

Das Medikament für die rektale Einleitung wird in einer Spritze aufgezogen, auf deren Konus z.B. das abgeschnittene und mit Xylocain® Gel 2 % versehene Ende eines Absaugkatheters aufgesetzt wird. Es stehen aber auch spezielle, auf den Spritzenkonus aufsteckbare Applikatoren zur Verfügung. Hiermit wird das Medikament rektal (kurz hinter den Analsphinkter; vgl. rektale Prämedikation; Kap. 5.6.2, S. 82) appliziert. Bei manchen Kindern kommt es nach der rektalen Applikation zum Absetzen von Stuhl. Der große Vorteil der rektalen Narkoseeinleitung liegt in der Schmerzfreiheit. Sie wird von den Kindern meist gut toleriert, da ihnen solche rektalen Maßnahmen durch Fiebermessen oder »Fieberzäpfchen« bzw. »Schmerzzäpfchen« bekannt sind.

Zur rektalen Narkoseeinleitung hat sich Methohexital (Brevimytal® Hikma) in einer Dosierung von 20–30 mg/kg KG bewährt. 500 mg Methohexital (Trockenpulver) werden hierzu in 5 ml Aqua ad injectionem aufgelöst. 1 ml dieser Lösung enthält 100 mg Methohexital. Als Dosierung werden 0,2–0,3 ml dieser Lösung pro kg KG empfohlen. Die rektale Narkoseeinleitung mit dieser Lösung ist bei Kindern über 18 Monate aber unter 25 kg KG zugelassen.

Sobald das Kind nach ca. 6–8 Minuten eingeschlafen ist, muss es in Seitenlage gebracht werden, um eine Verlegung der Atemwege durch die in Rückenlage eventuell zurückfallende Zunge zu vermeiden! Bei der rektalen Gabe von Methohexital handelt es sich nicht um eine Prämedikation, sondern um eine Narkoseeinleitungsform!

Die Kinder akzeptieren nach der rektalen Narkoseeinleitung die Anlage eines venösen Zugangs meist problemlos. Die Narkose kann nun problemlos als Inhalationsanästhesie oder als (total) intravenöse Narkose weitergeführt werden.

Die rektale Narkoseeinleitung zwingt – wie jede andere Narkoseeinleitungsform auch – zu einer intensiven Überwachung des Kindes. Bei nicht nüchternen Kindern ist eine rektale Narkoseeinleitung kontraindiziert! Da die Kinder nach einer rektalen Narkoseeinleitung mit Methohexital oft nur verzögert wach werden, ist diese Form der Narkoseeinleitung vor allem bei Adenotomien oder Tonsillektomien wenig geeignet. Nach diesen Operationen sollten die Kinder möglichst schnell erwachen und wieder über sichere laryngopharyngeale Reflexe verfügen, um Speichel und Blut sicher abhusten zu können.

6.2 Anlage eines venösen Zugangs

Ein venöser Zugang sollte möglichst schon vor Beginn jeder Narkoseeinleitung platziert werden. Ist die Anlage des venösen Zugangs allerdings sehr schwierig, kann er ausnahmsweise auch erst nach einer Einleitung per inhalationem (bessere Punktionsbedingungen durch das ruhige Kind und die narkosebedingte Vasodilatation) angelegt werden. Auf jeden Fall muss der Zugang vor Beginn der Operation oder diagnostischen Maßnahme gelegt sein. Bei nicht nüchternen Kindern, bei kritisch kranken Kindern sowie bei Verdacht auf einen schwierigen Atemweg (einzige Ausnahme: akute Epiglottitis; vgl. Kap. 10.7, S. 300) muss der Zugang bereits vor Beginn der Narkoseeinleitung gelegt werden.

