

Redaktion

F. Zepp, Mainz
 B. Zernikow, Datteln

J.M. Strauß

Klinik für Anästhesie, perioperative Medizin und Schmerztherapie, HELIOS Klinikum Berlin Buch, Berlin

Analgesie für schmerzhaftes Eingriffe bei Kindern

Die Angst von Kindern vor Schmerzen wird gewaltig unterschätzt. Kinder wollen keine Schmerzen erfahren – und sollen es auch nicht! Um Kinder vor traumatischen Erfahrungen, die ihr Verhalten und ihre Persönlichkeit nachteilig beeinflussen können, zu bewahren, benötigen sie für die Bewältigung schmerzhafter, iatrogenen Prozeduren, die bei vielen Behandlungen nicht zu vermeiden sind, pharmakologische und psychologische Hilfe.

Viele schmerzhaftes Eingriffe dauern nicht lange, und in den meisten Fällen bestehen anschließend keine andauernden Schmerzen. Damit ist für viele kleine schmerzhaftes Interventionen eine Allgemeinanästhesie nicht gerechtfertigt. Das Interesse an sicheren Analgesieverfahren, die ohne die Hilfe erfahrener Anästhesisten oder pädiatrischer Intensivmediziner durchgeführt werden können, ist entsprechend groß. Im vorliegenden Beitrag wird keine systematische Übersicht der Analgosedierung gegeben, sondern es werden einfache und sichere Verfahren zur Schmerzbehandlung bei kleinen Eingriffen praxisnah vorgestellt.

Begriffsbestimmung

Von einer reinen Lokalanästhesie abgesehen führen fast alle Analgesieverfahren zu einer unterschiedlich tiefen, oft auch beabsichtigten Sedierung. Nachfolgend wird deshalb auch dann von einer Analgosedierung gesprochen, wenn die anal-

getische und nicht die sedierende Komponente im Vordergrund steht.

Die reine Sedierung ohne analgetische Komponente, wie sie für eine MRT (Magnetresonanztomographie) oder eine Höruntersuchung zum Einsatz kommt, soll an dieser Stelle nicht besprochen werden.

Schmerzhaftes bzw. angstbesetzte Eingriffe

Es gibt viele schmerzhaftes Eingriffe, für deren Versorgung weder eine Allgemeinanästhesie noch eine tiefe Analgosedierung erforderlich sind, wie:

- Entfernung von Drainagen (Wunde, Thorax, Perikard),
- Entfernen zentraler Venenkatheter,
- Verbandswechsel (nach kleineren Verletzungen oder Verbrennungen, nach Operationen),
- Wundreinigung (nach kleineren Verletzungen oder Verbrennungen),
- Spaltung kleiner Abszesse,
- Einführen von Magensonden,
- Versorgung kleinerer Verletzungen: Inspektion, Reinigung, Nähen, Klammern, Kleben,
- Knochenmarkpunktionen,
- Lumbalpunktionen,
- Gelenkpunktionen,
- Venenpunktionen,
- Reposition kleiner Frakturen,
- kurze Zahnbehandlungen,
- Botulinuminjektionen,
- Setzen einer Lokalanästhesie.

Für die Versorgung dieser schmerzhaften Prozeduren eignen sich Verfahren, die ggf. auch am nicht nüchternen Kind

und durch den behandelnden Arzt selbst durchgeführt werden können, ohne dass ein Anästhesist oder ein pädiatrischer Intensivmediziner hinzugezogen werden muss.

Analgesie/Sedierung

Überwachung

Das notwendige Ausmaß der Überwachung orientiert sich am geplanten Verfahren.

Die tiefe (Analgo-)Sedierung führt zu einem Verlust des Bewusstseins und damit auch der Integrität des Atemwegs: Tief sedierte Kinder können ihre Atemwege nicht mehr selbst offen halten und verlieren ihren zentralen Atemtrieb. An die Qualifikation des eine tiefe Analgesie bzw. Sedierung durchführenden Arztes werden deshalb besonders hohe Anforderungen gestellt: Die tiefe Analgosedierung soll von einem Anästhesisten oder pädiatrischen Intensivmediziner durchgeführt werden. Die Überwachung trägt dem Rechnung und entspricht dem Basismonitoring einer Allgemeinanästhesie: Pulsoxymeter, Blutdruck, EKG (Elektrokardiogramm) und Atmung müssen kontrolliert werden. Die Kinder müssen nüchtern sein, der Untersucher darf die Sedierung nicht selbst durchführen. Der Wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie der DGAI (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie) fasste die entsprechenden Anforderungen in einer Empfehlung zusammen [37].

Infobox 1 Internetlinks

- Buzzy Cold and Vibration Device®: <http://www.buzzy4shots.com>. Zugegriffen: 08.11.2013
- Deutsche Gesellschaft für zahnärztliche Hypnose (DGZH): <http://www.dgzh.de>. Zugegriffen: 08.11.2013
- Homepage von Dr. Kuttner, Videos „No fears, no tears“: <http://www.drleorakuttner.com/>. Zugegriffen: 08.11.2013

» Die einfache Analgesie darf vom Untersucher selbst durchgeführt werden

Eine einfache Analgesie führt – korrekt durchgeführt – nicht zu einem vollständigen Verlust des Bewusstseins. Auch wenn viele Verfahren in einer leichten Sedierung resultieren, bleiben die Kinder immer ansprechbar oder erweckbar. Vor allem kommt es nicht zu einer Verlegung der Atemwege. Dementsprechend sind die Anforderungen geringer: Die Analgesie darf vom Untersucher selbst durchgeführt werden. Als Monitoring reicht die pulsoxymetrische Überwachung aus. Selbstverständlich beherrscht der Untersucher das Sedierungsverfahren und ist in der Lage, bei einem Zwischenfall Atmung und Kreislauf aufrechtzuerhalten bis Hilfe kommt.

