

# Einfluss des volatilen Anästhetikums Sevofluran vs. intravenös verabreichtem Propofol am extrakorporalen Kreislauf auf die intraoperative Hämodynamik während der aortokoronaren Bypasschirurgie

## ZUSAMMENFASSUNG

**Einleitung:** Die heutigen mikroporösen Membranoxygenatoren ermöglichen es, volatile Anästhetika über den Oxygenator direkt an der Herz-Lungen-Maschine (HLM) einzuspeisen. Dies ist von großem Interesse, weil Inhalationsanästhetika wie Sevofluran in Studien einen kardioprotektiven Effekt gezeigt haben. Es besteht aber weitestgehend Unklarheit darüber, wie Sevofluran die Hämodynamik während der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) beeinflusst. In der vorliegenden Studie wurde der Vasopressorbedarf während des extrakorporalen Kreislaufs untersucht. Als sekundäre Endpunkte sollen die Auswirkungen auf die postoperative Beatmungs- und Intensivverweildauer, Sedierungstiefe und Mortalität nach 30 Tagen untersucht werden.

**Methode:** In dieser monozentrischen, retrospektiven Beobachtungsstudie wurden Patienten > 18 Jahren eingeschlossen, die sich im Zeitraum von Juni bis August 2019 einer elektiven aortokoronaren Bypassoperation an der HLM unterzogen haben. Hierfür wurden 40 Patienten einbezogen, mit je Gruppe 20 Patienten (Sevofluran-Gruppe vs. totale intravenöse Anästhesie Propofol-Gruppe). Nach standardisierter Narkoseeinleitung und Fortführung als balancierte Anästhesie erfolgte die Narkoseaufrechterhaltung in Gruppe 1 (Sevofluran-Gruppe) am extrakorporalen Kreislauf entweder mit Sevofluran über eine Direkteinspeisung am Oxygenator oder in Gruppe 2 (Propofol-Gruppe) intravenös. In beiden Gruppen wurde Sufentanil als Opiat gewählt. Die Narkosetiefe wurde mit Hilfe des Bispektralen Index (BIS 30–50) gesteuert. Ausgewertet wurden der Vasopressorbedarf während der EKZ in der Kühlungs-, Aortenabklemm- und Reperfusionphase. Ferner wurde die postoperative

Beatmungs- und Intensivverweildauer, Sedierungstiefe und Mortalität nach 30 Tagen ausgewertet.

**Ergebnisse:** Der Noradrenalinbedarf war während der Kühlungs- ( $p = 0,482$ ) und Reperfusionphase ( $p = 0,919$ ) zwischen der Sevofluran- und Propofol-Gruppe vergleichbar. In der Aortenabklemmphase zeigte sich ein Trend zu einem höheren Vasopressorbedarf in der Sevofluran-Gruppe (Sevofluran-Gruppe  $109,3 \pm 142,5 \mu\text{g}$  vs. Propofol-Gruppe  $45,3 \pm 83,0 \mu\text{g}$ ,  $p = 0,091$ ). Postoperativ gab es keine signifikanten Unterschiede in der Beatmungs- und Intensivverweildauer und 30-Tage-Mortalität. In der Sevofluran-Gruppe war die Sedierungstiefe, untersucht mit dem Richmond-Agitation-Sedation-Scale nach 16 h (Sevofluran-Gruppe  $-0,24 \pm 0,7$  vs. Propofol-Gruppe  $-0,74 \pm -1,4$ ,  $p = 0,034$ ) und 24 h (Sevofluran-Gruppe  $-0,14 \pm 0,5$  vs. Propofol-Gruppe  $-0,61 \pm 1,2$ ,  $p = 0,030$ ) signifikant niedriger.

**Schlussfolgerung:** Die durchgeführte Studie zeigt keinen hämodynamischen Einfluss unter der Applikation von Sevofluran während des extrakorporalen Kreislaufs. In der Sevofluran-Gruppe war nur ein tendenziell erhöhter Bedarf an Noradrenalin in der Aortenabklemmphase zu beobachten. Die postoperative Auswertung zeigte keinen Unterschied zur aktuellen Datenlage in anderen Studien.

## SCHLÜSSELWÖRTER

Kardiotechnik, Sevofluran, extrakorporale Zirkulation, Noradrenalin, Hämodynamik

## ABSTRACT

**Introduction:** Today's extracorporeal perfusion systems enable volatile anesthetics to be injected directly into the heart-lung machine via the oxygenator. This is of great in-

terest because inhalation anesthetics such as sevoflurane have shown cardioprotective effects in studies. However, it is largely unclear how sevoflurane affects hemodynamics during extracorporeal circulation. In the present study, the vasopressor requirement during the extracorporeal circuit was examined. The effects on postoperative duration of ventilation and intensive care, depth of sedation, and mortality after 30 days should be examined as secondary endpoints.

