

C. Philippi-Höhne¹, M. Daubländer², K. Becke³, P. Reinhold⁴, C. Splieth⁵, G. Beck⁶

Einsatz von Lachgas zur minimalen Sedierung von Kindern in der Zahnheilkunde

Gemeinsame wissenschaftliche Mitteilung des wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der DGAI und des Interdisziplinären Arbeitskreises Zahnärztliche Anästhesie von DGAI, BDA, DGKiZ und DGZMK

Einführung

Der Einsatz von Lachgas zur minimalen Sedierung bei zahnärztlichen Prozeduren bei Kindern ist zunehmend verbreitet. Eine gemeinsame Stellungnahme aus anästhesiologischer und zahnärztlicher Sicht soll die Grundlage für eine sichere Anwendung sein und einem unkritischen Einsatz bei Kindern entgegenwirken. Klinische Grundlagen des Einsatzes von Lachgas und die notwendigen organisatorischen, personellen und technischen Voraussetzungen werden im Folgenden skizziert.

Pharmakologischer Hintergrund

Lachgas ist ein farb- und geruchloses Gas mit geringer hypnotischer und analgetischer Potenz. Aufgrund seiner schnellen An- und Abflutkinetik wird Lachgas besonders bei ängstlichen Patienten zur Anlage einer Lokalanästhesie oder kurzen, wenig schmerzhaften Eingriffen in der Zahnheilkunde eingesetzt. Es sind kaum kardiozirkulatorische und respiratorische Nebenwirkungen beschrieben. Als Nebenwirkungen einer Lachgassedierung können auftreten: Übelkeit, Erbrechen, Schwitzen, Dysphorie, Unruhe, Kopfschmerzen, Alpträume, Tinnitus, Harninkontinenz,

tiefe Sedierung, v.a. bei Kombination mit anderen Sedativen, Diffusion in luftgefüllte Hohlräume [3, 8, 11, 17].

Klinischer Einsatz

Das Ziel bei der inhalativen Verwendung von Lachgas, d.h. die alleinige Applikation eines Sauerstoff/Lachgas-Gemisches, ist die Anxiolyse/minimale Sedierung. Diese ist folgendermaßen definiert: Zustand mit gedämpftem Bewusstsein, Erweckbarkeit durch akustische Reize, volle Atemwegskontrolle (uneingeschränkte Spontanatmung und erhaltene Schluckreflexe [15]. Lachgas wird dabei über eine Nasenmaske appliziert, was meist gut von den Patienten akzeptiert wird. Da die Lachgassedierung für zahnärztliche Eingriffe vor allem auf eine minimale Sedierung und – gemäß der geringen analgetischen Potenz von Lachgas – weniger auf eine Analgesie abzielt, wird sie in aller Regel mit einer Lokalanästhesie und/oder Verhaltenstherapie kombiniert [12, 13]. Ausgedehnte zahnärztliche Eingriffe können darüber hinaus die zusätzliche Gabe von Analgetika und/oder Sedativa erfordern, was dann zu einer tieferen Sedierung mit entsprechend höherem Komplikationsrisiko durch erloschene Schutzreflexe und verminderter Atemtrieb führen kann. Wird also Lachgas mit anderen medikamentösen Sedierungstechniken kombiniert, sind

zusätzliche personelle und technische Voraussetzungen (mit Anwesenheit eines Anästhesisten) unbedingt erforderlich [4–6, 11, 14].

