

## Analosedierung in der Kardiologie. Konsensuspapier der DGK und DGAI 2024

Roland R. Tilz <sup>1,2</sup>, Sonia Busch <sup>3</sup>, K.R.J. Chun <sup>4</sup>, Christian Frerker <sup>5</sup>, Luise Gaede <sup>6</sup>, Daniel Steven <sup>7</sup>, Christiane Tiefenbacher <sup>8,11</sup>, Lars Eckardt <sup>11</sup>, Michael Sander <sup>13</sup>, Bernhard Zwißler <sup>14</sup>, Frank Wappler <sup>15</sup>, Vera von Dossow <sup>9</sup>, Holger Thiele <sup>12</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Rhythmologie, Universitäres Herzzentrum Lübeck, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Deutschland.

<sup>2</sup>Deutsches Zentrum für Herz-Kreislaufforschung e.V (DZHK), Partner Site Lübeck, Germany.

<sup>3</sup> Abteilung Elektrophysiologie. Herz-Zentrum Bodensee. Konstanz, Deutschland.

<sup>4</sup> CCB am Agaplesion Markus Krankenhaus, Frankfurt am Mein

<sup>5</sup> Medizinische Klinik II, Universitäres Herzzentrum Lübeck, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Deutschland.

<sup>6</sup> Medizinische Klinik 2, Universitätsklinik Erlangen

<sup>7</sup> Herzzentrum der Universitätsklinik Köln, Abteilung für Elektrophysiologie, Köln, Deutschland.

<sup>8</sup> Innere Medizin I, Marienhospital, Wesel

<sup>9</sup> Instituts für Anästhesiologie und Schmerztherapie, Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein-Westfalen, Bad Oeynhausen

<sup>10</sup> Klinik für Kardiologie, Herzzentrum Leipzig, Universität Leipzig

<sup>11</sup> Klinik für Kardiologie II Rhythmologie, Universitätsklinikum Münster

<sup>12</sup> Kommission für Klinische Kardiovaskuläre Medizin, Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, Düsseldorf, Deutschland

<sup>13</sup> Klinik für Anaesthesiologie, Direktor der Klinik für Anaestehsiologie und operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Giessen

<sup>14</sup> Direktor der Klinik für Anaesthesiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München

<sup>15</sup> Direktor der Klinik für Anaesthesiologie und operative Intensivmedizin, Klinikum Merheim

*Aus Gründen der besseren Lesbarkeit und Verständlichkeit der Texte wird in Springer-Publikationen in der Regel das generische Maskulinum als geschlechtsneutrale Form verwendet. Diese Form impliziert immer alle Geschlechter.*

### **Korrespondenzautor:**

Prof. Dr. Roland Richard Tilz  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Universitäres Herzzentrum Lübeck  
Klinik für Rhythmologie  
Ratzeburger Allee 160  
23562 Lübeck  
tilz6@hotmail.com

### **1. Zusammenfassung/Abstract Deutsch/Englisch**

Interventions in electrophysiology and interventional cardiology are increasingly common. Many of these interventions are performed under sedation to ensure patient's comfort and safety to facilitate e.g. transesophageal echocardiography, pain control, or long procedure duration. This consensus document by the German Cardiac Society (DGK) together with the German Association of Anesthesia and Intensive Care (DGAI) describes – based on current evidence – the structured pathways for sedation in cardiovascular medicine. The major goal is patient safety for patients undergoing electrophysiology and endovascular cardiovascular procedures. This consensus document is also aligned to the published S3 guideline for sedation in gastroenterology [23].

Eingriffe in der Elektrophysiologie und in der interventionellen Kardiologie haben in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Ein Teil dieser Eingriffe wird unter Sedierung durchgeführt. Diese ist erforderlich, um Patientenkomfort und Sicherheit zu gewährleisten, ggfs. transösophageale Echokardiographien durchzuführen, evtl. in Kombination mit Analgetika Schmerzen zu lindern oder komplexe, lange Prozeduren mit z.B. stabilen Mappingbedingungen zu ermöglichen.

Dieses Dokument wurde gemeinsam von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) erstellt. Es beschreibt – basierend auf aktueller Evidenz – strukturierte Sedierungspfade in der

kardiovaskulären Medizin. Hauptziel ist die Gewährleistung der Patientensicherheit im Rahmen von Analgosedierungen bei elektrophysiologischen und interventionellen Eingriffen. Dieses Konsensuspapier orientiert sich an der bereits publizierten S3 Leitlinie für Sedierung in der Gastroenterologie [23].

## **2. Präambel**

Eingriffe in der Elektrophysiologie und in der interventionellen Kardiologie haben in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Diese reichen von einfachen Eingriffen wie elektrischen Kardioversionen und transösophagealen Echokardiographien bis zu komplexen Interventionen wie der Implantation von kardialen Devices, Vorhofflimmer-Ablationen, Vorhofohrverschlüssen, Verschlüssen von Vorhof-, und Ventrikelseptumdefekten oder der Rekonstruktion bzw. des Ersatzes von Herzklappen. Der Großteil der Eingriffe erfolgt bei spontan atmenden Patienten in Analgosedierung. Die Sedierungstiefen reichen in Abhängigkeit vom Patienten und Eingriff von minimal, moderat bis hin zu tiefer Analgosedierung [8]. Die Wahl der Medikamente ist zentrums- und patientenabhängig. Häufig werden Benzodiazepine, Opioide und Propofol eingesetzt. Eine Allgemeinanästhesie ist nur selten erforderlich.

Es muss angemerkt werden, dass Interventionen in der Kardiologie (Ablationen, Vorhofohrverschlüsse und Klappeninterventionen) teilweise langwierige Prozeduren sind, die ggf. eine zeitgleiche Verwendung einer transösophagealen Echokardiographie erfordern. Patientenbewegungen können zu Komplikationen, wie Ungenauigkeiten von 3D-Maps oder weitaus seltener zu Herzperforationen bei Ablationen oder Vorhofohrverschlüssen führen. Bei Katheterablationen führt eine ruhige und flache Atmung zu einer stabileren Katheterposition und zu präziseren Läsionen und damit Ablationserfolgen [24]. Zudem erfordern elektrische Kardioversionen im Rahmen von Interventionen oder als alleinige Therapie von Herzrhythmusstörungen eine tiefe Sedierung [30]. Die TEE-gesteuerten AV-Klappenprozeduren sind nicht selten zeitintensiv damit für Patienten anstrengend. Aus diesen Gründen ist eine Analgosedierung bei ausgewählten interventionellen kardiologischen Eingriffen verbreitet und z.B. bei Vorhofflimmerablationen in den meisten deutschen Kliniken Standard [8].