Wird ausreichend früh auf die voraussichtliche Punktionsstelle EMLA®-Creme (oder ein EMLA®-Pflaster oder ein Rapydan®-Pflaster) zur Lokalanästhesie aufgebracht (Kap. 5.6.5, S. 85) und verfügt der Anästhesist über entsprechendes manuelles Geschick und die Fähigkeit zur psychologisch versier-

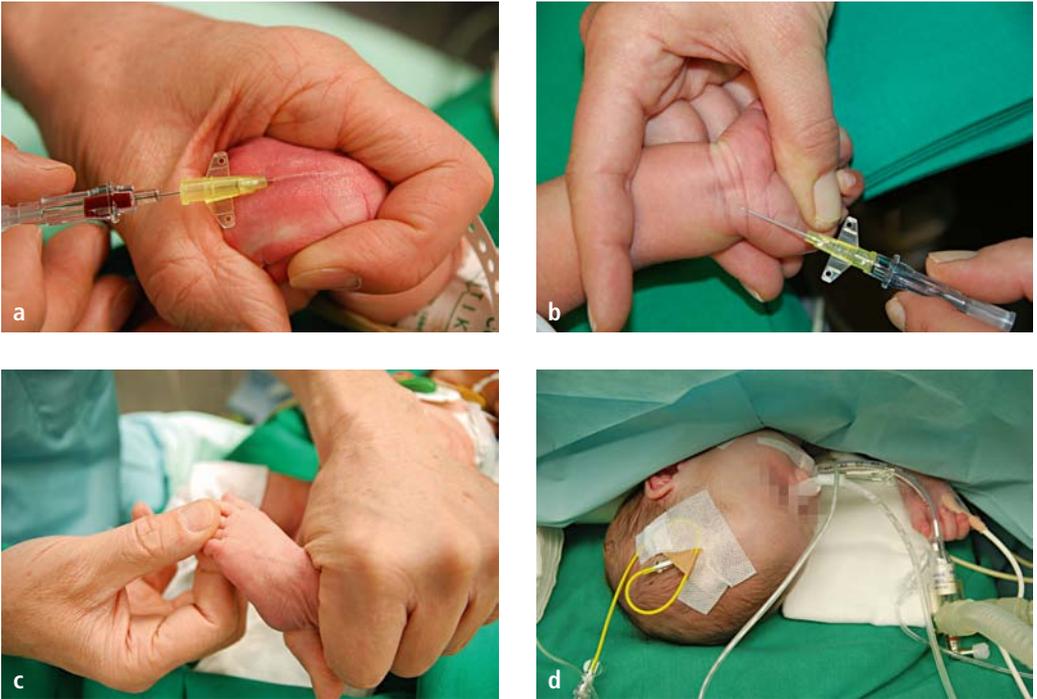


Abb. 6-4 (a) Venenpunktion am Handrücken bei einem Säugling: Der Handrücken stellt beim Kind den Punktionsort der ersten Wahl dar. Die Venen können zumeist vom Punktierenden selbst (mit der hier dargestellten Fingerhaltung der linken Hand) gestaut werden. (b) Venenpunktion an der Handgelenksinnenseite; (c) Venenpunktion am Fußrücken. Oft lässt sich auch vor dem Innenknöchel die V. saphena punktieren. (d) Venenpunktion am Schädel.

ten Kinderführung, dann wird die Anlage einer Verweilkanüle vor Narkoseeinleitung normalerweise möglich sein. Zur Anlage eines venösen Zugangs werden meist die Handrückenvenen bevorzugt (Abb. 6-4a). Auch an der Handgelenkinnenseite sowie an den Füßen, insbesondere im Bereich des Innenknöchels, finden sich oft gut punktierbare Venen (Abb. 6-4b/c). Bei Säuglingen muss manchmal auf die Schädelvenen zurückgegriffen werden (Abb. 6-4d). Hierbei sollte die Punktionsrichtung nach kaudal zeigen. Bei Früh- und Neugeborenen ist die Venenpunktion meist deutlich einfacher, da in diesem Alter noch kaum subkutanes Fettgewebe vorhanden ist.

Das Kind sollte auf den bevorstehenden »Pieks« hingewiesen, aber dann abgelenkt werden (z.B. durch Aufforderung zum tiefen Luftholen, Pfeifen o.Ä.). Wird das Kind mit dem unangekündigten »Pieks« überrumpelt, dann fühlt es sich belogen und verliert das Vertrauen.

