

Immer pH-Wert-, $p\text{CO}_2$ -, Bicarbonat- und BE-Kontrolle unter laufender Pufferung mittels BGA!

Natriumbicarbonat-DTI/-Kurzinfusion *nach* effektiver Ventilation, Volumengabe und BGA sicher intravasal geben.

Natriumbicarbonat 8,4 % (1 ml = 1 mmol, 2000 mosm/l)

- Dosis: erforderliches Natriumbicarbonat 8,4 % (1 ml = 1 mmol) in mmol = (negativer BE \times kg KG) : 3
- **cave:** Natriumbicarbonat 4,2 % verwenden; hierzu Natriumbicarbonat 8,4 % 1:1 in Aqua dest. oder Glucose 5 % verdünnen (z. B. 10 ml + 10 ml) und per DTI über (15–)30–60–120 min i. v.
- max. DTI-Geschwindigkeit 0,1 mmol/kg/min = 6 mmol/kg/h (= 12 ml der 4,2 % Mischung/kg/h)
- nur im absoluten Notfall, d. h. nach 10 min ineffektiver Reanimation (HDM und Adrenalin-gabe) und fehlendem BGA-Gerät, »blind« 2 ml/kg der 4,2 %-Mischung über 5–10 min i. v.

Nicht puffern bei:

- überwiegend respiratorischer Azidose ($p\text{CO}_2 > 60$ mmHg und BE -3 bis -9 ; Ausnahme z. B. kongenitale Zwerchfellhernie)
- metabolischer Azidose plus Hypoventilation (v. a. bei insuffizienter Spontanatmung)
- nur kurz andauernder kardiopulmonaler Reanimation
- Reanimation und (noch) inadäquater Ventilation und Zirkulation
- unsicherem Venenzugang
- Hypernatriämie, dann TRIS-Puffer (THAM 3-molar, 1 ml = 3 mmol, 3 000 mosm/l) nach entsprechender Verdünnung verwenden

TRIS-Puffer (= THAM = Tris[hydroxymethyl]-aminomethan)

- **Dosis:** erforderliches TRIS (3-molar) in ml = (BE \times kg KG) : 10

Peripherer Zugang

- **cave:** Zunächst 3-molares TRIS (=THAM) 1:10 mit Aqua dest. verdünnen
- dann diese 0,3-molare Lösung in 1:1 Glucose 10 % verdünnen (1 ml TRIS 0,3-molar:1 ml Glucose 10 %)
- anschließend periphere TRIS-DTI

Besser: TRIS bis max. 3-molar über ZVK geben

- zunächst halben Bedarf über 30 (bei Asphyxie) bis 60(–120) min i. v. ersetzen

Vorteil von TRIS=THAM: kein Anstieg von $p\text{CO}_2$ und Natrium. **NW:** hypertone Volumenbelastung, Hypoglykämie, Apnoen, Leberzellnekrosen u. a. **KI:** Urämie/Anurie.

Natriumbicarbonat sollte immer langsam und in eine große Vene gegeben werden.

Seltene Indikationen für Natriumbicarbonat sind eine nachgewiesene Hyperkaliämie, Hypermagnesiämie und Intoxikation mit trizyklischen Antidepressiva.

Natriumbicarbonat *nicht* mit Katecholaminen, Calcium, Magnesium, Serumproteinlösung (Biseko®, Humanalbumin), diversen Antibiotika, Aminosäuren, Fentanyl, Pancuronium, Phenobarbital, Vitamin B₁ und Vitamin B₆ zusammen laufen lassen (s. Beipackzettel)!

TRIS-Puffer *nicht* mit Katecholaminen, Serumproteinlösung (Biseko®, Humanalbumin), Cephalosporinen, Vancomycin, Opiaten, Pancuronium, Tolazolin, Vitamin B₁ und Vitamin B₆ zusammen laufen lassen (s. Beipackzettel)!

11.10 Kardiovaskuläre Pharmakotherapie

Claudia Roll und Georg Hansmann

Medikamente

Adrenalin: positiv inotrop (β_1 -Rezeptor) + vaso-konstriktiv (α -Adrenorezeptor-Wirkung), Dosis 0,01–1(–2) $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ (typische Startdosis: 0,05–0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$).