Indikationen, Kontraindikationen

Indikationen sind [4, 16]

- Ängstliche, aber kooperative Kinder und Jugendliche
- Kleinere, wenig schmerzhaft zahnärztliche Eingriffe in supplementierender Lokalanästhesie
- kurze, planbare Behandlungsdauer

Kontraindikationen sind [4, 6, 16]

- unkooperatives oder bewusstseinsgetrübtes Kind
- behinderte bzw. eingeschränkte (Nasen-)Atmung (z.B. Infekte wie Sinusitis, akute Rhinitis, obstruktives Schlaf-Apnoe-Syndrom)
- Belüftungsstörung des Mittelohres (z.B. Otitis media)
- Zustand nach Bleomycin-Chemotherapie (Sauerstofftoxizität)
- Psychosen
- Störung des Vitamin-B12-Metabolismus oder bei Vitamin-B12-Mangel (schwerwiegende bis zu tödliche Folgen)
- Adipositas (Gewichtszentile > 99), da häufig mit obstruktivem Schlaf-Apnoe-Syndrom einhergehend

¹ Prof. Dr. Claudia Philippi-Höhne, Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Leipzig (Direktor Prof. Dr. U. X. Kaisers)

² Prof. Dr. Dr. Monika Daubländer, Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (Direktor Prof. Dr. B. d'Hoedt)

³ Dr. Karin Becke, Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Klinik Hallerwiese/Cnopf'sche Kinderklinik Nürnberg (Chefärztin Dr. K. Becke)

⁴ Prof. Dr. Paul Reinhold, Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinikum Herford (Chefarzt Prof. Dr. D. Henzler)

⁵ Prof. Dr. Christian Splieth, Abteilung für Präventive Zahnmedizin & Kinderzahnheilkunde, Universität Greifswald (Geschäftsführender Direktor Prof. Dr. Dr. h. c. G. Meyer)

⁶ Prof. Dr. Grietje Beck, Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Dr. Horst Schmidt Kliniken GmbH, Klinikum der Landeshauptstadt Wiesbaden (Direktorin Prof. Dr. G. Beck)

- Größere, länger dauernde, komplizierte Eingriffe
- Zustand nach Augenoperation mit intraokularer Gaspombe
- Schwerwiegende Nebenerkrankungen (ASA-Status ≥ 3)

Organisatorische, personelle und technische Voraussetzungen

Organisation

Die Eltern/Erziehungsberechtigten müssen über die Durchführung einer minimalen Sedierung separat aufgeklärt werden und schriftlich einwilligen. Eltern bzw. volljährige Bezugspersonen müssen das Kind zur Behandlung bringen und auch nach Hause begleiten. Bei Jugendlichen ist auf eine Fahrtauglichkeit hinzuweisen. Eine schriftliche Dokumentation aller Maßnahmen und Entlassungsinformationen ist notwendig. Es gibt keine Evidenz für eine klare Vorgabe zur Nüchternheit, dennoch kann empfohlen werden, vor der Behandlung 2 Stunden auf klare Flüssigkeit und 4–6 Stunden auf feste Nahrung zu verzichten. Lachgas kann zu Übelkeit und Erbrechen führen, die o.g. Nüchternheitsangabe reduziert das gastrale Restvolumen.

Personelle Voraussetzung

Die Sedierung von Kindern zu zahnärztlichen Eingriffen in Praxisräumen erfordert eine Schulung des gesamten am Prozess beteiligten Personals, das Mindestmaß einer apparativen Ausstattung und Überwachung ist die Pulsoxymetrie und Überwachung der Atemfrequenz in Analogie zu [Analgesiedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter 2010]. Die Durchführung einer Lachgassedierung ist eine Handlung, die in Ergänzung zu einer zahnmedizinischen Behandlung von einem Zahnarzt durchgeführt werden kann. Die Fähigkeit zur Anwendung erfordert ein spezielles Training (Aus- und periodische Weiterbildung), das z.B. durch die *European Academy of Dentists* (1997), das *Council of European Dentists* (CED) 2011 und die *NICE Guidelines* (2010) gefordert wird. Der für die Sedierung Verantwortliche muss folgende praktische Kompetenzen und theoretisches Wissen haben:

- *Kinderreanimation*
- Pharmakologie des verwendeten Medikaments,
- sicheres Anwenden des Applikationssystems,
- Einschätzung von Kindern und deren klinische Überwachung (Herzfrequenz, Reaktion auf Stimuli, offener Atemweg, Atemexkursion, Atemfrequenz, Hautfarbe [Blässe, Zyanose]),
- Betreuung in der Aufwachphase,
- Erkennen von Komplikationen und deren Management.