Nichtmedikamentöse Maßnahmen

Viele Eingriffe sind wenig schmerzhaft, dafür aber sehr stark angstbesetzt. Dazu gehören beispielsweise Impfungen, Venenpunktionen, Setzen einer Lokalanästhesie und Behandlungen beim Zahnarzt. In den vergangenen Jahren wurden viele Techniken – Atmungskontrolle, Visualisierung, Desensibilisierung bis hin zum magischen Handschuh – entwickelt, die zum Ziel hatten, die Aufmerksamkeit des Kindes von der Wahrnehmung des eigenen Körpers in Verbindung mit Schmerzreizen abzulenken. Ablenkung und Hypnose erwiesen sich als 2 einfache und erfolgreiche Techniken für den klinischen Alltag.

Aufklärung von Kind und Eltern

Manchmal reicht es aus, einsichtsfähigen Kindern eine Maßnahme zu erläutern. Älteren Kindern kann beispielsweise eine Venenpunktion häufig so verständlich erklärt werden, dass diese vom vorbereiteten Kind gut toleriert wird [24, 26]. Dabei spielt das Verhalten der beteiligten Erwachsenen eine ganz entscheidende Rolle [32].

Auch bei jüngeren Kindern und auch bei anderen Verfahren ist bei kleinen Punktionen eine altersgerechte Erklärung, unterstützt durch eine nichtinvasive kutane Lokalanästhesie (sog. Schmerzplaster, s. unten) oftmals ausreichend.

Belohnung

Das Schmerzerleben während einer Venenpunktion kann insbesondere bei Früh- und Neugeborenen durch orale Verabreichung von Glukose positiv beeinflusst werden [1]. Schmerzlos wird eine Venenpunktion dadurch aber nicht. Bei älteren Kindern ist diese Maßnahme nicht erfolgreich, aber eine kleine Belohnung nach überstandener Prozedur kann, wenn sie vor dieser in Aussicht gestellt wird, das Schmerzerleben ebenfalls positiv beeinflussen.

Ablenkung

Die Ablenkung von Kindern gehört zu den wichtigsten Strategien und ist – etwas Empathie vorausgesetzt – leicht erlernbar und nebenwirkungsfrei. Viele Kinder profitieren erheblich, wenn sie bei sehr kleinen, v. a. kurzen Schmerzreizen wie einer Impfung oder Venenpunktion für den Moment des Einstichs abgelenkt werden. Oft wird die eigentliche Punktion dann überhaupt nicht mehr wahrgenommen [8, 46].

Zur Ablenkung eignen sich viele Maßnahmen, beispielsweise das Erzählen von Geschichten. Hierbei sollte nach einem Thema gesucht werden, für das sich das Kind interessiert (Frage nach Haustier, Geschwistern, Schule usw.). Insbesondere Kleinkinder lassen sich häufig allein durch Erzählen regelrecht fesseln.

Weitere Ablenkungstechniken bedienen sich audiovisueller Unterhaltung wie Spielkonsolen und Smartphones usw. Auch das in den USA verbreitete BUZZY-System (Buzzy Cold and Vibration Devi-

ce®, Internetlink s. **Infobox 1**) zählt zu den Ablenkungstechniken, konnte sich an unserem Haus aber nicht durchsetzen.

An unserer Klinik stecken wir den Kindern die Schutzhülse der Punktionskanüle zwischen die Zähne und fordern sie unmittelbar vor der Punktion zum kräftigen Hineinpusten auf (man kann die Kleinkinder dazu richtig anfeuern und begeistern). Das geht recht schwer und erfordert die ganze Aufmerksamkeit und Mitarbeit des Kindes.

Dennoch muss zügig gearbeitet werden: Das durch Ablenkung gewonnene Zeitfenster ist nicht sehr groß, und Ablenkungsmanöver lassen sich meist nicht erfolgreich wiederholen. Auch sedierte Kinder verlieren rasch die Geduld und das Zutrauen, wenn zu lange an ihnen hantiert wird. Erfahrung, zügiges Arbeiten und eine ruhige Umgebung sind für den Erfolg einer Punktion ausschlaggebend.

Hypnose

Das Verfahren der Hypnose muss zunächst regelrecht erlernt werden, bevor es erfolgreich eingesetzt werden kann. Die Hypnose bietet sich damit v. a. für diejenigen an, die bei Kindern immer wieder schmerzhaft Prozeduren durchführen müssen. In auf die Versorgung von Kindern spezialisierten Zahnarztpraxen und onkologischen Zentren ist die Hypnose mittlerweile ein fester Bestandteil der Behandlung und erspart vielen Kindern (und ängstlichen Erwachsenen) eine tiefe Sedierung oder Allgemeinanästhesie. Die Deutsche Gesellschaft für zahnärztliche Hypnose (DGZH) bietet beispielsweise entsprechende Kurse und Curricula an (Homepage der DGHZ, **Infobox 1**).

Die Durchführung der Hypnose ist nicht an den Arzt gebunden, sondern kann ohne weiteres durch ausgebildetes Assistenzpersonal erfolgen.

Die Bedeutung der Hypnose für die Behandlung schmerzhafter Eingriffe wird gerade in jüngerer Zeit richtig erkannt. Hypnosetechniken können als effektive Kontrollstrategie bei der Bewältigung tumorassoziierter Schmerzen helfen [43]. Selbst diagnostische Eingriffe, die vielerorts in Allgemeinanästhesie durchgeführt werden, können in Hypnose erfolgen. So berichteten Butler et al. [12], dass an ihrer Klinik Zysturethrographien mit Hilfe der

Hier steht eine Anzeige.



Hypnose durchgeführt werden. Nach Einschätzung der befragten Eltern waren die Kinder mit einer Hypnose wesentlich weniger traumatisiert als Kinder ohne diese Technik. Es wundert kaum, dass die in der Gruppe mit durchgeführter Hypnose gemessenen Stresslevel signifikant niedriger lagen als in der Gruppe ohne Hypnose. Kinder, die eine Hypnose erhielten, ließen sich nach der Intervention besser führen als Kinder ohne eine Hypnose. Die Hypnose führte darüber hinaus zu keiner verlängerten Untersuchungszeit, sondern im Gegenteil: Die gesamte Untersuchung war mit Hypnose wesentlich schneller durchführbar als ohne Hypnose [12].

