

# Die Narkose bei der Herzoperation

## Was ist eigentlich eine Narkose?

Der Begriff Narkose kommt aus dem Altgriechischen (Narkosis, νάρκωσις) und bedeutet „in den Schlaf versetzen“. Bei der Narkose handelt es sich nach unserer Definition allerdings nicht nur um „In den Schlaf versetzen“, sondern beinhaltet neben dem Schlaf auch noch die völlige Schmerzfreiheit. Man könnte sagen, dass die Allgemeinanästhesie ein medikamentös herbeigeführter, kontrollierter Zustand der Bewusstlosigkeit und Schmerzfreiheit ist.

Grundsätzlich besteht die Narkose aus mehreren Komponenten. Zum einen ist die Ausschaltung des Bewusstseins (Schlaf neben der völligen Schmerzfreiheit (Analgesie) wesentlicher Bestandteil. Zusätzlich muss die Muskulatur für bestimmte Eingriffe vollständig entspannt werden (Relaxation). Insofern lassen sich die drei Komponenten der Narkose, Schlaf-, Schmerzfreiheit und Muskelentspannung voneinander trennen.

Anders als beim Schlaf kann ein Mensch, der sich in Narkose befindet, nicht erweckt werden. Man weiß aber aus wissenschaftlichen Untersuchungen, dass das Bewusstsein eines narkotisierten Patienten nicht völlig ausgeschaltet ist. Man spricht daher von unterschiedlichen Narkosetiefen, deren Messung allerdings bis heute mit großen Schwierigkeiten verbunden und noch nicht gesichert möglich ist. Die Vorstellung, während der Narkose zu erwachen, ist



für die meisten Menschen verständlicherweise eine große Angst. Aus diesem Grunde werden viele wissenschaftliche Anstrengungen zu diesem Thema unternommen. Schon heute gibt es kom-

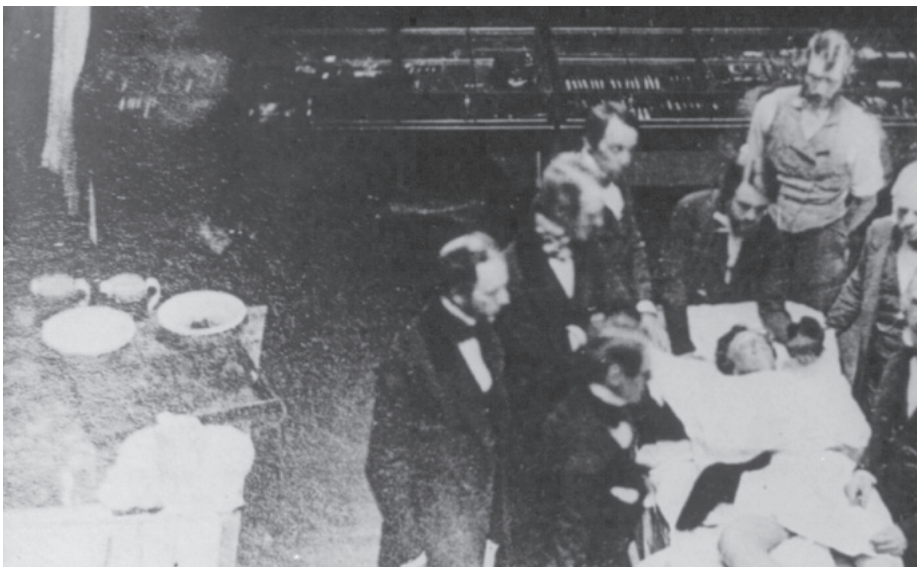
merziell erhältliche Geräte, mit denen sich solche „awareness“-Zustände verhindern lassen sollen. Auch durch die Kombination bestimmter Medikamente zur Narkose werden Wachheitserlebnisse nahezu unmöglich.

Bereits 1200 v. Chr. hat der griechische Gelehrte Asklepios unter Anwendung eines Trunkes Schmerzunempfindlichkeit für kleinere chirurgische Eingriffe herbeiführen können. Etwa 1300 n. Chr. gab es von Guy Chauliac erstmals Berichte über Komplikationen während der Anwendung von so genannten Schlafschwämmen.

Die moderne Anästhesie ist untrennbar mit der Entdeckung des Lachgases und der Anwendung von Äther zu Narkosezwecken verknüpft. So gilt das Jahr 1846 als Geburtsstunde der modernen Anästhesiologie. William Thomas Green Morton führte am 16. Oktober 1846 eine erfolgreiche Narkose am Massachusetts General Hospital der Harvard Universität zu Boston vor.

