



# Perioperatives hämodynamisches Management

## Ein Dialog zwischen Wissenschaft und klinischem Alltag

Zusammenfassung des Satellitensymposiums  
auf dem 24. Hauptstadtkongress der DGAI  
für Anästhesiologie und Intensivtherapie in Berlin  
(HAI, 14. – 17. September 2022)

Nachberichterstattung

**AKRINOR®**

Bewährt. Vertraut. Verlässlich.

Das Satellitensymposium der Firma TEVA-ratiopharm GmbH zum Thema „Perioperatives hämodynamisches Management – Ein Dialog zwischen Wissenschaft und klinischem Alltag“ beleuchtete die aktuellen Entwicklungen zur Thematik der intraoperativen Hypotonie, Volumen- und Kreislauftherapie.

HAI 2022 – 24. Hauptstadtkongress in Berlin (14. – 17. September 2022)

## **Perioperatives hämodynamisches Management – Ein Dialog zwischen Wissenschaft und klinischem Alltag**

### **Vorsitz:**

Professor Dr. Daniel Chappell, Frankfurt  
Professor Dr. Leopold Eberhart, Marburg

### **Referenten:**

Professor Dr. Leopold Eberhart, Marburg  
*IOH therapieren – Was sagt die Wissenschaft?*

Professor Dr. Daniel Chappell, Frankfurt  
*Flüssigkeits- und Volumetherapie im OP – was muss ich wissen?*

Dr. Benjamin Vojnar, Marburg  
*Zielgerichtete Kreislauftherapie im klinischen Alltag*

### **Berichterstattung:**

Professor Dr. Leopold Eberhart

## Vorwort von Dr. Benjamin Vojnar

Marburg

Liebe Kolleginnen und Kollegen,



die perioperative Kreislaufüberwachung gehört zu unserem klinischen Alltag. Wie aufwendig wir diese Überwachung gestalten, bestimmen im Wesentlichen das operative Risiko und die jeweiligen Begleiterkrankungen,

weniger das Alter unserer Patientinnen und Patienten. Egal, ob wir uns für eine invasive oder nicht-invasive Blutdrucküberwachung entscheiden, sollte in beiden Fällen ein Aspekt im Fokus unserer Aufmerksamkeit stehen: Ein unterer Grenzwert sollte nicht unterschritten werden. Um dies gewährleisten zu können, appelliert der erste Redner, die Grenzen der Hypotonie keinesfalls auszureizen, sondern sich von Anfang an auf eine Normalisierung des Blutdrucks zu konzentrieren. Gleichzeitig sollte eine gezielte und ursachengerechte Therapie frühzeitig eingeleitet werden! Das klingt sicherlich plausibel, stellt uns aber vor eine wichtige Entscheidung.

Was ist eigentlich DER untere Grenzwert, den es nicht zu unterschreiten gilt? Mit dieser Frage haben sich kürzlich auch Weinberg et al. beschäftigt (Weinberg, Li et al. 2022). In die Metaanalyse wurden 318 Studien der letzten 20 Jahre eingeschlossen

und die verschiedenen Definitionen für das Ereignis einer intraoperativen Hypotonie erfasst. Im Ergebnis zeigten sich hier breit gestreute und nicht einheitliche Interventionsgrenzen. Für viele von uns sicherlich nicht überraschend. In meinen Augen umso wichtiger, dass wir zumindest innerhalb der eigenen Abteilungen einen einheitlichen Standard einhalten. Im Idealfall beinhaltet dies sinnvolle Interventionsgrenzen und Konzepte für eine adäquate Therapie.

Die eingesetzten diagnostischen Hilfsmittel können, je nach Indikation, Ressourcen und Expertise, natürlich jederzeit über eine normale Blutdruckmessung hinaus erweitert werden. Besonders im Bereich des erweiterten hämodynamischen Monitorings ist der technische Fortschritt der letzten Jahre enorm. Immer mehr Parameter können wir in unsere Therapieentscheidungen mit einbeziehen. Die ursachengerechte Therapie der Hypotonie so früh wie möglich einzuleiten, bleibt aber für die Sicherheit unserer Patientinnen und Patienten essenziell. Ein roter Faden, der sich durch die Vorträge aller drei Referenten ziehen wird und Ihnen damit hoffentlich praxisnah einige Aspekte für die klinische Routine an die Hand gibt.

*Ihr Benjamin Vojnar*

# IOH therapieren – Was sagt die Wissenschaft?

Prof. Dr. Leopold Eberhart, Marburg

Das von der Firma TEVA-ratiopharm organisierte Symposium auf dem Hauptstadtkongress der DGAI für Anästhesiologie und Intensivmedizin widmet sich unter dem Motto "Perioperative Hypotonie vermeiden" der Frage, wie Erkenntnisse aus der Wissenschaft in die klinische Praxis übertragen werden können und setzt in diesem Jahr den Schwerpunkt auf das perioperative hämodynamische Management.

## Eine IOH ist ein medizinischer Notfall<sup>12</sup>

Die Vortragsreihe eröffnet Prof. Dr. Leopold Eberhart von der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie an der Philipps-Universität Marburg mit einem Vortrag, der sich mit der Grenze beschäftigt, ab der eine intraoperative arterielle Hypotonie (IOH) keine Bagatelle mehr ist, sondern zu einer Bedrohung für die Patientinnen und Patienten wird.

Eberhart stellt dazu exemplarisch einige große Registerstudien vor, die eine klare Assoziation zwischen dem Auftreten eines Blutdruckabfalls einerseits und einer Häufung von Organschäden andererseits belegen (Sun, Wijeyesundera et al. 2015, van Waes, van Klei et al. 2016, Salmasi, Maheshwari et al. 2017). Besonders betroffene Organe seien dabei das Gehirn, die Niere sowie das Myokard mit dem postoperativen Delir, einer Nierenfunktionseinschränkung (Kreatinin-Anstieg bzw. Abfall der Kreatinin-Clearance) sowie ein pathologischer Anstieg des Troponins als klinische bzw. laborchemische Korrelate dieser Schädigung (Walsh, Devereaux et al. 2013). Neben der absoluten Ausprägung der arteriellen Hypotonie sei auch deren Dauer ein Prädiktor für diese Schäden (Wesselink, Kappen et al. 2018) (**Tabelle 1**). Weiterhin konnte in zahlreichen Studien eine klare Übersterb-

lichkeit von Betroffenen gezeigt werden, die eine lange und ausgeprägte Hypotonie erlitten hatten (Bijker, van Klei et al. 2009, Patel, Heizer et al. 2014, Monk, Bronsert et al. 2015). Dementsprechend betont Eberhart in seinem Vortrag, dass eine IOH als medizinischer Notfall gesehen und dementsprechend konsequent behandelt werden müsse.

**Tabelle 1:** Risiko für Folgekomplikationen in Abhängigkeit von Dauer und Ausmaß der IOH, basierend auf 42 Studien (Wesselink, Kappen et al. 2018)

Risiko für Organschäden	Blutdruckabfall [MAP]	Dauer der IOH
Leicht erhöht	<80 mmHg	>10 Minuten
	<70 mmHg	Kürzere Zeiträume bis 10 Minuten
Moderat bis stark erhöht	<65 – 60 mmHg	Kurze Zeiträume
	<55 – 50 mmHg	Ab der ersten Minute

## Ist die Diskussion über „kritische Untergrenzen“ überhaupt sinnvoll?

Ein immer wieder in der Literatur genannter Grenzwert läge, so Eberhart, bei etwa 65 mmHg für den mittleren arteriellen Druck (MAP). Eberhart stellt die Sinnhaftigkeit eines solchen unteren Grenzwerts in Frage und zieht dabei Vergleiche mit anderen physiologischen Parametern wie der arteriellen Sauerstoffsättigung. Auch hierfür gäbe es einen Grenzbereich, innerhalb dessen eine weiter fallende Oxygenierung sukzessive zu Organschäden führe. Ohne jeden Zweifel, so hebt Eberhart hervor, würde jedoch niemand einen entsprechenden Schwellenwert (SaO<sub>2</sub> ca. 50 – 60%) als akzep-

tablen Wert definieren. Wenn Patientinnen und Patienten solch massive Oxygenierungsprobleme hätten, würde viel früher interveniert werden.

