

Geburtshilfliche Anästhesie: Altbewährtes, Kontroversen und neue Perspektiven – Teil 2



Auf dem geburtshilflichen Anästhesiesymposium des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Regionalanästhesie und Geburtshilfliche Anästhesie der DGAI werden jedes Jahr „Evergreens“ und „Hot Topics“ der anästhesiologischen Kreißsaalversorgung diskutiert. Der 2. Teil des Beitrags behandelt etablierte Standards und neue Perspektiven, u. a. bei der Epiduralanalgesie, bei Anästhetika und Opiaten zur Sectio sowie bei der Behandlung der postpartalen Blutung.

Teil II: Etablierte Standards und neue Perspektiven im Rahmen der geburtshilflichen Analgesie und Anästhesie

Die geburtshilfliche Epiduralanalgesie: Brauchen wir etwas Neues?

Nicht so neu sind die Empfehlungen der DGAI bezüglich der Durchführung von Analgesie- und Anästhesieverfahren in der Geburtshilfe [1]. Trotzdem sind sie erwähnenswert, da die dort formulierten Empfehlungen, niedrig konzentrierte Lokalanästhetika (Bupivacain bis maximal 0,125% oder Ropivacain bis maximal 0,175%) zusammen mit einem lipophilen Opioid (Sufentanil) zu verwenden, bislang nicht flächendeckend umgesetzt sind. Gleichzeitig wird die Überschreitung einer Dosis von 30 µg Sufentanil klar erlaubt sowie betont, dass eine explizite epidurale Testdosis im geburtshilflichen Setting unter bestimmten Rahmenbedingungen nicht notwendig ist.

Patientenkontrollierte epidurale Analgesie (PCEA)

Für die Aufrechterhaltung einer geburtshilflichen epiduralen Analgesie (EDA) führt eine patientenkontrollierte epidurale Analgesie (PCEA) gegenüber der kontinuierlichen Infusion zu einer erhöhten Patientenzufriedenheit und weniger motorischen Blockaden bei vermindertem Medikamentenbedarf [2]. Wird die PCEA zu-

dem mit einer niedrig dosierten Hintergrundinfusion eines Lokalanästhetikums (von 3–8 ml/h) kombiniert, so sind weniger ärztliche Interventionen notwendig [2].

Programmierte intermittierende epidurale Boli (PIEB)

Vor wenigen Jahren wurde das Prinzip der „programmierten intermittierenden epiduralen Boli“ (PIEB) in die Klinik eingeführt. Hierbei wird die Hintergrundinfusion nicht kontinuierlich, sondern stündlich als programmierter Bolus verabreicht. Dies führt wahrscheinlich zu einer verbesserten epiduralen Verteilung des Lokalanästhetikums und verhindert einen Konzentrationseffekt, was wiederum das Risiko motorischer Blockaden vermindert [3].

Die Geschwindigkeit der Applikation des PIEB-Bolus spielt eine wesentliche Rolle, wobei die optimale Geschwindigkeit auch vom verwendeten Kathetermaterial (Durchmesser, Anzahl Katheteröffnungen) abhängig ist. Diese Feststellung ist möglicherweise analog zur oft beobachtbaren Praxiserfahrung zu sehen, wonach ein „nicht gut funktionierender Katheter“ bei manueller (mutmaßlicher schnellerer) Beschickung dann doch seine Dienste tut. Zur Frage der Applikationsgeschwindigkeit des PIEB-Bolus existieren bisher kaum aussagekräftige Daten. Erste Untersuchungen haben kleine und häufigere Boli mit größeren, stündlich applizierten Boli verglichen, wobei letztere bei geringerem Medikamentenbedarf eine höhere Patientenzufriedenheit bewirkten [4].

Der PIEB-Modus wird mit einer PCEA kombiniert, wobei ein PCEA-Bolus kurz vor einem PIEB diesen um die Lockout-Zeit verzögert. Aktuell stehen nur wenige Pumpen zur Verfügung, die den PIEB-Modus erlauben. Ein mögliches Vorgehen basierend auf umfangreicher Anwendungserfahrung (rund 4500 Anwendungen) ist folgendes.

PRAXISEMPFEHLUNG

PIEB-Einstellungen bei Bupivacain 0,1% mit 2 µg Fentanyl/ml:

- Technik: epidural
- Katheter: Mehrloch, 20 Gauge
- 15 ml epidurale Initialdosis
- PIEB: 5 ml alle 60 min mit 250 ml/h, erster Bolus 60 min nach Initialdosis
- PCEA: 5 ml mit 250 ml/h, Lockout 20 min

Werden niedriger konzentrierte oder weniger potente Lokalanästhetika (z. B. Ropivacain) verwendet, so sollten sowohl der PIEB- als auch der PCEA-Bolus entsprechend erhöht oder das Zeitintervall verkürzt werden [5]. Wird die Initialdosis intrathekal verabreicht (kombinierte Spinal-/Epiduralanalgesie), so sollte der erste PIEB etwas früher appliziert werden.

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

Für die geburtshilfliche Epiduralanalgesie sollten nur niedrig konzentrierte Lokalanästhetika mit einem lipophilen Opioid (ohne absolute Dosisgrenze) zum Einsatz kommen. Bei einer akzidentellen Duraperforation stellt die Einlage eines Spinalkatheters eine interessante Option dar. PIEB, ein neuer Modus zur Aufrechterhaltung der EDA, hat theoretische Vorteile, welche in der Praxis noch bestätigt werden müssen.

Postpunktioneller Kopfschmerz – was tun?

Der Kopfschmerz nach Duraperforation (Postdural Puncture Headache, PDPH) stellt eine für die Patientin sehr belastende Komplikation dar. In der Geburtshilfe determiniert sie maßgeblich die Bewertung rückenmarknaher Analgesieverfahren im Sinne der Nutzen-Risiko-Erwägung durch die Patientin. Mitunter führt ein durchgemachter PDPH dazu, dass Frauen ein

neuraxiales Analgesie- bzw. Anästhesieverfahren bei nachfolgenden Geburten ablehnen und anderen Frauen nicht empfehlen würden [6].

Diagnostik

Neben den ersten Schilderungen von August Bier [7], die nach wie vor als lebendige Anschauung dienen können, finden sich diagnostische Kriterien u. a. in der Klassifikation der International Headache Society (IHS, ICHD-II) [8].

DIAGNOSTISCHE KRITERIEN DER KLASSIFIKATION DER INTERNATIONAL HEADACHE SOCIETY (IHS, ICHD-II) [8]

A Headache that worsens within 15 minutes after sitting or standing and improves within 15 minutes after lying, with at least one of the following and fulfilling criteria C and D:

1. Neck stiffness, 2. Tinnitus, 3. Hypacusia, 4. Photophobia, 5. Nausea

B Dural puncture has been performed

C Headache develops within 5 days after dural puncture

D Headache resolves either: 1. spontaneously within 1 week or within 48 hours after effective treatment of the spinal fluid leak (usually by epidural blood patch)

Wegweisend sind angesichts einer beobachteten akzidentellen Duraperforation (ADP) bei stattgehabter Spinalpunktion bzw. epiduraler Punktion bzw. auch nach spinaler oder epiduraler Punktion ohne apparente ADP die Kriterien der IHS unter Punkt A. Ein spontanes Verschwinden nach etwa einer Woche trägt angesichts eines vorhandenen Leidensdrucks und angesichts der Abwägung der Behandlungsalternativen gerade nicht zur Entscheidungsfindung bei, weil sich die Patientin unter Umständen erst am zweiten Tag nach der neuraxialen Punktion befindet und zu diesem Zeitpunkt das Vorliegen eines PDPH angenommen werden muss oder eben nicht. Das Vorliegen dieses Kriteriums lässt allenfalls retrospektiv ein PDPH als wahrscheinlich erscheinen.

Im klinischen Alltag dominiert die posturale Komponente des frontookzipitalen

Kopfschmerzes („im Stehen und Sitzen schlimm, im Liegen nahezu gänzlich verschwunden“) sowie die nuchale Steifigkeit („Nackensteifigkeit“, so, als habe man sich „verlegen“) [9]. Dabei ist es typisch, dass das Auftreten, bzw. die deutlich ansteigende Intensität, unmittelbar nachdem sich die Patientin in die Aufrechte begibt auftritt und sich die Besserung gleichsam ebenfalls rasch (Sekunden bis Minutenbereich) nach flachem Hinlegen einstellt.

PATHOPHYSIOLOGIE DES POSTPUNKTIONELLEN KOPFSCHMERZES

Die seit den Selbstversuchen von August Bier umfassend hinsichtlich ihrer Symptomatik bekannte Komplikation ist in Hinblick auf die Pathophysiologie nach wie vor nicht hinreichend geklärt. Als Erklärung werden unter anderem eine Reduktion des Liquorvolumens sowie eine Abnahme des Subarachnoidaldrucks angeführt [10, 11]. So wird ein resultierender niedrigerer intrakranieller Druck mit einer Venodilatation und einem „Zugstress“ an intrakraniellen Venen, Hirnnerven und Meningen in Verbindung gebracht. Ein anderes Erklärungsmodell rückt eine adenosinvermittelte Venodilatation durch die Abnahme des Liquorvolumens in den Vordergrund.

Diesen pathophysiologischen Überlegungen liegen auch die derzeit üblichen therapeutischen Strategien zugrunde, wie beispielsweise die Vermeidung einer Dehydratation, eine medikamentöse Vasokonstriktion bzw. Interaktion mit Adenosin (Theophyllin) sowie ein Verschluss des Liquorlecks, z. B. durch einen epiduralen Blutpatch (EBP).