Der erste Arzt, der sich überwiegend der Anästhesiologie widmete, war Sir John Snow, der unter anderem 1847 den ersten Ätherverdampfer entwickelte und 1853 mittels Chloroformnarkose die schmerzlose Geburt des Prinzen Leopold durch Königin Viktoria in London ermöglichte. Zu diesen Zeiten war die Anästhesie allerdings mit erheblichen Komplikationen und nicht selten auch tödlichem Ausgang verknüpft. Durch gründliche wissenschaftliche Arbeit war es in den darauf folgenden Jahren möglich, immer neuere Medikamente und Narkoseformen zu entwickeln. Die Überwachung und vor allem Steuerung des Kreislaufes, des Bewusstseins und des Körpers ist längst kein Zufallsspiel mehr.

Die rasante Entwicklung in der Anästhesiologie machte es zwingend notwendig, sich als eigenständiges Fachgebiet zu etablieren und so wurde am 10. April 1953 in München die „Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)“ gegründet. Mittlerweile ist das Wissen und die Tätigkeit so umfangreich geworden, dass es mehr und mehr Subdisziplinen der Anästhesiologie zu unterscheiden gilt.



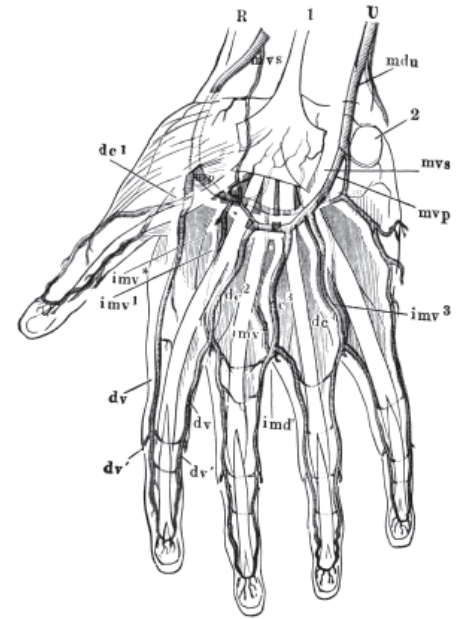
Der bei der abgebildeten Operation anwesende Henry Jacob Bigelow der Jüngere, einer der einflussreichsten Chirurgen seiner Zeit, bemerkte: „Ich habe heute etwas gesehen, das um die Welt gehen wird.“ Und damit sollte er recht behalten. Die moderne Anästhesie war am 16. Oktober 1846 geboren.

## Besonderheiten der Narkose bei Kindern

Kinder sind keine kleinen Erwachsenen. Dieser häufig zitierte Grundsatz gilt noch immer in der Kinderanästhesie. Je älter Kinder werden, desto eher ähneln sie in der Physiologie und der Anatomie dem erwachsenen Menschen. Allerdings umgekehrt – je kleiner und je jünger Kinder sind, um so mehr unterscheiden sie sich in Teilbereichen der Physiologie und auch der Anatomie vom Erwachsenen. Bisher gibt es kein Anatomiebuch für Säuglinge und beispielsweise Frühgeborene. Die Lagebeziehung der Organe, der Nerven und der Blutgefäße ist zwar grundsätzlich vergleichbar mit denen von Erwachsenen, allerdings sind die Dimensionen und Proportionen deutlich unterschiedlich.

Neben den körperlichen Unterschieden (Herzfrequenz, Blutdruck, Blutvolumen, Atmung, Blutgerinnung, Leber- und Nierenunreife – um nur einige wenige aufzuzählen) müssen wir natürlich auch die seelischen Besonderheiten von Kindern berücksichtigen. Daher befasst sich die Kinderanästhesiologie auch mit Fragen der Grundbedürfnisse und der Wahrnehmung von Kindern im Krankenhaus, mit entwicklungsbedingten

Besonderheiten und deren Beziehung zur Narkose, ebenso wie die Schmerzbehandlung und Betreuung auch der Eltern während und nach der Operation. Häufig werden wir gefragt, ob die Eltern bei der Narkoseeinleitung dabei sein können. Grundsätzlich ist das z.B. in unserem Hause wie in anderen Kliniken kein Problem. Es ist aber organisatorisch sehr aufwendig, weil wir den Eltern vorher und im OP einige Verhaltensregeln erklären müssen. So dürfen nicht alle Bereiche betreten und berührt werden um die Sterilität zu gewährleisten. Es gibt Untersuchungen zur "Elterneinleitung" wonach die ausgeschütteten Stresshormone nicht etwa bei den Kindern, sondern vor allem bei den Eltern deutlich erhöht sind. Auch steigen Herzfrequenz und Blutdruck der Eltern deutlich an, wenn sie ihr Kind in den OP begleiten. Gerade vor Herzoperationen sind die Eltern besonders angespannt und emotional belastet, sodass wir immer den Abschied vor der OP-Schleuse empfehlen. Am besten kann man dieses Thema also mit einer typischen Politikerfloskel beantworten: "Grundsätzlich ja, aber..."