Der magische Handschuh wurde in Deutschland v. a. durch Raymund Pothmann bekannt gemacht. Dieses interessante Hypnosekonzept muss ebenfalls erlernt, seine Anwendung supervidiert werden.

► **Mit dem „magic glove“ können Schmerzen und Angst gleichzeitig adressiert werden.**

Das Kind streift sie wie einen Handschuh einfach ab. Die kanadische Psychoonkologin Leora Kuttner empfahl, das Verfahren auch für kleine Schmerzen und in der Anästhesie einzusetzen [6, 27].

Dass sich die Hypnose hervorragend für die zahnärztliche Behandlung von Kindern eignet, konnten viele Autoren zeigen. Kinder mit einer Hypnose hatten gegenüber einer Kontrollgruppe ohne Hypnose signifikant weniger Angst und Schmerzen. Die Hypnose kann so effektiv sein, dass von den Kindern teilweise gar keine Schmerzen mehr wahrgenommen werden [23].

Insgesamt ist wissenschaftlich sehr gut belegt, dass sowohl Ablenkung als auch Hypnose gut geeignet sind, Punktionsschmerzen und Distress bei Kindern und Jugendlichen positiv zu beeinflussen [45]. Eindrucksvolle Videos über Punktionen unter Hypnose sind auf der Homepage von Dr. Kuttner verfügbar (► **Infobox 1**).

Medikamentöse Verfahren

Topische Anästhesie

Mit Hilfe von lokalanästhetikahaltigen Cremes oder Pflastern kann eine Punk-

Monatsschr Kinderheilkd 2014 · 162:37–44 DOI 10.1007/s00112-013-2961-0
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

J.M. Strauß

Analgesie für schmerzhafte Eingriffe bei Kindern

Zusammenfassung

Hintergrund. Um Kinder vor traumatischen Erfahrungen zu bewahren, sind bei schmerzhaften medizinischen Prozeduren pharmakologische Maßnahmen und psychologische Hilfestellung unverzichtbar.

Nichtmedikamentöse Maßnahmen

Manchmal reicht es bereits aus, wenn den Kindern eine Maßnahme verständlich erklärt oder eine kleine Belohnung nach überstandener Prozedur in Aussicht gestellt und auch überreicht wird. Aber auch Ablenkung und Hypnose sind einfache und erfolgreiche Techniken für den klinischen Alltag, wobei Letztere erlernt werden muss.

Pharmakologische Maßnahmen. Aufgrund ihrer kurzen Dauer und des Fehlens andauernder Schmerzen ist für viele kleine schmerzhafte Interventionen eine Analgosedierung ausreichend. Die einfache Analgosedierung kann vom Untersucher selbst durchgeführt werden. Lokal kommen lokalanästhetikahaltige Cremes und Pflaster oder eine Vereisung in Betracht, aber auch die direkte

Einbringung von Lokalanästhetika in kleine Wunden. Unter Beachten der zulässigen Maximaldosen bleibt auch während einer Lokalanästhesie das Bewusstsein der Kinder vollständig erhalten. Auch mit Lachgas können für viele kleine, aber schmerzhafte Eingriffe eine ausreichende Analgesie und flache Sedierung erzielt werden, eine tiefere Sedierung und Analgesie wird durch Ketamin erreicht. Kurz wirksame Opioide eignen sich zur Schmerzbehandlung bei kleineren Eingriffen. Der Einsatz von Midazolam ist zur Unterbrechung des Circulus vitiosus der gegenseitigen Verstärkung von Angst und Schmerzen geeignet. Die intranasale Applikation dieser Substanzen stellt einen „off-label use“ dar, sollte aber dennoch als eine Alternative berücksichtigt werden.

Schlüsselwörter

Analgesie · Moderate Sedierung · Hypnose · Ablenkung · Pharmakologische Maßnahmen

Analgesia for painful interventions in children

Abstract

Background. In order to protect children from traumatic experiences, pharmacological measures and psychological assistance are indispensable for painful procedures.

Nonpharmacological measures. Sometimes it is only necessary to explain a particular measure to children in an easily understandable manner or to promise a small reward for coming through the procedure. Distraction and hypnosis are also two simple but effective techniques for the clinical routine, although the latter must first be learnt.

Pharmacological measures. Due to the short duration and the lack of continuing pain, analgesic sedation is sufficient for many small but painful interventions. The simple analgesic sedation can be carried out by physicians themselves. For local treatment, local anesthetic creams and plasters or freezing can be considered as well as the direct application of local anesthetics in small wounds.

Taking the maximum allowed dose into consideration, consciousness can be completely maintained in children even during local anesthesia induced by injection. Sufficient analgesia and conscious sedation can be achieved for many small but painful interventions even using laughing gas and deeper sedation and analgesia can be achieved with ketamine. Short acting opioids are suitable for treatment of pain during small interventions. The use of midazolam is suitable for breaking the vicious circle of mutual intensification of fear and pain. The intranasal administration of these substances represents an off-label use but should, however, be considered as an alternative approach.

Keywords

Analgesia · Moderate sedation · Hypnosis · Distraction · Pharmacological measures

tion nach einer Einwirkzeit von etwa 30–60 min schmerzfrei erfolgen. Die Pflaster haben sich für Venen- und Lumbalpunktionen gut bewährt. Viele Kinder und Eltern sind von ihnen begeistert, sie entfalten in manchen Fällen eine beinahe magi-

sche Wirkung! Allerdings nehmen sie den Kindern nicht immer die Erwartungsangst vor Nadel und Punktion! Möglicherweise ist EMLA® aus diesem Grund für sehr kleine Kinder besser geeignet als für ältere [5]. Eine zusätzliche Ablenkung

Tab. 1 Nebenwirkungen von Lachgas

Häufige Nebenwirkungen	Schwindel
	Verwirrung
	Übelkeit
	Erbrechen
	Schwitzen
	Sehstörungen
Seltene Nebenwirkungen	Hypoxie
	Krampfanfälle

während der Punktion ist daher sinnvoll. Bei einer Anwendung auf größeren Hautflächen besteht gerade bei Säuglingen das Risiko der Entwicklung einer Methämoglobinämie. Die Dosis und die Überwachungsmaßnahmen müssen dementsprechend angepasst werden [10]. Die Erwartungshaltung bei Untersucher, Kind und Eltern sollte jedoch nicht zu hoch angesetzt werden: In vielen Studien vermochten lokalanästhetikahaltige Cremes und Pflaster nicht zu überzeugen [28, 31, 41], und Venenpunktionen können durch die vasokonstringierenden Eigenschaften einiger Lokalanästhetika sogar erschwert werden.