Die Bedeutung der Diagnostik und Therapie des PDPH bzw. der Vermeidung einer ADP begründet sich zum einen mit der ausgeprägten Beeinträchtigung der Patientinnen, aber auch in den nach wie vor auftretenden Fällen, in denen ein PDPH mit einem subduralen Hämatom oder Hygrom vergesellschaftet war, das schlussendlich aufgrund verspäteter Diagnose zum Tode der Patientin führte. Zudem er-

langen in der Retrospektive im Kontext des PDPH nicht erkannte andere Kopfschmerzursachen wie die Sinusvenenthrombose traurige Berühmtheit.

Merke

Grundsätzlich ist jedwede Kopfschmerzart während der Schwangerschaft bzw. Entbindung mit in die Differentialdiagnostik einzuschließen [12].

Therapie

In Hinblick auf die Effektivität ist der epidurale Blutpatch als die wirksamste Therapie einzuordnen. So gesehen stellt sich als grundlegende Frage eher die des Zeitpunkts bzw. der Notwendigkeit eines EBP bei milden Symptomen. Diese Frage ist Gegenstand kontroverser Diskussionen [13]. Basierend auf langjähriger klinischer Erfahrung sollte die Durchführung eines Blutpatches, zumindest aber das Angebot desselben nebst der Aufklärung darüber nicht allzu lange hinausgezögert werden. Von einer prophylaktischen Blutpatchdurchführung, wie mitunter ebenfalls diskutiert, ist mit Blick auf eine doch nicht unerhebliche Chance auf eine fehlende Notwendigkeit dieser invasiven Maßnahmen mit wenigen Ausnahmen eher abzuraten [14].

Pharmakologische Interventionen sind in der Zahl unüberschaubar. Eine Wertung ist aufgrund heterogener Daten aus kleinen Studien, dem Transfer aus anderen Patientenkollektiven, z. B. nach Spinalpunktion mit nicht atraumatischen Nadeln, problematisch [15].

Aktuelle Erwägungen betreffen das intrathekale Belassen des Katheters statt einer Neupunktion epidural, weil einige Daten darauf hinweisen, dass dieses Vorgehen zum einen die Kopfschmerzrate senkt und zum anderen eine Neupunktion zunächst auch wieder mit dem Risiko einer ADP verbunden ist [17]. Kritisch abgewogen werden muss, inwieweit in jedem individuellen Setting zum einen eine Erfahrung mit der Fortführung einer intrathekalen Analgesie besteht und zudem ein ausreichend wirksamer Schutz vor einer versehentlichen intrathekalen Injektion gegeben ist, wenn es z. B. zu einer eiligen Sectio kommt und der PDK aufgespritzt werden soll (der

PRAXISEMPFEHLUNG

Neben einer umsorgenden, engmaschigen Betreuung sind folgende Erwägungen und Maßnahmen sinnvoll:

Während der Punktion

Neupunktion und Fortführung als PDA versus Anlage als intrathekaler Katheter, weil auch eine neuerliche Punktion grundsätzlich das Risiko einer ADP birgt (dann zwingend Barrieren zur Vermeidung einer Verwechslung implementieren)

Prophylaxe des PDPH

- keine prophylaktische Bettruhe
- keine prophylaktische Pharmakotherapie

Diagnosestellung

siehe diagnostische Kriterien [8] und Ausführungen im Text

Therapie bei manifestem PDPH

- Bettruhe zur Beschwerdelinderung, insofern von der Patientin präferiert, keine „Verordnung“
- genügend Trinken, aber keine forcierte Hydratation
- Versuch der Beeinflussung mittels Nichtopioidanalgetika (Paracetamol, Tagesdosis 4 g plus Ibuprofen, Tagesdosis 2400 mg)
- Information bezüglich des möglichen Verlaufs inklusive frühzeitiger Information und Aufklärung über EBP als Eskalationsstufe
- bei Kontraindikationen für die Durchführung eines EBP und/oder zurückhaltender Einstellung der Patientin Versuch einer alternativen Pharmakotherapie (Theophyllin, Koffein, ACTH, Gabapentin/Pregabalin)
- Durchführung des EBP bei fehlenden Kontraindikationen mit einem Zielvolumen von 20 ml steril entnommenen Eigenbluts bei erwachsenen Patientinnen [16], einer kurzen Phase der anschließenden Rückenlage (1–2 h) und anschließender Mobilisation gemäß dem individuellen Wohlbefinden

aber eigentlich ein Spinalkatheter ist), zumal die optimistisch stimmenden Daten zum Belassen des Katheters durchaus kontrovers diskutiert werden [18].

Im Zweifel, also bei untypischer Präsentation, bei nicht typischem Ansprechen auf die Therapie sowie bei anderen Verdachtsdiagnosen sollte an eine rechtzeitig initiierte Bildgebung und ein neurologisches Konsil gedacht werden. Da die Symptomatik auch spät auftreten oder nach Latenz mit weitgehender Symptombefreiheit neuerlich auftreten kann, ist eine Information der Patientin (Verhaltensregeln) gerade für die Zeit nach der Entlassung bedeutsam.

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

Der Kopfschmerz nach Duraperforation (Postdural Puncture Headache, PDPH) stellt eine für die Patientin sehr belastende Komplikation dar. In der Geburtshilfe determiniert ein auftretender PDPH maßgeblich die Bewertung rückenmarknaher Analgesieverfahren durch die Patientin. Essenziell sind ein umfassendes Follow-up inklusive weiterer differenzialdiagnostischer Überlegungen und eine engagierte Therapie, im Rahmen derer man vielfach – gerade auch mit Blick auf eine kurze Leidenszeit der Patientinnen – nicht um die Durchführung eines epiduralen Blutpatches herum kommt. Die intrathekale Analgesie mittels des akzidentell platzierten oder bewusst (zur Vermeidung neuerlicher Punktionen) intraspinal belassenen Katheters erscheint als hilfreiche Option zur Etablierung einer geburtshilflichen Analgesie bei schwierigen Punktionsverhältnissen bzw. zur Vermeidung des Postpunctionskopfschmerzes.

Welches Anästhetikum zur Sectio?

Thiopental

Aufgrund der langen Tradition und Erfahrung wird üblicherweise Thiopental in einer Dosierung von 4–5 mg/kg als Anästhetikum zur Sectio verabreicht. Thiopental beeinträchtigt in dieser Dosierung aufgrund eines hohen First-Pass-Effekts in der Leber das Neugeborene kaum. In einer aktuellen Umfrage aus Großbritannien ver-

wenden 93% aller Anästhesisten Thiopental, 7% Propofol und nur 0,3% Ketamin oder Etomidat [19]. In dieser Umfrage gaben die befragten Anästhesisten gleichzeitig an, Thiopental außerhalb der Geburtshilfe nie (55%) oder nur einmal im Monat (32%) zu verwenden. Da viele, insbesondere jüngere Anästhesisten nicht mehr vertraut mit der Anwendung von Thiopental sind, kommt es häufiger zu Unterdosierungen mit dem Risiko von Awareness oder zu Überdosierungen mit dem Risiko einer ausgeprägten Hypotonie und einer medikamentösen Belastung des Kindes [20].

Propofol mit/ohne Ketamin

Die hämodynamischen Veränderungen sind nach Propofol in einer Dosierung von 2 mg/kg etwas geringer ausgeprägt als nach 4 mg/kg Thiopental, die APGAR-Werte sind nach 1 und 5 min etwas schlechter, gleichen sich aber nach 10 min an [21, 22]. Die zusätzliche Anwendung von Ketamin bietet weder bezüglich der mütterlichen Stressreaktion auf die Intubation noch für die postoperative Analgesie oder das Vermeiden von chronischen Schmerzen Vorteile [23].

Etomidat

Etomidat spielt in der Geburtshilfe keine Rolle und wird nur vereinzelt bei kardialen Risikopatienten eingesetzt. Die Plasmaspiegel fallen im Vergleich mit Thiopental schneller – dies gilt auch für den Neonaten bzw. die Muttermilch – und die kindliche Kortisolproduktion wird vorübergehend beeinträchtigt.

Bei Schwangeren mit kardialen Vorerkrankungen oder mit einer Präeklampsie ist es hilfreich bzw. sogar empfehlenswert, zusätzlich zur Einleitung mit einem Hypnotikum und einem Muskelrelaxans ein Opioid zu geben, um den Blutdruckanstieg im Rahmen der Anästhesieinduktion bzw. zum chirurgischen Stimulus zu reduzieren.

Remifentanyl in einer Dosierung von 1 µg/kg vermeidet eine Stressreaktion durch eine reduzierte Noradrenalinausschüttung und führt damit zu einem verminderten Blutdruckanstieg [24]. Man erhofft sich dadurch, insbesondere das Risiko von intrazerebralen Blutungen bei Schwangeren mit Präeklampsie zu reduzieren.

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

Bei der Verwendung von Thiopental sollte die Substanz auch in anderen klinischen Bereichen eingesetzt werden, um ausreichende praktische Erfahrungen zu erhalten. Wird Thiopental ausschließlich in der Geburtshilfe eingesetzt, so ist das Risiko für Fehldosierungen aufgrund mangelnder Expertise groß. In diesen Fällen bietet es sich an, auf Propofol zur Sectio caesarea umzusteigen [20]. Andererseits sind Alternativoptionen als Einleitungshypnotikum bei Kontraindikationen für die Verwendung einer Substanz in der klinischen Praxis ausgesprochen hilfreich. Bei Schwangeren mit einer Präeklampsie oder kardialen Erkrankung sollte zusätzlich ein Opioid gegeben oder andere geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um den Blutdruckanstieg unter der Intubation zu vermeiden. Der Nutzen von Ketamin ist nicht belegt.

Welches Opiat zur Sectio?

Die Frage, welches Opioid bei einer Sectio caesarea zum Einsatz kommen soll, betrifft sowohl die rückenmarknahe Applikation als auch die intravenöse Injektion von Opioiden zur Intubationsnarkose.