Weitere Beispiele seien der Plasmaglukosespiegel oder die Körperkerntemperatur. Eberhart fragt, wie tief der Plasmaglukosespiegel sinken dürfe, bevor man mit Glukosegabe interveniere. Da man die exakte Schwelle, ab der eine Hypoglykämie einen zerebralen Schaden verursache, für die individuellen Patientinnen und Patienten nicht definieren könne und zudem auch kein verlässliches kontinuierliches Plasmaglukosemonitoring etabliert sei, würde man die Normoglykämie als Ziel setzen.

Warum, so fragt Eberhart, akzeptiere man beim Blutdruck hingegen Grenzen, die so niedrig lägen, dass bei einzelnen Patientinnen und Patienten dokumentierbare Organschäden aufträten? Die Uneinigkeit über einen kritischen Grenzwert führe dazu, dass die Werte von Betroffenen in seltenen Fällen doch unter dem Grenzwert lägen und das sei angesichts der erwähnten Konsequenzen inadäquat.

### **Normotonie als Therapieziel**

Eberhart appelliert, die Grenzen der Hypotonie keinesfalls auszureizen, sondern sich von Anfang an auf eine Normalisierung des Blutdrucks zu konzentrieren.

Nicht die Vermeidung der Hypotonie, sondern das Erreichen einer Normotonie sei das Ziel der Narkoseführung. In einer klinischen Studie wurde eine solche Strategie mit großem Erfolg prospektiv-randomisiert evaluiert (Wu X et al., J Clin Anesth 2017, 43:77–83): Bei insgesamt 648 älteren hypertensiven Patientinnen und Patienten war

ein Zielkorridor für den MAP von 80 – 95 mmHg mit einer geringeren Rate an akuter Niereninsuffizienz assoziiert im Vergleich zu Zielkorridoren von 65 – 79 mmHg und 96 – 110 mmHg [4]. Konkret erlitten 6,3 % der Patientinnen und Patienten mit MAP 80 – 95 mmHg ein akutes Nierenversagen; bei den beiden anderen Zielkorridoren waren es mehr als doppelt so viele ( $p < 0,001$ ). In der Kohorte mit mittlerem MAP-Zielkorridor traten außerdem deutlich weniger im Krankenhaus erworbene Pneumonien auf; zudem mussten die Patientinnen und Patienten seltener und wenn, dann kürzer auf die Intensivstation.

Eberhart empfiehlt in diesem Zusammenhang für alle Patientinnen und Patienten im Rahmen der Prämedikation oder vor Einleitung der Anästhesie einen individuellen Zielkorridor zu definieren und diesen konsequent durch entsprechende Maßnahmen wie Flüssigkeits- und Volumengabe und Applikation vasoaktiver Medikamente beizubehalten.

### **FAZIT:**

- Eine IOH ist ein medizinischer Notfall
- Das Risiko für Folgekomplikationen steigt in Abhängigkeit von Dauer und Ausmaß der IOH
- Vor der Narkose sollten patientenspezifische Blutdruckziele definiert werden
- Das Blutdruck-Ziel sollte ein „normaler“ Blutdruckbereich sein, bei dem man sicher sein kann, dass die betroffene Person optimal versorgt ist

# Flüssigkeits- und Volumentherapie im OP – was muss ich wissen?

Prof. Dr. Daniel Chappell, Frankfurt

Im zweiten Vortrag beleuchtet Prof. Dr. Daniel Chappell, Chefarzt der Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie am Varisano Klinikum Frankfurt-Höchst GmbH, Fragen zur Flüssigkeits- und Volumentherapie im OP.

Mit diesem Thema streife man, so Chappell, die absoluten Grundlagen der Anästhesiologie. Ähnlich wie bereits sein Vorredner Eberhart behandle man ein Thema, dessen intensive Thematisierung auf einem wissenschaftlichen Kongress noch vor einiger Zeit für viele überraschend gewesen wäre.

## **Fehler bei der Infusionstherapie können zu fatalen Komplikationen führen**

Nichtsdestotrotz könne man bei der Infusionstherapie erhebliche Fehler machen. So kommt die Auswertung einer Expertenkommission (Callum, Gray et al. 1999), zum Schluss, dass Fehler bei der Infusionstherapie häufig Mitverantwortung bei den beobachteten fatalen Verläufen zukommt. Nach Pankreatektomien/Whippel'schen Operationen liegt die Komplikationsrate bei über einem Drittel. Angeführt wird die Liste der besonders komplikationsträchtigen Operationen von der Ösophagektomie, die eine Rate von deutlich über 50% aufweist (Schilling, Dimick et al. 2008). Da es sich bei den Betroffenen aufgrund von Fehl- und Mangelernährung sowie zusätzlicher Komorbiditäten um eine besonders vulnerable Patientenpopulation handele, führten die beobachteten Komplikationen häufig zu einem deutlich verlängerten Krankenhausaufenthalt und ungeplanten Intensivtherapien. Beides sei mit erheblichen zusätzlichen Kosten assoziiert. Und schließlich, so Chappell, führten genau diese

postoperativen Komplikationen nicht selten auch zum Tod der Patientinnen und Patienten (Manecke, Asemota et al. 2014).

## **Jede Infusionstherapie bedarf einer klaren Indikationsstellung**

Prof. Chappell betont in diesem Zusammenhang, dass Infusionslösungen – seien es Elektrolytlösungen oder ein kolloidales Volumenersatzmittel bzw. Albumin – als Medikamente zu betrachten seien. Als solche bedürften sie vor ihrer Verwendung einer klaren Indikationsstellung und einer sehr gewissenhaften Dosierung. Fehldosierung oder falsche Indikationsstellung, so betont der Referent mit Nachdruck, könnten genauso wie bei „klassischen“ Medikamenten erhebliche Nebenwirkungen verursachen. Auch hier gelte der viel zitierte Spruch, dass „die Dosis das Gift“ mache. Dementsprechend sei sein Credo für eine zielgerichtete Flüssigkeits- und Volumentherapie, die richtige Infusionslösung zur richtigen Zeit in der richtigen Menge zu applizieren.