Auch mit einer Vereisung (Kältespray oder Eiswürfel) kann eine lokale Oberflächenanästhesie improvisiert werden, wenn Kind und Eltern gut kooperieren. In der praktischen Anwendung wird ein Eiswürfel auf die Wunde gedrückt, jeweils nur kurz für eine einzelne Naht entfernt und anschließend gleich wieder auf die Wunde gehalten.

» Adrenalin-/kokainhaltige Lösungen sollten nicht direkt auf Wunden aufgebracht werden

Lokalanästhetika können auch ohne Injektion in kleine Wunden eingebracht werden. Dafür eignet sich beispielsweise Lidocain 1%. Mit dem Lokalanästhetikum getränkte Tupfer oder Gazestreifen werden in die Wunde gelegt und ggf. mit einem Pflaster fixiert. Nach einer Einwirkzeit von 20–30 min reicht die damit erzielte Anästhesie für die umsichtige Versorgung kleiner Wunden meist aus. Adrenalin- oder kokainhaltige Lösungen sollten für diese Zwecke nicht verwendet werden: Kokain ist toxisch, Adrenalin ist in Endarteriengebieten kontraindiziert und

muss auf Schleimhäuten vermieden werden. Bei kleinen Wunden muss mit einer Überdosierung des Lokalanästhetikums nicht gerechnet werden, große Wunden werden in Allgemeinanästhesie versorgt.

Wundinfiltration mit einem Lokalanästhetikum

Unter Beachten der zulässigen Maximaldosen bleibt auch während einer durch Injektion erzielten Lokalanästhesie das Bewusstsein der Kinder vollständig erhalten. Wie bei der topischen Anästhesie setzt die Lokalanästhesie ein hohes Maß an Kooperationsbereitschaft – von Arzt, Kind und Eltern voraus. Bei großer Angst vor der Injektion kann zusätzlich oder besser noch vorher Lachgas eingesetzt werden (s. unten).

Injektionsschmerzen lassen sich auch durch die Applikation einer lokalanästhetischen Creme minimieren. Weitere Möglichkeiten, die Maßnahme schmerzfrei zu gestalten, sind eine langsame Injektion sowie die Beimischung von 1 Volumenteil Natriumbicarbonat (8,4%) auf 9 Volumenteile Lidocainlösung (1%). Lidocain 1% ist wenig toxisch und ausreichend wirksam. Die Maximaldosis beträgt 4 mg/kgKG (Körpergewicht).

Lachgas, N₂O

Das Interesse an Lachgas nahm in den letzten Jahren wieder zu [36, 48]. Mit ihm können – sicher und effektiv – für viele kleine, aber schmerzhaft eingriffe eine ausreichende Analgesie und flache Sedierung erzielt werden [2, 7, 11, 14, 17, 29, 30, 48, 49].

Lachgas ist ein farbloses, ganz leicht süßlich riechendes Gas, das in fertigen Gemischen zu jeweils 50% Lachgas und Sauerstoff verfügbar ist. Ein spezielles Demandventil garantiert, dass das Gas nicht kontinuierlich (in die Raumluft) fließt, sondern nur abgegeben wird, wenn aktiv inhaliert wird. Für die zahnärztliche Versorgung müssen spezielle Nasenmasken verwendet werden, aus denen das Gas kontinuierlich fließt, was zu einer Raumluftbelastung mit Lachgas führen kann.

Der Wirkeintritt erfolgt sehr schnell, schon nach 3 min erreicht die analgetische Wirkung ihr Maximum. Eine längere Inhalation von 5 min führt zu keinen besseren Ergebnissen [20]. Nach Absetzen

und Atmen von Raumluft lässt die Wirkung genauso rasch wieder nach.

Leichtere Nebenwirkungen werden bei bis zu 10% der Patienten beobachtet (■ Tab. 1). Sie bedürfen keiner Therapie und verschwinden von alleine, wenn das Gas abgeatmet ist. Lebensbedrohliche Nebenwirkungen sind sehr selten (0,1%) und beschränken sich auf Einzelfälle [21, 35, 36, 42, 48, 49], wobei nicht in allen Fällen die Inhalation von Lachgas ursächlich war [49]. Bei längerer Anwendung (ab 15 min) treten mehr Nebenwirkungen auf als bei kurz dauernder Verabreichung (bis 5 min). Die Anwendung von Lachgas sollte deshalb auf kurze, maximal 5-minütige Prozeduren limitiert werden [4, 35, 40, 49].

Obwohl Lachgas eine sehr sichere Substanz ist, setzt sein Einsatz profunde Kenntnisse des Atemwegsmanagements und der Notfalltherapie voraus. Es kann durch eine Assistenzkraft appliziert werden, wenn diese von einem kundigen Arzt angeleitet und überwacht wird. Auf eine Überwachung des Patienten sollte keinesfalls verzichtet werden, ein Pulsoxymeter ist für die Inhalation von 50% Lachgas ausreichend.

Die Kinder müssen nicht zwangsläufig nüchtern sein, da die Schutzreflexe unter Inhalation von 50% Lachgas erhalten bleiben. Weil Übelkeit und Erbrechen aber häufige Nebenwirkungen der Lachgasinhalation sind, bewährte sich die Einhaltung fester Grenzen für die Nahrungskarenz – für alle Beteiligten – beträchtlich [9, 16].