Spinalanästhesie (SPA)

Die SPA ist für die Durchführung einer Sectio caesarea weltweit das führende Verfahren, da sie der Mutter ein Geburtserlebnis bis zur Kaisergeburt beschert, dem Operateur bei schwierigen anatomischen Verhältnissen in Bezug auf den operativen Zugang einen Zeitgewinn ermöglicht und vor allem die mütterlichen Risiken der Intubationsnarkose (Aspiration, schwieriger Atemweg, Hypoxie etc.) vermeiden hilft. Auch die DGAI bezeichnet in ihrer Stellungnahme die SPA als das häufigste Verfahren zur elektiven und dringlichen Sectio caesarea und empfiehlt eine niedrige Dosierung des Lokalanästhetikums (10 mg Bupivacain oder weniger) in Kombination mit einem Opioid für eine bessere hämodynamische Stabilität [1].

► **Tab. 1** Verlängerung der postoperativen Analgesie durch Gabe eines subarachnoidalen Opioids nach Spinalanästhesie.

Wirkstoff	Dosierung	Analgesiedauer
Morphin	100 µg	bis 20 h
Sufentanil*	5–10 µg	4–5 h
Fentanyl*	25 µg	2–3 h

* Nur Morphin ist für die subarachnoidale (s. a.) Injektion zugelassen. Bei der subarachnoidalen Applikation von Fentanyl und Sufentanil handelt es sich um einen Off-Label-Use, der grundsätzlich aufklärungspflichtig ist, wobei man sich zur gleichzeitigen Beruhigung der Patientin auf eine weltweite Good Clinical Practice beziehen kann.

Subarachnoidale Opioidgabe

Die Hinzunahme eines subarachnoidalen Opioids ermöglicht eine Verlängerung der postoperativen Analgesie nach Spinalanästhesie in Abhängigkeit vom verwendeten Opioid (► **Tab. 1**).

Morphin. Nach der subarachnoidalen Morphininjektion besteht ein größeres hypothetisches Risiko für das Auftreten einer späten Atemdepression als nach Injektion lipophiler Opiode. In der Literatur sind einige Fälle von Bradypnoe innerhalb von 24 Stunden und eine Kasuistik eines Atemstillstands, allerdings nach epiduraler Morphininjektion im Rahmen einer kombinierten Spinal-/Epiduralanästhesie (CSE), publiziert [25,26]. Obwohl in der angloamerikanischen Literatur meistens 150 µg Morphin subarachnoidal gegeben werden, sollte eine Dosis von 100 µg aus Sicherheitsgründen nicht überschritten werden [27].

Sufentanil, Fentanyl. Sufentanil (5 µg) und Fentanyl (25 µg) haben als lipophile Opiode den Vorteil einer schnellen Fixierung an Rückenmark und Spinalnerven, sodass in Kasuistiken beschriebene Atemdepressionen innerhalb von 25 Minuten nach Applikation und somit in Gegenwart des Anästhesisten auftraten [28]. Die DGAI spricht sich dagegen aus, Patientinnen mit rückenmarknahen Opioiden, inklusive Morphin, ähnlich wie Patientinnen mit systemisch applizierten Opioiden, einer besonderen Überwachung zur Detektion von Atemdepressionen zuzuführen [29].

■ Cave

Besondere Vorsicht ist bei der Überwachung von Patientinnen mit Adipositas und Schlafapnoe-Syndrom angezeigt.

Bei der Augmentierung einer geburtshilflichen epiduralen Analgesie zur Sectio caesarea erreicht man durch Hinzunahme von 50–100 µg Fentanyl oder 10 µg Sufentanil einen schnelleren Anschlag der Blockade, jedoch keinen profunderen Block [30].

Remifentanyl. Die intravenöse Injektion von 1 µg/kg KG Remifentanyl vor Intubation zur Sectio caesarea vermindert die intubationsbedingten Anstiege des mittleren arteriellen Drucks, der Herzfrequenz und des Noradrenalinspiegels und eignet sich somit insbesondere für kardiale Risikopatientinnen und Patienten, bei denen ein (weiterer) Blutdruckanstieg im Rahmen der Intubation vermieden werden soll. Die APGAR-Werte der Neugeborenen waren allerdings nach einer Minute in der Remifentanyl-Gruppe niedriger als in der Kontrollgruppe [24], sodass der Routineeinsatz bei jeder Sectio in Allgemeinanästhesie zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht empfohlen wird.

Nebenwirkungen von Opioiden

Neben der gefürchteten Atemdepression zählen Übelkeit und Erbrechen bzw. Pruritus zu den unerwünschten Nebenwirkungen der neuraxialen Opioidgabe. Da die opioidinduzierten Nebenwirkungen dosisabhängig sind, gilt die Regel „Anwendung der minimal-effektiven Dosis von Opioiden“ [31]. Übelkeit und Erbrechen können mit Dexamethason, Serotoninantagonisten, Antihistaminika und Anticholinergika in ihrer Inzidenz und Schwere reduziert werden, wobei die Kombination aus zwei Präparaten effektiver ist als eine Monotherapie und der Benefit von Metoclopramid eher fraglich erscheint [31]. Zur Therapie des Pruritus stehen die intravenöse Gabe von Naloxon, µ-Rezeptor-Partialagonisten, Serotoninantagonisten oder Dimenhydrat

nat zur Verfügung [31]. Auch die transkutane Applikation von Scopolamin nach Abnabelung des Kindes führt zu einer signifikanten Reduktion opioidbedingter Nebenwirkungen [32].

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

- Für die subarachnoidale Opioidgabe im Rahmen der SPA oder CSE zur Schnittentbindung eignen sich 5 µg Sufentanil und/oder 100 µg Morphin.
- Für das „Aufspritzen“ der Epiduralanalgesie zur Sectio caesarea können 10 µg Sufentanil epidural zusätzlich zu Ropivacain 0,75% appliziert werden.
- Mit Blick auf eine Verlängerung der Analgesie kann bei liegendem Katheter auch eine epidurale Morphingabe (2 mg) erwogen werden.
- Für die Intubationsnarkose bei Patientinnen mit Präeklampsie oder kardialen Risikopatientinnen eignet sich 1 µg/kg Körpergewicht Remifentanyl i. v. vor Injektion des Hypnotikums.
- Zur Reduktion oder Therapie von opioidbedingten Nebenwirkungen eignen sich insbesondere Serotoninantagonisten.
- Auch wenn Patientinnen nach spinaler oder epiduraler Opioidgabe in der Regel keiner speziellen Überwachung bedürfen, sind schriftlich vereinbarte interdisziplinäre Verfahrensanweisungen für eine optimale Patientensicherheit empfehlenswert.

Postoperative Analgesie nach Sectio

Ziel der postoperativen Analgesie nach Sectio ist eine suffiziente Schmerzreduktion, die eine frühe Mobilisation der Mutter im Wochenbett ermöglicht und somit die uneingeschränkte Versorgung des Kindes durch die Mutter gewährleisten soll – immer unter der Maßgabe, das Stillen der Mütter und, durch den möglichen Transfer der Pharmaka auf das Kind, dessen Wohlbefinden nicht zu beeinträchtigen. Dabei gilt es, über eine Kombination verschiedener intra- und postoperativer Verfahren, das individuell sehr unterschiedliche

Schmerzepfinden der Patientinnen zu berücksichtigen.

HINTERGRUNDWISSEN

Schmerzen nach Sectio caesarea

Grundsätzlich gehört der Kaiserschnitt mit einem durchschnittlichen Schmerzepfinden von > 6 auf einer NRS (Numeric Rating Scale) in Ruhe am ersten postoperativen Tag zu den schmerzhaftesten operativen Prozeduren [33]. In diesem Zusammenhang wird auch diskutiert, ob der ausgeprägte postoperative Schmerz mit einer NRS > 7 nach Sectio ein möglicher signifikanter unabhängiger Risikofaktor für persistierende Schmerzen länger als ein halbes Jahr nach Sectio sein kann [34]. Dabei scheint die weit verbreitete operative Technik des Kaiserschnitts nach Misgav-Ladach das Verfahren der Wahl hinsichtlich akuter postoperativer Schmerzen zu sein [35]. Die Art der Naht- oder Klammertechnik zum Wundverschluss scheint bislang keinen messbaren Einfluss auf das postoperative Schmerzepfinden bzw. den postoperativen Schmerzmittelverbrauch zu haben [36].

Für die postoperative Analgesie nach Sectio stehen neuraxiale Techniken, Lokalanästhesie, nicht steroidale Antirheumatika (NSAR), Paracetamol, systemische Opioide oder adjuvante Therapieverfahren zur Verfügung.

Neuraxiale Techniken

Mit den neuraxialen Techniken zur postoperativen Analgesie wird entweder

- unmittelbar vor dem Kaiserschnitt mit einem intrathekalen oder epiduralen Opioidbolus die postoperative Schmerztherapie eingeleitet oder
- über einen zum Kaiserschnitt gelegten Periduralkatheter (PDK) ein patientenkontrolliertes kontinuierliches epidurales Pumpenverfahren (PCEA) unmittelbar postoperativ begonnen.

Aktuelle Daten deuten darauf hin, dass ein PCEA-Verfahren für 24 Stunden nach Kaiserschnitt im Vergleich zu einem perioperativen intrathekalen oder epiduralen Mor-

phinbolus nicht zwingend zu einer erhöhten Patientenzufriedenheit oder einer klinisch relevanten Reduktion des postoperativen Schmerzepfindens führt, wenn die orale Medikation gemäß „State of the Art“ durchgeführt wird [37]. Dies setzt gleichwohl voraus, dass die alternative orale Analgesie entsprechend engagiert verfolgt wird.