## **Wann profitieren Patientinnen und Patienten von einer Volumenzufuhr?**

Damit stelle sich, so Chappell, die ebenso banale wie enorm schwierig zu beantwortende Frage nach der richtigen Menge der Infusionslösung. Er betont an dieser Stelle die zunehmende Bedeutung eines erweiterten hämodynamischen Monitorings (EHM). Daraus abgeleitete Parameter könnten eine gute Orientierung geben und die Frage beantworten, ob ein ausreichender Volumenstatus bei den Patientinnen und Patienten vorliege. Er erläutert dies an einem einfachen Schaubild der Frank-Starling-Kurve, die den Zusammenhang zwischen Vordehnung des Ventrikels (Vorlast) und dem Schlagvolumen (SV) dargestellt (**Abbildung 1**). Im

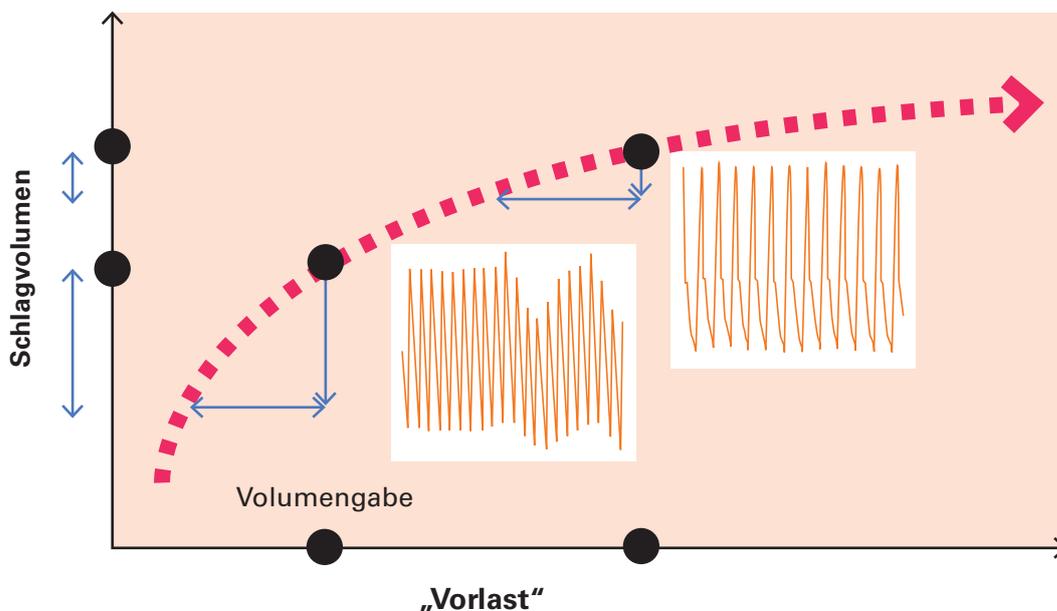
Zustand einer geringen Ventrikelfüllung bei niedriger Vorlast führe eine Volumengabe zu einer zunehmenden Verbesserung der Vordehnung des Myokards. Dies bewirke zunächst eine erhebliche Erhöhung der Auswurfleistung. In dieser Situation sei eine Volumengabe positiv zu bewerten.

Bei einer bereits hohen Vorlast und konsekutiv stärkeren Vordehnung des Ventrikels, bewege man sich allerdings in Bereichen, in denen eine fortgeführte Volumengabe mit weiter zunehmender Vorlast immer weniger zusätzlichen Nutzen zeige. Die Kurve der Vordehnungs-Kontraktilitäts-Beziehung flache sich ab. Dies bedeute, dass der Ventrikel hier bereits eine ausreichende Füllung aufweise, und von einer weiteren Volumenzufuhr nicht mehr profitiere. In so einem Fall kämen eher die schädlichen Auswirkungen einer (dann nicht mehr indizierten) Infusionstherapie zum Tragen.

Da die Frank-Starling-Kurve sehr individuell verlaufe und auch durch strukturelle Veränderungen am Myokard (z.B. einer diastolischen Relaxationsstörung bei Myokardhypertrophie im Rahmen einer Bluthochdruckerkrankung) moduliert werde, bleibe am Ende nur die Möglichkeit, die Volumenreagibilität individuell auszutesten.

### Einschätzung der Volumenreagibilität

Hierfür biete sich eine temporäre Vorlasterhöhung durch einen passiven Leg-Raise-Test an. Dabei werden die Beine angehoben und man bestimmt über die Analyse des SV, ob es durch den erhöhten Ventrikelfüllungsdruck nach Autotransfusion von Blut aus den Beinen in Richtung Herz zu einer relevanten Zunahme des SV kommt. Ist dies technisch (z.B. bei laufender Operation) nicht möglich, kann mit einer definierten Volumengabe in kurzer Zeit ein vergleichbares Ergebnis erzielt werden.



**Abbildung 1:** Frank-Starling-Mechanismus. Beschreibung des Zusammenhangs zwischen Füllung und Auswurfleistung des Herzens und der Wellenform des arteriellen Drucks bei Ansprechen oder Nicht-Ansprechen (mod. nach Sarnoff and Berglund 1954, Perel, Habicher et al. 2013)

Leider, so Chappell, zeigten Analysen aus der Intensivmedizin (Cecconi, Hofer et al. 2015), dass dieses Verfahren zu selten angewendet würde. Und selbst wenn es zum Einsatz käme, seien die daraus abgeleiteten Konsequenzen häufig nicht korrekt. Dies illustrierte der Vortragende mit einer entsprechenden Beobachtung aus dem klinischen Alltag: sei der passive Leg-Raise-Test positiv bzw. führe eine Volumengabe zu einer starken Zunahme des SV, unterbleibe dennoch häufig eine (weitere) Volumengabe. Diese sei in diesem Fall jedoch indiziert, da sich die Betroffenen auf der Frank-Starling Kurve noch weit im linken Bereich befänden. Umgekehrt entschieden sich aber auch viele Ärztinnen und Ärzte für einen Folgebolus, wenn bereits zu erkennen sei, dass ein Zusatznutzen durch eine weitere Infusionstherapie nicht mehr zu erwarten sei (Cecconi, Hofer et al. 2015).

### **EHM: Die Bedeutung der dynamischen Vorlastparameter PPV, SPV & SVV**

Neben den genannten Möglichkeiten, die Volumenreagibilität zu testen, betont Chappell die große Bedeutung, die jenen dynamischen Parametern zukomme, die das SV im Verhältnis zur dynamischen Vorlast bildlich darstellen. Damit nutze man die kleinen Volumenverschiebungen, die sich z.B. in Abhängigkeit vom periodischen Wechsel aus Inspiration und Expiration im Rahmen einer Überdruckbeatmung zeigten.

Die besten Vorhersagen leistet dabei die Pulsdruckvariation (PPV), die (atemsynchrone) Variation des systolischen Blutdrucks (SPV) und die Schlagvolumen-Reagibilität (SVV). Alle diese Parameter würden mittlerweile beim EHM angezeigt (Marik, Monnet et al. 2011). Hingegen hätten statische

Parameter, wie z.B. der zentrale Venendruck (ZVD) laut Chappell, keine prognostische Aussagekraft (Marik, Baram et al. 2008).

### **Gewebeoxygenierung: Die Bedeutung des HZV**

Im zweiten Teil seines Vortrags widmet sich Chappell der Frage, wie die Gewebeoxygenierung bei operativen oder kritisch kranken Patientinnen und Patienten optimiert werden könne. Ausgehend von der allgemeinen Formel des Sauerstoffangebots ( $DO_2$ ) (**Abbildung 2**) erörtert er die drei Stellgrößen, Herzzeitvolumen (HZV), arterielle Sauerstoffsättigung ( $SaO_2$ ) und Hämoglobin (Hb).

Während die Sauerstoffsättigung nur in sehr engen Grenzen optimiert werden könne, lägen die größten Optimierungspotenziale bei der Aufrechterhaltung eines adäquaten Hb-Wertes (wenn es durch eine starke Blutung zu einem akuten Abfall der Sauerstoffträger gekommen sei), so wie bei der Optimierung des HZV.

$$DO_2 = HZV \times SaO_2 \times Hb \times 1,34$$

**Abbildung 2:** Determinanten des Sauerstoffangebots;  $DO_2$ , Sauerstoffangebot; HZV, Herzzeitvolumen;  $SaO_2$ , arterielle Sauerstoffsättigung; Hb, Hämoglobin; 1,34 = Hüfner-Konstante

### **Mikrozirkulation beachten: Blutfluss vor Blutdruck**

Das HZV könne durch die Gabe von Volumen und/oder Katecholaminen erhöht werden. Hierbei sollte das Augenmerk auf einer funktionierenden Makro- und Mikrozirkulation liegen, betonte Chappell. Bei der Mikrozirkulation komme es stärker auf den Blutfluss als auf den Blutdruck an. Daher können Katecholamine mit einer starken vasokonstringie-

renden Komponente die Mikrozirkulation in einigen Fällen sogar ungünstig beeinflussen (Trzeciak and Rivers 2005, De Backer, Donadello et al. 2013, De Backer and Foulon 2019). Ino-Pressoren seien diesbezüglich die bessere Wahl.