Lachgas eignet sich hervorragend für die Venenpunktion [4, 35, 49] und ist besser wirksam als oral verabreichtes Midazolam [18]. Die Kombination von Lachgas mit EMLA® ist der alleinigen Anwendung von Lachgas oder EMLA® überlegen [13].

Die praktische Anwendung gestaltet sich häufig derart, dass Eltern oder Assistenzpersonal dem jüngeren Kind dabei helfen, die Maske aufs Gesicht zu halten. Sie muss dicht sitzen, weil ein leichter Unterdruck aufgebaut werden muss, damit Lachgas fließt. Bei einer Leckage erhält das Kind nur Raumluft – nicht schädlich, aber ohne analgetischen Effekt. Weil die Wirkung sehr rasch einsetzt, können Jugendliche und Erwachsene Lachgas „on

Tab. 2 Häufige Nebenwirkungen von Ketamin und S(+)-Ketamin. (Nach [19])

Nebenwirkungen	Vorkommen	Prävention/Gegenmaßnahmen
Hypersalivation	Häufig	Ggf. prophylaktische Gabe von Atropin oder Glykopyrroniumbromid erwägen
Unruhiges Erwachen, Alpträume, Halluzinationen	Häufig	Ggf. Midazolam- oder Propofolgabe erwägen
Nystagmus	Häufig	Abwarten, sistiert spontan
Apnoe, Atemwegsverlegung	Häufig bei Repetitionsdosen und Überdosierung	Güdel-Tubus, Maskenbeatmung
Laryngospasmus	Selten	Hilfe holen, Maskenbeatmung
Übelkeit und Erbrechen		Abwarten, sistiert spontan, sonst Antiemetika

demand“ benutzen, also selbst entscheiden, ob und wann sie inhalieren [14].

Lachgas ist ohne Zweifel eine Bereicherung und kann die tägliche Arbeit erleichtern – sowohl für die Kinder als auch für die Behandelnden! Allerdings sei vor zu hohen Erwartungen gewarnt: Lachgas eignet sich für kleine Prozeduren mit überschaubaren Schmerzen. Größere Operationen lassen sich unter einer Analgosedierung mit Lachgas nicht durchführen. Eine aktuelle und frei verfügbare Übersicht der gegenwärtigen Literatur findet man bei Pedersen et al. [36].

Ketamin

Mit ihm steht eine Substanz zur Verfügung, die sowohl analgetische als auch sedierende Eigenschaften hat. Es induziert eine dissoziative Sedierung, einen tranceähnlichen Zustand, und wirkt analgetisch und amnestisch. Spontanatmung und Schutzreflexe bleiben unter üblichen Dosen erhalten, der Kreislauf bleibt stabil.

Cave. Ketamin befindet sich sowohl als Razemat aus links- und rechtsdrehender Form (Ketamin) als auch in der reinen rechtsdrehenden Form [Ketamin S oder S(+)-Ketamin] im Handel. Ketamin wird doppelt so hoch dosiert wie S(+)-Ketamin! Nicht immer werden die beiden Formen, die sich hinsichtlich Wirkung und Nebenwirkung nicht voneinander unterscheiden, im Schrifttum eindeutig differenziert.

Ketamin zeichnet sich durch einen raschen Wirkungseintritt und eine kurze Wirkdauer aus. Bei langsamer Injektion in empfohlener Dosierung [Bolus 0,5–1,0 mg/kgKG S(+)-Ketamin, Repetition nach Wirkung] führt es kaum zu

einer Atemdepression. Bei seiner Anwendung muss mit den in **Tab. 2** aufgeführten Nebenwirkungen gerechnet werden. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn es zur Reduzierung der psychomimetischen Nebenwirkungen mit Propofol oder auch Midazolam kombiniert wird. In diesen Fällen kann es zu Apnoen und einer tiefen Analgosedierung kommen. Die Kombination von Ketamin mit Sedativa und Hypnotika sollte dem erfahrenen Arzt vorbehalten bleiben.

Kontraindikationen für die Anwendung von Ketamin und Ketamin-S sind:

- Alter <3 Monate (relative Kontraindikation),
- Instabilität der Atemwege und Trachealstenose,
- Prozeduren mit Stimulation des hinteren Pharynx (relative Kontraindikation),
- symptomatische Infektion der oberen und unteren Luftwege,
- Tachykardie, Pulmonalstenose, arterielle Hypertension,
- Hirndruck (relative Kontraindikation),
- Glaukom,
- Hyperthyreose und
- Psychosen.

Ketamin wird bevorzugt i.v. appliziert. Zur tiefen Analgosedierung werden 0,5–1,0 mg/kgKG S(+)-Ketamin (oder 1–2 mg/kgKG des Razemats) i.v. injiziert. Zur Weiterführung sind entweder Repetitionsdosen von 0,25–0,5 mg/kgKG [S(+)-Ketamin] alle 10–15 min oder eine kontinuierliche Gabe von 1–2 mg/kgKG/h [S(+)-Ketamin] erforderlich. Mit einer einmaligen Dosis von 1,0 mg/kgKG S(+)-Ketamin wird bei manchen Kindern allerdings

schon ein narkotisches Stadium erreicht. Aufgrund der zu berücksichtigenden großen inter- und intraindividuellen Dosisvariabilität wird die Substanz am besten nach Wirkung titriert [33].

Die analgetischen Eigenschaften von Ketamin sind hervorragend. Nach 1 mg/kgKG Ketamin (Razemat) bestehen ausreichend hohe Serumkonzentrationen, um schmerzhafte Prozeduren von <5 min Dauer durchzuführen. Der analgetische Effekt hält weitere 10 min an [22]. Die Clearance von Ketamin ist bei kleinen Kindern größer als bei älteren [22].