**Methods:** This monocentric retrospective observational study included patients >18 years of age who underwent elective aortocoronary artery bypass surgery on the heart-lung machine between June and August 2019. For this, 40 patients were included, where 20 patients were absent from each group (sevoflurane group vs. total intravenous anesthesia propofol group). After standardized anesthesia induction and continuation as balanced anesthesia, maintenance of anesthesia was carried out in group 1 (sevoflurane group) on the extracorporeal circuit, either with sevoflurane via a direct feed on the oxygenator or in group 2 (propofol group) intravenously. Sufentanil was chosen as an opiate in both groups. The depth of anesthesia was controlled using the bispectral index (BIS 30-50). Vasopressor requirements during extracorporeal circulation in the cooling, aortic pinch-off, and reperfusion phases were evaluated. The postoperative duration of ventilation and intensive care, depth of sedation, and mortality after 30 days were also evaluated.

**Results:** The norepinephrine requirement was comparable during the cooling ( $p = 0.482$ ) and reperfusion phases ( $p = 0.919$ ) in the sevoflurane and propofol groups, and in the aortic pinch-off phase there was a trend towards a higher vasopressor require-

ment in the sevoflurane group (sevoflurane group  $109.3 \pm 142.5 \mu\text{g}$  vs. propofol group  $45.3 \pm 83.0 \mu\text{g}$ ,  $p = 0.091$ ). Postoperatively there were no significant differences in the duration of ventilation and intensive care and 30-day mortality. The depth of sedation in the sevoflurane group was examined using the Richmond Agitation Sedation Scale after 16 h (sevoflurane group  $-0.24 \pm 0.7$  vs. propofol group  $-0.74 \pm -1.4$ ,  $p = 0.034$ ) and 24 h (sevoflurane group  $-0.14 \pm 0.5$  vs. propofol group  $-0.61 \pm 1.2$ ,  $p = 0.030$ ) significantly lower.

**Conclusion:** The study carried out shows no hemodynamic influence with the application of sevoflurane during extracorporeal circulation. Only in the sevoflurane group was there a tendency to increase the need for norepinephrine in the aortic clamping phase. The postoperative evaluation showed no difference to the current data situation in other studies.

## KEYWORDS

Cardiovascular perfusion, sevoflurane, extracorporeal circulation, noradrenaline, hemodynamics

## Einleitung

Die frühe Geschichte der Anästhesie wurde durch William Thomas Green geprägt. Er führte 1846 die erste Narkose mittels Diethylether durch. Aufgrund der Toxizität und der schweren Steuerbarkeit hat Diethylether heute keinen Stellenwert mehr in der Anästhesie. Die modernen volatilen Anästhetika sind halogenierte Kohlenwasserstoffe, die sogenannten Flurane. Sie zeichnen sich durch eine gute Steuerbarkeit mit sehr guten hypnotischen und gering ausgeprägten analgetischen Eigenschaften aus. Der direkte Wirkmechanismus der volatilen Anästhetika ist noch nicht abschließend geklärt. Es wird postuliert, dass sie durch multiple Wirkmechanismen den hypnotischen Effekt parallel an verschiedenen zerebralen Strukturen gleichzeitig ausüben. In diesem Zusammenhang werden spezifische Wechselwirkungen mit Zellmembranbestandteilen, wie etwa GABA A-Rezeptoren, 5-HT<sub>3</sub>-Rezeptoren und NMDA-Rezeptoren diskutiert [1–4].

Zu den gebräuchlichsten Fluranen in der Anästhesie zählen Isofluran, Sevofluran und Desfluran. Insbesondere Sevofluran ist in der Kardioanästhesie von großer Bedeutung, hier konnte in verschiedenen Studien ein kardioprotektiver Effekt nachgewiesen werden. Zur Anwendung kommt das Narkosegas üblicherweise über das Narkosegerät [5]. Dabei wird es zunächst in einem Verdampfer von einem

flüssigen in einen gasförmigen Aggregatzustand überführt und dann in das Atemkreissystem eingespeist. Über die Atemluft gelangt es dann in die Lunge des Patienten, wird von dort über die Alveolen ins Blut aufgenommen und zum Wirkort transportiert [2].

Bei herzchirurgischen Operationen wird nach Anschluss des Patienten an den extrakorporalen Kreislauf mit der HLM der von der Anästhesie beatmete Lungenkreislauf umgangen. Das Narkosegas in Form volatiler Anästhetika ist in dieser Phase somit nicht möglich. Die Narkose wird in unserer Klinik üblicherweise auf eine totale intravenöse Anästhesie (TIVA) mit dem Hypnotikum Propofol umgestellt. Durch die technische Weiterentwicklung der EKZ besteht die Möglichkeit, volatile Anästhetika direkt über den Oxygenator in die EKZ einzuspeisen [2–4,6,7]. Deshalb erfolgt am Universitätsklinikum Heidelberg in der Erwachsenen- (seit 2018) und Kinderherzchirurgie (seit 2016) die schrittweise Umrüstung der HLM auf die Direkteinspeisung von Sevofluran für die EKZ-Phase.