Zusätzlich sind die Wahl des Lokalanästhetikums, eine etwaige kontinuierliche Lauf-rate und die Bolusgröße, mögliche Nebenwirkungen wie Übelkeit, Juckreiz oder Harnverhalt bzw. verlängerte Liegedauer des Blasenkatheters zu berücksichtigen. Dies gilt umso mehr, wenn die Patientin frühzeitig mobilisiert werden soll. Verschiedene Untersuchungen legen nahe, dass ein intrathekal verabreichter additiver Bolus von 100 µg Morphin bei Anlage der Spinalanästhesie zur Sectio einen größeren analgetischen Effekt hat als z. B. ein epidural verabreichter Bolus von 3 mg Morphin [37]. Dabei handelt es sich bei den epiduralen und intrathekalen Dosierungen nicht um genaue Äquivalenzdosen, sondern um Dosierungen aus epiduralen und intrathekalen Dosisfindungsstudien [38, 39].

Gleichwohl bietet die epidurale Applikation z. B. im Rahmen der Verwendung einer CSE zur Sectio-Anästhesie, in allen Fällen, in denen intrathekal kein lang wirksames (hydrophiles) Opioid appliziert wird, eine Option, die eher kurze postoperative Analgesie nach nicht erfolgter intrathekaler Applikation von Morphin zu prolongieren.

Auch für die neuraxialen Techniken gilt, dass sie immer in Kombination z. B. mit einer oralen oder intravenösen Begleitmedikation durchgeführt werden sollten. Denn in den meisten Studien sind die Patientinnen trotz der messbaren verfahrensbedingten analgetischen Effekte mit einer durchschnittlichen NRS von 3–4 in Ruhe und 5–6 unter Mobilisation nicht schmerzfrei [37, 40]. Zusammenfassend scheint der additive intrathekale Morphinbolus das suffizienteste und zugleich das praktikabelste Verfahren für Patientinnen, Arzt und Hebammen zu sein.

Lokalanästhesie

Im Vordergrund stehen die intraoperative Wundinfiltration zwischen Muskelfaszie und subkutanem Gewebe mittels:

- Bolusinjektion eines Lokalanästhetikums oder kontinuierlicher Gabe über einen Wundkatheter
- TAP-Block (TAP = „Transversus abdominis plane“).

Wundkatheter. Prospektiv randomisierte Studiendaten konnten jüngst keinen Vorteil hinsichtlich des postoperativen Oxycodonbedarfs, der Schmerzintensität oder Zufriedenheit der Patientin unter einer Analgesie mittels Wundkatheter mit Ropivacain 0,75% (10 ml Bolus + kontinuierlich mit 2 ml/h über 48 h), unter additiver Paracetamol- und Ibuprofenmedikation, im Vergleich zu Placebo identifizieren [41]. Die Daten sind insgesamt aber nicht einheitlich. Eine Reduktion des postoperativen NRS, insbesondere durch höhere Bolusgaben von z. B. 30 ml Ropivacain 0,75% oder höhere Laufraten von 5 ml/h Ropivacain 0,75% über einen Wundkatheter, wurde beschrieben [42].

Merke

Eine lokale Infiltration der Wunde kann in Absprache mit dem Operateur bzw. Geburtshelfer, insbesondere für Patientinnen zur Sectio in Allgemeinanästhesie, eine sinnvolle Ergänzung zu anderen analgetischen Verfahren darstellen.

TAP-Block. Beim TAP-Block wird sonografisch gesteuert oder durch den Operateur beidseits via Katheter oder Bolusinjektion ein Lokalanästhetikum zwischen den M. transversus abdominis und den M. obliquus internus abdominis verabreicht.

Die Datenlage zum analgetischen Nutzen der TAP-Blockade zur Schmerztherapie nach Sectio ist jedoch inkonsistent. Vergleicht man prospektiv randomisiert die Wundinfiltration mittels Katheter (Ropivacain 0,2% 10 ml Bolus + 5 ml/h über 48 h) mit einem TAP-Block (1,5 mg/kg Ropivacain 0,75%), so zeigen aktuelle Studiendaten keinen Unterschied im begleitenden kumulativen Opioid-Schmerzmittelverbrauch, in der Schmerzintensität, in der Zufriedenheit der Patientin oder in dem Auftreten von Nebenwirkungen zwischen

den beiden Verfahren [43]. Offensichtlich besteht ein analgetischer Effekt hinsichtlich des Wundschmerzes, hingegen bleibt der viszerale Schmerz weiter bestehen [44]. Dies erklärt vermutlich, warum eine epidurale oder intrathekale Opiatapplikation im Vergleich zum TAP-Block einen größeren analgetischen Effekt aufweist [44].

Merke

Der TAP-Block kann eine wirksame analgetische Ergänzung sein, insbesondere für Patientinnen nach Sectio in Allgemeinanästhesie bzw. bei starken postoperativen Schmerzen mit hohem Opioidbedarf, bei Opioidabhängigkeit oder Kontraindikationen für NSAR oder Opiode.

Systemische Analgesie

Richtungsweisend für die systemische Pharmakotherapie sind die Empfehlungen zur Analgesie in der Schwangerschaft und Stillzeit der S3-Leitlinie „Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen“ [45], wobei sich die Leitlinie aktuell in Überarbeitung befindet und bisher keine konkreten Empfehlungen zur Analgesie nach Kaiserschnitt gegeben wurden.

Nichtopioide. Mittel der ersten Wahl unter den NSAR ist **Ibuprofen** mit einem nachweislich analgetischen und opioidsparenden Nutzen bei gleichzeitiger Linderung opioidbedingter Nebenwirkungen [46]. Der minimale Übergang von 0,2–0,6% der Dosis in die Muttermilch ist klinisch zu vernachlässigen. Der COX-2-Inhibitor **Celecoxib** hat eine ähnlich Wirkung wie Ibuprofen ohne nachweislichen Einfluss auf die Thrombozytenfunktion und ebenfalls geringem Übergang in die Muttermilch [47], hat jedoch für die Behandlung in der Stillzeit bisher keine Zulassung.

Paracetamol hat einen zusätzlich opioidsparenden Effekt und wird aufgrund des guten Nebenwirkungsspektrums, des geringen Transfers in die Muttermilch und der möglichen i.v. Applikation als Ergänzung zur Therapie mit NSAR eingesetzt [48].

Opiode. Als lang wirkendes orales Opioid wird **Oxycodon** häufig zur Analgesie nach

Sectio eingesetzt. Aufgrund der klinischen Erfahrung wird Oxycodon als sicher und relativ nebenwirkungsarm eingeschätzt. Dennoch ist Oxycodon, nicht zuletzt durch den Übertritt in die Muttermilch (>10% einer therapeutischen Säuglingsdosis möglich) [49], in der Stillzeit nicht zugelassen. **Buprenorphin** wäre hier eine zugelassene Alternative in der Schwangerschaft, aber wie alle Opiate sind die Empfehlungen für die Stillzeit aufgrund der Metabolite in der Muttermilch sehr eingeschränkt [45].

Für die unmittelbare postoperative Analgesie nach Sectio in Allgemeinanästhesie stehen intravenös appliziertes **Morphin** als Kurzinfusion oder die i.v. Bolusapplikation von **Piritramid** zur Verfügung. Wird in den Leitlinien für das Piritramid noch eine 24-stündige Stillpause empfohlen, geht man klinisch, aufgrund der geringen Mengen an Opioid in der Muttermilch, für alle genannten Opiode von keiner erforderlichen Stillpause aus [50].

Merke

Bei der Analgesie nach Allgemeinanästhesie sollte darauf geachtet werden, nicht zu viele verschiedene Opiode intraoperativ, unmittelbar postoperativ und über 24–48 Stunden nach Kaiserschnitt zu verwenden, bzw. die Applikation entsprechend ihrer Wirkdauer und Halbwertszeiten nach NRS in einem Algorithmus zu hinterlegen.

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

Grundsätzlich ist die Datenlage zu allen systemischen analgetischen Verfahren nach Kaiserschnitt bzw. in der Stillzeit sehr eingeschränkt [51, 52]. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine effektive Schmerztherapie in nahezu allen Fällen nach Kaiserschnitt möglich ist, wenn die ausgeführten Maßnahmen in geeignetem Maße (Tab. 2) zum Einsatz kommen. Es empfiehlt sich bei der Abstimmung eines interdisziplinären Algorithmus die Erfahrungen unabhängiger Institute zur Pharmakovigilanz und Embryonaltoxikologie (z. B. www.embryotox.de) mit zu berücksichtigen.

► **Tab. 2** Mögliche Optionen einer postoperativen Analgesie nach Sectio.

Sectio in ...	intraoperativ	postoperativ (24–48 h)
Regionalanästhesie	<ul style="list-style-type: none"> 100 µg Morphin intrathekal bei Anlage Spinalanästhesie, oder 2 mg Morphin epidural, z. B. bei Anwendung einer CSE bzw. bei liegendem Katheter 	<ul style="list-style-type: none"> Basistherapie: 3 × 600 mg Ibuprofen für 3 Tage (Beginn 2 h postoperativ) bei NRS 4–7* optional parenteral Paracetamol 1 g über 15 min (4 × 1 g/d) und ggf. 5 mg Morphin als Kurzinfusion, oder enteral Buprenorphin sublingual 0,2 mg (3–4 × 0,2 mg/d) oder ab 24 h Morphin 10 mg oral (Tagesmaximaldosis 50 mg)
Allgemeinanästhesie	<ul style="list-style-type: none"> Analgesie nach intraoperativem Bedarf in Allgemeinanästhesie ggf. TAP-Block oder Wundkatheter (Bolusgabe oder kontinuierliche Gabe von z. B. Ropivacain 0,2%) 5 mg Morphin als Kurzinfusion 	<ul style="list-style-type: none"> ggf. Fortführung der Lokalanästhesie für 24 h Basistherapie: 3 × 600 mg Ibuprofen für 3 Tage (Beginn 2 h postoperativ) bei NRS 4–7* optional parenteral Paracetamol 1 g über 15 min (4 × 1 g/d) und ggf. 5 mg Morphin als Kurzinfusion oder als PCA (z. B. 1,25-mg-Bolus, Sperrzeit 10 min) über 24 h, oder enteral Buprenorphin sublingual 0,2 mg (3–4 × 0,2 mg/d) oder ab 24 h Morphin 10 mg oral (Tagesmaximaldosis 50 mg)

* Bei NRS > 7 trotz Analgesie sollten Schmerzdienst, Anästhesie bzw. Geburtshelfer konsultiert werden.