Entscheidend sei jedoch am Ende, dass Katecholamine keinesfalls unreflektiert als „Kosmetik“ für eine alterierte Hämodynamik, sondern indikationsgerecht gegeben würden. Darüber hinaus sollen durch eine sinnvolle Kombination die Synergien von Volumen und Katecholaminen genutzt werden. Ein ausgeglichener Volumenhaushalt sei eine wesentliche Voraussetzung, dass Katecholamine eine optimale Wirkung entfalten und auch sparsamer dosiert werden könnten.

### **Variabilität in der Volumentherapie**

Schließlich kommt Chappell noch einmal auf die eingangs aufgeworfene Frage nach der optimalen Dosierung im Rahmen der Flüssigkeits- und Volumentherapie zurück. Insgesamt bestehe laut Chappell der Trend, zu viel Flüssigkeit zu infundieren. Daher mahnt er zur Zurückhaltung, da ein klarer Zusammenhang bestehe zwischen den infundierten Flüssigkeitsmengen und der damit verbundenen postoperativen Gewichtszunahme der Betroffenen (Chappell, Jacob et al. 2008) einerseits und der postoperativen Komplikationsrate andererseits (Bundgaard-Nielsen, Secher et al. 2009, Silva, de Oliveira et al. 2013).

### **Der Stellenwert der Kolloide**

Kristalloide Infusionslösungen seien aufgrund ihrer geringen Verweildauer im Gefäßsystem nicht geeignet, echte Volumen- bzw. Blutverluste im größeren Stil auszugleichen. Hier hätten nach wie vor kolloidale Volumenersatzmittel einen hohen

Stellenwert. In diesem Zusammenhang bricht Chappell auch eine Lanze für die in Verruf geratene Hydroxyethylstärke. Sorgfältig aufbereitete Metaanalysen einer enorm großen Anzahl verschiedener Studien zeigten keinerlei Signal für eine renale Schädigung bei operativen Patientinnen und Patienten (Chappell, van der Linden et al. 2021). Insofern dürfe diese Substanz trotz der aktuell erneut aufflammenden Sicherheitsdiskussion bei intakter Endothelfunktion eingesetzt werden. Größtes Augenmerk müsse dabei aber auf eine entsprechende Höchstdosis gelegt werden, denn – Chappell wiederholt es hier erneut – Infusionslösungen seien Medikamente und jedes Medikament habe eine Maximaldosierung.

### **FAZIT:**

- Flüssigkeits- und Volumentherapie beeinflusst das Outcome: Hypo- und Hypervolämie vermeiden
- Eine Infusionstherapie sollte indikationsgerecht eingesetzt werden
- Mikrozirkulation beachten: Ein adäquates HZV ist für die Gewebsoxygenierung relevant
- Der Stellenwert von Kolloiden für den Ausgleich echter Volumen- bzw. Blutverluste im größeren Stil ist hoch

# Zielgerichtete Kreislauftherapie im klinischen Alltag

Dr. Benjamin Vojnar, Marburg

Im dritten Teil des Symposiums spricht Dr. Benjamin Vojnar, Oberarzt an der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie der Philipps-Universität Marburg über die Möglichkeiten einer zielgerichteten Kreislauftherapie im klinischen Alltag. Dabei nutzt er zum Einstieg in die Thematik eine alltägliche Situation: die Blutdruckkurve eines liegenden arteriellen Katheters zeigt in Echtzeit den langsamem aber unaufhörlich fallenden Blutdruck einer normalen Narkoseeinleitung – eine Situation, die klinische Anästhesistinnen und Anästhesisten täglich so erleben. Während die arterielle Blutdruckkurve fällt, wirft er eine einfache Frage auf: ab wann werden Sie aktiv?

## Definition der IOH

Die Frage nach der Definition einer IOH wird unterschiedlich beantwortet. Zusammengestellt hat diese abweichenden IOH-Definitionen eine australische Arbeitsgruppe (Weinberg, Li et al. 2022) (Abbildung 3). Habe eine niederländische Gruppe noch 130 Studien identifiziert, die mit 140 Definitionen aufwarteten (Bijker JB, van Klei WA et al., 2007), so

hätten jetzt, 15 Jahre später, nicht weniger als 318 Studien analysiert werden können. Erneut fanden sich gänzlich unterschiedliche Hypotoniedefinitionen. Dabei variierten nicht nur die Werte. Je nach Studie wurde der systolische, der diastolische oder der MAP als Basis für die Festlegung der IOH-Definition herangezogen. Darüber hinaus wurden neben absoluten Schwellenwerten in verschiedenen Studien auch der relative Abfall vom präoperativen Basiswert als Definitionsgrundlage verwendet.

Die häufigsten Definitionen waren ein systolischer Blutdruck unter 90 mmHg, ein MAP unter 60 mmHg und ein Abfall des systolischen oder mittleren arteriellen Drucks um mehr als 20% (Weinberg, Li et al. 2022).

## Die Frage nach der richtigen Therapie

Doch auch wenn sich die Wissenschaft über eine allgemeingültige Definition einig wäre, bliebe, so Vojnar, die Frage nach einer adäquaten Reaktion auf eine solche arterielle Hypotonie. Genügt eine

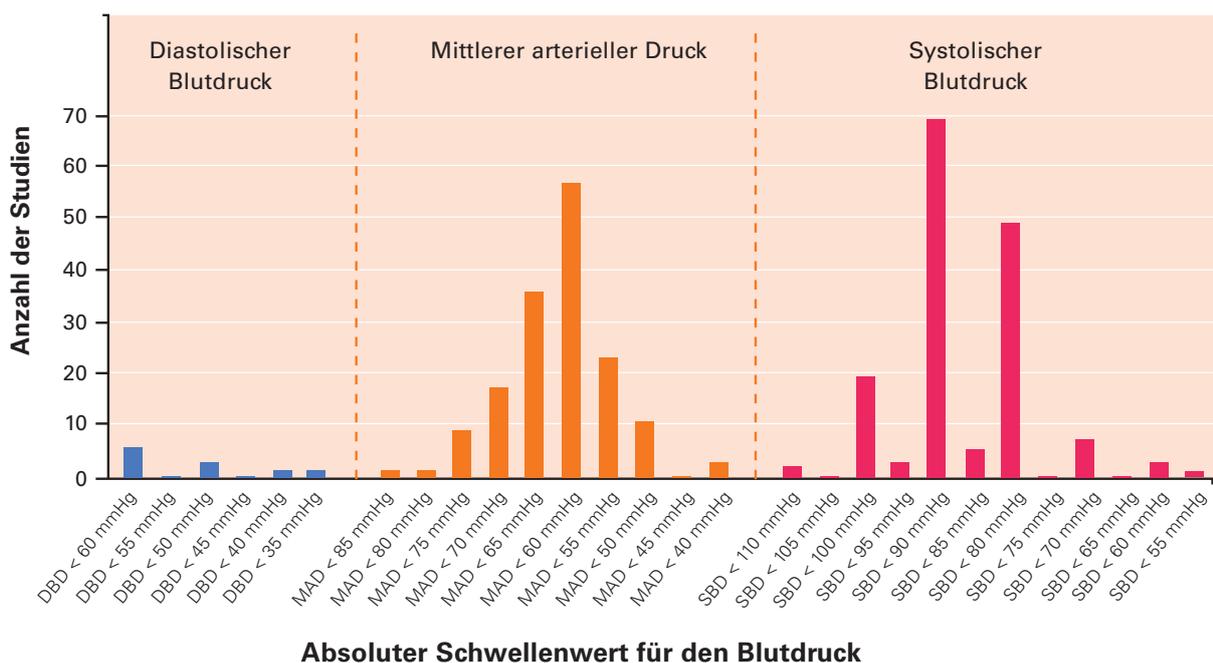


Abbildung 3: Unterschiedliche Definitionen von Blutdruckschwellenwerten (Weinberg, Li et al. 2022)