Neben der hypnotischen Hauptwirkung von Sevofluran, beschreibt die Literatur vasodilatatorische Nebeneffekte am Gefäßsystem [5]. Inwieweit diese auch in den verschiedenen Phasen (Kühlungs-, Aortenklamm- und Reperfusionphase) bei EKZ-Einsatz zum Tragen kommen, ist unklar.

## PRAXISRELEVANZ

Ziel dieser monozentrischen, retrospektiven Vergleichsstudie ist es, die beiden Narkoseregime Sevofluran (Experimental-Gruppe Sevofluran) versus TIVA mit Propofol (Kontroll-Gruppe Propofol) während einer aortokoronaren Bypassoperation an der EKZ hinsichtlich hämodynamischer Veränderungen und Bedarf an Vasopressoren zur Unterstützung des Perfusionsdruck in der Kühlungs-, Aortenabklemm- und Reperfusionphase zu untersuchen. Die sekundären Endpunkte sind die Auswirkungen auf die postoperative Beatmungs- und Intensivverweildauer.

## MATERIAL UND METHODIK

Nach dem positiven Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ruprecht-Karls Universität Heidelberg (Berufsrechtliche Beratung S-761/2019), wurde mit dem Einschluss von insgesamt 40 Patienten im Zeitraum von Januar 2019 bis September 2019 begonnen, die sich in der Herzchirurgischen Klinik des Universitätsklinikum Heidelberg einer aortokoronaren Bypassoperation unterzogen haben. Dabei entfielen je 20 Patienten auf die Sevofluran-Gruppe bzw. die Propofol-Gruppe. Einschlusskriterien waren Alter > 18 Jahre, elektive Bypassoperation, Hämoglobin-Wert > 10 g/dl (während der

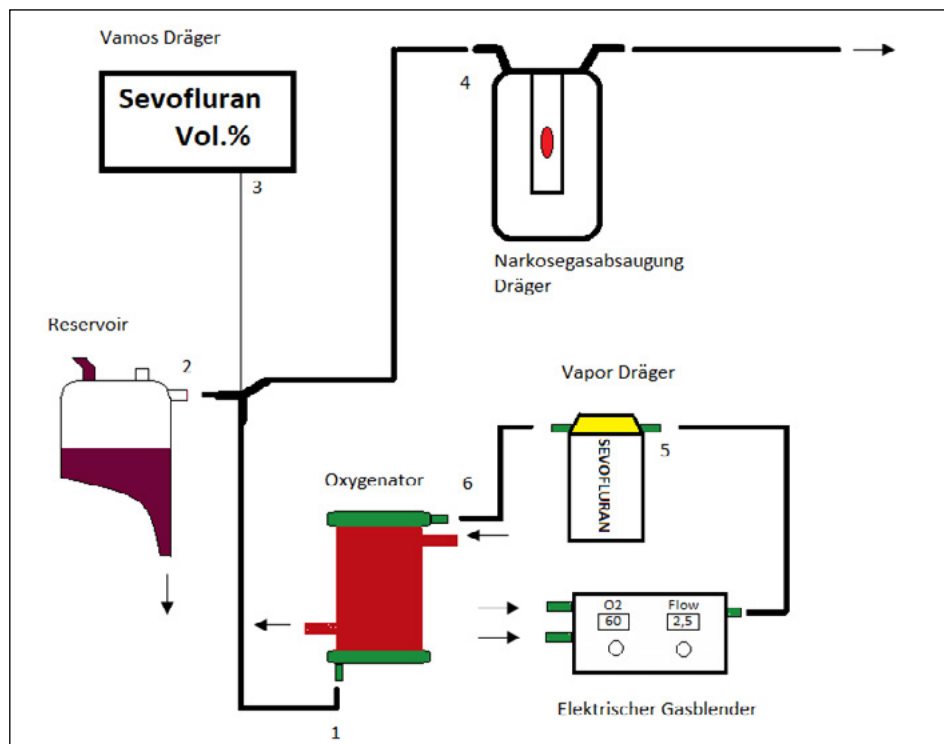


Abb. 1: Aufbau des Narkosegasapplikationssystems an der HLM am Universitätsklinikum Heidelberg. 1. Narkosegasabsaugungsschlauch am Oxygenator; 2. Narkosegasabsaugungsschlauch am Reservoir; 3. Sevofluran Messgerät – Vamos (Firma Dräger); 4. Narkosegasabsaugung – AGS (Firma Dräger); 5. Sauerstoffschlauch zwischen Elektronischer Gasblender (Firma LivaNova) und Gas-Verdampfer – Vapor 2000 (Firma Dräger); 6. Sauerstoffschlauch zwischen Gas-Verdampfer – Vapor 2000 und Oxygenator

EKZ), ein mittlerer arterieller Druck von 50–70 mmHg und eine Narkostiefe (Bispektraler Index – BIS) von 30–50.