Neben der klinischen Beurteilung in Anlehnung an die Empfehlung der *American Academy of Pediatrics* und der *American Society of Anesthesiologists* (ASA Task Force 2002) muss als Standardmonitoring eine Pulsoxymetrie und kann die Blutdruckmessung eingesetzt werden. Für die Dauer der Lachgassedierung darf der Patient vom behandelnden Zahnarzt nicht allein gelassen werden. Eine Notfallausrüstung muss in der Praxis vorhanden sein, einschließlich Beatmungsbeutel und Gesichtsmaske. Nach Beendigung der Lachgaszufuhr klingt die Wirkung innerhalb weniger Minuten ab. Das Kind sollte überwacht werden, bis es komplett wach ist und selbstständig laufen kann.

Technische Voraussetzungen

Bei der zahnärztlichen Lachgassedierung inhaliert der Patient spontan über eine locker aufsitzende Nasenmaske aus einem Inspirationsschenkel des Atemsystems. Bei geöffnetem Mund kann das nasal zugeführte Gasgemisch mit gleichzeitig eingeatmeter Raumluft „verdünnt“ werden; dies ist immer dann der Fall, wenn der Zungengrund den Pharynx nicht gegenüber der Mundhöhle abdichten kann; ein bewusster Prozess, der Kooperation voraussetzt. Die nasale Expirationluft kann über einen separaten Expirationsschenkel fortgeleitet werden. Einwegventile in In- und Expirationsschenkel bewirken einen gerichteten Gasfluss.

Zwei mögliche Applikationsformen von Lachgas stehen in Deutschland zur Verfügung.

1. Ein 2-Flaschensystem mit Gasmischer (z.B. Parker Hannifin Corp./Porter Instrument Division, Cleveland, Ohio; Accutron Inc., Phoenix, Arizona, USA) bei dem die Konzentration N_2O in O_2 titriert werden kann. Der maximale Lach-

gasanteil wird dabei werksseitig auf entweder 50 % oder 70 % limitiert, sodass also minimal 30 % bzw. 50 % O_2 zugeführt werden, maximal 100 % O_2 .

Cave: Der Einsatz von 70 % Lachgas kann zu tiefer Sedierung führen und ist damit für den Einsatz von Nicht-Anästhesisten ungeeignet. Die Limitierung des Einsatzes von Lachgas auf 50 % ist seitens der anästhesiologischen Fachgesellschaft aus Aspekten der Patientensicherheitsinnvoll und notwendig.

Die gewählte Mischung wird in den Inspirationsschenkel eingespeist, der einen Reservoirbeutel umfasst. Die Ausstattung beim 2-Flaschensystem muss unter anderem verwechslungssichere Anschlüsse für Sauerstoff und Lachgas umfassen, die in Form- (NIST-Verbindungen nach EN 15908) und Farbgebung (Sauerstoff weiß, Lachgas blau) den in Deutschland geltenden Normen entsprechen sowie eine Lachgassperre bei Druckabfall in der Sauerstoffversorgung ermöglichen.

Aus medizinischer Sicht ist ein Vorteil des Titrationssystems, dass sowohl 100 % Sauerstoff als auch niedrige Lachgaskonzentrationen als 50 % (z.B. 30 %) gegeben werden können, die für die zahnärztliche Lachgassedierung meist ausreichen [3, 8, 10] und entsprechend weniger Nebenwirkungen auslösen. Wenn die pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung unter Erhöhung des Sauerstoffanteils sinkt statt steigt, ist die Nasenmaske abzunehmen, und dem Patienten ist Sauerstoff aus einer separaten Sauerstoffquelle zu applizieren.