Dargestellt ist die Anatomie der Arterien der Hand. Die Arteria radialis (R) ist eine gut zugängliche und häufig punktierte Arterie zur invasiven Blutdruckmessung

## Besonderheiten der Kinderkardioanästhesie

Während der „Erwachsenenanästhesie“ in der Regel nur 2 Tubusgrößen (Beatmungsschlauch) berücksichtigen muss, hat der Kinderanästhesist ständig eine Tabelle von über 10 verschiedenen Größen im Hinterkopf. Spielt es in der Erwachsenenanästhesie keine wesentliche Rolle, an welcher Stelle der Blutdruck gemessen wird (Arm oder Bein, rechts oder links) muss der Kinderkardioanästhesist die Besonderheiten des jeweiligen Herzfehlers und der Verteilung der großen Gefäße schon bei der Wahl des Messortes zur Registrierung des Blutdruckes berücksichtigen. In der routinemäßigen Kinderanästhesie gilt häufig der Grundsatz "So schonend wie möglich und so wenig invasiv wie nötig" die Narkose zu planen. Generell gilt für alle Anästhesisten der Grund-

satz „Je komplexer die Erkrankung und je ausgedehnter der Eingriff, desto umfangreicher und gründlicher muss das Monitoring der Herz-Kreislauf- und Gehirnfunktionen bemessen sein“. Aus diesem Grund muss der Kinderkardioanästhesist täglich umfangreiche invasive Maßnahmen am Kinde durchführen können. Zu den Aufgabengebieten des Kinderkardioanästhesisten gehört mehr und mehr die Visualisierung der Herz und Kreislauffunktion. Gemeint ist die Durchführung der transoesophagealen Echokardiographie (TEE) als elementarer Bestandteil des erweiterten Herz-Kreislaufmonitorings.

Auch hier gilt, dass solide Ausbildung in der Echokardiographie notwendig ist um dieser Aufgabe gerecht werden zu kön-

nen. Anders als bei Bauchoperationen oder dem Richten von Knochenbrüchen, behandelt der Kinderkardioanästhesist dasselbe Organ wie der Kinderkardiologe und der Herzchirurg. Allein diese Tatsache erklärt, dass eine erfolgreiche Arbeit im Kinderherz-OP immer die Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen notwendig macht. Gerade die Vielfalt des medizinischen Spektrums eines doch sehr begrenzten Bereiches begründet die Hingabe und Leidenschaft des Kinderkardioanästhesisten. Aus dem eben genannten wird deutlich, dass insbesondere im Kinderherz-OP Kontinuität der Schlüssel zu Erfolg sein muss. Wenn man die erfolgreichen Zentren betrachtete, beobachtet man dort selten personelle Fluktuation.

## Was ist eigentlich ein Narkosearzt?

In Deutschland dauert das Studium der Medizin sechs Jahre. Während des Studiums wird jedes Fach der Medizin gelehrt und so eine umfassende Ausbildung garantiert. Nach dem Studium muss man sich entscheiden, auf welchem Gebiet der

Medizin man seine Facharztausbildung anschließen möchte. Die Facharztausbildung in der Anästhesiologie dauert weitere fünf Jahre und umfasst alle Bereiche der operativen Medizin sowie ein Jahr Intensivmedizin. Nach erfolgreich abge-

legter Prüfung vor der Ärztekammer darf man dann selbständig und eigenverantwortlich Narkosen durchführen. Der Anästhesiologe wird also im Rahmen seiner Facharztweiterbildung auf den Gebieten Anästhesie, Intensivmedizin,

Notfallmedizin und Schmerztherapie ausgebildet, die wir gern auch die „vier Säulen“ unseres Faches bezeichnen.

Eine eigenständige Spezialisierung zum Kinderanästhesisten gibt es nicht. Wohl aber gibt es Empfehlungen beispielsweise der „Europäischen Organisation für Kinderanästhesiologie (FEAPA)“, die grundsätzliche Normen für die Ausbildung in der Kinderanästhe-

sie formuliert haben ([www.feapa.org](http://www.feapa.org)).

In der Präambel dieser Richtlinien heißt es, dass die Durchführung einer Anästhesie in der Patientengruppe der Kinder voraussetzt, dass die damit befassten Ärzte neben einer fundierten Ausbildung über eine ausreichende tägliche Routine zur Aufrechterhaltung ihrer Fertigkeiten und Kenntnisse verfügen. In unserem Hause verlangen wir vom

Kinderkardioanästhesisten die Facharztausbildung zum Anästhesiologen, die Spezialisierung Intensivmedizin und mindestens ein Jahr täglichen Umgangs mit der Kinderanästhesie. Erfahrungen auf einer kinderintensivmedizinischen Intensivstation sind ebenfalls wünschenswert. Wir gehen also mit unseren Forderungen weit über die der FEAPA hinaus.