Die technische Umsetzung der Narkosegasapplikation während der EKZ ist ein Standardverfahren. Hierfür kam eine HLM S5 der Firma LivaNova (München, Germany) mit dem EKZ-System Fusion der Firma Medtronic (Meerbusch, Germany) zum Einsatz. Charakterisiert ist das System durch seinen mikroporösen Hohl-faser-Oxygenator mit einem maximalen Flussbereich von 1,0–7,0 l/min. Das Primingvolumen der HLM beträgt 1000 ml, welches durch ein retrogrades autologes Priming bis auf 400 ml, je nach Patienten, reduziert werden kann. Über ein heparinbeschichtetes 1/2x3/32"-Schlauchsystem wurde das venöse Blut passiv aus dem rechten Atrium zum HLM-Reservoir drainiert. Unterhalb des Reservoirs wurde das Blut über einen 3/8 x 3/32"-Schlauch aktiv über eine Rollenpumpe dem Oxygenator und anschließend dem arteriellen Gefäßsystem zugeführt. Für die Einspeisung von Sevofluran (Sevofluran-Gruppe) wurde zwischen Gasblender und Oxygenator (Sauerstoffschlauch) der Gas-Verdampfer (Vapor 2000, Firma Dräger) zwischengeschaltet, über den das Sevofluran (1,5 Vol.%) appliziert wurde. Um das Narkosegas abzuleiten und die Gaskonzentration zu messen, wurde an Reservoir und Oxygenator ein Einmalsystem der Firma Medtronic konnektiert, welches im Set des EKZ-Systems Fusion der Firma Medtronic integriert ist (Abb. 1). Über den Sevofluran – Vamos (Firma Dräger) wurde die Gaskonzentration gemessen. Für das hier beschriebene EKZ-System mit Narkosegasapplikation liegt eine TÜF-Zulassung aus Karlsruhe vor.

Bei herzchirurgischen Eingriffen ohne Sevofluran (Propofol-Gruppe) erfolgte die Vorbereitung der HLM wie oben beschrieben, jedoch ohne Narkosegasapplikation. Die Untersuchung erfolgte im Rahmen eines interdisziplinären Projektes mit der Herzchirurgischen und Anästhesiologischen Klinik. Zu Studienbeginn wurden die demographischen Daten der Patienten dokumentiert (Alter, Geschlecht, Gewicht, Körpergröße, Körperoberfläche, Operation und Vorerkrankungen). Die Erhebung der klinischen Basisdaten erfolgte intraoperativ während der EKZ.

#### Intraoperative Parameter:

- Narkostiefe (Bispektral-Index)
- Routinelabor (Hämoglobin und Hämatokrit)

	Sevofluran-Gruppe	Propofol-Gruppe	p-Wert <sup>a</sup>
<b>Patientenanzahl, n</b>	20	20	
<b>Geschlecht</b>			0,677
weiblich	3 (15%)	4 (20%)	
männlich	17(85%)	16 (80%)	
<b>Alter, Jahr</b>	68,5 (± 7,2)	66,5 (± 8,5)	0,426
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	27,2 (± 3,3)	29,1 (± 3,8)	0,101
<b>Begleiterkrankungen, n (%)</b>			
<b>ASA-Klassifikation</b>	3,0 (± 0,46)	2,95 (± 0,39)	
ASA 1	0 (0%)	0 (0%)	
ASA 2	2 (10%)	2 (10%)	
ASA 3	16 (80%)	17 (85%)	
ASA 4	2 (10%)	1 (5%)	
ASA 5	0 (0%)	0 (0%)	
ASA 6	0 (0%)	0 (0%)	
<b>NYHA-Klassifikation</b>	1,6 (± 1,42)	1,1 (± 1,25)	0,195
Klasse I	6 (30%)	10 (50%)	
Klasse II	10 (50%)	4 (20%)	
Klasse III	4 (20%)	4 (20%)	
Klasse IV	0 (0%)	0 (0%)	
Arterieller Hypertonus	16 (80%)	13 (65%)	0,288
Vorhofflimmern	2 (10%)	2 (10%)	1
Diabetes mellitus	5 (25%)	6 (30%)	0,723
COPD	1 (5%)	2 (10%)	0,548

Tab. 1: Demographische Daten. Datendarstellung von Mittelwert ± Standardabweichung und p-Wert. BMI: Body mass index; ASA: American Society of Anesthesiologists; NYHA: New York Heart Association; COPD: Chronic Obstructive Pulmonary Disease  
<sup>a</sup> Chi Quadrat nach Pearson Unabhängigkeitstest