Postpartale Blutung

Die postpartale Blutung (Post Partum Hemorrhage, PPH) bleibt eine lebensbedrohliche Komplikation der vaginalen und auch der operativen Entbindung. Sie ist damit gleichzeitig die häufigste direkte Todesursache unter der Geburt.

Aus anästhesiologischer Sicht ist oft die größte Herausforderung, die notwendigen Medikamente zeitnah zu verabreichen, keine wesentlichen Aspekte zu übersehen und gleichzeitig die maternale Homöostase aufrechtzuerhalten.

Uterotonika

Der bereits 2013 als Konsens der deutschsprachigen Fachgesellschaften publizierte Algorithmus zur Behandlung einer PPH hat weiterhin einen hohen Stellenwert. Hier bleibt Oxytocin (3–5 IE) als langsame Injektion oder Kurzinfusion das Uterotonikum der ersten Wahl. Durch die Zulassung von Carbetocin zur Prophylaxe einer PPH nach Sectio in Spinal- oder Epiduralanästhesie hat sich hier keine wesentliche Veränderung ergeben. Neue Untersuchungen bestätigen die klinische Erfahrung, dass bei Oxytocininfusion zur Wehenstimulation unter der Geburt post partum eine höhere Dosierung von Oxytocin notwendig ist, um eine ausreichende Tonusierung des Uterus zu erreichen. Des Weiteren muss damit gerechnet werden, dass bei unzureichender Wirkung auf Sulproston umgestellt werden muss [53].

Aufrechterhaltung der Homöostase

Bei anhaltender Blutung stellt vielfach die Aufrechterhaltung der Homöostase eine

der größten Herausforderungen dar. Dies bezieht sich auf den Erhalt der Normothermie und -tonie sowie auf eine suffiziente Hämostase. Die Normothermie kann am besten erhalten werden, indem bereits frühzeitig eine aktive Wärmezufuhr durchgeführt wird (unabhängig vom artikulierten „Bedarf“ seitens der Patientin, sondern in der Routine), da auch bei unkomplizierter Sectio caesarea in Spinalanästhesie ohne Wärmemanagement ein signifikanter Temperaturabfall auftreten kann [54].

Blut- bzw. Gerinnungskomponententherapie

Vor Substitution von Gerinnungsfaktoren sollte die zu erwartende Hyperfibrinolyse mit Tranexamsäure behandelt werden. Der Vorteil einer frühzeitigen Gabe ist in vielen Studien und in einer aktuellen Metaanalyse belegt [55]. Fibrinogen sollte in der zeitlichen Abfolge im Regelfall danach, insbesondere aber bei anhaltender Blutung und antizipiertem bzw. in einer Point-of-Care-Analyse nachgewiesenem Fibrinogenmangel als Therapeutikum in fundiert werden. Eine prophylaktische Gabe zeigte in einer multizentrischen, prospektiven, randomisierten Studie keine Vorteile gegenüber Placebo [56]. Kliniken, denen eine Point-of-Care-Gerinnungsanalyse zur Verfügung steht, sollten diese auch zur gezielten Substitution von Gerinnungsfaktoren bei anhaltender PPH einsetzen, da Untersuchungen zeigen konnten, dass Gerinnungsprodukte gezielter und in geringerem Umfang erforderlich werden, wenn eine engmaschige Therapiesteuerung erfolgt [57]. Dabei ist die Gabe von FFP (Fresh Frozen Plasma) in der

Therapie einer Gerinnungsstörung aufgrund der variablen Faktorenzusammensetzung und der erheblichen Volumenbelastung zweite Wahl.

Merke

Die Vorhaltung von Gerinnungspräparaten hat gerade vor dem Hintergrund der Anhebung des Gerinnungspotenzials ohne gravierende Volumenbelastung eine große Bedeutung in der geburtshilflichen Anästhesie.

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

Dem bereits 2013 als Konsens der deutschsprachigen Fachgesellschaften publizierten Algorithmus zur Behandlung einer PPH kommt weiterhin ein großer Stellenwert zu. Neben der Aufrechterhaltung der Homöostase und der Gabe von Uterotonika spielt die Blut- bzw. Gerinnungskomponententherapie (Tranexamsäure, Fibrinogen, PPSB, ggf. Faktor XIII) eine bedeutsame Rolle in der Behandlung der PPH, die nach wie vor zu den häufigsten direkten Todesursachen unter der Geburt zählt.

Erweitertes (nichtinvasives) hämodynamisches Monitoring zur Sectio

Im Laufe der Schwangerschaft kommt es zu deutlichen hämodynamischen Veränderungen. Neben einer Zunahme des Blutvolumens steigen sowohl Schlagvolumen (SV) als auch Herzfrequenz (Hf) an. Außer-

dem kommt es zu einer Abnahme des peripher-vaskulären Widerstands (SVR) [58].

Schwangere mit Präeklampsie zeigen abhängig vom zeitlichen Auftreten unterschiedliche hämodynamische Veränderungen:

- Der Beginn der Präeklampsie vor der 34. Schwangerschaftswoche (SSW) korreliert mit einer Abnahme des Herzzeitvolumens (HZV), einer Zunahme des SVR und einer diastolischen Dysfunktion.
- Bei einem Beginn der Präeklampsie nach der 34. SSW zeigt sich hingegen eine eher hyperdynamische Kreislaufsituation mit erhöhtem HZV und erniedrigtem SVR. Diese Patientinnen weisen häufig einen erhöhten Body-Mass-Index (BMI) auf [59].

Patientinnen mit einem Präeklampsiebeginn bis zur 34. SSW haben postpartal ein deutlich ungünstigeres kardiovaskuläres Risikoprofil und weisen oftmals eine fortbestehende arterielle Hypertension auf [60]. Die Durchführung einer Spinalanästhesie (SPA) bei diesen Risikopatientinnen führt zu einem Abfall des mittleren arteriellen Drucks (MAP) und des SVR. Das HZV bleibt meist erhalten und fällt erst bei der Gabe von Oxytocin ab [61].

Um eine adäquate uteroplazentare Perfusion aufrechtzuerhalten, kann ein erweitertes hämodynamisches Monitoring zur Überwachung während der Sectio sinnvoll sein. Ein solches Verfahren sollte eine gute Vergleichbarkeit mit dem aktuellen Goldstandard, der Thermodilution mittels Pulmonalkatheter (PAC), zeigen. Äußerst wünschenswert wären darüber hinaus eine geringe Invasivität sowie eine selbsterklärende Bedienung bei naturgemäß eher seltener Anwendung.

Ultraschalltechniken

Der Stellenwert der transthorakalen (TTE) bzw. transösophagealen Echokardiografie (TEE) liegt eindeutig in einer raschen präoperativen Evaluation der hämodynamischen Situation, die auch vom Anästhesisten im Kreißaal durchgeführt werden kann [62]. Ein Einsatz während der Sectio scheidet aufgrund mangelnder Praktikabilität (TTE) oder Invasivität (TEE) jedoch aus.

Bei der transösophagealen Doppler-Sonde erfolgt die Darstellung des Herzzeitvolumens durch die Berechnung der Blutstromgeschwindigkeit anhand der Doppler-Gleichung. Die englischsprachigen NICE-Guidelines empfehlen diese Methode bei operativen Eingriffen mit moderatem bzw. hohem Risiko aufgrund der einfachen Anwendung und der guten Vergleichbarkeit der Messwerte mit dem PAC u.a. bei Intensivpatienten [63]. Im geburtshilflichen Bereich wird das Verfahren von der Schwangeren jedoch schlecht toleriert. Bei Patientinnen mit Präeklampsie kann außerdem das HZV unterschätzt werden [64].

Beim USCOM® erfolgt die Erfassung des Doppler-Signals über die Anlotung der Aortenklappe von der Fossa jugularis aus. Dieses nichtinvasive Verfahren zeigt bei der Ermittlung des HZV eine gute Korrelation zur dreidimensionalen TTE in einem Kollektiv schwangerer Patientinnen [65]. Im Vergleich mit dem PAC ist die Vergleichbarkeit im Kollektiv bei Intensivpatienten jedoch sehr uneinheitlich [66,67]. Als weitere Nachteile muss auf die stark untersucherabhängigen Ergebnisse und den Trainingsaufwand hingewiesen werden.

Weitere Messmethoden

Das NICOM® nutzt zur Berechnung des HZV minimale Änderungen des elektrischen Körperwiderstands, wie sie bei Veränderungen von Blutfluss und Blutvolumen entstehen. Im geburtshilflichen Bereich wurden mit dieser nichtinvasiven Methode adäquate Darstellungen des HZV bei Patientinnen mit und ohne Präeklampsie festgestellt [68]. Im kardiochirurgischen Bereich zeigt das NICOM® eine gute Vergleichbarkeit mit dem PAC [69]. Keine gute Korrelation zwischen PAC und NICOM® fand sich hingegen in einem Tiermodell zum hämorrhagischen Schock [70].