### **2.1 Rationale**

In der Kardiologie wird eine Analgosedierung bei nicht-intubationspflichtigen Prozeduren in vielen Zentren in Deutschland durch nicht-ärztliches Assistenzpersonal unter ärztlicher

Aufsicht durchgeführt, sogenannte „nurse-administered propofol sedation“ (NAPS). Die Sicherheit dieser NAPS-Konzepte konnte im Rahmen von gastroenterologischen Interventionen in zahlreichen Studien belegt werden [12, 21, 22]. Observationsstudien mit sehr großen Patientenzahlen sowie kleinere randomisierte Studien belegen mittlerweile auch die Sicherheit und Durchführbarkeit des Analgosedierungs-Konzeptes im Rahmen von kardiologischen Interventionen unter Verwendung von Propofol oder Dexmedetomidin [9, 10, 15, 25, 26]. Lange Zeit gab es keine Empfehlungen oder Leitlinien der Fachgesellschaften zur Durchführung von NAPS im Rahmen von kardiologischen Interventionen. Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (DGK) hat 2017 erstmals ein Positionspapier zur Kardioanalgosedierung mit Fokus auf Eingriffe in der Rhythmologie verfasst [29]. Dabei wurden klinische Standards definiert und juristische Aspekte bearbeitet. Seither hat die NAPS auch im Bereich der interventionellen Kardiologie an Bedeutung zugenommen. Daher hat die DGK beschlossen, dieses Papier gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) unter Berücksichtigung der aktuellen medizinischen Daten zu aktualisieren und um Eingriffe der interventionellen Kardiologie zu erweitern. Dieses Konsensuspapier orientiert sich an der S3-Leitlinie für Sedierung in der Gastroenterologie [23]. In der S3 Leitlinie sind bereits wichtige medikolegale Aspekte geprüft und zwischen den Fachgesellschaften konsentiert worden.

Für kathetergestützte Aortenklappenimplantationen (TAVI) wird auf die Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) über Maßnahmen zur Qualitätssicherung bei der Durchführung von minimalinvasiven Herzklappeninterventionen verwiesen.

## **2.2 Ziel**

Das Ziel des Konsensuspapiers ist es, deutschlandweit Standards der Analgosedierung in der Kardiologie auf Grundlage evidenzbasierter Medizin zu etablieren. Es soll eine flächendeckende Umsetzung qualitätsgesicherter und sektorenübergreifender Versorgung von Patienten mit einer Analgosedierung in der interventionellen Kardiologie gewährleisten. Es bezieht sich schwerpunktmäßig auf folgende Prozeduren:

- elektrische Kardioversionen
- diagnostische elektrophysiologische Untersuchungen
- Katheterablationen von Herzrhythmusstörungen
- Implantationen von kardialen Devices wie Herzschrittmacher und Defibrillatoren

- Implantationen von Vorhofohrverschlüssen
- Verschluss von Vorhof- und Ventrikelseptumdefekten
- Interventionen an AV-Klappen

Insbesondere werden folgende Aspekte beleuchtet:

Indikationen, Ziele

Auswirkung auf Effektivität und Sicherheit der Prozedur

Risikoabschätzung

Pharmaka, Kombinationstherapie, Applikationstechniken

Strukturqualität und Prozessqualität sowie Qualitätssicherung

### **3. Hauptteil**

#### **3.1. Literaturrecherche**

Die Literaturrecherche wurde dezentral innerhalb der Arbeitsgruppe durchgeführt und erfolgte in der PubMed-Datenbank mit folgenden Suchbegriffen: „sedation“ or „conscious sedation“ and „endoscopy“ or „catheter ablation“ or „transesophageal echocardiography“ or "left atrial appendage closure" or „M-TEER“ or „mitral intervention“ or „atrial septal defect“ or „left atrial appendix occlusion“. Es wurden Publikationen berücksichtigt, die zwischen 1990 und November 2022 in deutscher oder englischer Sprache veröffentlicht wurden. Die Literatur wurde von den Mitgliedern der Arbeitsgruppe bewertet.

#### **3.2. Indikationen, Ziele, bekannte Risiken, Patienten, Qualitätsziele**

##### **Empfehlung zur Analgosedierung**

Gegenstand dieser gemeinsamen Handlungsempfehlung der Fachgesellschaften DGK und DGAI ist die Analgosedierung für diagnostische und interventionelle kardiale Prozeduren bei erwachsenen Patienten der Kardiologie (Ausnahme TAVI).

Mit Patienten, die sich kardiologischen Interventionen unterziehen, sollte die Möglichkeit einer Analgosedierung besprochen werden. Man unterscheidet zwischen minimaler, moderater und tiefer Analgosedierung. Bei zu erwartenden komplexen oder länger andauernden Interventionen sollte eine tiefe Analgosedierung mit dem Patienten diskutiert

werden. Ziele einer Sedierung in der Kardiologie sind die Verbesserung der Ergebnisqualität (Ruhigstellung bei diagnostischen und interventionellen Maßnahmen) und ein optimaler Komfort für den Patienten (Stress- und Angstreduktion).

Die Prozeduren können im Einzelfall effektiver und komplikationsärmer durchgeführt werden [5, 9]. Eine tiefe Analgosedierung kann das Risiko für unerwartete Bewegungen des Patienten reduzieren und eine stabile, optimale Lage der Katheter während des gesamten Eingriffs erleichtern.

### **Empfehlung zur Indikationsstellung einer Sedierung**

Bei jeglicher Analgosedierung in der Kardiologie sollten die Begleiterkrankungen und individuellen Risikofaktoren des jeweiligen Patienten berücksichtigt werden (u.a. Allergien, kardiales Risikoprofil, linksventrikuläre (LV) Funktion). Insbesondere bei Patienten mit hochgradig eingeschränkter LV-Funktion und niedrignormalen Blutdruckwerten muss die Auswahl des Medikamentes und die Tiefe der Analgosedierung auf diese Faktoren abgestimmt werden. Bei bestimmten elektrophysiologischen Prozeduren mit schwierig induzierbaren Arrhythmien, sollte ggf. zu Beginn der Prozedur auf eine Analgosedierung verzichtet und diese dann evtl. im Verlauf der Prozedur initiiert werden, da die Analgosedierung zum Beispiel spontane fokale Aktivität bei der Ablation einer ventrikulären Extrasystole supprimieren kann [4, 7]. Auf die vorherig eingenommene antihypertensive Therapie sollte geachtet und ggf. am Tag der Prozedur verzichtet werden. Das Vorgehen hierzu hängt vom jeweiligen Patienten und der entsprechenden Medikation ab.

## **3.3. Auswirkung auf Effektivität und Sicherheit der Prozedur**

### **Risikoabschätzung**

#### **Anästhesiologisches Back-up und Beurteilung der Sedierung**

Wenn sedierend und analgetisch wirkende Substanzen eingesetzt werden, können abhängig von der Wahl des Wirkstoffs und der applizierten Menge Zustände von minimaler, moderater Sedierung und/oder Anxiolyse bis hin zu einer tiefen Sedierung und Allgemeinanästhesie erreicht werden. Hierbei sind die Übergänge fließend. Daher sollte man bei allen Patienten zu Beginn ein Basismonitoring (SpO<sub>2</sub>, NiPB, EKG) zur Überwachung der Atem- und Kreislaufparameter etablieren. Darüber hinaus empfiehlt es sich, auch die Tiefe der Sedierung

regelmäßig mittels einer validierten Skala zu überprüfen (Tabelle 1). Der Übergang zwischen moderater und tiefer Sedierung kann schwer abgrenzbar sein und einer zügigen Dynamik unterliegen. Im Einzelfall (z.B. schwierige Sedierung bei Adipositas und Schlafapnoe) kann eine assistierte Beatmung oder ggf. auch eine Intubation mit kontrollierter Beatmung notwendig werden [9, 32]. Für die Behandlung von Sedierungskomplikationen sollte sofort ein in der Notfall- oder Intensivmedizin trainierter und ausgebildeter Facharzt zur Verfügung stehen.

