

Zielgrößen

- MAD 70 - 90 mmHg
- ZVD 7 - 9 mmHg
- SaO₂ > 95%
- PaO₂ > 100 mmHg
- Urinvolumen 1-2 ml / kg KG / h
- Körpertemperatur > 35° C
- Na 135 - 145 mmol / l
- K 3,5 - 5 mmol / l
- Hkt 20 - 30%
- Blutzucker < 180 mg %
- Laktat < 3 mmol / l
- Arterielle Blutgase im Normbereich

Therapiestrategien

- bei Hypotonie durch Hypovolämie/rel. Hypovolämie (Verlust Vasomotorenregulation)
- bei Hypotonie mit CRP-Erhöhung (entspricht SIRS)
 1. Absetzen von Medikamenten mit blutdrucksenkender Wirkung oder Nebenwirkung

2. Zieldruck (MAD 70- 90 mmHg)

durch kombinierte Volumen- Katecholamintherapie:

- a. Noradrenalin- oder hochdosierte Dopamingabe (Anwenderentscheidung) bis Zieldruck erreicht
- b. Volumenersatz mit kristalloiden oder kolloidalen Volumenersatzlösungen bis ZVD 7- 9 mmHg
- c. bei Erfolglosigkeit: Dobutamin bis Zieldruck erreicht
- d. Sukzessive Reduktion der Noradrenalin- Dopamin-Dosis unter Beibehaltung der Zielgrößen
- e. Wenn Zieldruck unter o.g. Therapie nur durch hohe Katecholamindosen zu erreichen ist, Applikation von Methylprednisolon (Urbason®) in einer Dosis von 100 mg/h (Beachte: Wirkungseintritt ca. 1 - 2 Stunden nach Beginn der Urbasongabe)

▪ bei Diabetes insipidus zentralis

(Urinvolumen > 5 ml/kg KG/h mit spezifischem Gewicht < 1005)

ADH-Substitution:

Minirin® (Desmopressin 0,5-4µg als Bolus intravenös, bei fehlender Ansprechbarkeit nach 30 min Blutzucker-Kontrolle (BZ) ggfs. Korrektur, ansonsten Wiederholung der Miniringabe. Nachfolgende Anurie: Zeichen des Volumenmangels, Substitution.

▪ bei Hypernatriämie/Hypokaliämie

Hypernatriämie mit Hypovolämie (ZVD < 5 mmHg)

Korrektur mit 5% Glucoselösung in Kombination mit Insulin unter BZ-Kontrolle

Hypernatriämie mit Hypervolämie (ZVD > 10 mmHg)

Furosemidgaben und Substitution der Ausscheidungsmenge durch elektrolytfreie Lösung, separate Kaliuminfusion unter engmaschiger Elektrolytkontrolle

Die konsequente organprotektive Intensivtherapie beim Organspender ist der erste Schritt zur erfolgreichen Behandlung des Empfängers. Morphologische Schäden und Verluste der zur Transplantation vorgesehenen Organe müssen vermieden und eine optimale Organfunktion zum Zeitpunkt der Entnahme sichergestellt werden.

5.1 Pathophysiologische Veränderungen

Das Behandlungsregime muss den pathophysiologischen Veränderungen nach Ausfall zentraler Regulationsmechanismen Rechnung tragen, um negative Auswirkungen auf die Funktion der Organe zu vermeiden. Die wichtigsten Komplikationen sind:



Wichtige Komplikationen [→ 5.3]

- *Erniedrigtes Herzminutenvolumen*
- *Hypovolämie*
- *Hypotension*
- *Hypokaliämie*
- *Hypernatriämie*
- *Hypothermie*
- *Hypokapnie*

Diese Komplikationen können sich während der Entwicklung des irreversiblen zerebralen Funktionsverlustes manifestieren. Ursachen sind der schrittweise Ausfall der zentralen sympathikoadrenergen Kreislaufregulation, der hypothalamischen Temperatursteuerung, ein sich durch die Unterbrechung der Hypothalamus-Hypophysen-Achse entwickelnder Diabetes insipidus centralis und die Verminderung der CO₂-Produktion durch die Senkung des Gesamtstoffwechsels.

5.2 Zielgrößen* und Monitoring

Die nachstehenden Zielgrößen sollten während der organprotektiven Intensivtherapie angestrebt werden. Zur Überwachung des Verlaufs bzw. der Korrekturmaßnahmen bis zum Ende der Organentnahme im OP ist ein entsprechendes Monitoring notwendig.