Beim CNAP® werden minimale pulssynchrone Veränderungen des Blutvolumens in den Fingern erfasst. Diese zeigen eine enge Korrelation zum invasiv gemessenen arteriellen Blutdruck. In einer geburtshilflichen Untersuchung erfasste dieses Verfahren deutlich schneller hypotensive Episoden bei Sectio unter Spinalanästhesie

als die nichtinvasive Blutdruckmessung [71]. Möglicherweise kann es jedoch zu einer Verfälschung der Messergebnisse durch Bewegungsartefakte kommen.

LiDCO® nutzt die i.v. Gabe eines Lithiumbolus zur Bestimmung des Schlagvolumens und der Gefäßcompliance der Patientinnen. Die Erfassung des HZV erfolgt mittels kontinuierlicher Analyse der invasiv gemessenen arteriellen Blutdruckkurve. Im geburtshilflichen Kontext zeigt sich eine gute Korrelation zwischen LiDCO-plus® und Thermodilution bei Patientinnen mit schwerer Präeklampsie [72]. Allerdings hat die Lithiumdosis unklare Auswirkungen auf das Kind. Einige Experten bezweifeln darüber hinaus die korrekte Abbildung schneller hämodynamischer Veränderungen [73].

Das Flotrac/Vigileo® nutzt zur Darstellung von SV und HZV die kontinuierliche Analyse der invasiv gemessenen arteriellen Blutdruckkurve mithilfe von empirischen Abschätzungen der Gefäßcompliance. Auler stellte eine adäquate Darstellung der hämodynamischen Veränderungen bei Sectio in Spinalanästhesie [74] mit dieser Methode fest. Jedoch scheint es im Vergleich mit dem Ösophagus-Doppler zu einer Abweichung von über 50% bei der Darstellung der HZV-Werte zu kommen [75].

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

Aktuell ist kein ideales erweitertes hämodynamisches Monitoring für geburtshilfliche Patientinnen verfügbar. Die dargestellten Methoden müssen speziell für den geburtshilflichen Einsatz noch genauer evaluiert und in ihrer Wertigkeit bestimmt werden. Deutlich wichtiger als ein spezifisches Verfahren sind auch weiterhin die Vigilanz des Anästhesisten, der rechtzeitige Einsatz eines vertrauten Verfahrens bei Risikoschwangerschaften sowie die Beurteilung der erhobenen Messwerte im klinischen Kontext. Im Zweifelsfall ist eine rechtzeitig platzierte invasive arterielle Blutdruckmessung einer komplexen und selten angewendeten Messtechnik derzeit vorzuziehen.

KERNAUSSAGEN

- Für die geburtshilfliche Epiduralanalgesie sollten nur niedrig konzentrierte Lokalanästhetika mit lipophilem Opioid zum Einsatz kommen. Bei einer akzidentellen Duraperforation ist die Einlage eines Spinalkatheters eine Option. Die Vorteile von PIEB (programmierten intermittierenden epiduralen Boli) müssen in der Praxis noch bestätigt werden.
- Der Kopfschmerz nach Duraperforation stellt eine für die Patientin sehr belastende Komplikation dar. Bei der Therapie kommt man vielfach nicht um die Durchführung eines epiduralen Blutpatches herum.
- Die intrathekale Analgesie mittels akzidentell platziertem oder bewusst intraspinal belassenem Katheter ist eine hilfreiche Option bei schwierigen Punktionsverhältnissen bzw. zur Vermeidung des Postpunktionsschmerzes.
- Bei der Verwendung von Thiopental als Anästhetikum zu Sectio sollte mit dieser Substanz ausreichende praktische Erfahrungen vorhanden sein, anderenfalls kann – außer bei Kontraindikationen – auf Propofol zurückgegriffen werden. Der Nutzen von Ketamin ist nicht belegt.
- Bei Schwangeren mit Präeklampsie oder kardialer Erkrankung sollte zusätzlich ein Opioid gegeben werden oder sind andere geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um den Blutdruckanstieg unter der Intubation zu vermeiden.
- Für die subarachnoidale Opioidgabe eignen sich Sufentanil und Morphin. Für das „Aufspritzen“ einer Epiduralanalgesie kann Sufentanil epidural zusätzlich appliziert werden. Morphin epidural kann bei liegendem Katheter die Analgesie verlängern. Vor Einleitung der Intubationsnarkose ist bei kardialen Risikopatientinnen eine Remifentanilinjektion sinnvoll.
- Zur Reduktion oder Therapie von opioidbedingten Nebenwirkungen eignen sich insbesondere Serotoninantagonisten. Auch wenn Patientinnen nach spinaler oder epiduraler Opioidgabe in der Regel keiner speziellen Überwachung bedürfen, sind schriftlich vereinbarte interdisziplinäre Verfahrensweisungen für eine optimale Patientensicherheit empfehlenswert.
- Eine effektive Schmerztherapie nach Kaiserschnitt ist mit Hilfe neuraxialer Techniken, Lokalanästhesie und verschiedenen Optionen einer systemischen Analgesie in nahezu allen Fällen möglich, wenn die ausgeführten Maßnahmen überlegt zum Einsatz kommen.
- In der Behandlung von postpartalen Blutungen, die nach wie vor zu den häufigsten direkten Todesursachen unter der Geburt zählen, spielen neben der Aufrechterhaltung der Homöostase und der Gabe von Uterotonika die Blut- bzw. Gerinnungskomponententherapie (Tranexamsäure, Fibrinogen, PPSB, ggf. Faktor XIII) eine bedeutsame Rolle.
- Aktuell ist kein ideales erweitertes hämodynamisches Monitoring für geburtshilfliche Patientinnen verfügbar. Wichtiger als ein spezifisches Verfahren sind weiterhin die Vigilanz des Anästhesisten, der rechtzeitige Einsatz eines vertrauten Verfahrens bei Risikoschwangerschaften und die Beurteilung der erhobenen Messwerte im klinischen Kontext. Im Zweifelsfall ist eine rechtzeitig platzierte invasive arterielle Blutdruckmessung als überlegen anzusehen.

Interessenkonflikt

Prof. Dr. Thorsten Annecke erhält derzeit Forschungsunterstützung durch folgende Institutionen und Unternehmen: Centrum für Integrierte Onkologie Köln-Bonn, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, B. Braun Stiftung, Corpuls, Pulsion, Medtronic-Covidien, CytoSorbents, Dr. F. Köhler Chemie. Die anderen Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

Autorinnen/Autoren

Peter Kranke

Univ.-Prof. Dr. med., MBA, Oberarzt und Leiter der klinischen Forschung an der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Würzburg. Sein klinischer Verantwortungsbereich ist die Anästhesie in der Gynäkologie und Geburtshilfe. Prof. Dr. Peter Kranke ist Lehrbeauftragter an der Klinik für Anästhesiologie des Uniklinikums Würzburg.

Thorsten Annecke

Univ.-Prof. Dr. Thorsten Annecke, DESA. Seit November 2014 Professor für Klinische Anästhesiologie und oberärztliche Tätigkeit mit leitender Funktion an der Uniklinik Köln. Zuvor langjährig Oberarzt am Klinikum der Universität München (LMU). Interessenschwerpunkte: perioperative Medizin, geburtshilfliche Anästhesie, kardiale Hochrisikopatienten und interdisziplinäre Intensivmedizin.

Dorothee Bremerich

Prof. Dr. med. Dorothee Bremerich ist Chefarztin der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie am AGAPLESION Markus Krankenhaus Frankfurt/Main, Mitglied des AK Regionalanästhesie und Geburtshilfliche Anästhesie und Vorsitzende des Subkomitees „Geburtshilfliche Anästhesie“ der Programmkommission des DAC.

Daniel Chappell

Prof. Chappell ist Oberarzt am Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München und leitet dort die Anaesthesiologische Abteilung für Gynäkologie und Geburtshilfe in

der Maistraße. Seine Forschung beschäftigt sich mit der vaskulären Barriere sowie der Flüssigkeits- und Volumentherapie. Aktuell ist Prof. Chappell Mitglied der Global Young Academy.

Thierry Girard

Prof. Dr. med., Medizinstudium in Basel, Ausbildung zum Anästhesisten in Aarau und Basel. Ab 2002 Oberarzt am Universitätsspital Basel, 2002 Weiterbildung in Molekulargenetik in Ferrara (Italien) und 2005–2006 in Bioinformatik in Birmingham. Seit 2004 Forschungsgruppenleiter am Departement Biomedizin und Leiter des Schweizer Maligne Hyperthermie-Diagnostik-Zentrums. Seit 2014 Chefarzt Anästhesiologie OP West, Universitätsspital Basel.

Wiebke Gogarten

Prof. Dr. med. Wiebke Gogarten ist seit 2013 Chefarztin der Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie am Klinikum Bielefeld. Sie war langjährig Schriftführerin des Arbeitskreises für Regionalanästhesie und geburtshilfliche Anästhesie und ist Mitglied des

Subkomitees für geburtshilfliche Anästhesie der DGAL.

Robert Hanß

Prof. Dr. med., 1997 Dissertation zu einem intensivmedizinischen Thema, danach Beschäftigung im Wesentlichen mit der Kreislaufregulation während Regionalanästhesie, 2006 August-Bier-Preis der DGAL, 2006 Habilitation. 2011 Ernennung zum außerplanmäßigen Professor. Viele Jahre am Universitätsklinikum Kiel tätig, zuletzt als Leitender Oberarzt. Seit 2014 Chefarzt der Klinik für Anästhesiologie und Schmerztherapie der Helios-Kliniken Schwerin.

Lutz Kaufner

Dr. med., Oberarzt in der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt Operative Intensivmedizin am Campus Virchow-Klinikum der Charité – Universitätsmedizin Berlin, zurzeit vorwiegend im Bereich der geburtsmedizinischen Anästhesie tätig. Mitglied des Arbeitskreises Regionalanästhesie und geburtshilfliche Anästhesie der DGAL und seit 2016 Qualitätsbeauftragter Hämotherapie der Charité – Universitätsmedizin Berlin.