Elektive Allgemeinanästhesien sind dem Anästhesisten vorbehalten. Sofern tiefe Analgosedierungen geplant durch einen Anästhesisten durchgeführt werden, werden Sedierungskomplikationen auch durch diesen behandelt.

**Tabelle 1**  
Sedierungsstadien (für Erwachsene und Kinder)  
(in Anlehnung an ASA-Definition 2002 [1] und AAP-Definition 2006 [2]).

		Vigilanz	Reaktion auf Stimulation	Spontanatmung	Kreislauffunktion	Schutzreflexe
<b>I</b>	<b>Minimale Sedierung</b>	wach, entspannt	normale Reaktion auf Ansprache	normal	normal	normal
<b>II</b>	<b>Moderate Sedierung</b>	schläfrig, somnolent	erweckbar, mindestens 10-sekündige Wachphasen mit normaler Reaktion auf Ansprache bzw. nicht schmerzhaft taktile Reize	normal	üblicherweise ausreichend	erhalten
<b>III</b>	<b>Tiefe Sedierung</b>	tief schlafend, soporös	Kontaktverlust, gezielte Abwehrbewegungen nur bei schmerzhaften Reizen	Intervention kann erforderlich sein	üblicherweise ausreichend	protektive Luftwegsreflexe können beeinträchtigt sein
<b>IV</b>	<b>Allgemein-Anästhesie</b>	bewusstlos	keine, allenfalls ungezielte Bewegungen oder spinale Reflexe bei schmerzhaften Reizen	Intervention regelmäßig erforderlich	kann beeinträchtigt sein	aufgehoben

- Bei der minimalen Sedierung ist der Patient wach und ansprechbar.
- Im Stadium der moderaten Sedierung sollte der Patient erweckbar sein und gezielte Antworten geben, hierbei ist eine Atemwegsicherung nicht erforderlich.
- Für Verfahren, bei denen der Patient sich nicht bewegen darf, z.B. für bildgebende Diagnostik, ist oft eine tiefe Sedierung notwendig. Der Patient sollte dabei durch Schmerzreize erweckbar sein. Die Spontanatmung und die Schutzreflexe sind häufig eingeschränkt, eine Atemwegsicherung kann erforderlich werden. Eine klare Abgrenzung zur Allgemeinanästhesie ist nicht immer möglich, der Übergang zwischen beiden Stadien ist fließend.
- In einer Allgemeinanästhesie sind Bewusstsein und Schmerzempfindung vollständig aufgehoben, die Schutzreflexe erloschen. Die Atmung ist eingeschränkt, die Atemwege müssen immer gesichert werden.

Berufsverband Deutscher Anästhesistinnen und Anästhesisten (BDA)/Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen bei Erwachsenen. Anästh Intensivmed 2010; 51: S598–S602

## Abschätzung des individuellen Patientenrisikos

### Grundsätze und Risiken einer Sedierung

Zeitgemäße Sedierungskonzepte spontan atmender Patienten für interventionelle kardiale Prozeduren beinhalten ein mildes bis moderates Sedierungsziel ohne Beeinträchtigung der Vitalfunktionen. Als Vitalfunktionen werden lebenswichtige Vorgänge zusammengefasst, d.h. ZNS-Funktion, Atmung, Kreislauf, Gerinnung, Elektrolyte- und Wasserhaushalt und Stoffwechsel. Der Patient sollte ruhig liegen, aber jederzeit rasch erweckbar und kooperativ sein. Der Übergang von einem tiefen Sedierungsstadium zum vollständigen

Bewusstseinsverlust/Allgemeinanästhesie mit Verlust der Schutzreflexe und konsekutiv erhöhtem Aspirationsrisiko (Husten- und Schluckreflex) sowie Atmungs- und Kreislaufdepression ist allerdings nicht immer sicher zu differenzieren. Das kann mit einer schlechteren Steuerbarkeit der Sedierung assoziiert sein und zu einem lebensbedrohlichen Atem- und Herz-Kreislaufstillstand führen.

[1][11, 19]

### **Stellenwert der Risikostratifizierung: Einfluss der Begleiterkrankungen**

Bei allen diagnostischen und interventionellen Eingriffen in der Kardiologie handelt es sich vor allem um Patienten mit akuten und/oder chronische Herzerkrankungen. Grundsätzlich kann bei allen Patienten eine milde, moderate oder tiefe Sedierung unter Gewährleistung der kardiorespiratorischen Stabilität und Berücksichtigung der pharmakodynamischen und pharmakokinetischen Wirkungen der einzelnen für die Sedierung eingesetzten Substanzen durchgeführt werden.

Mit der aktualisierten ASA –Klassifikation steht für den klinischen Alltag ein Werkzeug für die Risikostratifizierung operativer Patienten zur Verfügung. Durch Nennung von beispielhaften Grunderkrankungen oder akuten Krankheitszuständen erlaubt die überarbeitete ASA-Klassifikation eine einfache Anwendung dieser Risikostratifizierung in allen Fachdisziplinen (Tabelle 3). Die ASA-Klassifikation wird zudem auch in wissenschaftlichen Untersuchungen als Graduierungssystem für die Beurteilung der perioperativen Morbidität und Mortalität verwendet. Beispielsweise ist die ASA-Klassifikation im “Myocardial Infarction and Cardiac Arrest“ (MICA score) als Element zur kardialen Risikoevaluation bei den aktuellen präoperativen Risikoevaluationen der ESC-Empfehlungen aufgeführt [6, 11]. Die ASA-Klassifikation ist auf die beschriebene Analgosedierung in diesem Konsensdokument allerdings nur eingeschränkt übertragbar.