ZIELGRÖSSEN



Basisparameter

- Mittlerer arterieller Druck (MAD) 70 - 90 mm Hg
- Zentralvenöser Druck (ZVD) 7 - 9 mm Hg
- Periphere arterielle Sauerstoffsättigung (SaO_2) $\geq 95\%$
- Urinvolumen 1 - 2 ml/kg KG /h
- Zentrale Körpertemperatur $\geq 35^\circ C$
- Na 135 - 145 mmol/l
- K 3,5 - 5 mmol/l
- Hkt 20 - 30 %
- Blutzucker < 180 mg %
- Laktat < 3 mmol
- Arterielle Blutgase im Normbereich



Erweiterte Parameter

- Systemischvaskulärer Widerstandsindex (SVRI)
 $2000 \pm 500 \text{ dyn s cm}^{-5} \text{ m}^2$
- Intrathorakaler Blutvolumen-Index (ITBVI) $\geq 750 \text{ ml/m}^2$
- Extravaskulärer Lungenwasser-Index (EVLWI) $\leq 10 \text{ ml/kg}$
- Zentralvenöse bzw.
gemischtvenöse Sauerstoffsättigung (SvO_2) $\geq 70\%$
- Pulmonalarterieller Verschlussdruck (PAOD) $\leq 12 \text{ mm Hg}$

* Die hier angegebenen Zielgrößen sind für die Situation des hirntoten Organspenders bisher noch nicht validiert.

MONITORING



Basismonitoring

- *EKG*
- *Invasive arterielle Druckmessung*
- *Zentralvenöse Druckmessung*
- *Kerntemperaturmessung*
- *Pulsoximetrie*
- *Kapnometrie*
- *Stündliche Bilanzierung von Ein- und Ausfuhr*
- *Natrium, Kalium, Hämatokrit, Blutzucker, arterielle Blutgase (2-4-stündlich)*



Erweitertes Monitoring

(bei hämodynamisch instabilen Spendern und Spendern mit schweren pulmonalen Störungen)

- *Lungenwasser*
- *Intrathorakales Blutvolumen*
- *Systemischvaskulärer Widerstand*
- *Pulmonalarterieller Verschlussdruck*
- *Herzzeitvolumen*
- *Zentralvenöse bzw. gemischtvenöse Sauerstoffsättigung*

5.3 Wichtige Komplikationen und Therapiestrategien

5.3.1 HYPOVOLÄMIE/HYPOTENSION

Zur Kreislaufstabilisierung können oft erhebliche Flüssigkeitsmengen erforderlich sein, da die durch den Ausfall der zentralen Tonisierung des Gefäßbettes (neurogener Schock) bedingte relative Hypovolämie durch Volumenrestriktion bzw. vorangegangene dehydrierende Maßnahmen zur Hirnödemtherapie noch verstärkt wird.

Zur Korrektur des intravasalen Defizits sollen kristalloide und/oder kolloidale Lösungen eingesetzt werden.



Differenzierte Infusions- und Volumentherapie (ZVD < 7)

- 1. Infusionstherapie unter Bilanzierung der Ein- und Ausfuhr*
- 2. Volumenersatztherapie:
kombinierte Gabe von Kristalloiden/ Kolloiden im Verhältnis 2 : 1;
Humanalbumin 5% als Volumenersatzmittel nicht indiziert*
- 3. FFP-Gabe als Volumenersatz
nur bei gleichzeitiger Gerinnungsstörung indiziert*
- 4. Erythrozytenkonzentrate bis Hkt 20 - 30 %*

Zur Sicherstellung eines ausreichenden Perfusionsdruckes und eines adäquaten Sauerstoffangebotes reicht die alleinige Gabe von Volumen in der Regel nicht aus. Deshalb sollte die Volumengabe mit einer Katecholamintherapie kombiniert werden.