- Hämodynamik (MAPmin/max, Perfusionsminutenvolumen, Arterieller Fluss)
- Vasopressorenbedarf (Norepinephrinbedarf kumulativ)
- Perfusionszeiten (Perfusions-, Aortenabklemm- und Reperfusionzeit)
- EKZ-Kühlungsphase auf Zieltemperatur (34 °C)

#### Postoperativ Parameter:

- Beatmungsdauer (h)
- Intensivverweildauer (h)
- RASS-Score (Richmond-Agitation-Sedation Scale-Score)
- 30-Tage-Mortalität

Die Datenerfassung und Datenauswertung erfolgte mittels einem elektronischen Da-

tenbanksystem Microsoft Excel 2010 (Microsoft Deutschland GmbH, Unterschleißheim). Die statistische Auswertung erfolgte durch das Statistikprogramm SPSS Version 26 (IBM Deutschland GmbH, Ehningen).

Demographische und klinische Parameter zum Studienbeginn wurden für beide Studiengruppe (Sevofluran vs. Propofol) getrennt deskriptiv dargestellt und mit geeigneten statistischen Methoden verglichen. Mögliche Unterschiede der beiden Gruppen wurden mit einem Chi-Quadrat-Test untersucht.

Das Hauptzielkriterium (Noradrenalinbedarf) wird mit einem t-Test mittels unabhängiger Stichproben zwischen den beiden Studiengruppen in allen drei Phasen

	Sevofluran-Gruppe	Propofol-Gruppe	p-Wert
Patientenanzahl, n	20	20	
Bypasszeit – HLM (min)	95,5 (± 20,8)	109,0 (± 25,5)	0,056 <sup>a</sup>
Aortenabklemmzeit – HLM (min)	59,0 (± 15,8)	65,9 (± 17,3)	0,159 <sup>a</sup>
Reperfusionphase – HLM (min)	26,0 (± 6,5)	32,6 (± 10,5)	0,599 <sup>a</sup>
Noradrenalinbedarf - HLM			
Kühlungsphase (µg)	16,7 (± 28,4)	12,6 (± 29,8)	0,482 <sup>b</sup>
Aortenabklemmphase (µg)	109,3 (± 142,5)	45,3 (± 83,0)	0,091 <sup>b</sup>
Reperfusionphase (µg)	88,3 (± 121,5)	92,5 (± 98,6)	0,919 <sup>b</sup>

Tab. 2: Intraoperative Daten. Datendarstellung von Mittelwert ± Standardabweichung und p-Wert. HLM: Herz-Lungen-Maschine

<sup>a</sup> Chi Quadrat nach Pearson Unabhängigkeitstest

<sup>b</sup> t-Test bei unabhängigen Stichproben

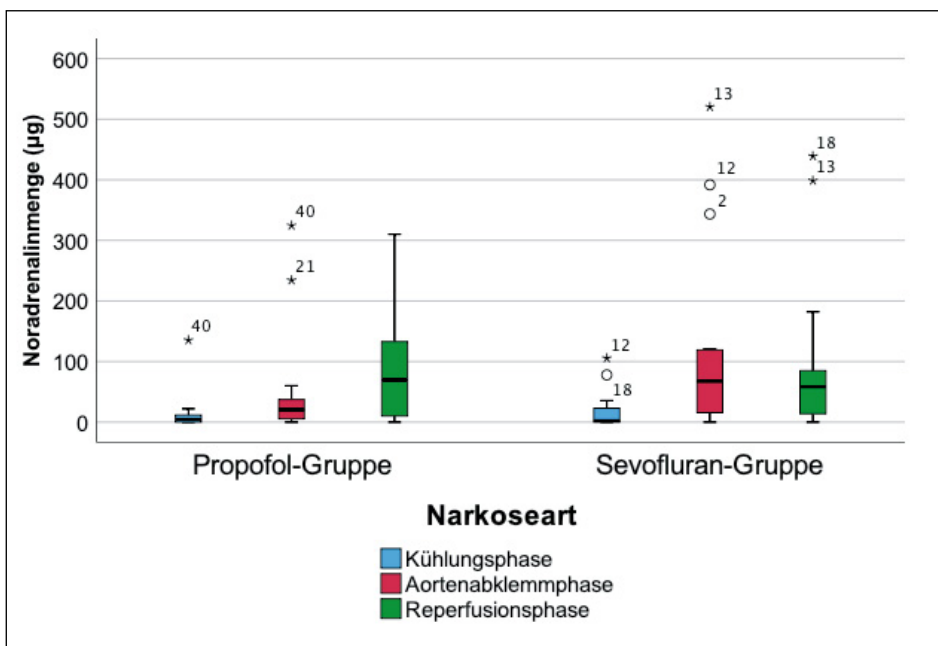


Abb. 2: Intraoperativer Noradrenalinbedarf während der EKZ (Kühlungs-, Aortenabklemm- und Reperfusionphase)

(Kühlungs- Aortenabklemm- und Reperfusionphase) ausgewertet. Die Überprüfung der Beatmungs- und Intensivverweildauer, der RASS-Score und die 30-Tage-Mortalität erfolgte ebenfalls mittels eines t-Tests. Das Signifikanzniveau wurde auf 5% festgelegt.