<b>ASA-Klasse</b>	<b>Definition</b>	<b>Beispiele Erwachsene</b>
<b>I</b>	Ein normaler gesunder Patient	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesund</li> <li>• Nicht-Raucher</li> <li>• Kein oder minimaler Alkoholabusus</li> </ul>
<b>II</b>	Ein Patient mit milder systemischer Erkrankung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Milde Erkrankungen ausschließlich ohne wesentliche/substanzielle funktionelle Einschränkungen</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktiver Raucher</li> <li>• Regelmäßiger Alkoholkonsum bei gesellschaftlichen Anlässen („social drinker“)</li> <li>• Schwangerschaft</li> <li>• Adipositas permagna (BMI &gt;40 kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>• Gut eingestellter Diabetes mellitus/arterielle Hypertonie</li> <li>• Milde Lungenerkrankung</li> </ul>
<b>III</b>	Ein Patient mit schwerer systemischer Erkrankung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substanzielle funktionelle Einschränkungen</li> <li>• Eine oder mehrere moderate oder schwere Erkrankungen</li> <li>• Schlecht eingestellter Diabetes mellitus/arterielle Hypertonie</li> <li>• Adipositas (BMI &gt;40 kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>• Aktive Hepatitis</li> <li>• Alkoholabhängigkeit oder -abusus</li> <li>• Träger von Herzschrittmachern</li> <li>• Moderate Reduktion der Ejektionsfraktion</li> <li>• Terminale Niereninsuffizienz mit regelmäßigen Dialyseintervallen</li> <li>• Zurückliegende(r) (&gt;3 Monate) Myokardinfarkt, Apoplex, TIA oder Vorgeschichte von cAVK bzw. Implantation von cerebralen Stents</li> </ul>
<b>IV</b>	Ein Patient mit schwerer systemischer Erkrankung, die eine konstante Bedrohung für das Leben darstellt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frische(r) (&lt;3 Monate) Myokardinfarkt, Apoplex, TIA oder Vorgeschichte von cAVK bzw. Implantation von zerebralen Stents</li> <li>• Fortbestehende kardiale Ischämie</li> <li>• Schwere Herzklappendysfunktion</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwere Reduktion der Ejektionsfraktion</li> <li>• Schock</li> <li>• Sepsis</li> <li>• Disseminierte intravasale Koagulopathie</li> <li>• Akutes Nierenversagen oder terminale Niereninsuffizienz ohne regelmäßige Dialysetherapie</li> </ul>
<b>V</b>	Ein moribunder Patient, der voraussichtlich ohne operativen/interventionellen Eingriff nicht überleben wird	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupturiertes Aortenaneurysma (thorakal/abdominal)</li> <li>• Massives Trauma</li> <li>• Intrakranielle Blutung mit Masseneffekt</li> <li>• Darmischämie im Zusammenhang mit einer schweren kardialen Pathologie oder einem Multiorganversagen</li> </ul>
<b>VI</b>	Ein Hirntoter Patient, dessen Organe zur Spende entnommen werden	

Tabelle 3 ASA-Klassifikation. BMI=Body-Mass-Index; TIA= transitorische ischämische Attacke, cAVK=cerebrale arterielle Verschlusskrankheit; ICD=implantierbarer Cardioverter Defibrillator

Böhmer A, Defosse J, Geldner G, Rossaint R, Zacharowski K, Zwißler B, et al: Die aktualisierte Version der ASA-Klassifikation. *Anästh Intensivmed* 2021;62:223–228. DOI: 10.19224/ai2021.223

Im Gegensatz zu der AWMF-S3 Leitlinie zur Sedierung in der Gastroenterologie, handelt es sich in der Kardiologie häufig um Patienten der ASA-Klassifikation III-IV. Oftmals haben diese Patienten eine begleitende Adipositas oder sind Patienten mit Herzschrittmacher, Z. n. Herzinfarkt, TIA etc. Klinische Studien belegen eine Patientensicherheit für Analgosedierung auch für BMI >35 kg/m<sup>2</sup> (26).

Bei Vorliegen der folgenden Risikofaktoren kann die Indikation zur Durchführung einer Allgemeinanästhesie oder tiefen Analgosedierung durch den Anästhesiologen erwogen werden. :

- Lungenerkrankungen mit globaler Ventilationsstörung und Sauerstoffpflichtigkeit
- Pathologisch-anatomische Hinweise auf einen schwierigen Atemweg
- Erhöhtes Aspirationsrisiko

Vor allem sollten pathologisch-anatomische Besonderheiten, die zu Atemwegsproblemen führen können (wie ein ausgeprägter Stridor oder bekannte anatomische Auffälligkeiten) in das patientenindividualisierte Risikoprofil aufgenommen werden.

Risiken einer Analgosedierung in der Kardiologie bestehen insbesondere in kardiovaskulären und pulmonalen Komplikationen. Es bedarf einer Risikostratifizierung bei der Vorbereitung eines Patienten und bei der Festlegung der Sedierungsstrategie. Das gilt nicht nur für die Auswahl der verwendeten Substanzen, sondern auch für die Auswahl der erforderlichen personellen, räumlichen und apparativen Ausstattung für die Überwachung eines Patienten inklusive der postinterventionellen Nachsorge.

Besonders zu würdigende Punkte sind in Tab. 2 aufgeführt.

<b>Tabelle 2 Besonders zu würdigende Punkte zur Einschätzung eines erhöhten Risikos für eine Kardioanalgosedierung (mod. nach [20?])</b>
<b>Body Mass Index &gt;35 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Substanzabusus</b>
<b>Obstruktive Schlafapnoe (diagnostiziert oder hohes Risiko)</b>
<b>Respiratorische Grunderkrankung, SpO<sub>2</sub> &lt; 94% bei Raumluft</b>
<b>Signifikante renale oder hepatische Funktionsstörung</b>
<b>Hochgradig eingeschränkte linksventrikuläre Funktion</b>
<b>Anamnese für vorangegangene komplizierte Sedierung/Anästhesie</b>

### **Empfehlung zur Lagerung**

Es sollte maximale Sorgfalt bei der Lagerung des Patienten auf dem Herzkathetertisch angewendet werden, um Lagerungsschäden zu vermeiden. Vor allem bei leichter und milder

Sedierung kommt es vor, dass Patienten sich spontan bewegen. Sie sollten im Vorfeld angemessen über die Bedeutung des „ruhigen Stillhaltens“ aufgeklärt werden. Es sollte auch darauf geachtet werden, dass Patienten nicht auskühlen (ggfs. Wärmematte) und die Augen nicht austrocknen (ggf. Augentropfen).

### **3.4. Pharmaka, Kombinationstherapie, Applikationstechniken**

#### **Übersicht der in der Elektrophysiologie eingesetzten Substanzgruppen**

##### **Allgemeine Voraussetzungen**

##### **Aufklärung, Vorbereitung, Nüchternheitsgrenzen**

Im Rahmen der Risikoaufklärung über die interventionelle Prozedur ist der Patient rechtzeitig über die Analgosedierung, deren Vor- und Nachteile inklusive der Risiken bzw.

Komplikationen durch einen Arzt aufzuklären. Dies ist zu dokumentieren.

Der Patient ist über die 24-stündige Beeinträchtigung des Reaktions- und Urteilsvermögens sowie die Einschränkung der Fahrtauglichkeit aufzuklären. Bei ambulant durchgeführten Prozeduren muss eine kompetente Begleitung zum Zeitpunkt der Entlassung gewährleistet sein. Die DGAI-Empfehlungen zur Einhaltung der Nüchternheitsgrenzen für Nahrung (6 Stunden) und klare Flüssigkeiten (2 Stunden, Wasser, Tee, Kaffee ohne Milch) sollten vor interventionellen Eingriffen, die unter tieferer Sedierung erfolgen, eingehalten werden.