Falls bei einem Frühgeborenen, Neugeborenen oder jungen Säugling keine EMLA[®] verwendet wurde, dann kann eine gewisse (Analgo-)Sedierung auch durch folgende Maßnahmen erzielt werden:

- non-nutritives Saugen (Schnuller geben)
- Festhalten in gebeugter Rumpfhaltung (»facilitated tucking«) (Cignacco et al. 2007)

- orale Glucose-Gabe (5–20 Tropfen 20 %ige Glucoselösung) (Stevens et al. 2004)

Diese Maßnahmen werden in diesem Lebensalter öfter zur Anlage einer intravenösen Kanüle empfohlen. Ist die Venenpunktion gelungen, so ist auf eine sorgfältige Fixierung des venösen Zugangs zu achten. Soll der Zugang auch postoperativ noch längere Zeit liegen bleiben, empfiehlt es sich, den Zugang an Hand oder Fuß mit einer Binde gut zu umwickeln.

Vor allem bei Säuglingen oder Kleinkindern treten aufgrund des oft vermehrten subkutanen Fettgewebes, der fehlenden Kooperation und dem häufig hohen Erfolgsdruck (bei Anwesenheit von verängstigten oder fordernden Eltern) häufiger Punktionsprobleme auf. Auch bei Kindern mit mehreren Voroperationen oder längeren Aufenthalt auf der pädiatrischen Intensivstation kann die Anlage eines peripheren Venenzugangs sehr schwierig sein. Bei Punktionsproblemen sollte ggf. frühzeitig ein erfahrener Kollege hinzugezogen werden, um weitere Fehlpunktionen zu vermeiden.

Gelingt die Anlage des intravenösen Zugangs am wachen Kind nicht und ist das Kind nüchtern, dann kann auf eine Einleitung per inhalationem (Kap. 6.1.3, S. 97) oder eine rektale Narkoseeinleitung (Kap. 6.1.4, S. 100) gewechselt werden. Anschließend ist in Narkose (noch vor Intubation und vor Beginn der operativen oder diagnostischen Maßnahme) ein intravenöser Zugang zu legen. In Narkose kommt es zu einer Vasodilatation und die Venenpunktion ist normalerweise deutlich einfacher.

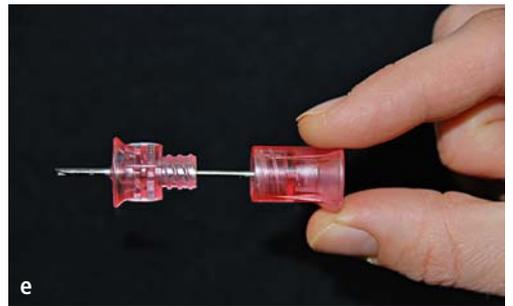
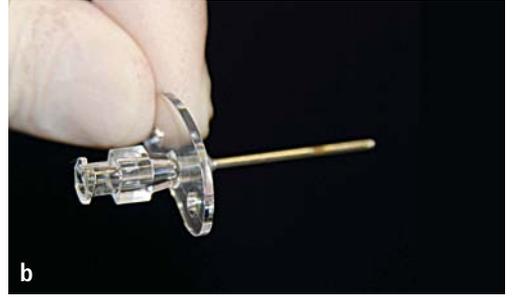
Bei einer Einleitung per inhalationem darf die Venenpunktion erst versucht werden, wenn das Kind das Exzitationsstadium sicher durchschritten hat. Wird hierbei zu früh – d.h. während des

Exzitationsstadiums – eine (schmerzhafte) Venenpunktion versucht, so kann ein Laryngospasmus (Kap. 9.4, S. 250) ausgelöst werden.

Treten bei einem nicht nüchternen Kind, bei dem zwingend eine »rapid sequence induction« durchgeführt werden muss, Punktionsprobleme auf, dann befürworten die meisten Anästhesisten ggf. vielfache (nach einer Befragung durchschnittlich 8) periphervenöse Punktionsversuche (Jordi Ritz et al. 2005). Hierbei sollte bei Säuglingen versucht werden, auch Schädelvenen und die V. jugularis externa (am stark überstreckten, überhängenden Kopf beim ggf. schreienden Kind) zu punktieren. Nach den ersten 2–3 Fehlpunktionen sollte, falls es sich um einen Notfalleingriff bei einem nicht prämedizierten Kind handelt, eine Prämedikation mit Midazolam durchgeführt werden (Ritz et al. 2005). Eine »Lachgas-Maske« zur Anlage des venösen Zugangs wird bei nicht nüchternen Kindern als kontraindiziert angesehen (Schmidt et al. 2007).