Lagerungsänderung der Patientinnen und Patienten, ist ein Volumenbolus angezeigt oder appliziert man besser gleich eine vasoaktive Substanz? Hier weist Vojnar, wie auch schon Chappell, darauf hin, dass eine Blutdrucktherapie im Falle einer IOH zwar wünschenswert sei, dass es jedoch vor allem darum gehe, das Gewebe adäquat zu oxygenieren und mit Substrat zu versorgen.

### **Die Rolle des Herzzeitvolumens**

Auch Vojnar zeigt die Variablen des Sauerstoffangebots ( $\text{DO}_2$ ) (**Abbildung 2**), die in Hinblick auf eine adäquate Gewebsoxygenierung optimiert werden müssen:  $\text{SaO}_2$ , Hb und HZV. Das HZV sei somit die wesentliche hämodynamische Determinante des  $\text{DO}_2$ . Aber genau dieser Wert sei schwierig zu messen. Vojnar fordert daher den Einsatz von „Assistenzsystemen“ und zieht nicht ohne ein Augenzwinkern Parallelen zum täglichen Leben von Autofahrerinnen und Autofahrern. Während diese von Assistenzsystemen umgeben seien, sei dies in der Medizin bedauerlicherweise nicht selbstverständlich. In diesem Zusammenhang weist er darauf hin, dass die S3-Leitlinie zur intensivmedizinischen Versorgung herzchirurgischer Patientinnen und Patienten (Habicher, Zajonz et al. 2019) eine klare Forderung nach einem HZV-Monitoring beinhalte. Gleiche Forderungen werden in einer internistischen Leitlinie zur Versorgung von Intensivpatientinnen und -patienten aufgestellt (Janssens, Jung et al. 2016), ebenso wie in den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. (Frantz 2021).

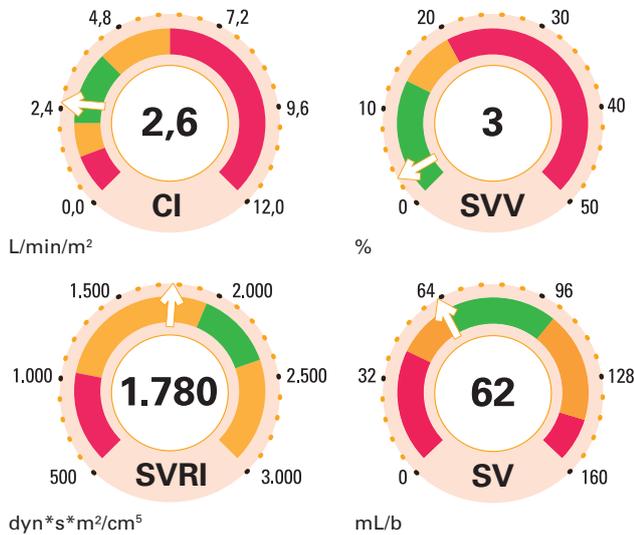
Nach Meinung von Vojnar sollten die Standards, die für die genannten Gruppen gelten, auch für operative Patientinnen und Patienten angewendet werden, wenn Begleiterkrankungen und Größe des operativen Eingriffs entsprechend ausfallen würden.

### **Die Pulskonturanalyse**

Vojnar erläutert im Folgenden kurz die prinzipiellen Messtechnologien, die den derzeit verfügbaren HZV-Messsystemen zu Grunde lägen. Neben der Thermodilutionsmethode habe sich in den letzten Jahren insbesondere die Pulskonturanalyse als vergleichsweise einfach anzuwendendes Verfahren etabliert. Mehrere industrielle Hersteller böten mittlerweile ausgereifte und präzise Messsysteme an. Hier nutze man die arterielle Blutdruckkurve, die in vielen Fällen bei größeren Eingriffen ohnehin über eine Kanüle abgeleitet werde als Basis für die Abschätzung des HZV. Grundlegendes Messprinzip sei dabei der positive Zusammenhang zwischen der Fläche unter der Blutdruckkurve eines Herzzyklus und dem Schlagvolumen, das als Grundlage für die Abschätzung des HZV verwendet wird. Daraus wiederum ließen sich andere hämodynamische Größen ableiten, die dann wieder Hinweise auf die Volumenreagibilität gäben, ein Aspekt, auf den bereits Prof. Chappell hingewiesen hatte. Vojnar plädiert in diesem Zusammenhang für ein einfaches Ampelsystem, das die wichtigsten hämodynamischen Kenngrößen darstelle und auch weniger erfahrenen Anästhesistinnen und Anästhesisten eine Orientierung geben könne, welche Stellschraube vornehmlich optimiert werden solle (**Abbildung 4**). Denn nichts sei schlimmer als ein High-End-Messverfahren anzuwenden, aber daraus nicht die gebotenen klinischen Maßnahmen abzuleiten.

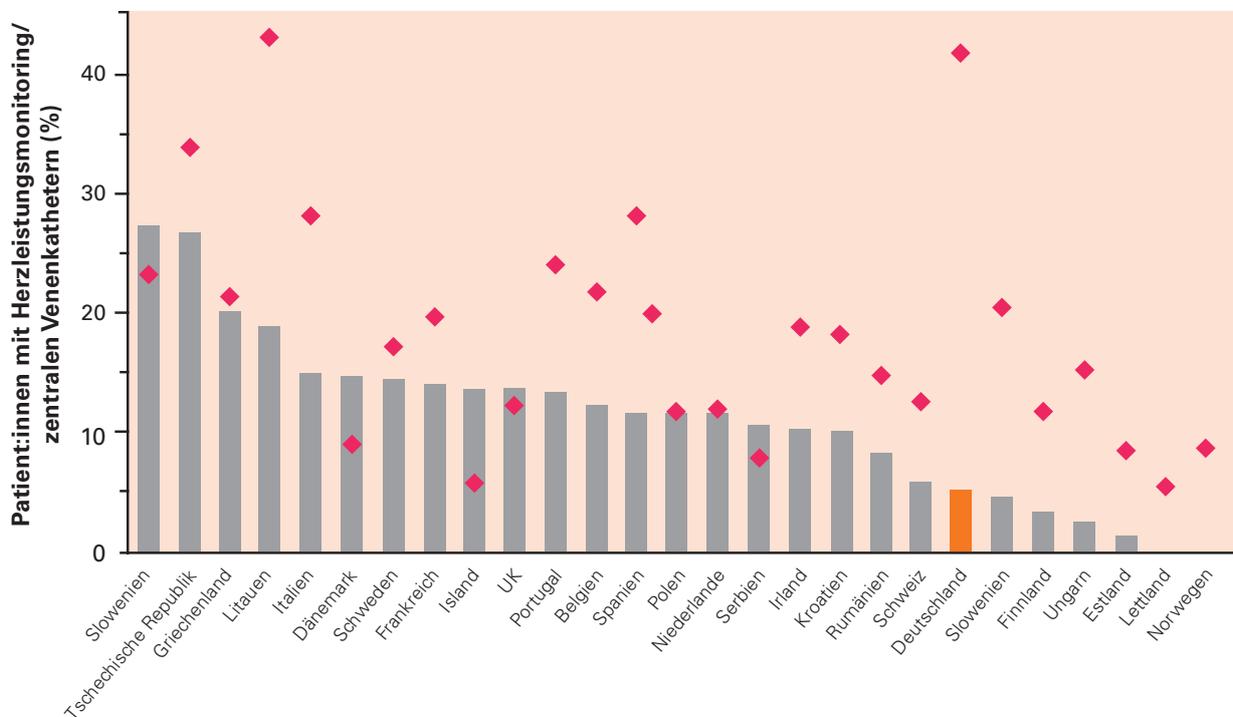
### **Die Versorgungssituation in Deutschland**