## Vorbereitung zur Narkose: Das Prämedikationsgespräch

Der erste Kontakt mit dem Anästhesisten ist in aller Regel das Prämedikationsgespräch. Ein standardisierter Aufklärungsbogen dient der Information des Patienten und der Strukturierung des Gespräches sowie der ausführlichen Erhebung der Krankengeschichte durch den Patienten. Während des Gespräches sollte nicht nur eine Untersuchung stattfinden, sondern auch eine ausführliche, auf die speziellen Belange der Narkose zugeschnittene Erhebung der Krankengeschichte des Patienten stattfinden. Gerade in der Kinderanästhesie dient dieses Gespräch auch zur Vertrauensbildung und es ist immer wieder erstaunlich, wie viele detaillierte Fragen Kinder über das

haben, was da kommt. Für den Bereich der Kinderkardioanästhesiologie gilt, dass ergänzend zum Prämedikationsgespräch die Krankengeschichte eines Herzkindes im Rahmen einer interdisziplinären Konferenz bestehend aus Kinderkardiologen, Herzchirurgen und Kinderkardioanästhesisten erörtert wird. In unserer Institution beispielsweise finden diese Gespräche wöchentlich statt. Im Rahmen einer so genannten Fallbesprechung werden dort alle Patienten der kommenden Woche im Detail vorgestellt, Herzkatheterbefunde gesichtet und zugehörige Echokardiodiagnostikdetails erörtert. Nur so kann eine umfassende Planung der Narkose gewährleistet werden.

In der Kinderkardioanästhesiologie steht die Auswahl der verschiedenen Narkoseformen weniger im Vordergrund, da in aller Regel nur eine Vollnarkose (Intubationsnarkose) in Frage kommt. Auch ist der Einsatz der Narkosemittel im Wesentlichen durch die Physiologie des jeweiligen Herzfehlers festgelegt. Wichtiger in der Planung der Narkose ist die Kenntnis über die operative Strategie des Herzchirurgen bei dem jeweiligen Herzfehler. Natürlich dient das Narkosegespräch auch dazu, den Eltern die Gewissheit zu geben, dass ihr Kind in verantwortungsvolle und kompetente Hände gegeben wird.

## Narkoseformen

### Inhalationsanästhesie

Bei der Inhalationsanästhesie wird die Ausschaltung des Bewusstseins, also die Hypnose (oder der Schlaf) hauptsächlich über ein gasförmig zugeführtes Anästhetikum erzeugt. Bei der Kinderkardioanästhesie werden Inhalationsanästhetika regelhaft bei der Narkoseeinleitung eingesetzt, wenn Kinder ohne liegenden Gefäßzugang in den Operationssaal kommen. Während bei größeren Kindern ohne weiteres ein Gefäßzugang im Wachzustand angelegt werden kann, fällt dies bei ängstlichen oder Kindern unter einem Jahr häufig schwer. Die „gefürchtete“ Altersklasse sind Kinder um sechs bis acht Monate, haben diese doch nicht unerheblichen „Babyspeck“ und wenig sichtbare Venen. Hier kann das Legen eines Gefäßzuges im Wachzustand zu einem Geduldsspiel werden. Da wir unseren Kindern jegliche Art von Stress ersparen wollen, verwenden wir hier ein Inhalationsanästhetikum, meist Sevofluran, um das Legen eines Gefäßzuges so schonend wie möglich in Narkose zu ermöglichen. Auch zur Aufrechterhaltung der Narkose gibt es Kinderkardio-

anästhesisten, die Inhalationsanästhetika regelhaft verwenden.

Der Vorteil der Inhalationsanästhetika besteht darin, dass Wachheit während der Narkose so genannte „awareness“ unter Anwendung von Narkosegasen so gut wie nie beobachtet wird. Inhalationsanästhetika sind gut steuerbar und verschwinden nach Beendigung der Zufuhr rasch aus dem Körper des Kindes. Inhalationsanästhetika werden nie als alleiniges Narkosemittel eingesetzt sondern immer mit Opioiden also mit starken Schmerzmitteln kombiniert, da Narkosegase allein keine Schmerzbekämpfung ermöglichen (balancierte Anästhesie). Eine interessante Kombination ist die Anwendung von Inhalationsanästhetika in Verbindung mit regionalanästhesiologischen Verfahren.

### TIVA (totale intravenöse Anästhesie)

Als TIVA bezeichnen wir den ausschließlichen Einsatz von intravenös zugeführten Narkosemitteln. Meist sind dies eine Kombination aus Propofol und einem starken Opioid, oft ein Kurzwir-

kendes. Von den Befürwortern der TIVA wird die gute Steuerbarkeit, stabile Kreislaufverhältnisse, und wenig Nebenwirkung – insbesondere das seltene Auftreten von postoperativer Übelkeit und Erbrechen – herausgestellt. Eine abschließende Bewertung, welches Narkoseverfahren (balancierte Anästhesie mit Inhalationsanästhetika oder TIVA), das bessere Verfahren ist, kann nicht abgegeben werden. Sicher haben beide Verfahren ihre Berechtigung und werden teils zentrumspezifisch miteinander kombiniert. Letzten Endes entscheidet die Erfahrung des jeweiligen Zentrums mit „ihrer“ Kombination von Narkosemedikamenten.