Rauchen führt zu einer erhöhten Inzidenz an perioperativen Komplikationen. Bereits eine Nikotinkarenz von 12-48 h führt zu erniedrigten CO-Hb- Spiegel und dadurch zu einer erniedrigten Inzidenz kardialer Ischämien. Daher wird vor allem Patienten mit koronarer Herzerkrankung eine 12-48-stündige Nikotinkarenz empfohlen [33]. Da ein präoperativer Nikotinkonsum nicht zu einem erhöhten Aspirationsrisiko führt, rechtfertigt ein “Verstoß gegen die Rauchabstinenz” nicht das Absetzen eines kardialen Eingriffs in Analgosedierung.

##### **Sedativa, Analgetika**

##### **Auswahl der Substanzen**

Die Applikation von Sedativa kann kontinuierlich oder diskontinuierlich über einen peripher intravenös gelegten Zugang erfolgen. Die Beendigung der Sedierung erfolgt durch

Umverteilung, Metabolisation und Exkretion. Dies setzt eine genaue Kenntnis der Pharmakokinetik und Pharmakodynamik der einzelnen intravenösen Substanzen voraus, die im Folgenden erläutert werden.

## **Propofol**

Propofol ist aktuell die am häufigsten eingesetzte Substanz im Bereich der interventionellen Kardiologie, vor allem im Rahmen des „NAPS“ Konzeptes. Bei der Verwendung von Propofol zur kontinuierlichen Applikation als auch zur titrierten Bolusgabe müssen die pharmakokinetischen Effekte und pharmakodynamischen Wirkungen dem Kardiologen sowie dem nichtärztlichen Assistenzpersonal bekannt sein.

## **Pharmakokinetische Grundlagen**

Propofol ist ein lipidsubstituiertes Phenolderivat. Die Substanz ist wasserunlöslich und enthält unter anderem Sojaöl, hochreines Eilecithin und Glycerol. Das enthaltene Sojaöl wird während der Produktion von Proteineinheiten gereinigt, so dass eine immunologisch getriggerte anaphylaktische Reaktion unwahrscheinlicher ist. Ebenso verhält es sich mit einer Allergie gegen Nüsse und Hülsenfrüchte, bei denen eine 5%-ige Kreuzreaktivität mit Soja beschrieben ist. Mittlerweile werden auch mittelkettige Triglyceride in Wasser (MCT) verwendet [2].

Propofol entfaltet seine sedierende Wirkung im Gehirn durch Aktivierung des GABA<sub>A</sub>-Rezeptor-Komplexes. Infolge schneller Umverteilung fallen die Blutspiegel von Propofol nach einer Bolusgabe schnell ab. Die initiale Verteilungshalbwertszeit beträgt ca. 2 Minuten. Die Clearance von Propofol ist die höchste unter allen derzeit klinisch verfügbaren Hypnotika/Sedativa. Aufgrund der hohen Clearance verliert Propofol auch bei längerfristiger Dosierung nicht seine gute Steuerbarkeit, was sich darin äußert, dass die kontext-sensitive Halbwertszeit dieser Substanz auch bei Infusionsdauern von mehreren Stunden unter ca. 30-40 Minuten bleibt. Die Eliminationshalbwertszeit von 4-5 Stunden steht nicht im Widerspruch zur guten Steuerbarkeit dieser Substanz, sie ist vielmehr Ausdruck der langsamen Umverteilung in das Fettgewebe und der Rezirkulation. Die Elimination erfolgt renal.

## **Pharmakodynamische Wirkungen**

Propofol wirkt negativ inotrop und chronotrop, es führt zu einer Vasodilatation mit Blutdruckabfällen. Das hat klinische Relevanz vor allem bei Patienten mit hochgradig

eingeschränkter linksventrikulärer Funktion. Hier sollte Propofol mit besonderer Vorsicht eingesetzt werden. Aufgrund der Reduktion des Sympathikotonus und Abschwächung des Barorezeptor Reflexes kommt es zu einem Abfall der Herzfrequenz. Propofol führt dosisabhängig und Patienten-individuell (z.B. ältere Patienten) zu einer Atemdepression und Apnoe, die eine assistierte Beatmung erforderlich machen kann. Insbesondere bei älteren Patienten sollte daher eine Dosisreduktion erfolgen. Propofol sollte nicht bei schwangeren Patientinnen eingesetzt werden.

Propofol kann bei einem Brugada Syndrom Veränderungen aggravierend und zu lebensbedrohlichen Rhythmusstörungen führen, die Substanz soll daher mit besonderer Vorsicht bei Patienten mit einem Brugada Syndrom eingesetzt werden oder vermieden werden. Es kann zudem ein Restless-legs-Syndrom verstärken.

Das Propofolinfusionssyndrom (PRIS) ist eine seltene Komplikation mit hoher Letalität [31]. Die Leitsymptome sind: Rhythmusstörungen, Rhabdomyolyse mit massiver Erhöhung der gesamt-CK, Laktatazidose und Multiorganversagen. Die meisten in der Literatur beschriebenen Propofolinfusionssyndrome traten bei längerer Infusionsdauer und höherer Dosierung ( $>4$  mg/kg/h) auf. Allerdings sind schwerwiegende Komplikationen auch bei kürzerer Einsatzdauer beschrieben worden.

### **Dosierung**

Die Dosis für leichte und milde kontinuierliche Sedierungen mit Propofol beträgt 0,5-2 mg/kg/h. Bolusgaben sollten 0,5 mg/kg nicht überschreiten und titriert werden, da immer mit einer Atemdepression und Apnoephasen gerechnet werden muss, die dann eine assistierte Beatmung erforderlich machen. Bei tiefer Sedierung kann eine Erhöhung der kontinuierlichen Laufrate bis 4 mg/kg/h notwendig sein, allerdings sollte vor allem bei älteren Patienten  $>65$  Jahre die Dosis wie bei allen anderen Sedativa auch Patienten-individuell an die Wirkung angepasst werden. Bei älteren Patienten ( $>65$  Jahre) und Patienten der ASA-Risikogruppen III/IV ist häufig eine Dosisreduktion auf 1-1,5 mg/kg KG erforderlich. Der Wirkungseintritt nach Bolusgabe erfolgt innerhalb 25-40 Sekunden, die maximale Wirkung ist nach ca. 3,5 Minuten erreicht und die Wirkdauer beträgt ca. 6-10 Minuten, wobei die Wirkbeendigung durch Umverteilung eintritt. Durch seine hohe Clearance ist Propofol von allen derzeit zugelassenen Sedativa/Hypnotika am besten für die intravenöse Aufrechterhaltung der

Sedierung/Narkose geeignet, da es kaum kumuliert und auch nach längerer Infusionsdauer gut steuerbar bleibt.

Es sollte zudem berücksichtigt werden, dass die Substanz sehr lipophil ist und dadurch ein hohes Risiko für eine bakterielle Kontamination besteht. Bei unsachgemäßer Zubereitung ist eine Häufung bakterieller Infektionen beschrieben, Propofol darf daher erst direkt vor der Applikation aufgezoogen werden

Der die Sedierung durchführende und für die Sedierung verantwortliche Arzt soll in der Intensivmedizin erfahren sein. Er soll in der Anwendung von Sedativa und Analgetika und damit in Kenntnis, Erkennen und Behandlung potentiell auftretender Nebenwirkungen, einschließlich der kardiopulmonalen Reanimation, dem Freimachen/Freihalten eines durchgängigen Luftweges, der Intubation und der manuellen Beatmung speziell geschult sein und sie beherrschen [23].