## ERGEBNISSE

In den beiden Gruppen, Sevofluran-Gruppe und TIVA-Gruppe, zeigte sich eine Normalverteilung der demographischen Daten (Tab.1).

Auch die Auswertung der Bypasszeiten zeigte, dass die chirurgische Versorgung der Patienten mit einem aortokoronaren Bypass keinen Unterschied zwischen den Gruppen ergab (Tab. 2). Der intraoperative Noradrenalinbedarf während der EKZ

in der Kühlungs-, Aortenabklemm- und Reperfusionphase zeigte ebenfalls keinen signifikanten Unterschied (Tab. 2 und Abb. 2).

Der postoperative RASS-Score ist eine dimensionslose Skala, auf der Werte von -5 bis +4 zur quantitativen Beschreibung der Sedierungstiefe definiert sind. In der Auswertung zeigte sich nur an den Zeitpunkten nach 16 h (p = 0,034) und 24 h (p = 0,030) ein signifikanter Gruppenunterschied in der Sedierungstiefe (Tab. 3 und Abb. 3).

## DISKUSSION

In dieser Studie wurde der Einfluss Sevofluran vs. TIVA mit Propofol auf den Vasopressorbedarf, die Beatmungs- und Intensivverweildauer, RASS und 30-Tage-Mortalität untersucht.

Der Noradrenalinbedarf zeigte intraoperativ während der EKZ keine Signifikanz, jedoch gibt es einen Trend in der Aortenabklemmphase in der Sevofluran-Gruppe, die deutlich mehr Noradrenalin appliziert bekommen hat. Dies kann vermutlich durch die Enerverierung des Sympathikus erklärt werden. Durch die aktive Kühlung des Patienten an der EKZ führt es zu einer Aktivierung des Hypophysenvorderlappens und der Thyreotropin-Releasing-Hormon (TRH) Ausschüttung, welches die Sympathikusaktivität steigert. Durch die alpha-adrenerge Simulation des Sympathikus wird eine periphere Vasokonstriktion der glatten Muskulatur und peripheren Gefäße hervorgerufen. Unter der Einwirkung von Sevofluran, welches negativ inotrop wirkt, führt dies zu einer Senkung der THR-Ausschüttung und einer alpha-adrenergen-Stimulation. Hämodynamisch ist eine arterielle Hypotonie, aufgrund einer Vasodilation in der Aortenabklemmphase, zu beobachten. Um hämodynamisch der arteriellen Hypotonie entgegenzuwirken, wurde Volumen substituiert und fraktioniertes Noradrenalin appliziert [9,10]. Auch Ueda et al. 2001 beschrieben einen erhöhten Vasopressorbedarf unter der Verwendung von Sevofluran [8]. Durch die Ergebnisse in dieser Studie und die damit verbundenen pathophysiologischen Veränderungen stellt sich die Frage, ob Sevofluran und die einhergehende Senkung des peripheren Widerstands eine verbesserte Perfusion der Endorgane (z. B. Niere, zerebrale Perfusion, Mikrozirkulation) zur Folge hat und das postoperative Outcome bzgl. Delir, Niereninsuffizienz beeinflusst werden. Güclü et al. konnten belegen, dass unter der Gabe von Sevofluran die zerebrale Perfusion verbessert ist [11]. Begründet kann die verbesserte zerebrale Perfusion über das Hagen-Poiseuille-Gesetz sein. Dieses beschreibt die Fließeigenschaften von Flüssigkeiten in Abhängigkeit vom Innendurchmesser eines Gefäßes. Ändert sich der Gefäßdurchmesser (Enerverierung des Sympathikus, Folge Vasokonstriktion), so ändert sich auch die Fließgeschwindigkeit (zerebrale Perfusion) und somit auch die zerebrale Sauerstoffversorgung [12].