2. Eine gebrauchsfertige Gasmischung von 50 % O_2 und 50 % N_2O (Livopan, Linde AG, Deutschland). Zwei Applikationsformen sind möglich: Zufuhr über ein Demand-Ventil oder mit einem kontinuierlichen Gasfluss von bis zu 15 l/min über ein Atemsystem mit Reservoirbeutel. Vor- bzw. Nachteile der fixen Kombination des Fertigarzneimittels im Vergleich zur titrierbaren Gasmischung sind: Einatmung eines hypoxischen Gasgemisches prinzipiell unmöglich, keine Titration des Lachgasanteils möglich, keine Gabe von reinem Sauerstoff möglich. Bei Verwendung von Livopan ist daher die Bevorratung einer zusätzlichen Sauerstoffflasche samt Applikationssystem zur Notfallausrüstung notwendig.

Ein Zahnarzt sollte beide Systeme nur nach einer entsprechenden Schulung und mit pulsoxymetrischer Überwachung einsetzen.

Bei der Anwendung von Lachgas sind die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung und der sich darauf beziehenden sogenannten technischen Richtlinien zu beachten, konkret die TRGS 525, 402 und 900. Die Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) beträgt für Lachgas 100 ppm. Einige Bundesländer haben einen niedrigeren Wert von 50 ppm festgelegt. Dies ist durch Gasabsaugungen (sogenanntes Doppelmaskensystem) und/oder raumlufttechnische Anlagen zu gewährleisten. Da Lachgas in der Regel über ein Demandventil appliziert wird, das sich nur bei der Einatmung öffnet und die Atemluft über einen Schlauch ableitet, wird die Exposition mit Lachgas am Arbeitsplatz minimiert. Entscheidend dabei ist, dass die Maske richtig sitzt und vor allem bei der Ausatmung dicht auf das Gesicht gedrückt wird. Für Livopan wird empfohlen, den Abluftschlauch über ein AGS an eine Absauganlage anzuschließen, damit die Abluft sicher aus dem Behandlungsraum entfernt wird. Eine Verpflichtung dazu besteht laut Fachinformation allerdings nicht. Für die zahnärztliche Lachgassedierung über Nasenmaske wird dringend die Verwendung eines Doppelmaskensystems empfohlen, bei dem die Ausatemluft über die Absaugung des Zahnarztstuhls erfolgt. Dies ist bei den gängigen Lachgasgeräten für diese Anwendung auch so vorgesehen. Den Vollzug der Vorschriften überwachen die Ge-

werbeaufsichtsämter/Ämter für Arbeitsschutz und die Berufsgenossenschaften. Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes und des biologischen Grenzwertes nicht befürchtet zu werden (TRGS 900, Ausgabe 2006, letzte Änderung GMBI 2012).

Für beide Systeme wird empfohlen, dass 2 Absaugsysteme gleichzeitig angewendet werden: ein direktes Nasenmaskenabsaugsystem, das nach außen abgeleitet werden muss und ein zusätzliches Raumabsaugsystem. Darüber hinaus muss die Sekretabsaugung gesichert sein.

Potenzielle Beeinflussung des Methionin- und Folsäurestoffwechsels (Myelopathie) beim Anwender und dem Assistenzpersonal mit Langzeit- bzw. häufiger Anwendung von Lachgas sind zu beachten [2, 7]. Als Risikofaktoren gelten, wie bei den Patienten auch, ein bestehender Mangel an Vitamin-B12 und andere Störungen des Methionin- und Folsäurestoffwechsels. Hinzu kommt die Expositionsmenge (Konzentration; Zeit), hierbei scheint eine anhaltende Exposition > 6 h toxisch zu sein. Die klinischen Konsequenzen erniedrigter Vitamin-B12- und erhöhter Homocysteinspiegel für chronisch-intermittierend lachgas-exponiertes Personal sind unklar. Es existieren dazu keine epidemiologischen Daten. Effektive Absaugvorrichtungen und Belüftungssysteme können die Lachgasbelastung in der Umgebungsluft senken. Bei bekannten Risikofaktoren ist die Exposition des Personals zu vermeiden.