### **Alpha<sub>2</sub>-Rezeptor-Agonisten**

Alpha<sub>2</sub>-Rezeptor-Agonisten haben eine weite klinische Verbreitung als adjuvante Substanz in der intensivmedizinischen Analgosedierung gefunden. Neben Clonidin steht in Europa seit 2011 Dexmedetomidin als deutlich selektiverer zentraler  $\alpha_2$ -Rezeptor-Agonist zur Verfügung, der für die prozedurale Sedierung erwachsener, nicht intubierter Patienten während diagnostischer oder chirurgischer Maßnahmen zugelassen ist. Die Analgosedierung mit Dexmedetomidin kann auch im Rahmen von Vorhofflimmer Ablationen sicher unter ärztlicher Aufsicht durchgeführt werden [26].

### **Pharmakokinetische Grundlagen**

Dexmedetomidin ist ein hoch selektiver  $\alpha_2$ -Rezeptor-Agonist mit sedierender, analgetischer und anxiolytischer Wirkung. Die Substanz ist chemisch dem Clonidin verwandt. Die kontextsensitive Halbwertszeit beträgt zwei Stunden und bietet somit ein günstiges pharmakokinetisches Wirkprofil. Die pharmakologische Weiterentwicklung des Dexmedetomidin im Vergleich zu Clonidin begründet sich in erster Linie in einer ca. 8-fach höheren  $\alpha_2$ -Rezeptor-Selektivität ( $\alpha_2:\alpha_1=1600:1$ ; bei Clonidin 200:1). Die Wirkung ist dosisabhängig und wird je nach applizierter Dosierung der kontinuierlichen Infusion nach ca. 20-30 min erreicht. Bei einer Distributionshalbwertszeit von 6–8 Minuten und einer kontextsensitiven Halbwertszeit von 2 Stunden nach kontinuierlicher intravenöser Infusion ist

Dexmedetomidin eine sehr gut steuerbare Substanz. Da es zu 95 % in der Leber metabolisiert wird, sind schwere Leberfunktionsstörungen eine Kontraindikation.

Die Infusion wird im Allgemeinen mit 0,6–0,8 µg/kg/Stunde begonnen und anschließend bis zur Erreichung der gewünschten klinischen Wirkung auf Dosierungen zwischen 0,2 und 0,4 µg/kg/Stunde eingestellt. Diese Dosierungsempfehlungen gelten für die gleichzeitige Applikation mit Propofol.

### **Pharmakodynamische Wirkungen**

Klinisch ermöglicht Dexmedetomidin eine Sedierungstiefe, die das Erwecken durch verbale Stimuli zulässt [Richmond Agitation Sedation Scale (RASS): 0 bis – 3]. Im Gegensatz zu anderen Sedativa bewirkt Dexmedetomidin keine Atemdepression. Gelegentlich kommt es bei Infusionsbeginn zu einer passageren Erhöhung des Blutdrucks, dem anschließend eine milde hypotone Phase folgt. Aufgrund dieser hämodynamischen Effekte sollte Dexmedetomidin nicht als Bolusgabe appliziert werden.

Dexmedetomidin bietet im Rahmen von elektrophysiologischen Eingriffen gewisse Vorteile als Adjuvans einer kontinuierlichen Propofolsedierung. Hiermit können die pharmakodynamischen Nebenwirkungen von Propofol wie Kreislauf- und Atemdepression bei grenzwertigen Hochrisikopatienten oder auch älteren Patienten reduziert werden [26]. Bei beatmeten, kritisch kranken ≤ 65 Jahre alten Patienten auf Intensivstation führt eine Sedierung mit Dexmedetomidin im Vergleich zu einer Standardsedierung allerdings zu einer erhöhten Mortalität [27, 28] [27]

## **Benzodiazepine**

### **Pharmakokinetik und Pharmakodynamik**

Benzodiazepine binden an spezifische Bindungsstellen des GABA<sub>A</sub>-Rezeptors, die sogenannten Benzodiazepinrezeptoren.

### **Pharmakokinetik Benzodiazepine**

	<b>Midazolam</b>	<b>Flunitrazepam</b>	<b>Lorazepam</b>	<b>Diazepam</b>
		<b>m</b>		

Wirksamkeit	kurz	mittellang	mittellang	lang
Dosis (mg/kg)	0,05	0,01-0,03	0,025-0,05	0,10-0,35
Wirkungsbeginn (min)	0,5-1	3-5	1-2	0,5-1
Wirkungsdauer nach einmaliger Injektion (h)	1	6-8	6-8	10-15
Verteilungsvolumen (ml/kg/KG)	1,1-1,7	3,8	0,8-1,3	0,7-1,7
Halbwertszeit (h)	1,5-2,5	11-22	12-16	24-48
Metabolitenhalbwertszeit (h)	< 1,0	-	13-16	30-100
Clearance (ml/min/kg)	6,4-11	-	0,8-18	0,2-0,5

Aufgrund der langen Metabolisierungshalbwertszeit sollte Diazepam nicht mehr verwendet werden.

### Pharmakodynamik

Benzodiazepine wirken anxiolytisch, sedierend, hypnotisch, anterograd amnestisch, antikonvulsiv. Sie haben keine analgetische Potenz. In hohen Konzentrationen führen sie zur Abnahme des peripheren Gefäßwiderstandes mit Abfall des arteriellen Blutdruckes und zu einer Beeinflussung des Atemantriebes bis hin zum Atemstillstand. Insbesondere bei älteren Patienten sind paradoxe Wirkungen möglich (Delir, Unruhezustände, Alpträume).

Benzodiazepine können für ängstliche Patienten in einer geringen Dosierung zur Anxiolyse als Prämedikation am Vorabend oder Tag der Intervention eingesetzt werden. Bei älteren Patienten >65 Jahren sollte auf Alternativpräparate, wie Baldriandragees oder Melatonin (4 mg p.o.) ausgewichen werden.

### Kontraindikationen

- Absolut: Myasthenia gravis, Muskelhypotonie, hepatische Porphyrie
- Relativ: schwere obstruktive Lungenerkrankungen, Schlafapnoesyndrom, Leberinsuffizienz, Schwangerschaft, Stillzeit, akute Alkoholintoxikation

### Benzodiazepinantagonist Flumazenil

Der Antagonist Flumazenil (Imidazobenzodiazepin) antagonisiert kompetitiv sämtliche Wirkkomponenten der gebräuchlichen Benzodiazepine durch hohe Affinität an der Benzodiazepinbindungsstelle des GABA<sub>A</sub>-Rezeptors. Der Wirkeintritt von Flumazenil erfolgt bei intravenöser Gabe relativ schnell - in der Regel schon nach ca. 2-5 Minuten. Die Halbwertszeit des Wirkstoffs beträgt aufgrund der raschen Metabolisierung jedoch nur etwa 60 Minuten, so dass es schon nach ca. 2 Stunden zu einer Aufhebung des antagonistischen Effektes kommt