Bei Vorliegen einer

Hypotonie durch Hypovolämie / relative Hypovolämie

(Verlust Vasomotorenregulation)

Hypotonie mit CRP-Erhöhung (entspricht SIRS)

1. Absetzen von Medikamenten
mit blutdrucksenkender Wirkung oder Nebenwirkung
2. Zieldruck (MAP 70 - 90 mm Hg)
durch kombinierte Volumen-Katecholamintherapie:
 - 2.1 Noradrenalin- (NA) oder hochdosierte Dopamingabe (DA)
bis Zieldruck erreicht (Wahl des Katecholamins ist Anwenderentscheidung entsprechend Erfahrung des Intensivmediziners)
 - 2.2 Volumenersatz mit kristalloiden oder kolloidalen
Volumenersatzlösungen bis ZVD 7-9 mm Hg
 - 2.3 Bei Erfolglosigkeit Dobutamin bis Zieldruck erreicht
 - 2.4 Sukzessive Reduktion der NA/DA-Dosis
unter Beibehaltung der Zielgrößen
 - 2.5 Wenn Zieldruck unter o.g. Therapie nicht oder nur durch hohe
Katecholamindosis zu erreichen ist, Applikation von Methylprednisolon (Urbason®) in einer Dosis von 100 mg/h (Beachte: Wirkungseintritt ca. 1 - 2 Std. nach Beginn der Urbasontherapie)

5.3.2 DIABETES INSIPIDUS ZENTRALIS

Das Auftreten eines Diabetes insipidus zentralis ist häufig (ca. 70 %) zu beobachten.



Definition Diabetes insipidus zentralis

Polyurie mit Urinmengen > 5 ml/kg KG/h in Verbindung mit einem spezifischen Gewicht < 1005 im Urin und einer raschen Entwicklung einer Hypernatriämie (Serumnatrium > 145 mmol/l) im Sinne einer hypertonen Dehydratation und einer Hypokaliämie.

Unbehandelt führt er relativ schnell zu erheblichen Volumenverlusten und zu schweren Elektrolytentgleisungen. Mittel der Wahl zur Behandlung des Diabetes insipidus zentralis ist nach unseren Erfahrungen Desmopressin (Minirin®).

■ Desmopressin = Minirin®

Dieses Präparat hat keinen negativen Effekt auf die Organdurchblutung und sollte deshalb zeitig bei ansteigenden Harnvolumina ($> 5 \text{ ml/kg KG/h}$) in einer Dosierung von $2\text{--}4 \mu\text{g}$ i.v. bei Erwachsenen eingesetzt werden.

alternativ:

■ Vasopressin (Pitressin®)

in einer Dosierung von $20\text{--}120 \mu\text{U/kg KG/min}^{-1}$ kontinuierlich verabreichen (Beachte: bei höherer Dosierung und vorliegender Hypovolämie besteht wegen der vasopressorischen Wirkung die Gefahr der Minderperfusion der Organe).



Therapie des Diabetes insipidus zentralis

1. ADH-Substitution:

Minirin® (Desmopressin) $0,5 - 4 \mu\text{g}$

als Bolus intravenös und Kontrolle nach 30 min:

a) *Wenn die Diurese sehr stark zurückgeht (u.U. bis zur passageren Anurie) liegt ein Volumenmangel vor, der ausgeglichen werden muss.*

b) *Bei persistierender Polyurie ist vor einer weiteren Miniringabe der BZ-Spiegel zum Ausschluss einer osmotischen Diurese zu kontrollieren und ggf. zu korrigieren. Vasopressin als kontinuierliche Infusion nur in ausgewählten Fällen.*

2. Adäquate Volumensubstitution unter Elektrolyt- und BZ-Kontrolle:

Bei Hypernatriämie mit Hypovolämie ($\text{ZVD} < 7 \text{ mm Hg}$)

Korrektur mit G5% in Kombination mit Insulin unter BZ-

Kontrolle. Besteht eine Hypernatriämie bei ausreichendem Volumenstatus, verbietet sich wegen der Gefahr der Überwässerung die alleinige Gabe von elektrolytfreien Lösungen.

In diesen Fällen ist Furosemid einzusetzen und die stündlich ausgeschiedene Urinmenge durch G5% zu ersetzen [→ 5.3.3].

Bei Hypokaliämie: kontinuierliche Kaliumsubstitution.

5.3.3 HYPOKALIÄMIE/HYPERNATRIÄMIE

Während die Hypokaliämie durch Kaliumsubstitution gut zu korrigieren ist, ist die Normalisierung erhöhter Natriumwerte oft schwierig.

Wenn die Hybernatriämie kombiniert mit einem Volumendefizit (ZVD < 5 mm Hg) auftritt, sollte großzügig 5%-ige Glukoselösung immer in Kombination mit Insulin unter Blutzuckerkontrolle infundiert werden.



