Katecholamine

Veröffentlicht in: Die Kinderkrankenschwester, Juli 2001, Jg.20

1. Wirkungsweise und Indikation der einzelnen Katecholamine

1.1. Rezeptorwirkung

Die Katecholamine:
· Dopamin Solvay® 200,
· Dobutamin Solvay® 250 Infus,
· Arterenol® Hoechst,
· Suprarenin® Hoechst,
sind stark herz- und kreislaufwirksame Substanzen mit unterschiedlicher Wirkung. Die Wirkungen beruhen auf einer dosisabhängigen Stimulation der Beta-Rezeptoren. Die wichtigsten Rezeptoren sind die Beta-1 und Beta-2-Rezeptoren in einem Verhältnis von etwa 20:80. Beide Beta-Rezeptoren wirken positiv inotrop und chronotrop. Beta-1-Rezeptoren befinden sich vor allem am Herzen. Die Stimulation der Beta-1-Rezeptoren führt zu einer Zunahme von
· Kontraktionskraft
· Herzfrequenz
· Herzzeitvolumen
· Herzenergieverbrauch
· elektrischer Erregbarkeit

Beta-2-Rezeptoren finden sich in Blutgefäßen, Bronchien, Magen-Darm-Trakt und Uterus. Hier führt eine Stimulation zur
· Gefäßerweiterung
· Senkung des Gefäßwiderstandes
· Erweiterung der Bronchien
· Stoffwechselsteigerung

Alpha-Rezeptoren

Alpha-Rezeptoren befinden sich u.a. in Blutgefäßen, Magen-Darm-Trakt und Haut. Bei Stimulation kommt es zu einer Vasokonstriktion; dies führt u.a. zur Erhöhung des Blutdrucks. Es erhöht sich auch der Widerstand im großen und kleinen Kreislauf.

Dopamin-Rezeptoren
Dopamin-Rezeptoren sind an jenen Gefäßen lokalisiert, die den Magen-Darm-

Trakt und die Nieren versorgen. Aufgrund der Stimulation dopaminerger Rezeptoren steigert sich die renale, mesenteriale und zerebrale Durchblutung.

1.2. Einsatz von Katecholaminen

Katecholamine werden eingesetzt bei einer (akuten) Herz-Kreislaufinsuffizienz zur Unterstützung oder zur schnellen Wiederherstellung der Herz-Kreislauf-Funktion. Der Einsatz von Katecholaminen kann erforderlich sein bei Verminderung der Herzleistung, z.B. durch
- angeborene Herz- und Gefäßfehler
- kardiochirurgische Eingriffe
- Herzrhythmusstörungen
- Myokarditis

Der Einsatz von Katecholaminen kann erforderlich sein bei Störungen der Gefäßregulation, z.B. bei
- Sepsis
- anaphylaktischen Reaktionen
- Trauma/Operationen

Bei der Auswahl der Katecholamine müssen die spezifischen Wirkungen auf das Herz und die peripheren Gefäße berücksichtigt werden. Die Anwendung richtet sich nach:
1. Blutdruckverhalten
2. Ansprechen der peripheren Strombahn
3. der Urinausscheidung
4. nach Myokardkontraktilität

Eine häufige Indikationsüberprüfung der eingesetzten Katecholamine ist notwendig.

1.3. Charakterisierung der Katecholamine

Dopamin Solvay®
Wirkung:
- niedrig dosiert (1-2-4/kg/KG/min) Stimulation dopaminerger Rezeptoren
- in einem Dosisbereich von 4-10g/kg/min domiziert die Beta-Rezeptoren-Stimulation
- in Dosierungen > 10g/kg/min überwiegt die Alpha-Rezeptoren-Stimulation

Indikation:
- Verbesserung der Diurese
- Schockbehandlung

Neben- Wirkungen:
- Tachykardien
- Übelkeit und Erbrechen

- pulmonale Vasokonstriktion
- hemmt die TSH-Freisetzung
- ventrikuläre Arrhythmien

Dobutamin Solvay®
Wirkung:
- überwiegend Stimulation der Beta-1-Rezeptoren
- mäßige Beta-2-Rezeptorenwirkung

Indikation:
- Herzinsuffiziens mit noch ausreichendem Blutdruck

Nebenwirkung:
- Herzrhythmusstörungen
- Blutdruckabfall durch periphere Gefäßdilatation
- Tachykardien

Arterenol Hoechst®
Wirkung:
- Blutdrucksteigernd durch Erhöhung des peripheren Gefäßwiderstandes. Am Herzen wirkt Arterenol über Beta-1-Rezeptoren positiv inotrop, jedoch geringer als Suprarenin (0,01-0,1g/kg/min)

Indikation:
- Indiziert wenn vorwiegend eine Gefäßwirkung erwünscht ist In Fällen mit bevorzugt peripheren Gefäßversagen (z.B. bei einer Sepsis) ist Arterenol dem Suprarenin vorzuziehen, da eine höhere periphere Effektivität in niedriger Dosierung und eine geringere Beeinflussung der Herzfrequenz (chronotrope Wirkung) besteht.

Nebenwirkung:
- starke Abnahme der Nierendurchblutung und des Blutflusses im Magen-Darm-Trakt
- Bradykardie
- ähnlich wie bei Suprarenin

Suprarenin Hoechst®
Wirkung:
- über Beta-1-Rezeptoren am Herzen stark positiv inotrop
- Beta-2-Stimulation bei < 0,05g/kg/min
- gleichmäßige Alpha- und Beta-Stimulation bei 0,05-0,15g/kg/min
- überwiegend Alpha-Stimulation bei > 0,15 g/kg/min

Indikation:
- Reanimation
- Schock
- reduzierte Myokardkontraktilität

Nebenwirkung:
- Rhythmusstörungen
- weitere Überlastung des insuffizienten Herzens durch erhöhten peripheren

Widerstand
- Lähmung der Darmmotorik
- Abnahme der Nierendurchblutung
- Erhöhung des Grundumsatzes
- Tachykardie