Anhand von zwei groß angelegten Untersuchungen wirft Vojnar einen Blick auf den Einsatz von Monitoringsystemen in Deutschland (Funcke, Sander et al. 2016 Ahmad, Beilstein et al. 2015). Es zeige sich, dass ein Basismonitoring (EKG, Sauerstoffsättigung) selbstverständlich sei (Funcke, Sander et al. 2016), invasive Blutdruckmessung in knapp 80%



**Abbildung 4:** Ampelsystem wichtiger hämodynamischer Parameter. CI = Herzindex, SV = Schlagvolumen, SVRI = Systemischer Gefäßwiderstandsindex, SVV = Schlagvolumen-Reagibilität

aller Fälle angewendet würde und gut die Hälfte der Patientinnen und Patienten einen zentralen Venenkatheter hätten. Hingegen würde nur 12,3% der Patientinnen und Patienten mit einem Monitoring des HVZ überwacht und kaum 2% aller Intensivfälle erhielten eine Echokardiographie. Bei näherer Betrachtung zeige sich, dass die grundsätzliche Verfügbarkeit des EHM durchaus gegeben gewesen wäre (Funcke, Sander et al. 2016). Ein ähnliches Bild zeige sich bei einer europäischen Erhebung zum Monitoring operativer Patientinnen und Patienten bei größeren Eingriffen (Ahmad, Beilstein et al. 2015) (**Abbildung 5**). Während im Schnitt in europäischen Ländern bei knapp 12% der Patientinnen und Patienten ein EHM eingesetzt wurde, landete Deutschland mit einem Nutzungsgrad von gerade einmal 5% auf einem der hinteren Ränge.

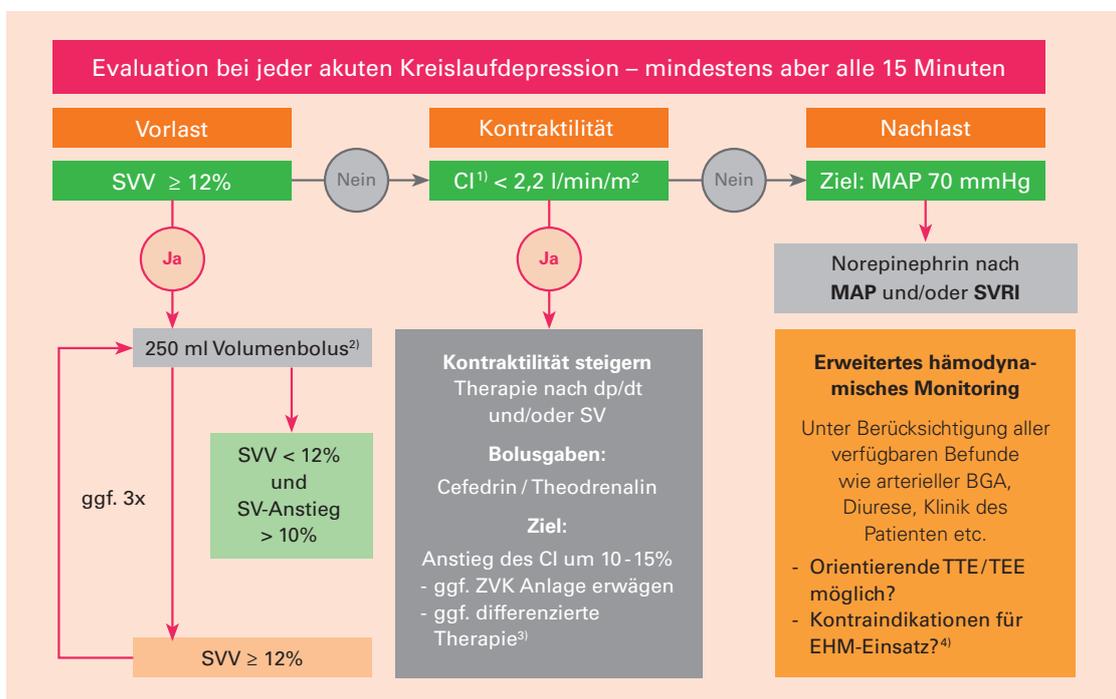


**Abbildung 5:** Nutzungshäufigkeit von erweitertem Kreislaufmonitoring und zentralen Venenkathetern in europäischen Ländern (Ahmad, Beilstein et al. 2015). Die Balken illustrieren den Prozentsatz der Patientinnen und Patienten (pro Land) mit jeglicher Art des erweitertem Kreislaufmonitoring, pinke Rauten den Prozentsatz der Patientinnen und Patienten (pro Land) mit zentralen Venenkatheter. Nur Länder mit mehr als zehn rekrutierten Patientinnen und Patienten wurden eingeschlossen. (mod. nach Ahmad, Beilstein et al. 2015).

## Therapie-Algorithmus

Vojnar fordert die bestehenden Hemmschwellen, die dem Einsatz des EHM im Wege stehen systematisch abzubauen und verweist auf die guten Erfahrungen aus seiner Klinik. Hier konnte durch ein entsprechendes Fortbildungsprogramm die Nutzungsfrequenz deutlich gesteigert werden. Ge-

paart werden müsse dies – und hierauf legt Vojnar großen Wert – mit einem klaren Fahrplan, wie die gewonnenen Messparameter in therapeutische Handlungen umgesetzt werden können. Er stellt einen einfachen Algorithmus vor (**Abbildung 6**), der zunächst die Volumenreagibilität prüft und eine



**Abbildung 6:** BGA = Blutgasanalyse; CI = Cardiac Index; EHM = erweitertes hämodynamisches Monitoring; MAP = mittlerer arterieller Blutdruck; SV = Schlagvolumen; SVRI = systemischer vaskulärer Widerstandsindex; SVV = Schlagvolumenvarianz; TTE/TEE = transthorale/transösophageale Echokardiographie; ZVK = Zentraler Venenkatheter.