Sophie Neuhaus

Dr. med. Neuhaus studierte Humanmedizin an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Nach einer 2-jährigen Weiterbildung im Fach Gynäkologie und Geburtshilfe ist sie seit 2013 wissenschaftliche Mitarbeiterin der Klinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Heidelberg. Forschungsschwerpunkte sind die geburtshilfliche Anästhesie, die Fetalchirurgie sowie die medizinische Simulation.

Tobias Ninke

Dr. med. Dr. med. univ., Facharzt für Anästhesiologie, spezielle Schmerztherapie und Intensivmedizin. Seit 2010 an der Klinik für Anästhesiologie der Universität München tätig mit den Schwerpunkten Geburtshilfe, herzchirurgische Intensivmedizin und Kardioanästhesie.

Thomas Standl

Prof. Dr. med., Facharzt für Anästhesiologie mit Zusatzbezeichnungen Intensivmedizin, Rettungsmedizin und Schmerztherapie. Fünf Jahre leitender Oberarzt und stellv. Direktor am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf. Seit 2004 Chefarzt der Klinik für Anästhesie, Operative Intensiv- und Palliativmedizin am Klinikum Solingen. 2008–2014 Medizinischer Direktor der SKS gGmbH; 1. Stellv. Vorsitzender der BDA Nordrhein, Sprecher der Sektion Schock der DIVI.

Stefan Weber

PD Dr. med., Leiter der Klinik für Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie am Heilig Geist-Krankenhaus in Köln. An der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin des Universitätsklinikums Bonn durchlief er seine Weiterbildung bei Prof. Dr. med. A. Hoeft und war dort zuletzt als stellvertretender Klinikdirektor tätig. Als 2. Sprecher des Arbeitskreises Ultraschall der DGAL engagiert er sich für den Einsatz der Sonografie in der Anästhesie und Intensivmedizin.

Yvonne Jeltjng

Seit 2015 Prüfärztin und wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Würzburg. Forschungsschwerpunkte sind die geburtshilfliche Anästhesie, postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) sowie die Erstellung von systematischen Übersichtsarbeiten.

Thomas Volk

Univ.-Prof. Dr. med., seit 2009 Direktor der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie am Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar. Seine Forschungsthemen sind Ultraschallverfahren und Gerinnungsmanagement in der Anästhesie und Intensivmedizin.

HINWEIS ZUR AUTORENSCHAFT

Folgende Autoren haben maßgeblich zu den jeweiligen Kapiteln beigetragen:

Die geburtshilfliche Epiduralanalgesie: Brauchen wir etwas Neues?

Thierry Girard

Postpunktioneller Kopfschmerz – Was tun?

Peter Kranke

Welches Anästhetikum zur Sectio?

Wiebke Gogarten

Welches Opiat zur Sectio?

Thomas Standl

Postoperative Analgesie nach Sectio

Lutz Kaufner

Postpartale Blutung

Robert Hanß

Erweitertes (nichtinvasives) hämodynamisches Monitoring zur Sectio

Tobias Ninke

Korrespondenzadresse

Univ.-Prof. Dr. Peter Kranke, MBA

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie
Universitätsklinikum Würzburg
Oberdürrbacher Straße 6
97080 Würzburg
kranke_p@ukw.de

Literatur

- [1] Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und Bund Deutscher Anästhesisten. Überarbeitete Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (2009): Durchführung von Analgesie- und Anästhesieverfahren in der Geburtshilfe. *Anaesthesiol Intensivmed* 2009; 50: 490–495
- [2] Halpern SH, Carvalho B. Patient-controlled epidural analgesia for labor. *Anesth Analg* 2009; 108: 921–928
- [3] Capogna G, Stirparo S. Techniques for the maintenance of epidural labor analgesia. *Curr Op Anaesthesiol* 2013; 26: 261–267
- [4] Wong CA, McCarthy RJ, Hewlett B. The effect of manipulation of the programmed intermittent bolus time interval and injection volume on total drug use for labor epidural analgesia: a randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2011; 112: 904–911
- [5] Epsztein Kanczuk M, Barrett NM, Arzola C et al. Programmed Intermittent Epidural Bolus for Labor Analgesia During First Stage of Labor: A Biased-Coin Up-and-Down Sequential Allocation Trial to Determine the Optimum Interval Time Between Boluses of a Fixed Volume of 10 mL of Bupivacaine 0.0625% With Fentanyl 2 µg/mL. *Anesth Analg* 2017; 124: 537–541
- [6] Costigan SN, Sprigge JS. Dural puncture: the patients' perspective. A patient survey of cases at a DGH maternity unit 1983–1993. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996; 40: 710–714
- [7] Bier A. Versuche über die Cocainisierung des Rückenmarks. *Dtsch Z Chir* 1899; 51: 361–368
- [8] The International Classification of Headache Disorders. Im Internet: http://ihs-classification.org/en/02_klassifikation/03_teil2/07.02.01_nonvascular.html; Stand: 10.11.2016
- [9] Chan TM, Ahmed E, Yentis SM et al. Postpartum headaches: summary report of the National Obstetric Anaesthetic Database (NOAD) 1999. *Int J Obstet Anesth* 2003; 12: 107–112
- [10] Turnbull DK, Shepherd DB. Post-dural puncture headache: pathogenesis, prevention and treatment. *Br J Anaesth* 2003; 91: 718–729

- [11] Grant R, Condon B, Hart I et al. Changes in intracranial CSF volume after lumbar puncture and their relationship to post-LP headache. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1991; 54: 440–442
- [12] Kleine-Bruggeney M, Kranke P, Stamer UM. Prophylaxis and therapy of postdural puncture headache – a critical evaluation of treatment options. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2011; 46: 516–524
- [13] Rucklidge MW. All patients with a postdural puncture headache should receive an epidural blood patch. *Int J Obstet Anesth* 2014; 23: 171–174
- [14] Scavone BM. Timing of epidural blood patch: clearing up the confusion. *Anaesthesia* 2015; 70: 119–121
- [15] Basurto Ona X, Uriona Tuma SM, Martínez García L et al. Drug therapy for preventing post-dural puncture headache. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; (2): CD001792
- [16] Paech MJ, Doherty DA, Christmas T et al. The volume of blood for epidural blood patch in obstetrics: a randomized, blinded clinical trial. *Anesth Analg* 2011; 113: 126–133
- [17] Verstraete S, Walters MA, Devroe S et al. Lower incidence of post-dural puncture headache with spinal catheterization after accidental dural puncture in obstetric patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014; 58: 1233–1239
- [18] Tien M, Peacher DF, Franz AM et al. Failure rate and complications associated with the use of spinal catheters for the management of inadvertent dural puncture in the parturient: a retrospective comparison with re-sited epidural catheters. *Curr Med Res Opin* 2016; 32: 841–846
- [19] Murdoch H, Scrutton M, Laxton CH. Choice of anaesthetic agents for caesarean section: a UK survey of current practice. *Int J Obstet Anesth* 2013; 22: 31–35
- [20] Knight M, Kenyon S, Brocklehurst P et al. Saving Lives, Improving Mothers' Care – Lessons learned to inform future maternity care from the UK and Ireland Confidential Enquiries into Maternal Deaths and Morbidity 2009–2012 (2014). Im Internet: www.npeu.ox.ac.uk/downloads/files/mbrace-uk/reports/Saving%20Lives%20Improving%20Mothers%20Care%20report%202014%20Full.pdf; Stand: 21.11.2016
- [21] Gin T, O'Meara ME, Kan AF et al. Plasma catecholamines and neonatal condition after induction of anaesthesia with propofol or thiopentone at caesarean section. *Br J Anaesth* 1993; 70: 311–316
- [22] Tumukunde J, Lomangisi DD, Davidson O et al. Effects of propofol versus thiopental on Apgar scores in newborns and peri-operative outcomes of women undergoing emergency caesarean section: a randomized clinical trial. *BMC Anesthesiol* 2015; 15: 63
- [23] Bilgen S, Koner O, Ture H et al. Effect of three different doses of ketamine prior to general anaesthesia on postoperative pain following Caesarean delivery: a prospective randomized study. *Minerva Anestesiol* 2012; 78: 442–449
- [24] Yoo KY, Jeong CW, Park BY et al. Effects of remifentanyl on cardiovascular and bispectral index responses to endotracheal intubation in severe pre-eclamptic patients undergoing Caesarean delivery under general anaesthesia. *Br J Anaesth* 2009; 102: 812–819
- [25] Kato R, Shimamoto H, Terui K et al. Delayed respiratory depression associated with 0.15 mg intrathecal morphine for caesarean section: a review of 1915 cases. *J Anesth* 2008; 22: 112–116
- [26] Myint Y, Bailey PW, Milne BR. Cardiorespiratory arrest following combined spinal epidural anaesthesia for caesarean section. *Anaesthesia* 1993; 48: 684–686
- [27] Crowgey TR, Dominguez JE, Peterson-Layne C et al. A retrospective assessment of the incidence of respiratory depression after neuraxial morphine administration for postcaesarean delivery analgesia. *Anesth Analg* 2013; 117: 1368–1370
- [28] Hamilton CL, Cohen SE. High sensory block after intrathecal sufentanil for labor analgesia. *Anesthesiology* 1995; 83: 1118–1121
- [29] Gogarten W, Van Aken H. Überwachungsanforderungen bei rückenmarksnahen Opioiden. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI) zu den Empfehlungen der American Society of Anesthesiologists (ASA) und der Deutschen Gesellschaft zum Studium des Schmerzes (DGSS). *Anästh Intensivmed* 2010; 51: 54
- [30] Hillyard SG, Bate TE, Corcoran TB et al. Extending epidural analgesia for emergency Caesarean section: a meta-analysis. *Br J Anaesth* 2011; 107: 668–678
- [31] Dominguez JE, Habib AS. Prophylaxis and treatment of the side-effects of neuraxial morphine analgesia following caesarean delivery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2013; 26: 288–295
- [32] Harnett MJ, O'Rourke N, Walsh M et al. Transdermal scopolamine for prevention of intrathecal morphine-induced nausea and vomiting after caesarean delivery. *Anesth Analg* 2007; 105: 764–769
- [33] Gerbershagen HJ, Aduckathil S, van Wijck AJ et al. Pain intensity on the first day after surgery: a prospective cohort study comparing 179 surgical procedures. *Anesthesiology* 2013; 118: 934–944
- [34] Niklasson B, Georgsson Ohman S, Segerdahl M et al. Risk factors for persistent pain and its influence on maternal wellbeing after caesarean section. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2015; 94: 622–628
- [35] Gizzo S, Andrisani A, Noventa M et al. Caesarean section: could different transverse abdominal incision techniques influence postpartum pain and subsequent quality of life? A systematic review. *PloS One* 2015; 10: e0114190
- [36] Mackeen AD, Khalifeh A, Fleisher J et al. Pain associated with cesarean delivery skin closure: a randomized controlled trial. *Obstet Gynecol* 2015; 126: 702–707
- [37] Kaufner L, Heimann S, Zander D et al. Neuraxial anesthesia for pain control after cesarean section: a prospective randomized trial comparing three different neuraxial techniques in clinical practice. *Minerva Anestesiol* 2016; 82: 514–524
- [38] Palmer CM, Nogami WM, Van Maren G et al. Postcesarean epidural morphine: a dose-response study. *Anesth Analg* 2000; 90: 887–891
- [39] Palmer CM, Emerson S, Volgoropolous D et al. Dose-response relationship of intrathecal morphine for postcesarean analgesia. *Anesthesiology* 1999; 90: 437–444
- [40] Mikuni I, Hirai H, Toyama Y et al. Efficacy of intrathecal morphine with epidural ropivacaine infusion for postcesarean analgesia. *J Clin Anesth* 2010; 22: 268–273
- [41] Reinikainen M, Svavoja S, Hara K. Continuous wound infiltration with ropivacaine for analgesia after caesarean section: a randomised, placebo-controlled trial. *Acta Anaesth Scand* 2014; 58: 973–979
- [42] Eldaba AA, Amr YM, Sobhy RA. Effect of wound infiltration with bupivacaine or lower dose bupivacaine/magnesium versus placebo for postoperative analgesia after caesarean section. *Anesth Essays Res* 2013; 7: 336–340
- [43] Klasen F, Bourgoin A, Antonini F et al. Postoperative analgesia after caesarean section with transversus abdominis plane block or continuous infiltration wound catheter: A randomized clinical trial. TAP vs. infiltration after caesarean section. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2016; 35: 401–406
- [44] McKeen DM, George RB, Boyd JC et al. Transversus abdominis plane block does not improve early or late pain outcomes after Caesarean delivery: a randomized controlled trial. *Can J Anaesth* 2014; 61: 631–640
- [45] Laubenthal H, Becker M, Sauerland S et al. S3-Leitlinie „Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen“. Köln: Deutscher Ärzteverlag; 2008: 258–262
- [46] Davanzo R, Bua J, Paloni G et al. Breastfeeding and migraine drugs. *Eur J Clin Pharmacol* 2014; 70: 1313–1324
- [47] Derry S, Moore RA. Single dose oral celecoxib for acute postoperative pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; (10): CD004233
- [48] Valentine AR, Carvalho B, Lazo TA et al. Scheduled acetaminophen with as-needed opioids compared to as-needed acetaminophen plus opioids for post-caesarean pain management. *Int J Obstet Anesth* 2015; 24: 210–216