### Regionalanästhesie

Als Regionalanästhesie bezeichnen wir Verfahren zur örtlichen Schmerzausschaltung entweder einzelner Nerven oder kompletter Nervenstränge wie bei der Spinal- oder Periduralanästhesie. In der „Erwachsenen-Kardioanästhesie“ gibt es einige wenige Zentren, die routinemäßig die so genannte „thorakale Periduralanästhesie“ durchführen. Bei diesem



Narkoseverfahren wird relativ hoch in der Nähe der Halswirbelkörper ein dünner Schlauch in die Nähe des Halsrückmarks eingelegt. Über diesen Schlauch können kontinuierlich Medikamente zur örtlichen Betäubung (Lokalanästhetika) zugeführt werden. Der Vorteil dieser Methode wird in einer vollständigen Schmerzausschaltung sowie der kompletten Stressreduktion gesehen.

Dieses Verfahren lässt sich bei sehr kleinen Kindern so nicht durchführen. Vor einigen Jahren hat die Arbeitsgruppe um Prof. Wolf aus Bristol (England) daher

die kontinuierliche Spinalanästhesie bei Säuglingen während Herzoperationen eingeführt und etabliert. Zur kontinuierlichen Spinalanästhesie wird ein sehr dünner Schlauch im Bereich der lumbalen (unteren) Wirbelsäule eingeführt. Anschließend kann ein Lokalanästhetikum zur Spinalanästhesie verabreicht werden. Auch hier wird eine vollständige Schmerzfremheit und Stressreduktion erreicht, indem sich das Medikament rasch im Spinalkanal ausbreiten kann.

Eine gefürchtete Komplikation bei allen Arten der rückenmarksnahen Leitungs-

nästhesie ist die Infektion bzw. das Auftreten eines Hämatoms (Blutergusses). Durch ein Hämatom oder durch eine Infektion können Nervenbahnen geschädigt werden, was bis zur Querschnittslähmung führen kann. Insbesondere in der Kardioanästhesiologie gibt es noch keine abschließende Beurteilung über dieses Verfahren. Insgesamt hat sich die rückenmarksnahen Leitungsanästhesie in der Kinderkardioanästhesie trotz einiger sehr interessanter Publikationen als Routineverfahren noch nicht etablieren können.

## Monitoring

### Kreislauf

Zur Überwachung der Kreislauffunktion werden in der Kinderkardioanästhesie invasive (eingreifende) Messmethoden eingesetzt.



Punktion der Arteria radialis bei einem 2,2 kg schweren Säugling. Bei der dargestellten Punktionsmethode versucht man sich das arterielle Blutgefäß durch Licht sichtbar zu machen

Zur kontinuierlichen Überwachung des Blutdrucks wird eine arterielle Dauerweilkatheter, meist in die Arteria radialis (tastbar am Handgelenk) eingelegt. Gelingt dies nicht, kann auch die Arteria brachialis, femoralis oder axillaris verwendet werden. Man muss sich vorstellen, dass der Durchmesser einer Arteria radialis bei einem 3,5 kg schweren Kind unter 1 mm liegen kann.

Aus diesem Grunde kann die Anlage einer arteriellen Blutdruckmessung mitunter sehr schwierig sein und erfordert viel Erfahrung. In der modernen Anästhesiologie werden daher immer häufiger Methoden zur direkten Visualisierung der Blutgefäße eingesetzt, wie z. B. die Sonographie. Zum Monitoring des Kreislaufs werden außerdem so genannte zentrale

Venenkatheter z. B. in einer großen Halsvene (Vena jugularis) eingelegt.

Über einen solchen Venenkatheter können Drucke gemessen und Blutentnahmen gemacht, sowie kreislaufwirksame Medikamente verabreicht werden. Zur Überwachung des Kreislaufs werden daher nicht nur direkt gemessene Daten betrachtet, sondern auch Ergebnisse aus Blutanalysen (Laktat, Säure-Basenhaushalt), die im Labor gemacht werden, herangezogen. Während der Narkose überwachen und steuern wir Anästhesiologen etwa 15-20 verschiedene Kreislaufparameter. Neben der Durchblutung des Körpers sind wir heute auch in der Lage die Sauerstoffversorgung in verschiedenen Geweben des Körpers zu messen. Die Abbildung zeigt den Verlauf einer Gewebssauerstoffmessung während einer Herzoperation.