- Cave: Resedierung, mindestens 2 Stunden postprozedurale Überwachung erforderlich bei Antagonisierung
- Dosierung: initial i.v. Applikation 0,2 mg; dann titriert 0,1 mg alle 60 Sekunden (Gesamtdosis: 0,2-0,6 mg, max. 2-3 mg)

### **Etomidate**

Etomidate wird wie die anderen Substanzen über die GABA-Rezeptoren vermittelt. Der Wirkungseintritt ist dem Propofol vergleichbar und beträgt 30-45 Sekunden. Etomidate ist aufgrund der geringen hämodynamischen Nebenwirkungen bei Patienten mit eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion und eingeschränkter Koronarreserve geeignet. Es zeichnet sich durch die Gewährleistung einer hämodynamischen Stabilität aus, da es nur geringe negativ inotrope, negativ chronotrope Wirkungen hat. Es kann dosisabhängig zu einer Atemdepression und Apnoe führen. Im Rahmen von elektiven elektrischen Kardioversionen, transösophagealen Echokardiographieuntersuchungen oder Testungen der Defibrillation nach ICD-Implantation, kann Etomidate i.v. (0,1-0,2 mg/kg) verwendet werden.

### **Opioide**

Das häufig im Rahmen von Analgosedierungen verwendete Opioid ist das ultra-kurz wirksame Remifentanyl. Das ältere Opioid Fentanyl wird zwar ebenfalls häufig noch eingesetzt, allerdings hat es nach Bolusapplikation die längste Halbwertszeit und ist schlechter steuerbar. Alternativ wird häufig auch Piritramid eingesetzt.

### **Pharmakokinetik**

Remifentanyl ist ein Phenylpiperidinderivat und hat die Eigenschaften eines  $\mu$ -Agonisten. Aufgrund seiner Esterstruktur hat es eine kürzere terminale Halbwertszeit. Die unmittelbar nach Injektion einsetzende Metabolisierung durch unspezifische Plasma- und Gewebeeresterasen erklärt die sehr kurze Wirkdauer (<10 min) und sehr gute Steuerbarkeit.

Remifentanyl kumuliert auch bei mehrstündiger kontinuierlicher Gabe nur selten (Vorsicht ist geboten bei älteren Patienten: Dosisreduktion!). Der Abbau erfolgt unabhängig von der Leber- und Nierenfunktion. Die ultrakurze kontextsensitive Halbwertszeit bleibt auch nach mehrstündiger Applikation linear stabil. Remifentanyl kann somit unabhängig von der vorausgegangenen Infusionsdauer in beliebiger Rate ohne klinisch relevante Beeinflussung der Eliminationskinetik appliziert werden. Für eine ausreichende Analgesie während der Sedierung sind Dosierungen von 0,025-0,05 - max. 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ . Die Infusion ist bis zum Ende der Prozedur möglich. Eine Bolusgabe sollte wegen der zu erwartenden schweren Atemdepression und möglicher Thoraxrigidität nicht erfolgen.

### **Häufige pharmakologische Kombinationstherapien**

Kombinationstherapien zur intravenösen Sedierung umfassen in der Regel die Kombination eines Sedativums mit einem Analgetikum oder die Kombination zweier Sedativa. Ein generelles Prinzip bei der Kombination von Propofol mit z.B. Remifentanyl ist die gegenseitige Wirkverstärkung, so dass die Gefahr von entsprechenden Nebenwirkungen wie Atemdepression und Hypotonie im Vergleich zu einer Monosedierung oder einer Kombination zweier Sedativa größer ist. Die Dosisersparung durch Kombination von Propofol und Dexmedetomidin kann akzidentelle Übersedierungen vermeiden, das Risiko für Nebenwirkungen wie Atemdepression und Apnoe verringern und zu einer schnelleren Aufwachzeit beitragen.

Benzodiazepine eignen sich bei ängstlichen Patienten im Sinne einer Prämedikation. Bei wenig schmerzhaften Eingriffen oder kurzen Eingriffen bietet sich das Sedierungsschema mit kontinuierlich Propofol (1-2  $\text{mg}/\text{kg}/\text{h}$ ) und Dexmedetomidin (0,4-0,6  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$ ) an.

### **3.5. Strukturqualität: persönliche, personelle, apparative Voraussetzungen**

Für die Durchführung der Analgosedierung ist ein Team, bestehend aus adäquat geschultem ärztlichem Personal und nicht-ärztlichem Assistenzpersonal erforderlich. Das oberste Ziel ist ein optimales Behandlungsergebnis unter Gewährleistung maximaler Patientensicherheit und -komfort. Observationsstudien mit sehr großen Patientenzahlen sowie kleinere randomisierte Studien belegen die Sicherheit und Durchführbarkeit des Analgosedierungs-Konzeptes im Rahmen von kardiologischen Interventionen unter Verwendung von Propofol und Dexmedetomidin. [9, 10, 15, 25, 26]. Das Konzept der NAPS ist in der klinischen Routineversorgung in Deutschland seit vielen Jahren etabliert [8, 23].

### **Persönliche Voraussetzungen**

Der verantwortliche Arzt muss Erfahrung in der Behandlung von Notfällen und in der internistischen Intensiv- und Notfallmedizin haben. Zum Erlangen dieser Fähigkeit sind 6 Monate Weiterbildung auf einer internistischen oder internistisch-interdisziplinären Intensivstation abzuleisten. Facharztstandard und fundierte Kenntnisse in der Behandlung kardiologischer und internistischer Krankheitsbilder sind erforderlich. Der verantwortliche Arzt muss Erfahrung in der Anwendung von Sedativa und Analgetika haben. Im Notfall oder bei Beeinträchtigungen der Atem- und/ oder Kreislauffunktionen muss ein zweiter Arzt umgehend verfügbar sein, um die Steuerung der Analgosedierung zu übernehmen. Alle an der Sedierung beteiligten Personen müssen spezielle Kenntnisse in Theorie und Praxis im Komplikationsmanagement von akuten respiratorischen und kreislaufrelevanten Komplikationen aufweisen (s. Abschnitt „Personelle Voraussetzungen“). Der verantwortliche Arzt soll im Management zu erwartender Komplikationen einschließlich der kardiopulmonalen Reanimation, des Freimachens/Freihaltens eines durchgängigen Atemwegs, der endotrachealen Intubation und der manuellen Beatmung speziell geschult sein und diese Techniken beherrschen.

### **Personelle Voraussetzungen**

Zur Durchführung von Analgosedierungen müssen ein qualifizierter Arzt und geschultes nicht-ärztliches Assistenzpersonal im Untersuchungsraum kontinuierlich anwesend sein. Der die Intervention durchführende Kardiologe trägt die Verantwortung der gesamten Prozedur einschließlich der Beaufsichtigung des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals, das die Sedierung durchführt. Im Notfall oder bei Beeinträchtigung der Atem- und /oder Kreislauffunktion muss ein zweiter in der Notfall - und Intensivmedizin erfahrener Arzt sofort verfügbar sein, um die Steuerung der Analgosedierung und das Komplikations- und Notfallmanagement zu übernehmen. Werden Analgosedierungen von einem Anästhesiologen durchgeführt, trägt dieser die Verantwortung für die Durchführung, Überwachung und das Notfallmanagement. Es wird empfohlen, dass das gesamte Behandlungsteam an jährlichen Reanimationsübungen teilnimmt. Ein institutionsspezifisches Fortbildungscurriculum für die Durchführung von Sedierungen ist sinnvoll.