Im Umgang mit Katecholaminen sollte bekannt sein:
· Warum wurde der Einsatz erforderlich?
· Warum wurde gerade dieses Katecholamin eingesetzt?
· die individuellen Unterschiede in der Wirksamkeit und mögliche Nebenwirkungen der eingesetzten Katecholamine

2. Überwachung und Pflege der Patienten unter Katecholamintherapie

Bei der Katecholamintherapie ist eine kontinuierliche Überwachung von Kreislaufparametern erforderlich
· als Grundlage zur Dosierung der Katecholamine
· zur Beurteilung der Wirksamkeit der Katecholamine
· zum frühzeitigen Erkennen und Eingreifen bei Komplikationen und Veränderungen

Die Überwachung/Beurteilung der Herz-Kreislauf-Funktion kann durch verschiedene Möglichkeiten überwacht werden:

... die apparative Überwachung

- kontinuierliche Registrierung eines Elektrokardiogramm (EKG)
- messen des systemischen Blutdruckes
- messen des zentralen Venendruckes
- messen des Pulmonalarteriendruckes
- ermitteln des Herzzeitvolumens
- messen der arteriellen Sauerstoffsättigung

Die Alarmgrenzen sind eng einzustellen und bei Schicht- bzw. Patientenübernahme zu kontrollieren und in schwierigen Fällen mit dem Arzt zu sprechen.

... die klinische Überwachung

Wichtige klinische Überwachungsparameter im Rahmen der Katecholamintherapie sind
- der Zustand der peripheren Zirkulation
- die Belastbarkeit

... die Laborwerte

- der Blutgasanalyse

- der zentralvenösen Sättigung
- der Serumelektrolyte
- des Blutzuckers
- des Hämoglobingehaltes bzw. des Hämatokrits

2.4. spezielle Pflege

- Vermeidung von Herz-Kreislauf-Belastungen
- adäquate Lagerung
- Dekubitusvermeidung
- Kontrolle der Darmtätigkeit

Die Überwachung im Rahmen einer Katecholamintherapie umfaßt nicht nur die Kontrolle des Blutdrucks - leider wird in der Praxis z.T. dieser Eindruck vermittelt.

2.1. apparative Überwachung

2.2.1. Elektrokardiogramm (EKG)

Das EKG erlaubt nur Aussagen über die elektrische Aktivität des Herzens, nicht hingegen über die mechanische Funktion des Herzens oder gar des Kreislaufs. Die kontinuierliche Registrierung eines Elektrokardiogramm dient der Kontrolle von Herzfrequenz und Herzrhythmus, ermöglicht eine Beurteilung der Wirkungen/Nebenwirkungen von Katecholaminen, z.B. Tachykardien/Arrhythmien, die abhängig von der Katecholamindosis und individuellen Empfindlichkeit des Patienten sind. Tachykardie/Bradykardie und starke Unregelmäßigkeiten können zur Insuffiziens von Herz und Kreislauf führen und evtl. den Wechsel eines Katecholamins erforderlich machen, z.B. bei extremer Tachykardie unter Suprarenin Wechsel zu Arterenol (z.B. bei einem Patienten mit Enterothorax).

2.1.2. Systemischer Blutdruck

Die Blutdruckhöhe und die Blutdruckamplitude werden beeinflußt von
· der Herzleistung
· dem Gefäßvolumen
· und der Beschaffenheit der Gefäße

Überwacht werden

... die Höhe des Blutdrucks
wir richten uns in erster Linie nach dem arteriellen Mitteldruck Die angestrebten Blutdruckwerte sind je nach Alter und Erkrankung der Patienten sehr verschieden. Bei Kindern z.B. nach Lebertransplantation sollte der Blutdruck im oberen Normbereich liegen, um die Leber- und Nierenperfusion zu gewährleisten.

... die Blutdruckamplitude
Eine große Blutdruckamplitude wird bei uns als ein Zeichen von Volumenmangel

interpretiert (außer bei bestimmten Herzfehlern). Eine kleine Blutdruckamplitude tritt beim kompensierten Schock auf. Der Blutdruck ist dabei in der Regel noch im Normalbereich.

Zwei Verfahren zur Messung des Blutdruckes:

... direkte, invasive Meßmethode,
Messen des Blutdrucks direkt im Gefäßsystem über einen flüssigkeitsgefüllten Katheter in Verbindung mit einem Druckaufnehmer Bei Patienten mit instabilem Kreislauf und beim Einsatz von Katecholaminen empfiehlt sich eine invasive Blutdruckmessung.

Vorteile:
- kontinuierliche Messung des arteriellen Blutdruckes
- schnelles Erkennen von hämodynamischen Veränderungen
- höhere Meßgenauigkeit (bei Hypertonie/Ödeme)
- für den Patienten weniger belastend

Nachteile:
- Risiken des Arterienkatheters

Um eine möglichst genaue und fehlerfreie Messung sicher zu stellen, ist eine regelmäßige Nullpunkteichung durchzuführen
· bei Schichtübernahme
· bei Patientenumlagerung
· bei Manipulation am Drucksystem
· bei falschen Meßwerten
Im Bedarfsfall z.B. bei gedämpfter Kurve invasiv gemessene Drucke mit Manschette gegen kontrollieren.

... indirekte, nicht invasive Meßmethode mit Manschette Nicht invasive Blutdruckmessungen sollten nur dann eingesetzt werden, wenn das Risiko bei einer invasiven Blutdruckmessung die Vorteile der größere Meßgenauigkeit übersteigen würde. Bei der nicht invasiven Meßmethode ist folgendes zu beachten:
· richtige Manschettengröße
· geeignete Plazierung für die Manschette; die Blutdruckmanschette darf nicht an eine Extremität angelegt werden, an der eine Infusion liegt (Unterbrechung/Flush)
· In regelmäßigen Abständen ist ein Wechsel der zur Messung verwendeten Extremität erforderlich, weil es zu Durchblutungsstörungen mit nachfolgenden Gewebeschäden und Nervenläsionen, ferner zu Hautblutungen (insbesondere bei Kindern mit Gerinnungsstörungen) als Folge der häufigen Messung kommen kann.
· Zeitintervall muß richtig gewählt werden

Der Blutdruck ist ein gutes Maß für die Beurteilung der Herz-Kreislauf-Situiation. Die Katecholamintherapie darf jedoch nicht alleine von Blutdruckwerten abhängig gemacht werden. Wichtig ist auch der klinische Zustand des Patienten.