Dobutamin: positiv inotrop (β_1 -Rezeptor selektiv; $\beta_1 \gg \beta_2$), kein Anstieg des systemischen und pulmonalen Gefäßwiderstandes, Dosis 5–15 (max. 20) $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, keine weitere Effektsteigerung bei Dosissteigerung (»ceiling«). Besonders der diastolische BD kann abfallen, da Agonist an β_2 , aber nicht an α -Adrenorezeptor – v.a. bei nicht ausgeglichenem Volumenmangel. Gabe über periphere Vene möglich.

Dopamin: positiv inotrop, systemische und pulmonale Vasokonstriktion (Erhöhung des pulmonalen Gefäßwiderstandes bei Dosis von 6–10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) [35]. Hemmt TSH- und Prolaktinsekretion, damit iatrogene Hypothyreose möglich [81]. Dosis (3–)5–10 (max. 15) $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. Früher angenommene direkte renale Wirkung bei niedrigen Dosen wurde widerlegt [26, 133, 158]. Gabe über periphere Vene möglich.

Noradrenalin: periphere Vasokonstriktion (α_1 -Rezeptor), Dosis 0,01–1(–2) $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ (typische Startdosis: 0,05–0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$).

Milrinon: positiv inotrop (Synergie mit Adrenalin durch PDE-3-Hemmung), lusitrop (verbesserte diastolische Ventrikelfunktion), periphere Vasodilatation (Nachlastsenkung) [118], auch pulmonalarterielle Vasodilatation. Einsatz in der NG-Periode fast ausschließlich bei postkardi-chirurgischen Patienten. Startdosis 0,25–0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, max. 1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ [118, 187]. Auf vielen ITS wird *kein* Milrinonbolus (0,5–0,75 $\mu\text{g}/\text{kg}$) über 1–3 h mehr gegeben (deutlicher BD-Abfall möglich). Relativ schlecht steuerbar, da später Wirkungseintritt und lange HWZ.

Inhalatives Stickstoffmonoxid (iNO): senkt den pulmonalarteriellen Gefäßwiderstand. Startdosis

20 ppm, bei FG 10 ppm. Wirkungseintritt innerhalb weniger Minuten. Rebound beim Weaning beachten.

Hydrocortison: Steigert effektiv den arteriellen BD nach der Geburt bei FG, Wirkmechanismus nicht geklärt, keine Beziehung zu Cortisol- oder ACTH-Werten [16, 168]. Bei FG oft einmalige Gabe von 1–2 mg/kg ausreichend. Kein Dexamethason bei FG wegen ZNS-Toxizität [105, 108]. Einsatz auch bei Reifgeborenen, die nicht ausreichend auf Katecholamintherapie ansprechen [16, 168].

Kardiovaskuläre Pharmakotherapie bei Frühgeborenen

Niedriger BD bei »gesundem« Frühgeborenen [22] allein ist keine Indikation für den Einsatz von Katecholaminen [65]; keine adäquaten prospektiven Studien vorhanden [63–65, 178]. Bei gesundem FG in den ersten Lebensstunden wird zunehmend »permissive Hypotension« propagiert [64, 65, 151]. Sekundärer BD-Abfall bei Sepsis oder NEC signalisiert hingegen Handlungsbedarf. Zu beachten ist, dass auch bei »normalem« BD das HZV und damit die Hirn- und Systemperfusion erniedrigt sein können.

Indikation

Zeichen unzureichender Perfusion:

- graues Hautkolorit (»schlechtes Aussehen«), verlängerte Rekapillarierungszeit, (Lactat) Azidose, niedriger Fluss in der V. cava superior [187]
- orientierende Echokardiografie: Füllungszustand (Volumenbedarf)? Kontraktilität? Pulmonale Hypertonie?

Vorgehen

Volumengabe (zunächst 10–20 ml/kg über 30 min) und evtl. Dobutamin (5–10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, ggf. bis 20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$), möglichst gezielt nach Echobefund. Je nach Beurteilung der Hämodynamik bzw. bei unzureichendem Anspre-