5F 2-lumen (1,67 cm Durchmesser) Venenkatheter (ZVK) in der rechten Vena jugularis interna vor einer Herzoperation

### Atmung

Zur Sicherstellung der Atemwege wird ein Beatmungsschlauch ("Tubus" genannt) in die Luftröhre eingelegt. Dies

sollte von erfahrener Hand geschehen, da die Schleimhäute des kindlichen Atemwegs sehr zart und verletzlich sind. Da die eigene Atmung durch die Narkosemedikamente aussetzt, muss durch eine Maschine künstlich beatmet werden. Allein durch die Wahl des Beatmungsmusters kann beim Kind mit angeborenen Herzfehlern die Durchblutung der Lungenstrombahn beeinflusst werden. Diese Zusammenhänge müssen dem Kinderkardioanästhesisten natürlich geläufig sein. Auch die Anwendung der maschinellen Beatmung muss kontinuierlich überwacht und den Phasen

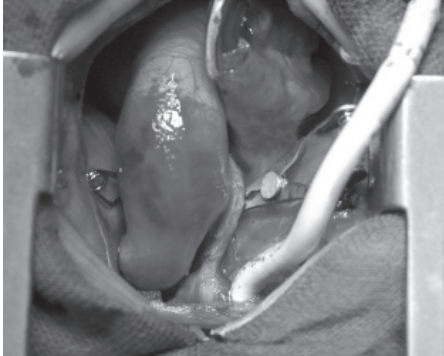


Maskenbeatmung vor der Intubation im Herzkatheter-Raum

der Operation angepasst werden. Auch hierzu überwachen und modifizieren wir mehr als 20 verschiedene Beatmungsparameter. In jedem Herz-OP ist daher ein kleines Labor untergebracht, wo wir wenn es sein muss minutlich Blutuntersuchungen machen können.

**Herz**

Da das Herz primäres Zielorgan unserer Bemühungen in der Kardioanästhesiologie ist, gehört die direkte Betrachtung der Herzanatomie und Funktion unbedingt in den Kinderherz-OP. Die Herzfunktion sollte vor der HLM beurteilt werden und das operative Ergebnis unmittelbar noch im OP-Saal geprüft



Operation eines Kindes mit hypoplastischem Linksherzsyndroms (HLHS). Dargestellt ist die Technik der selektiven Perfusion des Gehirns über einen zuvor angelegten 3,5 mm Shunt

werden. Die transösophageale Echokar-

diographie (TEE) ist mittlerweile integraler Bestandteil unseres Monitorings im Herz-OP.

**Gehirn**

Die Überwachung der Hirnfunktion ist besonders in der Kinderkardioanästhesie absolut wünschenswert, wird doch bei manchen Eingriffen der Kreislauf komplett stillgelegt. Damit keine Hirnschädigungen eintreten können, wird der Patient hierzu auf 18°C abgekühlt und der Kopf zusätzlich durch lokales Aufbringen von Eis geschützt. Jedoch gibt es auch verschiedene Operationsmethoden, die versuchen, den totalen Kreislaufstillstand zu vermeiden. Natürlich wäre in jedem Fall eine Messmethode sinnvoll, um die Hirnleistung vor, während und nach der HLM kontinuierlich überwachen zu können. Leider gibt es bis heute noch kein Verfahren, was uns diese Informationen zuverlässig liefert. Eine Alternative zum totalen Kreislaufstillstand (DHCA) ist die "selektive" Kopfperfusion. Bei dieser besonderen Technik wird eine zuführende Hirnarterie (Truncus brachiocephalicus) mit

einem Schlauch der HLM verbunden. Anschließend wird zwar der Kreislauf der unteren Körperhälfte angehalten, aber das Gehirn, das am empfindlichsten auf Sauerstoffmangel reagiert, weiterhin mit Blut und natürlich Sauerstoff versorgt. Leider fehlt es uns bis heute an Langzeituntersuchungen, die positive Effekte im Vergleich zum totalen Kreislaufstillstand sicher belegen.

Ein großes Problem nach wie vor, ist das Fehlen geeigneter Methoden zur Überwachung der gesamten Gehirnfunktion. Das EEG beispielsweise ist sehr anfällig für Kälte und schon bei Temperaturen unter 30° ist eine zuverlässige Interpretation eines Roh-EEG's nicht mehr sinnvoll möglich. Zusätzlich wird das EEG durch Narkosemittel unspezifisch verändert. Andere Methoden, wie z. B. die Messung der regionalen Sauerstoffsättigung des Gehirns, sind bisher noch nicht hinreichend überprüft und können daher noch nicht abschließend empfohlen werden. An einigen Zentren wird der so genannte Bispektralindex (BIS) gemessen. Beim BIS handelt es sich um ein, durch den Computer verarbeitetes EEG.