Cave: Hypotonie/Volumenmangel, zu tiefe Sedierung/Analgesie des Patienten
Hypertonie/Schmerzen, Unruhe

2.1.3. zentraler Venendruck (ZVD)

Zur Klärung der Frage, ob ein Volumenmangel besteht, ist ein zentral liegender Venenkatheter zur Messung des zentralvenösen Druckes (ZVD) von Vorteil. Der ZVD gibt unter anderem Auskunft über die intravasale Volumensituation des Körpers und ermöglicht die Überwachung und Steuerung der Volumensubstitution. Bei der ZVD-Messung ist eine regelmäßige Nullpunkteichung erforderlich. Fehlinterpretationen sind möglich bei:
· Fehllage des Katheters
· Thrombosen im Katheter
· Zusatzinfusionen, die nicht abgestellt wurden
· unruhigen Patienten, Husten, Pressen
· Ergüssen · Rechtsherzinsuffizienz
· mangelhafter Berücksichtigung des intrathorakalen Druckes. Die Beatmung erhöht den ZVD je nach Beatmungsdruck und PEEP um einige mmHg.

Empfohlen wird vor jeder aktuellen Messung den Katheter durchzuspülen. Das klinische Bild des Patienten muß mit den abgelesenen Werten übereinstimmen. Es muß deshalb auf folgende Symptome eines Volumenmangels geachtet und entsprechende Kontrollen durchgeführt werden:
· kardiovaskuläre Zeichen (Herzfrequenzsteigerung, Blutdruckabfall)
· klinische Zeichen (verminderte Urinproduktion mit hohem spezifischen Gewicht, kühle Extremitäten, verzögerte Refüllung, schlechte Pulsqualität, trockene Schleimhäute, reduzierter Hautturgor, halonierte Augen, grau-fahles Hautkolorit
· Tachypnoe, evtl. erhöhte Temperatur/Durst, Bewußtseinsänderungen bis hin zum Koma)
· führen von 1-3stündlichen Ein- und Ausfuhrbilanzen
· Kontrolle des spezifischen Gewichtes im Urin (Cave: Diuretika, Proteinurie)

Verluste von Blut, Plasma, Wasser, und Elektrolyten können sich bedrohlich auswirken und den Patienten gefährden.
Ursachen: Drainagen, vermehrter Urinfluß, Schwitzen, Fieber, Durchfälle, Erbrechen, verworfener Magenrest, Aszitis, Ileus, NEC, Kapillarleck, Tachypnoe, Blutungen.
Besteht nach Gabe von ausreichend Volumen weiter eine Hypotonie muß eine medikamentöse Unterstützung durch Katecholamine bzw. eine Erhöhung der Katecholamine erfolgen. Vorsicht mit Volumen bei Patienten mit bedrohlicher Herzinsuffiziens.

2.1.4. Ermittlung des Herzzeitvolumens (HZV)

Eine gute Möglichkeit zur Beurteilung der Herz-Kreislauf-Qualität stellt die Messung des Herzzeitvolumens mit dem Pulmonaliskatheter (Swan-Ganz-

Katheter) dar.

2.2. Klinische Überwachung

2.2.1. Zustand der peripheren Zirkulation

Die Zentralisation ist ein physiologischer Kompensationsmechanismus zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung des Herzzeitvolumens. Kinder besitzen die Fähigkeit einer besonders guten peripheren Vasokonstriktion. Damit können sie ihren Blutdruck durch Erhöhung des Gefäßwiderstandes lange Zeit aufrecht erhalten. Dabei nimmt die Blutdruckamplitude ab. Eine Hypotension tritt erst spät auf und ist Ausdruck versagender Kompensationsmechanismen. Auswirkungen der Zentralisation unter anderem:
· abgeschwächte periphere Pulse
· verminderte Hautperfusion: verzögerte Kapillarfüllzeit; Hautkolorit blaß-grau (Ursache: Vasokonstriktion), marmoriert (Ursache: periphere Stase), zyanotisch (Ursache: Ausschöpfungszyanose)
· Hauttemperatur kühle/kalte Extremitäten (Ursache: Minderdurchblutung) periphere Temperatur < 30°C, dT > 7-10°C. Die Ermittlung der Hauttemperatur erfolgt durch fühlen oder durch Befestigung eines Hauttemperatursensors auf dem Fußrücken, an der Großzehe oder auf dem Handrücken. Es besteht eine Temperaturdifferenz zwischen Kerntemperatur (Rektum/Blase) und der peripheren Temperatur. Diese Differenz wird als Delta T (dT) bezeichnet. Normale Differenz bis ca. 3°C. Bei fortschreitender zirkulatorischer Insuffizienz nimmt dieser Unterschied zu. Dem Delta-T wird als Kriterium der peripheren Durchblutung große klinische Bedeutung beigemessen.
· verminderte Nierenperfusion Die Niere reflektiert als klassisches "Schockorgan" die Qualität der peripheren Perfusion. Die Niere reagiert sehr empfindlich auf eine Verminderung des Herzzeitvolumens und auf einen erniedrigten renalen Perfusionsdruck. Die Urinausscheidung nimmt ab.

Ein weiterer wichtiger Parameter zur Beurteilung der Herz-Kreislauf-Situation stellt somit die Urinausscheidung dar:
- Kontrolle der Urinausscheidung
- von Vorteil ist ein Blasenkatheter
- achten auf Ödeme
- regelmäßige Gewichtskontrollen, wenn der Zustand des Patienten es erlaubt
- Elektrolytkontrollen

Beachte: Arterenol und Suprarenin können zu einer erheblichen peripheren Vasokonstriktion führen und eine Abnahme der Nierendurchblutung bewirken. Beim Einsatz von Arterenol und Suprarenin wird der Einsatz von Dopamin in "Nierendosis" (1-3mg/kg/min) empfohlen. Dopamin in Nierendosis führt unter anderem zu einer Stimulation renaler Rezeptoren mit Erweiterung der Nierengefäße und damit zu einer verbesserten Nierendurchblutung und besseren Diurese.
Beachte: Blutdruck im Zusammenhang mit der Diurese bewerten (niedriger Blutdruck bei guter Urinausscheidung nicht beunruhigend, bei schlechter Diurese

höhere Blutdrucke anstreben).