- [49] Seaton S, Reeves M, McLean S. Oxycodone as a component of multimodal analgesia for lactating mothers after Caesarean section: relationships between maternal plasma, breast milk and neonatal plasma levels. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2007; 47: 181–185
- [50] Nassen CA, Schaefer C, Wirbelauer J et al. Anesthesia and analgesia in the lactation period. Criteria for drug selection. *Anaesthesist* 2014; 63: 415–421
- [51] Mkontwana N, Novikova N. Oral analgesia for relieving post-caesarean pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; (3): CD010450
- [52] Wuytack F, Smith V, Cleary BJ. Oral non-steroidal anti-inflammatory drugs (single dose) for perineal pain in the early postpartum period. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; (7): CD011352
- [53] Kovacheva VP, Soens MA, Tsen LC. A Randomized, double-blinded trial of a “Rule of Threes” algorithm versus continuous infusion of oxytocin during elective cesarean delivery. *Anesthesiology* 2015; 123: 92–100
- [54] Horn EP, Bein B, Steinfath M et al. The incidence and prevention of hypothermia in newborn bonding after cesarean delivery: a randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2014; 118: 997–1002
- [55] Simonazzi G, Bisulli M, Saccone G et al. Tranexamic acid for preventing postpartum blood loss after cesarean delivery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2016; 95: 28–37
- [56] Wikkelsjo AJ, Edwards HM, Afshari A et al. Pre-emptive treatment with fibrinogen concentrate for postpartum haemorrhage: randomized controlled trial. *Br J Anaesth* 2015; 114: 623–633
- [57] Karlsson O, Jeppsson A, Hellgren M. Major obstetric haemorrhage: monitoring with thromboelastography, laboratory analyses or both? *Int J Obstet Anesth* 2014; 23: 10–17
- [58] Liu LX, Arany Z. Maternal cardiac metabolism in pregnancy. *Cardiovasc Res* 2014; 101: 545–553
- [59] Valensise H, Vasapollo B, Gagliardi G et al. Early and late preeclampsia: two different maternal hemodynamic states in the latent phase of the disease. *Hypertension* 2008; 52: 873–880
- [60] Veerbeek JH, Hermes W, Breimer AY et al. Cardiovascular disease risk factors after early-onset preeclampsia, late-onset preeclampsia, and pregnancy-induced hypertension. *Hypertension* 2015; 65: 600–606
- [61] Dyer RA, James MF. Maternal hemodynamic monitoring in obstetric anesthesia. *Anesthesiology* 2008; 109: 765–767
- [62] Dennis AT, Dyer RA. Cardiac output monitoring in obstetric anaesthesia. *Int J Obstet Anesth* 2014; 23: 1–3
- [63] Dark PM, Singer M. The validity of transesophageal Doppler ultrasonography as a measure of cardiac output in critically ill adults. *Intensive Care Med* 2004; 30: 2060–2066
- [64] Penny JA, Anthony J, Shennan AH et al. A comparison of hemodynamic data derived by pulmonary artery flotation catheter and the esophageal Doppler monitor in preeclampsia. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 183: 658–661
- [65] McNamara H, Barclay P, Sharma V. Accuracy and precision of the ultrasound cardiac output monitor (USCOM 1A) in pregnancy: comparison with three-dimensional transthoracic echocardiography. *Br J Anaesth* 2014; 113: 669–676
- [66] Thom O, Taylor DM, Wolfe RE et al. Comparison of a supra-sternal cardiac output monitor (USCOM) with the pulmonary artery catheter. *Br J Anaesth* 2009; 103: 800–804
- [67] Tan HL, Pinder M, Parsons R et al. Clinical evaluation of USCOM ultrasonic cardiac output monitor in cardiac surgical patients in intensive care unit. *Br J Anaesth* 2005; 94: 287–291
- [68] Ohashi Y, Ibrahim H, Furtado L et al. Non-invasive hemodynamic assessment of non-pregnant, healthy pregnant and preeclamptic women using bioreactance. [corrected]. *Rev Bras Anestesiol* 2010; 60: 603–613, 335–340
- [69] Cheung H, Dong Q, Dong R et al. Correlation of cardiac output measured by non-invasive continuous cardiac output monitoring (NICOM) and thermodilution in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery. *J Anesth* 2015; 29: 416–420
- [70] Ballesterio Y, Urbano J, Lopez-Herce J et al. Pulmonary arterial thermodilution, femoral arterial thermodilution and bioreactance cardiac output monitoring in a pediatric hemorrhagic hypovolemic shock model. *Resuscitation* 2012; 83: 125–129
- [71] Ilies C, Kiskalt H, Siedenhans D et al. Detection of hypotension during Caesarean section with continuous non-invasive arterial pressure device or intermittent oscillometric arterial pressure measurement. *Br J Anaesth* 2012; 109: 413–419
- [72] Dyer RA, Piercy JL, Reed AR et al. Comparison between pulse waveform analysis and thermodilution cardiac output determination in patients with severe pre-eclampsia. *Br J Anaesth* 2011; 106: 77–81
- [73] Pauca AL. Pressure wave analysis is useful to understand the pathophysiology of preeclampsia, but perhaps not the rapid changes during cesarean delivery. *Anesthesiology* 2008; 108: 773–774
- [74] Auler JO jr., Torres ML, Cardoso MM et al. Clinical evaluation of the floTrac/Vigileo system for continuous cardiac output monitoring in patients undergoing regional anesthesia for elective cesarean section: a pilot study. *Clinics (Sao Paulo)* 2010; 65: 793–798
- [75] Chatti R, de Rudniki S, Marque S et al. Comparison of two versions of the Vigileo-FloTrac system (1.03 and 1.07) for stroke volume estimation: a multicentre, blinded comparison with oesophageal Doppler measurements. *Br J Anaesth* 2009; 102: 463–469

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-116682>
 Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2017; 52: 815–826 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York | ISSN 0939-2661