- 1) Unterer Grenzbereich des **Cardiac Index (CI)** ist patientenindividuell und sollte **vor** Narkoseinduktion anhand der Anamnese festgelegt werden (Beispiel: alt und kardial vorerkrankt → eher 2,0 l/min/m<sup>2</sup>; jung und sportlich → eher 2,5 l/min/m<sup>2</sup>). Bei Interpretation des CI die Formel **Herzeitvolumen = Schlagvolumen x Herzfrequenz (HF)** beachten. Nicht nur eine reduzierte Inotropie, sondern auch eine niedrige HF kann den CI senken!
- 2) **Volumensubstitution:** Mit balancierten Vollelektrolytlösungen starten und im Verlauf Humanalbumin erwägen // Keine routinemäßige Kolloidgabe bei anästhesie-assoziiierter Hypotonie // Beachten Sie bitte das Risikobewertungsverfahren für Hydroxyethylstärke (HES) des BfArM // Die Gabe von Blutprodukten nach Vorgabe der ‚Querschnittsleitlinien‘ (BÄK) zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivate.
- 3) **Inotropika:** Leitlinie der ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure (2021) // Leitlinie ‚Intensivmedizinische Versorgung herzchirurgischer Patienten – Hämodynamisches Monitoring und Herz-Kreislauf‘ (2018).
- 4) **Bedingungen für den Einsatz des EHM:** Interpretation der dynamischen Vorlastparameter nicht möglich, wenn der linke Ventrikel unabhängig eines Volumenmangels ungleichmäßig gefüllt wird >>> Sinusrhythmus bzw. keine hochgradigen Arrhythmien, keine hochgradigen Vitien, Thorax ist geschlossen. Vollständige Muskelrelaxierung oder sehr tiefe Sedierung. Kontrollierte Beatmung (Tidalvolumen > 6 bis 8 ml/kg KG). *Diese Angabe ersetzt nicht die Lektüre der jeweiligen Produktinformation.*

sukzessive Erhöhung des intravasalen Volumens voranstellt. Als zweiter Schritt erfolge dann die Optimierung der Kontraktilität und als letzte Maßnahme eine Modifikation des peripheren Widerstandes mit dem Ziel, den MAP auf mindestens 70 mmHg anzuheben. Dabei betont er aber wiederholt, dass auch beim Einsatz solch aufwändiger Systeme der klinische Blick und die klinische Evaluation (Stichworte: „Rekapillarierungszeit“, „kalte, zentralisierte Akren“) unverzichtbar sei.

Abschließend hebt Vojnar die Bedeutung der Echokardiographie hervor. Dieser Technik prophezeit er eine zunehmende Bedeutung, was den immer kleineren und dennoch leistungsfähigen und portablen Ultraschallsystemen geschuldet sei.

#### **FAZIT:**

- Das HZV ist die wesentliche hämodynamische Determinante des  $DO_2$
- Einsatz von EHM ist in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen und Größe des operativen Eingriffs sinnvoll
- Die Pulskonturanalyse liefert die Werte, der Algorithmus regelt die Therapiemaßnahmen
- Die Bedeutung der Echokardiographie nimmt zu.

# Referenzen

1. Ahmad, T., C. M. Beilstein, C. Aldecoa, R. P. Moreno, Z. Molnar, V. Novak-Jankovic, C. K. Hofer, M. Sander, A. Rhodes and R. M. Pearse (2015). „Variation in haemodynamic monitoring for major surgery in European nations: secondary analysis of the EuSOS dataset.“ *Perioper Med (Lond)* 4: 8.
2. Bijker, J. B., W. A. van Klei, Y. Vergouwe, D. J. Eleveld, L. van Wolfswinkel, K. G. Moons and C. J. Kalkman (2009). „Intraoperative hypotension and 1-year mortality after noncardiac surgery.“ *Anesthesiology* 111(6): 1217-1226.
3. Bundgaard-Nielsen, M., N. H. Secher and H. Kehlet (2009). „‘Liberal’ vs. ‘restrictive’ perioperative fluid therapy—a critical assessment of the evidence.“ *Acta Anaesthesiol Scand* 53(7): 843-851.
4. Callum, K., A. Gray, R. Hoile, G. Ingram, I. Martin, K. Sherry and F. Whimster (1999). „Extremes of age.“ 55-102.
5. econi, M., C. Hofer, J. L. Teboul, V. Pettila, E. Wilkman, Z. Molnar, G. Della Rocca, C. Aldecoa, A. Artigas, S. Jog, M. Sander, C. Spies, J. Y. Lefrant, D. De Backer, F. Investigators and E. T. Group (2015). „Fluid challenges in intensive care: the FENICE study: A global inception cohort study.“ *Intensive Care Med* 41(9): 1529-1537.
6. Chappell, D., M. Jacob, K. Hofmann-Kiefer, P. Conzen and M. Rehm (2008). „A rational approach to perioperative fluid management.“ *Anesthesiology* 109(4): 723-740.
7. Chappell, D., P. van der Linden, J. Ripolles-Melchor and M. F. M. James (2021). „Safety and efficacy of tetra starches in surgery and trauma: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials.“ *Br J Anaesth* 127(4): 556-568.
8. De Backer, D., K. Donadello, Y. Sakr, G. Ospina-Tascon, D. Salgado, S. Scolletta and J. L. Vincent (2013). „Microcirculatory alterations in patients with severe sepsis: impact of time of assessment and relationship with outcome.“ *Crit Care Med* 41(3): 791-799.
9. De Backer, D. and P. Foulon (2019). „Minimizing catecholamines and optimizing perfusion.“ *Crit Care* 23(Suppl 1): 149.
10. Frantz, S., Anker, SD., Bauersachs, J., Boer, J., Böhm, J., Busch, S., Frey, N., Perings, CA., Rudolph, TK., Schulze, PC., Haehling, S. (2021). „Pocket-Leitlinie: Akute und chronische Herzinsuffizienz (Version 2021).“ Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (2022).
11. Funcke, S., M. Sander, M. S. Goepfert, H. Groesdonk, M. Heringlake, J. Hirsch, S. Kluge, C. Krenn, M. Maggiorini, P. Meybohm, C. Salzwedel, B. Saugel, G. Wagenpfeil, S. Wagenpfeil, D. A. Reuter and I. C.-C. Investigators (2016). „Practice of hemodynamic monitoring and management in German, Austrian, and Swiss intensive care units: the multicenter cross-sectional ICU-CardioMan Study.“ *Ann Intensive Care* 6(1): 49.
12. Habicher, M., T. S. Zajonz, M. Heringlake, A. Böning, S. Treskatsch, U. Schirmer, A. Markewitz and M. Sander (2019). „S3-Leitlinie zur intensivmedizinischen Versorgung herzchirurgischer Patienten.“ *Wiener klinisches Magazin* 22(3): 106-110.
13. Janssens, U., C. Jung, M. Hennersdorf, M. Ferrari, J. Fuhrmann, M. Buerke, H. Ebelt, T. Graf, H. Thiele, M. Kelm and G. Simonis (2016). „Empfehlungen zum hämodynamischen Monitoring in der internistischen Intensivmedizin.“ *Der Kardiologe* 10(3): 149-169.
14. Lilot, M., J. M. Ehrenfeld, C. Lee, B. Harrington, M. Cannesson and J. Rinehart (2015). „Variability in practice and factors predictive of total crystalloid administration during abdominal surgery: retrospective two-centre analysis.“ *Br J Anaesth* 114(5): 767-776.
15. Manecke, G. R., A. Asemota and F. Michard (2014). „Tackling the economic burden of postsurgical complications: would perioperative goal-directed fluid therapy help?“ *Crit Care* 18(5): 566.
16. Marik, P. E., M. Baram and B. Vahid (2008). „Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven maids.“ *Chest* 134(1): 172-178.
17. Marik, P. E., X. Monnet and J. L. Teboul (2011). „Hemodynamic parameters to guide fluid therapy.“ *Ann Intensive Care* 1(1): 1.
18. Monk, T. G., M. R. Bronsert, W. G. Henderson, M. P. Mangione, S. T. Sum-Ping, D. R. Bentt, J. D. Nguyen, J. S. Richman, R. A. Me-guid and K. E. Hammermeister (2015). „Association between Intraoperative Hypotension and Hypertension and 30-day Postoperative Mortality in Noncardiac Surgery.“ *Anesthesiology* 123(2): 307-319.
19. Patel, P. A., G. Heizer, C. M. O’Connor, P. J. Schulte, K. Dickstein, J. A. Ezekowitz, P. W. Armstrong, V. Hasselblad, R. M. Mills, J. J. McMurray, R. C. Starling, W. H. Tang, R. M. Califf and A. F. Hernandez (2014). „Hypotension during hospitalization for acute heart failure is independently associated with 30-day mortality: findings from ASCEND-HF.“ *Circ Heart Fail* 7(6): 918-925.
20. Perel, A., M. Habicher and M. Sander (2013). „Bench-to bedside review: functional hemodynamics during surgery - should it be used for all high-risk cases?“ *Crit Care* 17(1): 203.
21. Salmasi, V., K. Maheshwari, D. Yang, E. J. Mascha, A. Singh, D. I. Sessler and A. Kurz (2017). „Relationship between Intraoperative Hypotension, Defined by Either Reduction from Baseline or Absolute Thresholds, and Acute Kidney and Myocardial Injury after Noncardiac Surgery: A Retrospective Cohort Analysis.“ *Anesthesiology* 126(1): 47-65.
22. Sarnoff, S. J. and E. Berglund (1954). „Ventricular function. I. Starling’s law of the heart studied by means of simultaneous right and left ventricular function curves in the dog.“ *Circulation* 9(5): 706-718.
23. Schilling, P. L., J. B. Dimick and J. D. Birkmeyer (2008). „Prioritizing quality improvement in general surgery.“ *J Am Coll Surg* 207(5): 698-704.
24. Silva, J. M., Jr., A. M. de Oliveira, F. A. Nogueira, P. M. Vianna, M. C. Pereira Filho, L. F. Dias, V. P. Maia, S. Neucamp Cde, C. P. Amendola, M. J. Carmona and L. M. Malbouisson (2013). „The effect of excess fluid balance on the mortality rate of surgical patients: a multicenter prospective study.“ *Crit Care* 17(6): R288.
25. Sun, L. Y., D. N. Wijeyesundera, G. A. Tait and W. S. Beattie (2015). „Association of intraoperative hypotension with acute kidney injury after elective noncardiac surgery.“ *Anesthesiology* 123(3): 515-523.
26. Trzeciak, S. and E. P. Rivers (2005). „Clinical manifestations of disordered microcirculatory perfusion in severe sepsis.“ *Crit Care* 9 Suppl 4(Suppl 4): S20-26.
27. van Waes, J. A., W. A. van Klei, D. N. Wijeyesundera, L. van Wolfswinkel, T. F. Lindsay and W. S. Beattie (2016). „Association between Intraoperative Hypotension and Myocardial Injury after Vascular Surgery.“ *Anesthesiology* 124(1): 35-44.
28. Walsh, M., P. J. Devereaux, A. X. Garg, A. Kurz, A. Turan, R. N. Rodseth, J. Cywinski, L. Thabane and D. I. Sessler (2013). „Relationship between intraoperative mean arterial pressure and clinical outcomes after noncardiac surgery: toward an empirical definition of hypotension.“ *Anesthesiology* 119(3): 507-515.
29. Weinberg, L., S. Y. Li, M. Louis, J. Karp, N. Poci, B. S. Carp, L. F. Miles, P. Tully, R. Hahn, D. Karalappillai and D. K. Lee (2022). „Reported definitions of intraoperative hypotension in adults undergoing non-cardiac surgery under general anaesthesia: a review.“ *BMC Anesthesiol* 22(1): 69.
30. Wesselink, E. M., T. H. Kappen, H. M. Torn, A. J. C. Slooter and W. A. van Klei (2018). „Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review.“ *Br J Anaesth* 121(4): 706-721.