Wird eine schwierige Venenpunktion erwartet, dann ist eine besonders suffiziente Prämedikation wichtig. Es kann zur medikamentösen Prämedikation auch ausnahmsweise Ketamin (oral oder rektal) plus Midazolam verabreicht werden (Kap. 5.6.3, S. 83). Ketamin ermöglicht eine gute Schmerzdämpfung. Auch eine primär rektale Narkoseeinleitung mit Methohexital (Kap. 6.1.4, S. 100) kann in diesen Fällen sinnvoll sein und die Venenpunktion erleichtern.

Im Extremfall wird (nach entsprechender Lokalanästhesie) auch die **Platzierung einer intraossären Kanüle** zur Narkoseeinleitung befürwortet (Ritz et al. 2005; vgl. Abb. 6-5, S. 104; vgl. auch Kap. 12.3.2, S. 340). In Not-situationen sollte die Indikation zur Anlage einer intraossären Kanüle großzügig gestellt werden.



Als sofortige Indikationen für eine intraossäre Kanüle bei bereits anästhesierten Kindern werden genannt (Empfehlung 2011; Weiss et al. 2009):

- Atem-Kreislauf-Stillstand bei fehlendem intravenösem Zugang
- schwerer Laryngospasmus bei fehlendem intravenösem Zugang
- kritische hämodynamische Instabilität vor oder während der Anästhesieeinleitung bei fehlendem intravenösem Zugang
- Anästhesieeinleitung bei starker Atemwegsblutung

Als dringliche Indikationen bei erfolglosen venösen Punktionsversuchen werden genannt (Empfehlung 2011):

- unaufschiebbare Narkoseeinleitung beim nicht nüchternen Kind (Ileuseinleitung)
- unaufschiebbare Narkoseeinleitung beim Kind mit instabilem Kreislauf oder schwerer kardialer Insuffizienz

Als semi-elektive Indikationen bei erfolglosen venösen Punktionsversuchen werden genannt (Empfehlung 2011):

- zwingende »intraossäre« Einleitung (z.B. bei Disposition für eine maligne Hyperthermie)
- nach Maskeneinleitung nicht gelungener Venenzugang

Bei den dringlichen und semi-elektiven Indikationen ist jeweils im Einzelfall abzuwägen, ob eine zentralvenöse oder eine intra-

ossäre Kanülierung das sicherere Verfahren darstellt (Empfehlung 2011).

Für einen intraossären Zugang ist eine spezielle, besonders stabile Stahlkanüle (Abb. 6-5, S. 104; Übersicht über verfügbare intraossäre Kanülen bei Aniset et al. 2007) zu verwenden. Im deutschsprachigen Raum wird vor allem die Cook[®]-Kanüle (Intraosseus Infusion Needle; Cook[®] Critical Care, Bloomington, Indiana, USA) zur manuellen Insertion oder das EZ-IO[®]-Infusionssystem (Vidacare, San Antonio, Texas, USA) für eine automatisierte Insertion mittels Akku-Bohrer verwendet (Empfehlung 2011; Neuhaus et al. 2010). Normalerweise ist die intraossäre Kanüle in die Spongiosa der proximalen Tibiainnenseite einzustechen (beim unter 6-jährigen Kind vorzugsweise 1–2 cm distal der Tuberositas tibiae). Bei Kindern über 6 Jahren ist die Punktion der proximalen Tibia mittels manueller Insertion kaum möglich (Empfehlung 2011). Es sollte dann auf die distale mediale Tibia ausgewichen werden (Empfehlung 2011). Die Punktionsstelle liegt 2–3 cm kranial des Innenknöchels (Empfehlung 2011). Bei korrekter Platzierung der Kanüle fließt Blut (aus dem Knochenmark) zurück und es kann nun eine Medikamenteninjektion bzw. eine Infusion (und ggf. auch eine Transfusion) vorgenommen werden. Zumeist ist bereits der erste Punktionsversuch erfolgreich. Eine intraossäre Kanüle kann oft innerhalb von 30–60 Sekunden angelegt werden (Helm et al. 1996). Das Knochenmarkspirat kann ggf.