ACHTUNG

Wegen des stark erniedrigten Energieumsatzes des Organspenders kann die Gabe größerer Mengen 5%-iger Glukoselösung zu einer schweren Hyperglykämie mit konsekutiver osmotischer Diurese führen.

Bei einer Hybernatriämie mit ausreichendem Volumenstatus oder Hypervolämie (ZVD > 10 mm Hg) besteht bei alleiniger Gabe von elektrolytfreien Lösungen die Gefahr der Überwässerung. In diesen Fällen sollte Furosemid gegeben und die stündlich ausgeschiedene Urinmenge durch 5%-ige Glukoselösung ersetzt werden.

5.3.4 HYPOTHERMIE



Therapieziel

Körpertemperatur > 35 °C

Therapie

- *Verminderung der passiven Wärmeverluste durch Zudecken z.B. mit Metallfolien*
- *Erwärmung mit Heizdecken und Warmluftgeräten, z.B. Bair-Hugger™*
- *Anwärmen der Infusionslösung im Wasserbad oder mit speziellen Infusionswärmern*

Komplikationen

Unbehandelt führt eine Hypothermie ($T < 35\text{ °C}$ = mäßige Hypothermie) zu einer Reihe von Komplikationen, die den Transplantationserfolg deutlich beeinträchtigen können:

- Einerseits vermindert die Hypothermie den Sauerstoffverbrauch, was bei den schwankenden Durchblutungsverhältnissen gelegentlich günstig sein kann, andererseits werden aber auch Organfunktionen negativ beeinflusst.
- Generell sinken Stoffwechselleistungen, Energie- und Sauerstoffverbrauch der Organe mit sinkender Temperatur. Dies führt zu einer adaptiven Funktionsminderung der Organe (Herz/Leber/Niere), aber auch zu einer Verstärkung der Hyperglykämieeigung durch verminderte Insulinausschüttung, verminderte Insulinwirkung und geringere Glukosemetabolisierungsrate.
- Die Kontraktibilität des Herzens nimmt ab und die Arrhythmieeigung nimmt zu. Beides sind Faktoren, die die Gesamtkreislauf-funktion verschlechtern können.
- Die Erythrozyten werden weniger flexibel, wodurch sich die Mikrozirkulation in den Organen verschlechtert. Die Sauerstoffabgabe an die Zellen der Gewebe wird reduziert.

5.3.5 HYPOKAPNIE

Der verminderte Gesamtstoffwechsel kann in Kombination mit einer therapeutischen Hyperventilation (zur Hirndrucksenkung) zu einer Hypokapnie mit entsprechenden Auswirkungen auf den Kreislauf und die Sauerstoffbindungskurve führen.

5.3.6 BLUTGABE BEI ORGANSPENDE

Die Gabe von Erythrozytenkonzentraten (EK) sollte bereits vor Beginn der Explantation wegen des zu erwartenden Blutverlustes bei der Eröffnung des Abdomens und des Thorax bedacht werden [→ 5.2 ZIELGRÖSSEN].

- Bei alleiniger Nierenentnahme und stabiler Gerinnungssituation: keine Indikation für Kreuzblut.
- Bei Mehrorganentnahmen:
 - 2 - 4 EKs kreuzen, möglichst im Blutdepot belassen bzw. Kühlkette nicht unterbrechen. Wenn Kühlkette unterbrochen, EKs als Volumenersatzmittel infundieren.



Anzustreben sind:

- *Hkt > 20 % bei stabiler Kreislaufsituation und niedrig dosierter Katecholamindosis (= normales HZV)*
- *Hkt > 30 % bei stabiler Kreislaufsituation und/oder hochdosierter Katecholamindosis (Dopamin > 10 µg/kg KG/min⁻¹; Arterenol > 0,1 - 0,21 µg/kg KG/min⁻¹) aufgrund primär kardialer Störung.*

5.3.7 VEGETATIVE DYSREGULATION



Leitparameter

Hypertonie, Tachykardie

Therapie

1. *Ebrantil® oder Adalat® i.v.*
2. *Metoprolol (Beloc®) nach Wirkung zur Senkung der Herzfrequenz*



ACHTUNG

Betablockade vor Senkung des peripheren Widerstandes (ungeregelte alpha-Stimulation bei blockierten Betarezeptoren > [SVR hoch, CI niedrig]) führt zum Anstieg des peripheren Widerstandes, zum Abfall des Herzzeitvolumens mit der Gefahr der Linksherzinsuffizienz mit Lungenödem.