#### **Akrinor® 200 mg/2 ml + 10 mg/2 ml Injektionslösung**

**Wirkstoff:** Cafedrin-HCl/Theodrenalin-HCl. **Zusammensetzung:** Jede Amp. mit 2 ml Injektionslsg. enth.: 200 mg Cafedrinhydrochlorid, 10 mg Theodrenalinhydrochlorid. **Sonst. Bestandt.:** Natriummetabisulfit (Ph. Eur.) max. 0,4 mg (entspr. max. 0,27 mg SO<sub>2</sub>), Ethanol 96 %, Glycerol 85 %, Natriumacetat-Trihydrat, Essigsäure 99 %, Wasser für Injektionszwecke. Natriumhydroxid (zur pH-Wert-Einstellung), Essigsäure (zur pH-Wert-Einstellung). **Anwendungsgebiete:** Therapie anästhesiebedingter klinisch relevanter Blutdruckabfälle bei Erw., Therapie klinisch relevanter Hypotonien in der Notfallmedizin bei Erw. **Gegenanzeigen:** Überempfindlichkeit gg. Cafedrinhydrochlorid, Theodrenalinhydrochlorid, Natriummetabisulfit od. einen d. sonst. Bestandt., Hypertonie, Mitralstenose, Engwinkelglaukom, Hyperthyreose, Phäochromozytom, Prostataadenom mit Restharnbildung, Bronchialasthmatiker mit Sulfitüberempfindlichkeit. **Warnhinw.:** AM enth. 12 Vol.-% Alkohol, Natriummetabisulfit (Ph. Eur.) max. 0,4 mg (entspr. max. 0,27 mg SO<sub>2</sub>) u. weniger als 1 mmol (23 mg) Natrium pro Ampulle. Schwangerschaft/Stillzeit: Akrinor darf nicht währ. der Schwangerschaft angewendet werden, es sei denn, dies ist eindeutig erforderl. Bei Anwendung in der Stillzeit ist Vorsicht geboten. **Nebenwirkungen:** Herzklopfen, bes. bei schweren Herzgefäßerkrank. sind pektanginöse Beschwerden bzw. deren Verstärkung u. ventrikuläre Rhythmusstör. mögl. Tachykardie u. Hypertonie. Bes. Hinw.: Natriummetabisulfit kann selten schwere Überempfindlichkeitsreakt. hervorrufen (insb. bei Bronchialasthmatikern), die sich als Erbrechen, Durchfall, Bronchospasmen, keuchende Atmung, akuter Asthmaanfall, Bewusstseinsstör. od. Schock äußern können. Verkehrshinweis! **Wechselwirkungen:** Beta-Blocker, DL-Norephedrin u. Ephedrin, Halothan. Währ. u. bis zu 2 Wo. nach Einn. v. MAO-Hemm. soll Akrinor nicht angew. werden. Natriumdisulfit ist eine sehr reakt.-fähige Verbindung. Es muss damit gerechnet werden, dass m. Akrinor zus. verabreichtes Thiamin (Vit. B1) abgebaut wird. **Dosierung:** Die i.v. Gabe sollte nach klinischer Wirkung fraktioniert erfolgen: z.B. nach Verdünnung mit NaCl 0,9% Lösung auf 10 ml in Einzelgaben von 1 ml dieser verdünnten Lösung. Max. TD beträgt 3 Amp. Injektionslösung kann i.m. und i.v. angewendet werden. **Status:** Verschreibungspflichtig. **Stand:** 5/22. ratiopharm GmbH, Graf-Arco-Str. 3, 89079 Ulm

MULT-DE-03617  
Mat.-Nr.: 363155

**ratiopharm** eine Marke von **teva**

Weitere Informationen zum Thema Hypotonie unter: [www.akrinor.de](http://www.akrinor.de)

**AKKRINOR®**

Bewährt. Vertraut. Verlässlich.