Im Einzelfall muß für jeden Patienten je nach Situation separat abgesprochen werden, ob es sinnvoll ist, den an sich sinnvollen Gegenregulationsmechanismus der peripheren Vasokonstriktion zu durchbrechen. Vorerst günstige Zentralisation könnte sich bei lang dauerndem Bestehen nachteilig auswirken.
Vorraussetzung: ausreichend Volumen Nachteil: es fließt mehr Blut ab; Folge: der Blutdruck sinkt evtl. ab Cave: metabolische Azidose

Die Durchbrechung geschieht physikalisch oder medikamentös.

... physikalisch:

· durch Wärme von außen, z.B. warme Umgebungstemperaturen schaffen, Wärmedecke
· gleichzeitige Kühlung und Wärme zuführen (wichtig: Unterdrücken der Gegenregulation)

Bei hoher Außentemperatur ist die periphere Durchblutung stärker, weil der Körper versucht, Wärme nach außen abzugeben. Bei tieferer Außentemperatur ist die periphere Durchblutung geringer, weil der Körper versucht, das Blut im Körperinnern zu behalten.

... medikamentös:

· Beta-Rezeptorenblocker, z.B. Hydergin, Dehydrobenzperidol, Paracetamol
· Katecholamine
· Vasodilatatoren, z.B. Nitroglycerin können die periphere Durchblutung und die Herzleistung durch Senkung der Vor- und Nachlast verbessern

2.3. Laborkontrollen

2.3.1. arterielle Blutgasanalyse

Ein normaler ph ist Voraussetzung für eine gute cardiale Kunktion und eine gute Katecholaminwirkung. Eine Azidose vermindert die Kontraktilität des Herzmuskels und setzt die Wirkung der Katecholamine herab

Durch ph-abhängige Kalium- und Calciumveränderungen können u.a. Herzrhythmusstörungen hervorgerufen werden.
Azidose: Anstieg des Serumkalium- und Serumcalciumspiegels
Alkalose: Abfall des Serumkalium- und Serumcalciumspiegels

Die Herzleistung ist außerdem abhängig von einer guten Sauerstoffversorgung bei Hypoxie Kontraktilitätsverlust, Rhythmusstörungen, Kreislaufversagen mit Bradykardien und Tachykardien, Kreislaufstillstand. Katecholamine erhöhen den Sauerstoffverbrauch des Herzens.

2.3.2. ZVS (zentralvenöse Sättigung)

Die ZVS ist vor allem ein Kreislaufparameter, gemessen im Hb-Meter. Die arterio-venöse Sauerstoffdifferenz beträgt normalerweise 25%, d.h. üblicherweise werden nur 25% des arteriellen Sauerstoffangebotes beim Durchfluß des Kapillarsystems ausgeschöpft. Die ZVS ist erniedrigt bei unzureichendem Sauerstoffangebot bzw. einem ungünstigen Verhältnis von O_2-Angebot und O_2-Verbrauch, z.B. bei Herzinsuffiziens, Volumenmangel, Anämien, Fieber, körperlicher Anstrengung, Schmerzen. Wichtig: Die ZVS im Zusammenhang/Vergleich mit der arteriellen Sättigung zu beurteilen.

2.3.3. Elektrolyte

Elektrolytentgleisung (Serumkalium, -calcium, - magnesium) können die Herzmuskelfunktion verändern und Herzrhythmusstörungen hervorrufen.
Nebenwirkungen:
Dobutrex und Suprarenin: Kaliumabfall
Dopamin: Vermehrte Kalium- und Natriumausscheidung

2.3.4. Blutzucker

Durch eine Hypoglykämie kann eine akute myokardiale Schwäche resultieren.
Nebenwirkungen: Suprarenin und Arterenol heben den Blutzuckerspiegel

2.3.5. Hämoglobin und Hämatokrit

Bei Anämie:
- Verminderung des Intravasalvolumens und dadurch Kreislaufverschlechterung möglich
- Sauerstofftransportkapazität vermindert

2.2. Spezielle Pflege

2.3.1. Herz-Kreislauf-Belastung/Belastbarkeit

Patienten, die Katecholamine benötigen, sind schwerstkrank und als solche zu behandeln. Pflegerisch wichtig ist eine gute Situationseinschätzung mit individueller Pflege und guter Beobachtung. Eine Gefährdung des Patienten durch unnötige Belastung oder gar Überbelastung des Herz-Kreislauf-Systems muß vermieden werden Ziel: die Leistungsanforderungen vermindern und möglichst gering halten. Daher ist eine Voraussetzung für eine Extubation eine stabile Herz-Kreislauf-Situiation. Vermeide: Herz-Kreislauf-Belastungen, z.B. durch
· Streß
· Unruhe des Patienten

· Schmerzen
· Fieber
· erhöhte Atemarbeit
· körperliche Anstrengungen, z.B. Trinken

Gute Beobachtung: wie reagiert der Patient auf Belastungen; kommt es unter anderem
· zu einem Blutdruckabfall
· zum Herzfrequenzanstieg
· zum Sättigungsabfall
· zu einer erhöhten Atemarbeit
· zur Blässe
· zur Schweißneigung
· zum Auskühlen der Peripherie
· wirkt der Patient angestrengt/erschöpft unter Belastung

2.3.2. Adäquate Lagerung

Wenn die Erkrankung des Patienten es zuläßt, flache horizontale Rückenlage mit leicht angehobenen Beinen bis zur Erreichung einer stabilen Herz-Kreislauf-Situation.