◀ **Abb. 6-5** (a), (b) Intraossäre Cook[®]-Kanüle (Intraosseus Infusion Needle; Cook[®] Critical Care, Bloomington, Indiana, USA): Nach erfolgreicher Punktion wird der Mandrin mit dem großen, runden Knauf entfernt. (c) Platzierte intraossäre Kanüle bei einem 14 Monate alten Kleinkind »ohne« Venen (vgl. Text). (d) Spezielle, batteriegetriebene »Bohrmaschine« (Akku-Schrauber) zur Platzierung einer

intraossären Kanüle. (e) Nach Platzierung der intraossären Kanüle (EZ-IO[®]; Vidacare[®], San Antonio, Texas, USA) mittels »Bohrmaschine« kann der an den Akku-Schrauber konnektierte Teil abgeschraubt und (f) ein Infusionsschlauch angeschlossen werden. (g) Röntgenaufnahme einer korrekt in der Tibia platzierten intraossären Kanüle.

auch zur Bestimmung der Blutgruppe, zum Kreuzen von Blutkonserven, für biochemische Analysen und für Blutgasanalysen verwendet werden. (Für solche Blutgasanalysen gelten – falls noch keine Injektionen oder Infusionen erfolgt sind – vergleichbare Werte wie bei einer zentralvenösen Blutprobe.) Bei intraossärer Injektion können ähnlich hohe Plasmakonzentrationen erreicht werden wie bei einer intravenösen Injektion. Die Plasmakonzentration wird außerdem ähnlich schnell erreicht wie bei einer Injektion über einen zentralen Venenkatheter (ERC Guidelines 2005). Die intraossäre Infusion scheint allerdings in vielen deutschsprachigen Kinderanästhesieabteilungen noch weitgehend unbeachtet zu sein (Neuhaus et al. 2010).

6.3 Endotracheale Intubation beim nüchternen Kind

6.3.1 Allgemeine Bemerkungen

Die **Indikation zur Intubation** sollte bei Neugeborenen und Säuglingen aufgrund der altersphysiologischen »Schwäche« des respiratorischen Systems (Kap. 2.2.2, S. 9) eher großzügig gestellt werden. Risikokinder sollten stets intubiert werden. Oft wird auch empfohlen, Neugeborene und Säuglinge unter ca. 6 Monaten prinzipiell zu intubieren.

Bei der endotrachealen Intubation muss durch Wahl der richtigen Tubusgröße eine gute Abdichtung im Bereich des Ringknorpels erzielt werden (Kap. 2.2.1, S. 8). Es sollte der größtmögliche Tubus verwendet werden, der gerade noch problemlos einzuführen ist. Falls der Beatmungsdruck (testweise) über ca. 20 mbar erhöht wird, sollte noch etwas Luft am Tubus vorbei entweichen. Ist

dies nicht der Fall, sollte dieser ungeblockte Tubus gegen einen kleineren ausgetauscht werden.

Es darf auch nicht gezögert werden, einen deutlich undichten Tubus sofort gegen den nächstgrößeren auszutauschen. Ein Problem bei der Auswahl der richtigen Tubusgröße besteht darin, dass die Tuben nach Innendurchmesser (in mm) gekennzeichnet werden, je nach Hersteller kann (aufgrund der unterschiedlichen Wanddicken der Tuben) der Außendurchmesser allerdings deutlich variieren.

Von manchen Autoren wurde in den letzten Jahren auch bei Kindern unter ca. 8 Jahren der Einsatz von Endotrachealtuben mit Cuff empfohlen. Die Vor- und Nachteile solcher Tuben werden ausführlich in Kapitel 3.4.1 (S. 26) diskutiert.