Wegen seiner psychomimetischen Nebenwirkungen sollte Ketamin mit Midazolam (s. unten) oder (Anwendung durch erfahrene Ärzte) Propofol, aber nicht mit einem Opiat kombiniert werden: Unter der Kombination von Ketamin mit Fentanyl zur Sedierung von Kleinkindern traten signifikant häufiger Blutdruckabfälle und Apnoen auf als unter der Kombination von Ketamin mit Propofol [25].

Opioide

Sie sind hochpotente Analgetika, mit denen Schmerzen kleinerer Eingriffe sehr gut behandelt werden können. Die i.v. Anwendung kurzwirksamer Substanzen, deren Wirkung auch nach einer kurz dauernden Prozedur sicher abgeklungen ist (Alfentanil, Remifentanil), bleibt dem erfahrenen Arzt, in der Regel einem Anästhesisten, vorbehalten.

Mittellang und lang wirkende Opiode beinhalten das Risiko spät auftretender Atemdepressionen und eignen sich aus diesem Grund nicht für die Analgesie kurz dauernder Eingriffe. Intravenöse Opiode sollen deshalb hier nicht weiter betrachtet werden.

Midazolam

Obwohl es keine analgetischen Eigenschaften besitzt, ist es für die Versorgung kurzer, schmerzhafter Prozeduren von wesentlichen Bedeutung.

Angst und Schmerzen verstärken sich gegenseitig, und zwar im Sinne eines Circulus vitiosus:

➤ **Angst verstärkt die Wahrnehmung von Schmerzen und Schmerzen verstärken die erlebte Angst.**

In einer solchen Situation benötigen Kinder unbedingt Hilfe. Wenn die zu erwartende Kooperationsbereitschaft des Kindes nicht ausreicht, eine Hypnose nicht durchgeführt werden kann und Lachgas keine Alternative darstellt, sollte die Indikation zu einer Sedierung mit Midazolam im Interesse der Kinder großzügig gestellt werden.

Midazolam wird oral entweder pur (schmeckt unangenehm bitter) oder mit einem geschmackskorrigierenden Sirup (schmeckt unangenehm süß) gegeben. In unserem Haus erhalten die Kinder, nach vorheriger Aufklärung, dass der Saft nicht schmeckt, im Aufwachraum pures Midazolam mit etwas Wasser und dürfen hinterher sofort etwas Leckerer trinken.

Die Sedierung durch Midazolam reicht aus, um Kindern eine Lokalanästhesie zu setzen und ermöglicht damit auch die Durchführung schmerzhafterer Eingriffe, wie beispielsweise zahnärztlicher Behandlungen. Auch bei Kindern mit eingeschränkten kognitiven Fähigkeiten erwies sich die Sedierung mit Midazolam per os für zahnärztliche Behandlungen als effektiv und sicher [15]. Diazepam bringt gegenüber Midazolam keinen Vorteil [44].

Bei einer oralen Dosis von 0,5 mg/kgKG setzt die Wirkung nach etwa 10–30 min ein. Nach einer nasalen Gabe (mit Spray-Adapter) von 0,2 mg/kgKG tritt der Effekt früher ein. Bei den genannten Dosierungen muss bei ansonsten gesunden Kindern mit keinen lebensbedrohlichen Nebenwirkungen gerechnet werden. Selbst 0,75 mg/kgKG oral erwiesen sich als sicher [39]. In Kombination mit anderen Medikamenten, insbesondere Opioiden und Ketamin, muss jedoch mit tiefen Analgosedierungen gerechnet werden. Diese kombinierten Anwendungen sollten deshalb nur von erfahrenem Personal durchgeführt werden.

Intranasale Analgosedierung

Viele Medikamente werden außerordentlich rasch von Schleimhäuten resorbiert. Die Zeit bis zum Wirkeintritt nach einer intranasalen Gabe von Midazolam, Ketamin, Morphin oder Sufentanil entspricht nahezu der bei i.v. Gabe. Ungeachtet der Tatsache, dass die intranasale Applikation dieser Substanzen einen „off-label use“

darstellt, setzte sie sich aufgrund ihrer Vorteile in der Praxis durch und soll hier als eine zu berücksichtigende Alternative erwähnt werden.

Die intranasale Anwendung von Ketamin, auch in Kombination mit Midazolam, scheint sehr sicher zu sein [34, 38]. Vor dem Hintergrund einer großen interindividuellen Variation der Resorption und der daraus resultierenden Plasmakonzentrationen [34] kommt der verabreichten Dosis bedeutendes Gewicht zu: 1993 randomisierten Abrams et al. [3] 4 Gruppen von Kindern und verabreichten ihnen entweder 3 mg/kgKG Ketamin (Razemat) oder 0,4 mg/kgKG Midazolam oder 1 µg/kgKG Sufentanil oder 1,5 µg/kgKG Sufentanil intranasal. Während die Kinder, die 1 µg/kgKG Sufentanil oder Midazolam erhalten hatten, ansprechbar blieben und keine Hypoxämien aufwiesen, wurden nach Ketamin und 1,5 µg/kgKG Sufentanil mehrere Hypoxämien und tiefe, andauernde Sedierungen beobachtet [3]. Die in dieser Studie verwendeten Dosen waren zu hoch, die Dosisempfehlungen für die intranasale Gabe von Midazolam liegen heute bei 0,2 mg/kgKG.

Nielsen et al. [34] konnte jüngst zeigen, dass viel geringere Dosen von Ketamin und Sufentanil für eine suffiziente Analgesie bei kurzen, schmerzhaften Eingriffen ausreichen, ohne dass es zu Nebenwirkungen kommt. Sie untersuchten eine Kombination von 0,5 mg/kgKG Ketamin (vermutlich das Razemat) und 0,5 µg/kgKG Sufentanil, die beide intranasal gegeben wurden. Peak-Plasmakonzentrationen wurden nach 15 min gemessen. Die geringe Dosierung führte bei 78% der Kinder zu befriedigenden Ergebnissen. Es wurden keine bedrohlichen Nebenwirkungen wie Hypoxämien beobachtet. Die intranasale Applikation von Ketamin und Sufentanil wurde von 94% der Kinder toleriert. Das entspricht einer im Vergleich zu intranasalem Midazolam wesentlich besseren Verträglichkeit, denn diese Substanz brennt auf Schleimhäuten. Entsprechend gering (50%) war die Akzeptanz durch die damit behandelten Kinder [47].