2.3.3. Dekubitusvermeidung

Eine verminderte Hautdurchblutung unter Katecholamintherapie stellt ein Risikofaktor zur Entstehung eines Dekubitus dar.
· genaue Beobachtung der Haut
· sorgfältige Hautpflege und Hautschutz
· Druckentlastung durch Weichlagern und Freilagern (insbesondere gefährdeter Stellen), Umlagern, Spezialmatratzen, Spezialbetten
· Mobilisation

2.3.4. Kontrolle der Darmtätigkeit

Nebenwirkungen von Dopamin und Suprarenin: Lähmung der Darmmotorik, Subileus.
· Beobachtung des Abdomens
· Darmgeräusche
· Nahrungsunverträglichkeit
· Regelmäßige Stuhlentleerungen

3. Handhabung der Infusionen mit Katecholaminen

3.1. Allgemeine Hinweise zur Anwendung von Parallelinfusionen

3.1.1. Begriff der Parallelinfusion / Mehrfachinfusion

Als Parallelinfusion/Mehrfachinfusion wird die gleichzeitige, d.h. parallele Gabe von zwei oder mehreren Infusionen über einen gemeinsamen Patientenzugang bezeichnet. Je komplexer Mehrfachinfusionssysteme aufgebaut sind, desto höher ist das Risiko, daß es in Folge nicht geeigneter Kombinationen von Geräten, Einmalartikeln und Zubehör oder durch Fehlbedienung zu gefährlichen Situationen für den Patienten kommen kann.

3.1.2. Häufige Gefahren

Physikalisch- technisch bedingte Gefahren durch
· Unterförderung (Medikamentenunterdosierung)
· Überförderung (Medikamentenbolus)
· gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Infusionsaggregate
· Verzögerung des druckgesteuerten Alarms aufgrund der Rückforderung

Werden Katecholamine infundiert, so kann durch Ausbleiben der Medikation als auch durch den Medikamentenbolus innerhalb kürzester Zeit für den Patienten eine kritische Situation entstehen. Folgende Komplikationen wären möglich:
- starke Herz-Kreislauf-Schwankungen und Herz-Kreislauf-Belastungen mit Reanimationsgefahr
- Hirnblutungsgefahr, gerade bei kleinen Frühgeborenen durch abrupten Blutdruckanstieg oder durch erniedrigten cerebralen Blutfluß durch arterielle Hypotension
- Gefahr der sekundären Organschädigung, z.B. der Gehirnschädigung beim Schädel-Hirn-Trauma
- Gefahr der Blutung post-OP, z.B. bei Anastomosenstellen nach Lebertransplantationen

Medizinisch-pharmakologische Risiken durch Inkompatibilitätsreaktion verschiedener Medikamente und Infusionslösungen, z.B. durch ph-Verschiebungen oder durch Lichteinwirkungen. Folge: z.B. Katecholamine können trotz hoher Dosierung nicht wirken (Wirkungsverlust)

3.2. Stationsinterne Richtlinien für die Zubereitung und Handhabung von Infusionen mit Katecholaminen

3.2.1. Zubereitung

Katecholamine werden in Form von Dauerinfusionen verabreicht (Ausnahme bei Reanimation).
- Katecholamine nach ärztlicher Verordnung zubereiten
- Perfusorspritze vor Benutzung auf Gleiteigenschaft und Widerstände überprüfen. Schwergängige, rubbelnde Spritzen nicht in der Katecholamintherapie einsetzen, um eine stoßweise Förderung der Katecholamine zu verhindern
- Genaues Aufziehen: zuerst Trägerlösung, z.B. Glucose 5% in die 50ml

Perfusorspritze, dann das Medikament hinzufügen, dabei ergeben Trägerlösung und das Medikament die Gesamtmenge von 24ml bzw. 48ml.
Beispielanordnung:
Dopamin 9,5ml ad 24ml Glucose 5%, d.h. Dopamin 9,5ml + 14,5ml Glucose 5% = 24ml
- Katecholamine werden doppelt aufgezogen, außer, wenn Dopamin in Nierendosis bei einem kreislaufstabilen Patienten ohne ein weiteres kreislaufunterstützendes Medikament läuft.
- Die Lösung wird individuell für jedes Kind berechnet und gemischt, so daß sich folgende Standarddosierung ergibt:
Dopamin/Dobutrex 1ml/h entspricht 10mg/kg KG/min = einfach konzentriert
Arterenol/Suprarenin 1ml/h entspricht 0,1mg/kg KG/min = einfach konzentriert

Abweichungen von dieser Standardkonzentration:
· Bei hohem Katecholaminbedarf werden Katecholamine zur Volumeneinsparung und zur Vermeidung von häufigen Spritzenwechsel stärker (mehrfach) konzentriert.
· Katecholamine laufen bei großen Kindern zum Teil auch pur ein.
· Katecholamine werden zum Teil auch stärker verdünnt, z.B. ½ fach konzentriert bei geringem Katecholaminbedarf oder bei stärkeren Blutdruckschwankungen.
· Bei stärker (mehrfach) konzentrierten Arterenol und Suprarenin wird unter 1ml Laufgeschwindigkeit pro Stunde auf eine weniger stark konzentrierte Lösung gewechselt

3.2.2. Wahl der Leitung

Wir benutzen Infusionsleitungen mit Rückschlagventil und 0,2mm Filter und 1,2mm Filter, um Partikel, Luft und Bakterien zurückzuhalten. Nachteile beim Filtereinsatz: Möglicher Wirkungsverlust von Medikamenten durch den Filter. Bei kontinuierlich applizierten Medikamenten, z.B. Katecholamine, ist eine mögliche Absorption am Filter aufgrund dieser am Patienten orientierten Dosissteuerung klinisch irrelevant.

Mehrfachverbinder (2-, 3-, 4-fach) für Simultaninfusion.
Wichtig: Keine Leitungen mit fest angeschlossenen Mehrfachverbinder wählen, das bedeutet separater Mehrfachverbinder und separate Leitungen. Anzahl der Mehrfachverbindungsstücke so wählen, daß freie Schenkel vorhanden sind:
- zum überlappenden Umhängen der Katecholamine
- falls ein weiteres Katecholamin erforderlich wird
- bei Katecholaminreduzierung für einen Glucosebypass

Vor Infusionsbeginn zuführende Leitungen füllen. Spritze und Leitung müssen luftblasenfrei sein.