Bei Kindern unter ca. 8 Jahren sollten nach Meinung des Autors dieses Buches **normalerweise ein Tubus ohne Blockung** verwendet werden.

Wird für die Intubation – wie normalerweise üblich – eine **Relaxierung** durchgeführt, dann können damit ideale Intubationsbedingungen ermöglicht werden. Bei einer elektiven Operation können Kinder ggf. auch ohne Relaxierung intubiert werden, wenn eine ausreichend tiefe Inhalationsanästhesie bzw. eine ausreichend tiefe intravenöse Anästhesie (Propofol plus Opioid) sichergestellt ist. Allerdings ist es oft schwierig zu beurteilen, ob eine Narkose bereits ausreichend tief für eine Intubation ohne Relaxierung ist. Außerdem kann es bei einer sehr tiefen Narkose u.U. zu einer hämodynamischen Instabilität kommen, was insbesondere bei Neugeborenen, jungen Säuglingen oder kardiovaskulär instabilen Kindern der Fall sein kann. Das Risiko einer intubationsbedingten Verletzung ist bei nicht relaxierten Kindern und unzu-



Abb. 6-6 (a) Sachgerechte Lagerung des Kopfes in Neutralposition für die Maskenbeatmung und Intubation; (b) ungeeignete Lagerung ohne Stoffrolle unter den Schultern, Kopf in Ventralflexion

reichender Narkosetiefe erhöht. Daher sollte auch bei Kindern die Intubation unter Relaxierung das Standardvorgehen darstellen.

Für eine elektive Intubation ist ein nicht depolarisierendes Muskelrelaxans zu verwenden (Kap. 4.5.1, S. 55). Zur Vollrelaxierung für eine Intubation werden bei Kindern 0,5 mg/kg KG Atracurium; 0,15 mg/kg KG Cisatracurium; 0,2–0,25 mg/kg KG Mivacurium; 0,08–0,1 mg/kg KG Vecuronium oder 0,6 mg/kg KG Rocuronium (Kap. 4.5.1, S. 55) empfohlen.

Bei Vecuronium und Rocuronium ist bei Neugeborenen und jungen Säuglingen eine deutlich verlängerte Wirkung zu beachten (Kap. 4.5.1, S. 56). Bei dem in der Kinderanästhesie oft verwendeten Mivacurium (Kap. 4.5.1, S. 55) ist auf eine langsame Injektion zu achten, um die ansonsten deutliche Histaminfreisetzung zu minimieren. Atracurium wird ebenfalls häufig bei Kindern eingesetzt. Bei Frühgeborenen und Neonaten wird (falls eine Nachbeatmung geplant ist) oft Vecuronium verwendet, da nur dieses Relaxans auch bei Frühgeborenen und Neugeborenen offiziell zugelassen ist (Kap. 4.5.1, S. 55).

Succinylcholin ist für eine elektive Operation kontraindiziert (Kap. 4.5.2, S. 56). Succinylcholin kann jedoch in Notsituationen

(v.a. bei einem Laryngospasmus) angewendet werden.

Besteht der Verdacht, dass das Kind nicht nüchtern ist, dann ist eine sog. modifizierte Ileuseinleitung (mRSI) durchzuführen (Kap. 9.1, S. 234).

6.3.2 Orotracheale Intubation

Bei der endotrachealen Intubation von Kindern sollte besonders vorsichtig vorgegangen werden. Falls ausnahmsweise ein Führungsstab verwendet wird, worauf allerdings fast immer verzichtet werden kann, darf dieser auf keinen Fall aus der Tubusspitze herausragen.

Der Kopf von Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern muss zur Intubation ungefähr in Neutralposition gebracht werden (Abb. 6-6), er sollte aber nicht deutlich überstreckt werden (Kap. 2.2.1, S. 8). Bei älteren Kleinkindern und bei Schulkindern sollte der Kopf – ähnlich wie bei Erwachsenen – für die Maskenbeatmung und die endotracheale Intubation überstreckt werden.

Da der für kleine Kinder typischerweise große kindliche Hinterkopf in flacher Rückenlage zur Ventralflexion des Kopfes führt