Durch intranasal appliziertes Midazolam konnte die Qualität einer Lachgasinhalation soweit verbessert werden, dass 96% der Kinder zahnärztlich behandelt werden konnten. Hypoxämien wurden

bei den gut überwachten Kindern nicht beobachtet [47].

» Die Kombination verschiedener Medikamente muss umsichtig erfolgen

Die Kombination verschiedener Medikamente muss umsichtig erfolgen und bedarf großer Erfahrung, da die Kinder rasch in eine Hypoxämie oder tiefe Sedierung geraten können.

Fazit für die Praxis

- Heutzutage stehen viele für die Analgesie bei kurzen schmerzhaften Verfahren geeignete Methoden zur Verfügung.
- Wer häufig oder regelmäßig mit der Notwendigkeit einer Analgesie bei kurzen schmerzhaften Verfahren konfrontiert wird, sollte sich die Verfahren der Hypnose zu Eigen machen.
- Eine sichere Alternative stellt die Inhalation von 50% Lachgas dar. Die Grenzen dieser Methode sollten akzeptiert werden.
- Die Kombination von Lachgas mit Midazolam, oral oder intranasal verabreicht, führt zu einer Vertiefung der Sedierung und sollte deshalb dem erfahrenen Arzt vorbehalten bleiben.
- Die intranasale Applikation von Ketamin und Sufentanil ist eine interessante und sichere Alternative, die Einzug in die klinische Praxis finden wird.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. J.M. Strauß