3.2.3. Kennzeichnung

Spritzen und Leitungen deutlich kennzeichnen und beschriften mit:
- speziellen Etiketten zur besseren und schnelleren Orientierung
- Art und Menge der Katecholamine
- Art und Menge der Trägerlösung

- Konzentration (z.B. 1,8ml Arterenol ad 24ml Glucose 5% doppelt konzentriert)

Der Wechsel erfolgt alle 24 Stunden (Spritze und Leitung), bei Bedarf häufiger. Wichtig: Rechtzeitiges Richten einer neuen Katecholaminspritze. Laut Fachinformation sind zubereitete Arterenol- und Suprareninlösungen auch ohne Lichtschutz für mindestens 24h stabil.

3.2.4. Wahl des Perfusors

Bei Kombination von Perfusoren miteinander möglichst Perfusoren gleichen Typs bzw. mit gleichem Abschaltdruck/Abschaltschwelle einsetzen, um eine gegenseitige Beeinflussung auszuschließen. Abschaltdruck der von uns benutzten Perfusoren:
- Perfusor secura (Braun): Sicherheitsabschaltung bei einem max. Druck von ca. 2bar = 1500mmHg
- Perfusor secura FT (Braun): Abschaltdruck bei ca. 0,9-1,2bar
- Perfusor fm (Braun): Abschaltdruckbegrenzung in 9 Stufen über Sonderfunktionen einstellbar (0,2-1,0bar)
- Module DPS (Vial Medical): 2 Möglichkeiten die Druckabschaltung festzulegen: variabler Verschlußdruck: Drucklimit wird von uns eingestellt drei vorgegebene Voreingestellte Verschlußdrücke zur Auswahl:
a) unterer Verschlußdruck 300mmHg
b) mittlerer Verschlußdruck von 500mmHg
c) oberer Verschlußdruck 1100mmHg

Wenn es die Anwendung zuläßt, sollte die niedrigste Druckeinstellung bevorzugt werden, um die kürzeste Alarmverzögerung zu erreichen.
- Perfusoren mit Batterie benutzen (Transport, Stromausfall)
- Perfusoren in Sichthöhe anbringen
- Kennzeichnung der Perfusoren mit entsprechenden Etiketten
- auf Standfestigkeit der Perfusoren achten

3.2.5. Vermeide Unterbrechungen beim Wechsel der Katecholaminspritze

Auch beim Spritzenwechsel muß eine weitgehend kontinuierliche und genau dosierte Verabreichung der Katecholamine gewährleistet werden. Die Fördergenauigkeit bzw. Gleichmäßigkeit (Regelmäßigkeit) einer Spritzenpumpe kann in kritischen Fällen von lebenswichtiger Bedeutung sein. Das Anlauf- und Förderverhalten ist abhängig:
· vom Perfusortyp
· von den verwendeten Einmalartikeln
· von der eingestellten Förderrate
· Die Förderratenregelmäßigkeit nimmt mit steigenden Förderraten zu.
Empfehlung bei kritischen Anwendungen: Förderraten > 1ml/h

Die neu vorbereitete Spritze mit Infusionssystem auf die Spritzenpumpe plazieren und in gewünschter Geschwindigkeit transportieren (vorlaufen) lassen, bevor das

Katecholamin an den Patientenzugang angeschlossen wird. Über die Dauer und die Art des Verlaufs kann keine Empfehlung ausgesprochen werden. Der Verlauf wird in den von mir angesprochenen Kliniken unterschiedlich gehandhabt. Wir beachten:
- Beim Einlegen der Spritze ins Gerät sollte darauf geachtet werden, daß die Spritze im Transportarm kein Spiel hat. Nur stramm eingespannte Spritzen können sofort gefördert werden.
- Die Spritze so einspannen, daß die Beschriftung lesbar ist.
- Nach Einstellen der Laufgeschwindigkeit erneute Kontrolle, ob der angezeigte Wert mit dem eingegebenen Wert übereinstimmt.
- Bei kreislaufinstabilen Patienten ohne Katecholamine frühzeitiges Richten der Katecholaminspritze und Starten des Vorlaufs.

3.2.6. Inkompatibilitätsreaktionen/Inaktivierungsreaktionen

Als Inkompatibilität bezeichnet man Veränderungen, die in einem Arzneigemisch vor der Anwendung am Patienten auftreten und demzufolge eine Applikation nicht zulassen.

Die Inkompatibilitätsreaktionen (Unverträglichkeitsreaktionen) treten nur zu einem Bruchteil als sichtbare Reaktionen in Form von Ausflockung, Auskristalisierung, Trübung oder Verfärbung auf. In den meisten Fällen laufen diese Reaktionen für den Anwender unsichtbar ab. Die Inkompatibilitätsproblematik ist sehr komplex, teilweise noch unerforscht und oft finden sich in der Literatur widersprüchliche Aussagen zur Kompatibilität der gleichen Arzneistoffkombination.

Ein großer Teil der Inkompatibilitätsreaktionen ist auf ph-Verschiebungen zurückzuführen. Alle verabreichten Medikamente benötigen einen optimalen ph-Wert, um in der Lösung stabil zu bleiben und um keinen Wirkungsverlust zu erleiden. Viele Medikamente werden z.B. durch Lichteinwirkung zersetzt. Zusätzlich können diverse chemische Reaktionen zwischen einzelnen Substanzen auftreten.

Für den Patienten ergeben sich aus solchen Reaktionen u.a. eine Gefährdung durch.
- Unkontrollierbare Wirkungsverluste bis zu kompletter Inaktivierung der medikamentösen Therapie - Katecholamine können trotz hoher Dosierung nicht wirken. "Unerklärliche therapeutische Mißerfolge" stellen sich ein
- Partikelbelastung - Gefahr von Mikroembolien und Mikrothromben
- Mögliche Zufuhr toxischer Reaktionsprodukte/Zersetzungsprodukte
- Katheterokklusion

Weitgehenste Vermeidung von Inkompatibilitäten:
- Katecholamine sollten möglichst alleine und über einen zentralen Katheter infundiert werden (Mehrlumenkatheter, 2 zentrale Katheter oder zusätzliche periphere Venenkatheter)
- Beim Anschluß von mehreren Infusionen und Bypässen an demselben Katheter bzw. das selbe Katheterlumen muß auf die Kompatibilität der Lösungen geachtet werden. Bei Unsicherheit die notwendige Information beim Apotheker einholen.