Die Beatmungs- und Intensivverweildauer und die 30-Tage-Mortalität zeigten in der vorliegenden Studie keinen signifikanten Unterschied. Ein weiterer untersuchter Parameter war die Sedierungstiefe, die nach 16 h und 24 h signifikant war. In der Literatur konnte nach Schindler et al. in der retrospektiven Analyse belegt werden, dass die Patienten unter Sevofluran



	Sevofluran-Gruppe	Propofol-Gruppe	p-Wert <sup>a</sup>
Patientenanzahl, n	20	20	
Beatmungsdauer (h)	21,2 (± 4,1)	26,7 (± 15,6)	0,07
Intensivverweildauer (h)	27,6 (± 17,1)	39,7 (± 31,0)	0,09
RASS-Score			
T 0 h	-3,95 (± 1,7)	-4,06 (± 1,2)	0,353
T 8 (± 2) h	-1,75 (± 1,2)	-2,0 (± 1,6)	0,190
T 16 (± 2) h	-0,24 (± 0,7)	-0,74 (± 1,4)	0,034
T 24 (± 2) h	-0,14 (± 0,5)	-0,61 (± 1,2)	0,030
Mortalität 30 Tage, n (%)	0 (0%)	0 (0%)	

Tab. 3: Postoperative Daten. Datendarstellung von Mittelwert ± Standardabweichung und p-Wert.

RASS: Richmond Agitation-Sedation Scale;

T: Zeitpunkt

<sup>a</sup> t-Test bei unabhängigen Stichproben

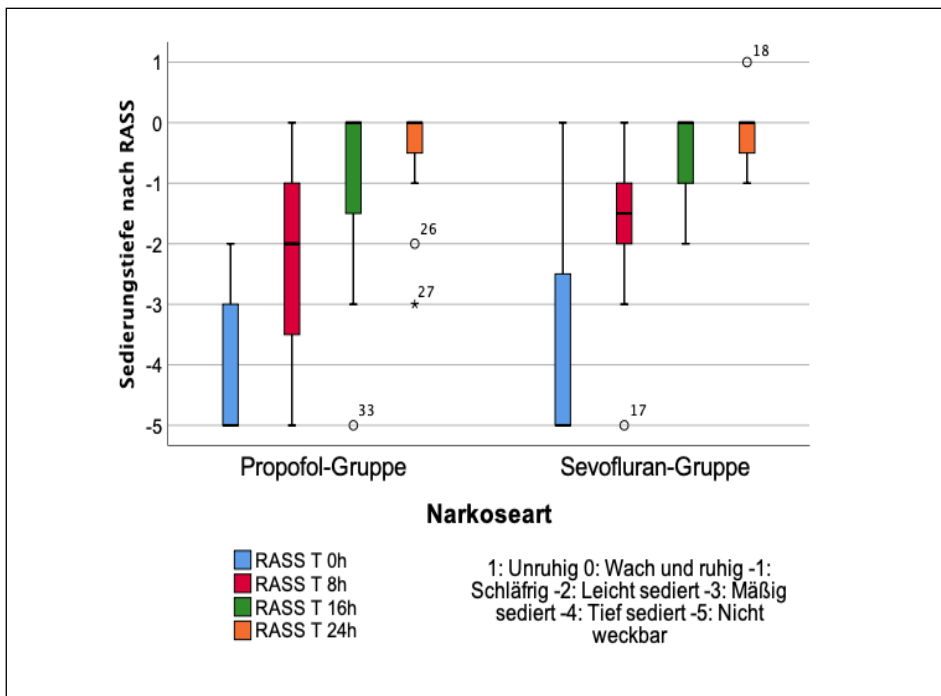


Abb. 3: Postoperative Sedierungstiefe nach RASS. RASS: Richmond-Agitation-Sedation Scale

deutlich schneller ansprechbar und extubiert werden konnten. Auch unsere Ergebnisse sprechen durch die signifikanten Unterschiede in der Sedierungstiefe und einer damit verbundenen früheren Ansprechbarkeit für Sevofluran. Jedoch sind die Aufwach- und Überwachungszeiten in starkem Maße von klinischen Gegebenheiten (Klinik) abhängig, weshalb es in der Beatmungs- und Intensivverweildauer keinen signifikanten Unterschied gab [13]. In einer weiteren Untersuchung von Giovanni Landoni et al., der 5400 Patienten randomisiert auf die Mortalität untersuchte, konnte ebenfalls keine Signifikanz, wie in unserer Studie, festgestellt werden [14].

### FAZIT FÜR DIE PRAXIS

Der Einsatz von Sevofluran ist im Praxisalltag technisch einfach zu etablieren und zeichnet sich durch eine gute Steuerbarkeit während der EKZ aus. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Kardiotechnik und Anästhesie ist dabei unabdingbar, um für den Patienten ein ausbalanciertes Narkoseregime zu gewährleisten. In der durchgeführten Studie ging der Trend dahin, dass es keinen signifikanten Unterschied im Vasopressorbedarf gab. In der Sevofluran-Gruppe war jedoch ein tendenziell erhöhter Vasopressorbedarf in der Aortenabklemmphase sichtbar. So erscheint unter der Applikation von Sevofluran ein erhöhter Vo-

lumenbedarf zu bestehen. Aus diesem Grund sollte ein entsprechender Konsens interdisziplinär zwischen Kardiotechnik und Anästhesie ausgearbeitet werden. Eigene Erfahrungen und relevante Ergebnisse aus Studien könnten optimal in ein Perfusionsmanagement zusammengetragen werden. Neu zu etablierende Verfahren müssen überprüft werden (Vor- und Nachteile müssen herausgearbeitet werden), um den Patienten ein optimales Perfusionsmanagement im klinischen Alltag hinsichtlich der Applikation von Sevofluran zu gewährleisten.