Klinik für Anästhesie, perioperative Medizin und Schmerztherapie, HELIOS Klinikum Berlin Buch Schwanebecker Chaussee 50, 13125 Berlin
jochen.strauss@helios-kliniken.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. J.M. Strauß gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Abad F, Díaz-Gómez NM, Domenech E et al (2001) Oral sucrose compares favourably with lidocaine-prilocaine cream for pain relief during venepuncture in neonates. *Acta Paediatr* 90(2):160–165
2. Aboumarzouk OM, Agarwal T, Syed Nong Chek SA et al (2011) Nitrous oxide for colonoscopy. *Cochrane Database Syst Rev* 8:CD008506
3. Abrams R, Morrison JE, Villaseñor A et al (1993) Safety and effectiveness of intranasal administration of sedative medications (ketamine, midazolam, or sufentanil) for urgent brief pediatric dental procedures. *Anesth Prog* 40(3):63–66
4. Annequin D, Carbajal R, Chauvin P (2000) Fixed 50% nitrous oxide oxygen mixture for painful procedures: a French survey. *Pediatrics* 105:E47
5. Arts SE, Abu-Saad HH, Champion GD et al (1994) Age-related response to lidocaine-prilocaine (EMLA) emulsion and effect of music distraction on the pain of intravenous cannulation. *Pediatrics* 93(5):797–801
6. Astuto M, Favara-Scacco C, Crimi E et al (2002) Pain control during diagnostic and/or therapeutic procedures in children. *Minerva Anestesiol* 68(9):695–703
7. Babl FE, Oakley E, Seaman C et al (2008) High-concentration nitrous oxide for procedural sedation in children: adverse events and depth of sedation. *Pediatrics* 121(3):e528–e532
8. Bagnasco A, Pezzi E, Rosa F et al (2012) Distraction techniques in children during venipuncture: an Italian experience. *J Prev Med Hyg* 53(1):44–48
9. Becke K, Giest J, Strauß JM (2007) Handlungsempfehlungen zur präoperativen Diagnostik, Impfabstand und Nüchternheit im Kindesalter. Vom Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA). *Anasth Intensivmed* 48:S62–S66
10. Book A, Fehlandt C, Krija M et al (2009) Methemoglobin intoxication by prilocaine in EMLA. Accidental intoxication of an infant with scald injuries. *Anaesthesist* 58(4):370–374
11. Burnweit C, Diana-Zerpa JA, Nahmad MH et al (2004) Nitrous oxide analgesia for minor pediatric surgical procedures: an effective alternative to conscious sedation? *J Pediatr Surg* 39(3):495–499
12. Butler LD, Symons BK, Henderson SL (2005) Hypnosis reduces distress and duration of an invasive medical procedure for children. *Pediatrics* 115(1):e77–e85
13. Carbajal R, Biran V, Lenclen R (2008) EMLA cream and nitrous oxide to alleviate pain induced by palivizumab (Synagis) intramuscular injections in infants and young children. *Pediatrics* 121:e1591–e1598
14. Castéra L, Nègre I, Samii K, Buffet C (2001) Patient-administered nitrous oxide/oxygen inhalation provides safe and effective analgesia for percutaneous liver biopsy: a randomized placebo-controlled trial. *Am J Gastroenterol* 96(5):1553–1557
15. Collado V, Faulks D, Nicolas E, Hennequin M (2013) Conscious sedation procedures using intravenous midazolam for dental care in patients with different cognitive profiles: a prospective study of effectiveness and safety. *PLoS One* 8(8):e71240
16. DGA – Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (2004) Präoperatives Nüchternheitsgebot bei elektiven Eingriffen. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA) und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten (BDA). *Anasth Intensivmed* 45:720–728
17. Drosner M (2013) Lachgas-Sauerstoff-Inhalation zur Analgesie in der ästhetischen Dermatologie. *Hautarzt* 64(6):435–442
18. Ekbohm K, Kalman S, Jakobsson J (2011) Efficient intravenous access without distress: a double-blind randomized study of midazolam and nitrous oxide in children and adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med* 165:785–791
19. Evans D, Turnham L, Barbour K et al (2005) Intravenous ketamine sedation for painful oncology procedures. *Paediatr Anaesth* 15:131–138
20. Furuya A, Ito M, Fukao T (2009) The effective time and concentration of nitrous oxide to reduce venipuncture pain in children. *J Clin Anesth* 21:190–193
21. Gall O, Annequin D, Benoit G et al (2001) Adverse events of premedicated nitrous oxide and oxygen for procedural sedation in children. *Lancet* 358(9292):1514–1515
22. Herd D, Anderson BJ (2007) Ketamine disposition in children presenting for procedural sedation and analgesia in a children's emergency department. *Paediatr Anaesth* 17:622–629
23. Huet A, Lucas-Polomeni MM, Robert JC et al (2011) Hypnosis and dental anesthesia in children: a prospective controlled study. *Int J Clin Exp Hypn* 59(4):424–440
24. Hughes T (2012) Providing information to children before and during venepuncture. *Nurs Child Young People* 24(5):23–28
25. Khutia SK, Mandal MC, Das S, Basu SR (2012) Intravenous infusion of ketamine-propofol can be an alternative to intravenous infusion of fentanyl-propofol for deep sedation and analgesia in paediatric patients undergoing emergency short surgical procedures. *Indian J Anaesth* 56:145–150
26. Kolk AM, Hoof R van, Fiedeldij Dop MJ (2000) Preparing children for venepuncture. The effect of an integrated intervention on distress before and during venepuncture. *Child Care Health Dev* 26(3):251–260
27. Kuttner L (2012) Pediatric hypnosis: pre-, peri-, and post-anesthesia. *Paediatr Anaesth* 22(6):573–577
28. Lal MK, McClelland J, Phillips J et al (2001) Comparison of EMLA cream versus placebo in children receiving distraction therapy for venepuncture. *Acta Paediatr* 90(2):154–159
29. Lee JH, Kim K, Kim TY et al (2012) A randomized comparison of nitrous oxide versus intravenous ketamine for laceration repair in children. *Pediatr Emerg Care* 28(12):1297–1301
30. Lourenço-Matharu L, Ashley PF, Furness S (2012) Sedation of children undergoing dental treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 3:CD003877
31. Lurngnateetape A, Tritrakarn T (1994) Placebo effect of eutectic mixture of lidocaine and prilocaine (EMLA) cream in reducing venepuncture pain in children. *Ann Acad Med Singapore* 23(4):465–469
32. Mahoney L, Ayers S, Seddon P (2010) The association between parent's and healthcare professional's behavior and children's coping and distress during venepuncture. *J Pediatr Psychol* 35(9):985–995
33. Meyer S, Aliani S, Graf N, Gottschling S (2004) Inter- and intraindividual variability in ketamine dosage in repetitive procedures in children with malignancies. *Pediatr Hematol Oncol* 21:161–166
34. Nielsen BN, Friis SM, Rømsing J et al (2013) Intranasal sufentanil/ketamine analgesia in children. *Paediatr Anaesth* Oct 1. [Epub ahead of print]. DOI 10.1111/pan.12268
35. Onody P, Gil P, Hennequin M (2006) Safety of inhalation of a 50% nitrous oxide/oxygen premix: a prospective survey of 35 828 administrations. *Drug Saf* 29(7):633–640
36. Pedersen RS, Bayat A, Stehen NP, Bouchy Jacobsson ML (2013) Nitrous oxide provides safe and effective analgesia for minor paediatric procedures – a systematic review. *Dan Med J* 60(6):A4627. http://www.danmedj.dk/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=10110992.PDF. Zugegriffen: 20.11.2013
37. Philippi-Höhne C, Schmitz B, Reinhold P et al (2010) Analgesiedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter. *Anaesth Intensivmed* 603–614
38. Roelofse JA, Shipton EA, Harpe CJ de la, Blignaut RJ (2004) Intranasal sufentanil/midazolam versus ketamine/midazolam for analgesia/sedation in the pediatric population prior to undergoing multiple dental extractions under general anesthesia: a prospective, double-blind, randomized comparison. *Anesth Prog* 51(4):114–121
39. Somri M, Parisinos CA, Kharoubia J et al (2011) Optimising the dose of oral midazolam sedation for dental procedures in children: a prospective, randomised, and controlled study. *Int J Paediatr Dent* 22(4):271–279
40. Sury M, Bullock I, Rabar S (2010) Sedation for diagnostic and therapeutic procedures in children and young people: summary of NICE guidance. *BMJ* 341:c6819
41. Tak JH, Bon WH van (2006) Pain- and distress-reducing interventions for venepuncture in children. *Child Care Health Dev* 32(3):257–268
42. Tobias JD (2013) Applications of nitrous oxide for procedural sedation in the pediatric population. *Pediatr Emerg Care* 29(2):245–265
43. Tomé-Pires C, Miró J (2012) Hypnosis for the management of chronic and cancer procedure-related pain in children. *Int J Clin Exp Hypn* 60(4):432–457
44. Tyagi P, Tyagi S, Jain A (2013) Sedative effects of oral midazolam, intravenous midazolam and oral diazepam in the dental treatment of children. *J Clin Pediatr Dent* 37(3):301–305
45. Uman LS, Birnie KA, Noel M et al (2013) Psychological interventions for needle-related procedural pain and distress in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 10:CD005179
46. Wang ZX, Sun LH, Chen AP (2008) The efficacy of non-pharmacological methods of pain management in school-age children receiving venepuncture in a paediatric department: a randomized controlled trial of audiovisual distraction and routine psychological intervention. *Swiss Med Wkly* 138(39–40):579–584
47. Wood M (2010) The safety and efficacy of intranasal midazolam sedation combined with inhalation sedation with nitrous oxide and oxygen in paediatric dental patients as an alternative to general anaesthesia. *SAAD Dig* 26:12–22
48. Young A, Ismail M, Papatsonis AG et al (2012) Entonox® inhalation to reduce pain in common diagnostic and therapeutic outpatient urological procedures: a review of the evidence. *Ann R Coll Surg Engl* 94:8–11
49. Zier JL, Liu M (2011) Safety of high-concentration nitrous oxide by nasal mask for pediatric procedural sedation: experience with 7802 cases. *Pediatr Emerg Care* 27(12):1107–1112