- Kontaktzeit zwischen den einzelnen Bestandteilen möglichst kurz halten - körpernah über Mehrfachverbinder applizieren.
- Anordnung der Medikamente, z.B. bei einem 3-Lumen-Katheter nach ph-Bereich ph-Bereich > 3 und < 6, sauer ph-Bereich > 6 und < 8, normal ph-Bereich > 8 , alkalisch
- Katecholamine nie mit alkalischen Lösungen, z.B. $NaHCO_3$ mischen, bzw. über den gleichen Schenkel infundieren

Einsatz von endständigen Infusionsfiltern:
· Zum Schutz des Patienten vor Partikeln, die u.a. durch Inkompatibilitätsreaktionen entstehen können. Der Filter verhindert die Einschwemmung derartiger Aggregate.
· Als hilfreicher Indikator hinsichtlich der zahlreichen Inkompatibilitätsreaktionen. Wird die Kapazität überschritten, blockiert er zunehmend bis zum Verschluß.

Unsere Apotheke (Universitäts-Krankenhaus-Eppendorf - Apotheke-Abschnitt Arzneimittelinformation) hat zur Kombination von bestimmten Arzneistoffen als Dauerinfusion bei paralleler Gabe von Katecholaminen über einen einlumigen Katheter bzw. y-Stücke u.a. folgende Information gegeben :

- Dobutamin, Dopamin, Arterenol und Suprarenin sind alle miteinander kompatibel und können zusammen über einen einlumigen Katheter gegeben werden
- die meisten Inkompatibilitäten mit anderen Arzneistoffen zeigt Dobutamin
- Heparin und Furosemid verursachen sehr häufig Inkompatibilitätsreaktionen. die gemeinsame Applikation von Dopamin, Arterenol, Suprarenin und Heparin über ein y-Stück wird als kompatibel angegeben. Frau Dr. A. Pecar hält in ihrer Tabelle zur Mischbarkeit von Arzneimitteln Furosemid selbst bei Applikation über ein y-Stück mit Katecholaminen für inkompatibel, während der Katecholaminwegweiser der Fa. Braun Arterenol Dopamin und Suprarenin bei einlumiger Applikation für kompatibel hält.
- Fentanyl-Dormicum-Gemische können mit Dobutamin und Dopamin über ein y-Stück verabreicht werden. Zur Kompatibilität von Arterenol und Suprarenin mit Fentanyl-Dormicum gibt es in der Literatur widersprüchliche Aussagen.
- Die Bronchoparat®-Mischungstabelle der Herstellerfirma enthält keine Angaben zu Katecholaminen. Um aber trotzdem das Potential von Bronchoparat®-Inkompatibilitäten Einschätzen zu können, ist festzuhalten, daß Bronchoparat® gegenüber ph-Wert Veränderungen sehr empfindlich ist.
- Aufgrund der komplexen und individuell sehr stark variierenden Zusammensetzung von Ernährungslösungen könne diese Anlaß zu Inkompatibilitätsreaktionen geben. Reine Aminosäuren werden von Frau Dr. A. Pecar und dem Braun Kompatibilitätswegweiser als kompatibel über ein y-Stück mit den vier Katecholaminen angegeben.
- Über die y-Kompatibilität von Fettemulsionen mit Vitaminpräparaten kann man keine Vorhersage mehr treffen.
- Über die Kompatibilität der Kombinationen der o.g. Arzneistoffe untereinander mit den Katecholaminen läßt sich ebenfalls keine Aussage mehr machen.

3.2.7. Überlappender Katecholaminwechsel

- Der Katecholaminwechsel fällt bei uns in den Aufgabenbereich des Pflegepersonals.
- Bei kreislaufinstabilen Patienten mit hohem Katecholaminbedarf oder bei bereits bekanntem problematischem Katecholaminwechsel erfolgt eine Information über den geplanten Wechsel der Katecholamine an den zuständigen Arzt, evtl. ist eine Arztanwesenheit erforderlich.
- Im Bedarfsfall Suprarenin zum i.v. spritzen und Volumen bereitlegen.
- Während des Katecholaminwechsels ist eine ständige Anwesenheit und Dokumentation erforderlich.

"Überlappender Wechsel" verschiedene Möglichkeiten:

a) die "neue" Katecholaminspritze wird mit der aktuellen Laufgeschwindigkeit an den Patientenzugang angeschlossen und die Geschwindigkeit der "alten" Katecholaminspritze langsam reduziert.
b) bei stark konzentrierten Katecholaminen bzw. hämodynamisch sehr instabilen Patienten empfiehlt sich folgendes Vorgehen:
Die "neue" Katecholaminspritze z.B. mit 0,1ml/h an den Patientenzugang anschließen und die Geschwindigkeit der "alten" Katecholaminspritze langsam reduzieren, parallel dazu die Geschwindigkeit der "neuen" Katecholaminspritze erhöhen, bis zur aktuellen Laufgeschwindigkeit.

Die Schritte und Schnelligkeit der Katecholaminreduzierung sind abhängig von der Konzentration des Katecholamins und dem Blutdruckverhalten; in der Regel reduzieren wir in Schritten von 0,1 bzw. 0,2ml/h. Die Geschwindigkeit der "alten" Katecholaminspritze wird reduziert, wenn der Blutdruck und die Herzfrequenz anfangen zu steigen. Danach abwarten wie sich der Blutdruck nach der Reduzierung verhält, bevor eine weitere Reduzierung erfolgt.