Umweltaspekte

Lachgas gilt als Mitverursacher des Treibhauseffektes. Gemessen an der Gesamtemission von Lachgas (natürlich ca. 60 %, anthropogen ca. 40 %), scheint der Anteil von medizinisch verwendetem Lachgas sehr gering zu sein. In nationalen (z.B. Umweltbundesamt) und internationalen (z.B. Intergovernmental Panel on Climate Change) Berichten wird die Medizin als Verursacher nicht explizit erwähnt.

Fazit

Der Einsatz von Lachgas zur **minimalen Sedierung** bei **zahnärztlichen Prozeduren** bei Kindern kann **nach Berücksichtigung** der oben genannten Indikationen, Kontraindikationen, organisatorischen, apparativen und personellen **Anforderungen** nach dem heutigen Stand des Wissens aus Sicht der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin im o.g. Umfang empfohlen werden. 

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Claudia Philippi-Höhne
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie
und Intensivtherapie
Universitätsklinikum Leipzig, AöR
Liebigstr. 20, 04103 Leipzig
Tel: +49 341 97-19705, Fax: -17790
claudia.philippi-hoehne@medizin.
uni-leipzig.de

Literatur

1. American Society of Anesthesiologists: Task Force on sedation and analgesia by non-anesthesiologists. Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. *Anesthesiology* 2002; 96:1004–1017.
2. Brodsky JB, Cohen EN, Brown BW Jr et al.: Exposure to nitrous oxide and neurologic disease among dental professionals. *Anesth Analg* 1981;60:297–301
3. Collado V, Nicolas E, Faulks D et al.: A review of the safety of 50 % nitrous oxide/oxygen in conscious sedation. *Expert Opin Drug Saf* 2007;6:559–571
4. Council of European Dentists: Anwendung der inhalativen Lachgassedierung in der Zahnmedizin. CED Entschlie-
fung, 2012, CED-DOC-2012–007-D-FIN
5. European Academie of Pediatric Dentists: Guidelines on the use of conscious sedation in pediatric dentistry: <http://www.eapd.gr/dat/5CF03741/file.pdf>(030512)
6. European Academy of Paediatric Dentistry: Curriculum guidelines for education and training in Paediatric Dentistry. *Int J Paediatr Dent* 1997;7: 273–281
7. Fröhleke A, Escherich G, Boos J: Sedierung mit Lachgas-Sauerstoff-Gemisch. *Monatsschr Kinderheilk* 2012;160: 1239–1242
8. Gall O, Annequin D, Benoit G et al.: Adverse events of premixed nitrous oxide and oxygen for procedural sedation in children. *Lancet* 2001;358:1514–1515
9. Industriegaseverband e.V., http://www.industriegaseverband.de/igv/sicherheits_hinweise/sicherungganglachgas.pdf
10. Jastak JT, Praravecchio R: An analysis of 1.331 sedations using inhalation, intravenous or other techniques. *J Am Dent Assoc* 1975;91:1242–1249
11. Levering NJ, Welie JV: Current status of nitrous oxide as a behavior management practice routine in pediatric dentistry. *J Dent Child (Chic)* 2011;78: 24–30

12. Levering NJ, Welie JV: Ethical considerations in the use of nitrous oxide in pediatric dentistry. *J Am Coll Dent* 2010; 77:40–47
13. Matharu LM, Ashley PF, Furness S: Sedation of children undergoing dental treatment. *CochraneDatabase of Systematic Reviews* 2012, Issue 3. Art. No.: CD003877
14. NICE guidelines 2010, www.nice.org.uk/guidance/CG112
15. Philippi-Höhne C, Becke K, Wulff B et al.: Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter. *Anästh Intensivmed* 2010; 51:S603–S614
16. Schmitt EL, Baum VC: Nitrous oxide in pediatric anesthesia: friend or foe? *Curr Opin Anesthesiol* 2008;21:356–359
17. Zier JL, Liu M: Safety of high-concentration nitrous oxide by nasal mask for pediatric procedural sedation: experience with 7802 cases. 2011;27: 1107–1112