**Um ihnen einen Eindruck geben zu können, wie der Alltag des Kinderanästhesisten aussieht, möchte ich ihnen im Folgenden einen Überblick über einen Routinearbeitstag im Herz-OP geben.**

**Einleitung**

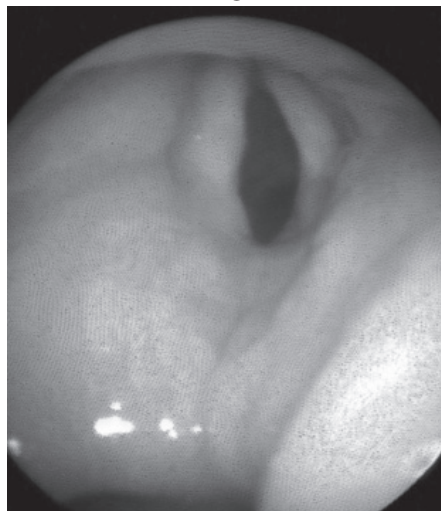
Punkt 8.00 Uhr wird das Kind von den Eltern an der Schleuse zum OP an den Anästhesisten oder die Anästhesiepflegekraft übergeben. Hier wird den Eltern die Möglichkeit gegeben, sich von ihrem Kind zunächst zu verabschieden und es können noch Informationen über den Verlauf der Nacht ausgetauscht werden. Außerdem kann hier über einen bereits liegenden Gefäßzugang dem Kind schon ein beruhigendes Medikament verabreicht werden.

8.05 Uhr liegt dann das Kind auf dem Operationstisch im Vorbereitungsraum für die Narkose (Einleitungsraum) und ein EKG und ein Pulsoximetrie-Sensor wird angelegt. Nach Überprüfung des Gefäßzuges werden verschiedene Medikamente gespritzt. Meist ist dies eine Kombination aus einem Schlafmittel (Hypnotikum), ein Schmerzmittel

**Ablauf einer Standard-Herznarkose**

(Opiat) und einer muskelentspannenden Substanz (Relaxans). Ist das Kind sicher eingeschlafen wird über eine Maske künstlich beatmet. Anschließend wird ein Beatmungsschlauch (Tubus) in die Luftröhre eingelegt.

Nun übernimmt ein Narkosegerät die künstliche Beatmung sowie die Zufuhr



Eingang in die Luftröhre bei einem 8 kg schweren Kind. Links und rechts sind die Stimmbänder erkennbar

von Narkosegasen. Der Anästhesist wechselt dann den Platz und begibt sich

zur Anlage der arteriellen Blutdruckmessung. Zehn Minuten später wird das Kind zur Punktion für den zentralen Venenkatheters gelagert. Ist dies erledigt, muss noch eine Magensonde und ein Blasen-katheter eingelegt werden. Handelt es sich beispielsweise um eine Wiederholungsoperation (so genannte Re-Operation) muss ein weiterer grosslumiger (dicker) Gefäßzugang angelegt werden, damit man im Notfall schnell größere Blutvolumenmengen zuführen kann. Dies kann lebensrettend sein, da es bei länger zurückliegenden Operationen zu starken Verwachsungen kommen kann, die das Risiko einer stärkeren Blutung erhöhen können.

Um etwa 8.35 Uhr wird dann das Kind von den Operationsschwestern zur Operation vorbereitet. Diese Vorbereitung dauern mitunter recht lange, da sämtliche Körperstellen mit Watte abgepolstert werden und viele Schläuche und Leitungen vom Kind zu den Maschinen geführt werden müssen. Anschließend muss das Kind mit einer desinfizierenden Lösung zum Hautschnitt vorbereitet werden. Schon in dieser Phase muss sich der Anästhesist vergewissern, dass eine ausreichende Narkosetiefe erreicht ist, denn

unser kleiner Patient darf von all diesen Maßnahmen nichts mitbekommen.

Nun und beginnt gegen 9.25 die Operation.

### Phase der Herz-Lungen-Maschine

Bevor der Patient an die Herz-Lungen-Maschine angeschlossen werden kann, muss die körpereigene Blutgerinnung verhindert werden. Dazu setzen wir ein Medikament namens Heparin ein. Nach der Injektion von Heparin prüft der Anästhesist durch einen Bluttest die Wirkung. Anschließend beginnt die Phase der extrakorporalen Zirkulation (EKZ, oder auch künstlicher Kreislauf). Während der EKZ übernimmt die Herz-Lungen-Maschine die Aufgabe des Kreislaufs, der Thermo-

thesisten nun im Auge behalten werden. Der Körper reagiert auf Kälte mit einer Verengung der Gefäße von Haut und Muskulatur um sich natürlicherweise vor weiterem Kälteverlust zu schützen. Diese von der Natur aus sinnvolle Maßnahme bereitet uns Schwierigkeiten. Hält man nun den notwendigen Blutfluss an der Herz-Lungen-Maschine aufrecht, würde der Blutdruck in diesen verengten Gefäßen zu stark ansteigen. Nun kann man den Blutfluss mit dem Argument, dass Kälte die Stoffwechselforgänge bremst, reduzieren. Eine andere Möglichkeit ist, Medikamente zu verabreichen, die dieser Gefäßreaktion entgegenwirken. In jedem Fall ist der Anästhesist für die Überwachung, Aufrechterhaltung und Steuerung des Kreislaufs verantwortlich. Schon in dieser Phase bereiten wir die

gesetzt werden. Die Wahl des "richtigen" Medikaments hängt entscheidend von der Kreislaufsituation und dem zugrunde liegendem Herzfehler ab. Je ausgedehnter und angepasster nun das Kreislaufmonitoring ist, desto präziser gelingt die Entscheidung für das "richtige" Medikament. Unmittelbar nach der HLM wird nun von uns die Blutgerinnung wieder hergestellt. Besonders bei "blauen" Herzfehlern und Operationen in Hypothermie (Körpertemperatur unter 30°C) kann das schwierig sein und erfordert ebenfalls viel Erfahrung und natürlich die Unterstützung durch Medikamente.