Da es sich in dieser Studie um eine kleine Fallzahl handelt, sind die Ergebnisse nicht sehr aussagekräftig und geben nur einen Trend. Aus diesem Grund müssen weitere Studien mit neuem Fokus bzgl. hämodynamischer Einflüsse unter der Applikation von Sevofluran mit einer größeren Fallzahl geplant werden.

### LITERATUR

- [1] Schindler D: Die Narkose bei der Herzoperation. *Herzblick*. 2008; 4–9, unter: [www.feapa.org](http://www.feapa.org) (29.08.2019)
- [2] Larsen Reinhard: 3. Inhalationsanästhetika. In: *Anästhesie*. Urban & Fischer 2013: 20–54
- [3] Kretz F-J, Schäffer J, Terboven T: Pharmakologie – Grundlagen und klinisch-praktische Details. In: 2016: 3–64. doi:10.1007/978-3-662-44771-0\_1
- [4] Toussaint S: Pharmakologisches Wissen – Intravenöse Narkotika. In: *Anästhesie Und Intensivmedizin*. Berlin/Heidelberg: Springer 2006; 9–18. doi:10.1007/3-540-32808-4\_2
- [5] Bein B, Renner J, Caliebe D et al. The effects of interrupted or continuous administration of sevoflurane on preconditioning before cardio-pulmonary bypass in coronary artery surgery: comparison with continuous propofol. *Anaesthesia* 2008; 63(10):1046–55. doi:10.1111/j.1365-2044.2008.05563.x
- [6] Blokker-Veldhuis M, Rutten P, de Hert S: Occupational exposure to sevoflurane during cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 2011; 26(5): 383–389. doi:10.1177/0267659111409971
- [7] Symons JA, Myles PS: Myocardial protection with volatile anaesthetic agents during coronary artery bypass surgery: a meta-analysis. *British Journal of Anaesthesia* 2006; 97(2): 127–136. doi:10.1093/BJA/AEL149
- [8] Ueda T, Mizuguchi K, Tsuji T, et al.: Regulation of Perfusion Pressure during Cardiopulmonary bypass using Sevoflurane. *Artif. Organs* 2001; 24(1): 30–33. doi:10.1177/039139880102400106
- [9] Persson PB, Bondke Persson A: Neurovegetative Regulation. In: Pape H-C, Kurtz A, Silbernaß S (HG). *Physiologie*. 8. Georg Thieme Verlag 2018: 865–883. doi:10.1055/b-006-149284
- [10] Schünke M, Schulte E, Schumacher U (Hg): 10. Vegetatives Nervensystem. In: *Kopf, Hals Und Neuroanatomie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 2015. doi:10.1055/b-0036-132032

[11] Güçlü Ç, Ünver S, Aydınlı B, Kazancı D, Dilber E, Özgök A: *The Effect of Sevoflurane vs. TIVA on Cerebral Oxygen Saturation During Cardiopulmonary Bypass – Randomized Trial. Advances in Clinical and Experimental Medicine* 2014; 23(6): 919–924. doi:10.17219/acem/37339

[12] DocCheck Flexikon: *Hagen-Poiseuille-Gesetz*. Unter: <https://flexikon.doccheck.com/de/Hagen-Poiseuille-Gesetz>. (03.09.2019)

[13] Schindler E, Benson M, Junger A, Müller M, Sticher J, Hempelmann G: *Aufwachverhalten bei balancierten Anästhesien mit unterschiedlichen Inhalationsanästhetika im Vergleich zu intravenösen Anästhesien (IVA): Eine retrospektive Analyse bei 20.060 Patienten.*

*AINS Anästhesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie* 2000; 35(6): 375–380. doi:10.1055/s-2000-3742

[14] Landoni G, Lomivorotov V v., Nigro Neto C et al.: *Volatile Anesthetics versus Total Intravenous Anesthesia for Cardiac Surgery. New England Journal of Medicine* 2019; 380(13):1214–25. doi:10.1056/NEJMoa1816476

#### INTERESSENKONFLIKTE

Die Autoren geben an, keine Interessenskonflikte zu haben.

Andreas Möbius, B.Sc., ECCP  
Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für  
Herzchirurgie, Abteilung Kardiotechnik  
Im Neuenheimer Feld 110  
69120 Heidelberg  
Tel: +49 (0)6221 – 56 36118  
Fax: +49 (0)6221 – 56 1944  
Email:  
[Andreas.Moebius@med.uni-heidelberg.de](mailto:Andreas.Moebius@med.uni-heidelberg.de)