zweckmäßig gewesen, wenn er angegeben hätte, bei welchen CO-Hb-Konzentrationen nach seiner Ansicht Risiko für Gehirnschäden vom beschriebenen Typ entstehen können. Gemäß einschlägiger Literatur sind *CO-Hb-Konzentrationen von mindestens 40–60 % in Ruhe* notwendig, um Umnachtungszustände und Neigung zu Bewußtlosigkeit hervorzurufen. Eine Berechnung der CO-Konzentration, die während 85 Minuten in Ruhe und Ventilation von 6–10 l/min inhaliert werden müßte, um eine CO-Hb-Konzentration von ca. 45 % hervorzurufen, ergibt eine CO-Konzentration von 0,30–0,40 % (*Forbes, Sargent, Roughton, 1945*), wenn die vorhandene O₂-Konzentration berücksichtigt wird. Eine solche CO-Konzentration in einer Lachgas-Sauerstoff-Mischung im Verhältnis 2:1 bedeutet, daß die CO-Konzentration im Lachgas noch höher sein müßte. Eine derartige Konzentration kann im Lachgasbehälter unter Berücksichtigung des Löslichkeitsverhältnisses von Kohlenmonoxyd im Lachgas nicht erreicht werden.

Am Ende des Artikels hat der Verfasser einige Erwägungen über Akkumulation von CO bei stundenlanger Inhalation von Lachgas angestellt, auch wenn es sich dabei um niedrige CO-Konzentrationen handeln sollte. Hierzu muß gesagt werden, daß CO nicht akkumuliert wird, sondern daß CO zu den Konzentrationen O₂ und CO der Atemluft aufgenommen und abgegeben wird.

Jeder, der täglich in der Anästhesiologie arbeitet, weiß, daß schwer zu erklärende Todesfälle im Zusammenhang mit Narkose und chirurgischen Eingriffen vorkommen. Aus der Beschreibung des Todesfalles und den Umständen geht hervor, daß mit größter Wahrscheinlichkeit keine CO-Vergiftung vorgelegen hat.

- Forbes, W. H., Sargent, F., und Roughton, F. J. W.: The rate of carbon monoxide uptake by normal men. Amer. J. Physiol. **143**, 594 (1945).*
Killian, H., und Weese, H.: Die Narkose. G. Thieme, Stuttgart 1954, S. 789–799.
*Norlander, O., Troell, L., und Åberg, B.: Changes in total hemoglobin and blood volume in surgical cases treated with blood transfusions and with dextran solutions. Acta chir. scand. Suppl. **196** (1954).*
*Sjöstrand, T.: Endogenous formation of carbon monoxide in man under normal and pathological conditions. Scand. J. chir. Lab. Invest. **1**, 201 (1949).*

Antwort von E. Simona

Mit Befriedigung bemerke ich, daß meine Veröffentlichung eine Entgegnung von Fachleuten verursacht hat.

Es war der Zweck meiner Arbeit, die Aufmerksamkeit auf ein Problem zu lenken, das weiterer Forschung wert ist.

Wenn ich mich entschlossen habe, nach einem Abstand von mehreren Jahren auf einen tödlich verlaufenen Fall zurückzukommen, ist es, weil ich überzeugt bin, daß es unmöglich ist, das obengenannte Syndrom in das Bild der Hypoxie oder der CO₂-Anhäufung einzufügen. Die zwei folgenden Faktoren – der erste ist klinischer Natur, der zweite steht mit dem vom Patienten inhalierten Gas in Zusammenhang – sind für die Diagnose entscheidend:

1. Die weinrote Farbe bei vollkommen trockener Haut darf man wahrscheinlich nur der CO-Vergiftung zuschreiben.
2. Das vom Patienten inhalierte Gas, das man leider direkt nicht analysieren konnte, außer der Korrosion der Flasche mit Bildung giftiger Abfälle, hat auf dem Grund der Flasche einen ölichen Belag zurückgelassen. Das heißt, daß das obengenannte Gas in bedeutender Weise unreinigt war.

Ich bin der Ansicht, daß die Diagnose des beschriebenen Falles sich auf dieses Binom stützen soll.