Bei Dopamin in Nierendosis ist kein überlappender Wechsel, aber ein Vorlauf erforderlich. Beim Anschluß der Katecholamininfusion an den Patientenzugang muß eine versehentliche Bolusgabe vermieden werden. Schenkel am Mehrfachverbinder kennzeichnen. Wir streben bei kreislaufstabilen Patienten einen täglichen Wechsel der Mehrfachverbinder an, verlängern diesen Zeitraum aber großzügig bei kreislaufinstabilen Patienten mit überlappendem Katecholaminbedarf.

Dokumentation:
a) wie wurde der Wechsel vorgenommen - erfolgte ein Wechsel der Mehrfachverbinder
b) war eine großzügige Reduzierung möglich
c) gab es Probleme beim Wechsel, wenn ja welche

3.2.8. Gewährleisten des freien Durchflusses

Sowohl das Ausbleiben der Medikation, als auch der Bolus kann innerhalb kürzester Zeit für den Patienten kritisch sein. Wichtig: Beim Beseitigen von

Verschlüssen ist darauf zu achten, daß der Bolus nicht zum Patienten gelangt (Überdosierung). Der Bolus kann durch Öffnen des Überleitsystems nach außen oder über die Pumpe abgebaut werden. Zur Gewährleistung des freien Durchflusses ist folgendes zu beachten:
Der Katheter muß so fixiert sein, daß er nicht abknicken kann. Infusionsleitungen dürfen nicht abgeknickt werden (z.B. bei bestimmten Bewegungen des Patienten oder Pflegemaßnahmen), dürfen nicht eingeklemmt werden (große Inkubatorklappe, Wärmebett) müssen fest miteinander verbunden sein (Kontrolle auf Leckagen an Konnektionsstellen, Verschlußkappen korrekt verschließen), dürfen nicht durch die Gitterstäbe des Bettes oder durch die kleinen Inkubatorklappen geführt werden, um bei Transporten ein schnelles Umlagern ohne Dekonnektion zu ermöglichen. Bei vorübergehender Abschaltung eines Perfusors (z.B. der Hauptinfusion) bei Mehrfachinfusionen über Einlumenkatheter besteht Bolusgefahr durch Konzentrationsanreicherung bei vermindertem Fluß. Läuft die Hauptinfusion bei Einlumenkathetern im Bypass mit den Katecholaminen, muß dies entsprechend gekennzeichnet werden, z.B. Cave: im Bypass mit Katecholaminen, und beim Aufziehen der leeren Spritzen Unter- bzw. Überförderung zu vermeiden. Sinnvoll: nach Aufziehen der Spritze diese fest im Transporterarm einspannen und dann erst das Sicherheitsverabreichungssystem zum Patienten öffnen.
Kein i.v. spritzen, kein Anhängen von Kurzinfusionen und Volumen über den Katecholaminzugang. Besteht ein Widerstand von Seiten des Patienten, z.B. durch Thrombosierung von Katheterspitzen, Anliegen des Katheters an der Gefäßwand?/bei starken Blutdruckschwankungen ist evtl. ein Katheterwechsel erforderlich. Bei Mehrlumenkathetern auf untereinander kommunizierende Schenkel achten. Bei niedrigen Katecholamin-Förderraten über einen Schenkel an einen Glucosebypass denken (Mindestflußrate?). Infusionen mit Katecholaminen bedürfen der verstärkten Überwachung, sofortige Reaktion auf Alarme erforderlich.

3.2.9. Dokumentation

Es wird dokumentiert:
- jede Veränderung der Infusionsgeschwindigkeit
- jede Änderung der Konzentration
- zeitlich genau
- die entsprechenden Vitalparameter

Zusammenfassung:

Es gibt im Rahmen der Katecholamintherapie keine Universallösung, aber eine Reihe von Anwendungsregeln und technischen Lösungen, mit denen ein ausreichendes Sicherheitsniveau für den Patienten zu erzielen ist.

Margret Dirkes
Kinderkrankenschwester

Literatur:

Boonen,A./Heindel-Mack,J.: Pflege in der Intensivmedizin. Thieme, Stuttgart 1996

Böttiger,B.W./Back,A.: Einsatz von Mikrofiltern im Rahmen der Infusionstherapie.

Depenbusch, G.: Sachgerechte intravenöse Applikation von Pharmaka in der Intensivtherapie und Anästhesie unter besonderer Berücksichtigung chemisch-physikalischer Inkompatibilitäten. Intensiv 2, Thieme, Stuttgart 1994

Emmrich,P./Sitzman,F.C., Truckenbrodt, H.: Notfälle im Kindesalter. Thieme, Stuttgart 1998

Jecklin, E.: Arbeitsbuch Anatomie und Physiologie. Fischer, Stuttgart 1995

Keck: Kardiologie. Urban & Schwarzenberg, München 1989

Kretz, F.-J.: Intensivmedizin für Pflegeberufe. Thieme, Stuttgart 1994

Mc Guire, G.A.: Pflegeprobleme Intensivmedizin. Springer, Berlin 1994

Larsen, R.: Anästhesie und Intensivmedizin. Springer, Berlin 1994

Pecar, A.: Mischbarkeit von Infusionslösungen und Arzneimitteln: Kompatibilität und Inkompatibilität. Monatsschr. Kinderheilkunde, 1994, Springer

Roos, Proquitte, Versmold: NEO-ABC. Ludwig-Maximilians-Universität, München 1994

Scherer, R./Schöngart, C.: Anästhesie und Intensivmedizin. Biblomed, Melsungen 1989

Schranz, D.: Pädiatrische Intensivtherapie. Fischer, Stuttgart 1993

Stopfkuchen, H.: Pädiatrische Intensivpflege. Wiss. Verl.-Ges., Stuttgart 1997

Wichmann, V.: Kinderkrankenpflege. Thieme, Stuttgart 1991

Frei und Hansestadt Hamburg: Hinweise zur Anwendung von Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales. Parallelinfusionen. Amt für Arbeitsschutz, Information 9/93 zur Medizingeräteverordnung

Anwendungshinweise zur Parallelinfusion der Fa. Braun

Universitäts-Krankenhaus-Eppendorf - Apotheke-Abschnitt Arzneimittelinformation 1999

Veröffentlicht in "Kinderkrankenschwester" 7/2001