### Ausleitung der Narkose

In der Regel dauert die Narkose genauso lange wie die Operation. Die Herz-Operation beim Kind stellt hier eine weitere Besonderheit dar. In den allermeisten Zentren werden die Kinder beatmet vom Anästhesisten auf die Intensivstation begleitet. Dort erfolgt die Übergabe an das Team der Intensivstation und die Eltern können schon jetzt schon wieder zu ihrem Kind und bekommen erste Informationen über die Operation. Es gibt zwar Berichte über so genannte "fast-track" und "ultra-fast-track" Verfahren in der Kinderherzchirurgie. Man meint damit, die schnelle Beendigung der Narkose, teils noch auf dem OP-Tisch, rasche Verlegung von der Intensivstation und schnelle Entlassung aus dem Krankenhaus. In unserem Zentrum wie in den allermeisten anderen, werden die Kinder etwa drei bis fünf Stunden nach der Herzoperation in der Narkose gehalten. Während dieser Zeit, wird der Kreislauf weiter stabilisiert, die Lunge geröntgt, nochmals eine Echountersuchung gemacht, die Atmung angepasst, auf etwaige Blutungen geachtet und eine ausreichende Schmerztherapie eingeleitet. Erst wenn das alles positiv ist beginnen wir mit der Ausleitung der Narkose. Ausleiten meint, dass man den kontrollierten Schlaf langsam durch das Weglassen von Narkosemedikamenten beendet. In der Regel sind dann die Eltern als wichtigste Bezugsperson bei ihrem Kind. Wenn es die Grunderkrankung erlaubt, werden die Kinder nach einem Tag Aufenthalt von der Intensivstation über eine so genannte Intermediate Care Station auf eine periphere Pflegestation verlegt.



Operationssaal vor der Herzoperation. In der Mitte des Bildes erkennt man die vorbereitete Herz-Lungen-Maschine

regulation (abkühlen, aufwärmen) und der Atmung. Wichtig zu wissen ist, dass der Füllung der HLM besonders bei ganz kleinen Kindern Blut beigemischt werden muss, um ein kritisches Absinken der roten Blutkörperchen im Kinde zu verhindern. Durch die kontinuierliche Forschung gelingt es zwar, die Füllmengen der Maschinen immer mehr zu verkleinern, aber ganz ohne Blut geht es noch nicht. Auch hier muss der Anästhesist, gemeinsam mit dem Verantwortlichen der Herz-Lungen-Maschine (Kardiotechniker) und dem Herzchirurgen Strategien festlegen, wie und wann mit Blut therapiert wird (Blut ist für uns ein Medikament, das verordnet werden muss). Auch während der Herz-Lungen-Maschine müssen Atmungsparameter im Blut gemessen und korrigiert werden. Besonders während der Hypothermie (Abkühlen des Patienten) muss der Blutdruck vom Anäs-

Beendigung der EKZ vor. Es müssen herzunterstützende Medikamente vorbereitet, die Wiederherstellung der Blutgerinnung geplant und die maschinelle Beatmung eingestellt werden. Die Ultraschalluntersuchung des Herzens (TEE) beginnt schon jetzt, um dem Chirurgen die Möglichkeit geben zu können bereits im Operationssaal noch an der Herz-Lungen-Maschine den Erfolg der Operation sehen zu können. Ist alles in Ordnung, wird die Herz-Lungen-Maschine langsam abgestellt. Nun ist von jedem Beteiligten viel Fingerspitzengefühl (und die Interpretation aller Kreislaufwerte) gefragt, um beurteilen zu können, ob das Herz in der Lage ist, die Arbeit (Pumpleistung) allein wieder aufnehmen zu können. Notfalls müssen nun die verschiedensten Kreislaufmedikamente (Adrenalin, Noradrenalin, Dobutamin, Dopamin, Milrinon, NO um ein paar zu nennen) spezifisch ein-

Autor: Dr. med. Ehrenfried Schindler, Direktor d. Zentrums für Kinderanästhesiologie, Asklepios Klinik Sankt Augustin, [e.schindler@asklepios.com](mailto:e.schindler@asklepios.com)

Quelle: IDHK Nachrichten, Ausgabe 69 - Wir danken dem Autor und der IDHK für die freundliche Genehmigung zum Nachdruck