### **Apparative Voraussetzungen**

Im Untersuchungsraum müssen sämtliche Medikamente und technische Ausrüstungen zur Durchführung von Wiederbelebungsmaßnahmen und kontrollierter Beatmung entsprechend dem ACLS-Protokoll und des DGK Positionspapiers (Qualitätskriterien zur Vorhofflimmer Ablation) zur Verfügung stehen [16, 18]. Zudem müssen notfallmedizinische Geräte zur akuten intensivmedizinischen Versorgung in Notfallsituationen vorhanden oder rasch verfügbar sein [19]. Es ist erforderlich, eine durchgehende Überwachung der Vitalparameter zu gewährleisten. Die nachfolgenden apparativen Voraussetzungen müssen während der Analgosedierung erfüllt werden:

- Monitoring von Blutdruck und Herzrhythmus und Sauerstoffsättigung
- Notfallwagen mit Medikamenten und Intubationsbesteck
- Sauerstoff Anschlüsse und Absaugung
- unmittelbare Verfügbarkeit: Beatmungsgerät, Echokardiographie, Blutgasanalysegerät

### **Qualifikation des nicht-ärztlichen und ärztlichen Personals**

Der diagnostische Eingriff/interventionelle Prozedur und die Sedierung in der Kardiologie sind eigenständige medizinische Verfahren. Führt ein Arzt den diagnostischen/interventionellen Eingriff und gleichzeitig die Sedierung durch, übernimmt er für beide Verfahren und die Überwachung der Vitalfunktionen (ggf. auch Wiederherstellung) die Verantwortung. Der qualifizierte Arzt kann hierbei die Sedierung einleiten und anschließend von einer entsprechend ausgebildeten und erfahrenen Person (sogenanntes Assistenzpersonal z.B. Gesundheits- und Krankenpflegepersonal/Medizinische Fachangestellte/ Operations Technische Angestellte/ Physician Assistant) überwachen lassen. Der Arzt hat hierbei die Delegationsverantwortung für die Überwachung des Patienten durch Assistenzpersonal. Die die Analgosedierung überwachende Person darf in dieser Zeit keine anderen Aufgaben übernehmen [23]. Aus diesem Grund sind spezielle Kenntnisse für die Durchführung einer Analgosedierung nicht nur für den Arzt, sondern auch für das unterstützende nicht-ärztliche Assistenzpersonal notwendig. Im Konsens zu den 2010 veröffentlichten DGAI/BDA Empfehlungen erfordern tiefe Analgosedierungen für die Durchführung einen zweiten, intensivmedizinisch erfahrenen Arzt (Ausnahme: TEE-Untersuchungen, Kardioversionen etc.) [1].

Die Durchführung von leichten, moderaten und tiefen Sedierungen durch geschultes nicht-ärztliches Assistenzpersonal ist auf Anweisung und Supervision eines intensivverfahrenen

Arztes möglich [1]. Bei zu erwartendem hohem Risiko für mögliche Komplikationen im Rahmen der Analgosedierung ist frühzeitig ein Anästhesist oder ein in der Intensivmedizin geschulter Arzt hinzuzuziehen. Der, die Analgosedierung verantwortende Arzt, muss in der Lage sein, vitalbedrohliche Verläufe rechtzeitig zu erkennen und nach Facharztstandard zu behandeln. Die geplante Durchführung von Allgemeinanästhesien ist ausschließlich dem Anästhesisten vorbehalten.

### **Ausbildungsvoraussetzungen**

#### **Schulungsmaßnahmen**

Es sollten sämtliche an der Analgosedierung bzw. Patientenüberwachung beteiligten Personen mit der Anwendung des Sedierungsverfahrens, der Überwachung sowie dem Komplikationsmanagement vertraut und geschult sein. Das nicht-ärztliche Assistenzpersonal muss über Erfahrung/Schulung in Theorie und Praxis der Sedierung einschließlich dem Erkennen möglicher Komplikationen verfügen. Diese Schulungen ersetzen nicht die jährlichen kardiopulmonalen Reanimationstrainingsveranstaltungen für das medizinische Personal in Krankenhäusern. Es sollten hausinterne Sedierungsschulungen, Fallbesprechungen und Schnittstellenvereinbarungen diskutiert und interdisziplinäre „Standard Operating Procedures“ (SOPs) erarbeitet werden.

#### **Räumliche und apparative Ausstattung**

Im Untersuchungsraum müssen sämtliche Medikamente und technische Ausrüstungen zur Durchführung von Wiederbelebensmaßnahmen und kontrollierter Beatmung entsprechend ACLS-protokoll und des DGK-Positionspapiers (Qualitätskriterien zur Vorhofflimmer-Ablation) zur Verfügung stehen [16, 18]. Zudem müssen notfallmedizinische Geräte zur akuten intensivmedizinischen Versorgung in Notfallsituationen vorhanden oder rasch verfügbar sein [19] Es ist erforderlich, eine durchgehende Überwachung der Vitalparameter zu gewährleisten.

Entsprechend der aktuellen Empfehlungen müssen sich die räumlichen Gegebenheiten und die Ausstattung der Behandlungs- und Überwachungsräume an den Erfordernissen von Patienten mit relevanten Begleiterkrankungen (ASA III und höher) orientieren [23].

Der Behandlungsraum sollte mit Basismonitoring (Pulsoxymetrie, Blutdruck, EKG), Medikamenten, Sauerstoffanschluss, Absaugung und den Hilfsmitteln und Gerätschaften für die Durchführung einer Reanimation ausgestattet sein. Es wird eine dem Anästhesiearbeitsplatz entsprechende Ausstattung angeraten, die eine Überwachung der Herz-

Kreislauffunktionen und der Atmungsfunktionen ermöglicht (Notfallwagen mit Medikamenten und Intubationsbesteck, Beatmungsgerät, Anschlüsse und Absaugung). Ein Echokardiographiegerät und ein Blutgasanalysegerät sollten unmittelbar verfügbar sein.

## **Apparative Überwachung**

### **Pulsoxymetrie**

Jede Sedierung ist grundsätzlich pulsoxymetrisch zu überwachen.

### **EKG**

Ein kontinuierliches EKG-Monitoring ist bei kardiovaskulär erkrankten Patienten immer indiziert.

### **Blutdruckmessung**

Bei Analgosedierungen sollte der Blutdruck in regelmäßigen Zeitabständen (in mindestens 5-minütigen Intervallen) kontrolliert und dokumentiert werden.

### **Kapnometrie/Kapnographie**

Optional kann die expiratorische Kohlendioxidkonzentration in der Ausatemluft gemessen werden. Alternativ bietet sich die transkutane CO<sub>2</sub> Messung an.

## **Dokumentation**

Es muss eine adäquate Dokumentation der durchgeführten Sedierung erfolgen. Hierbei ist ein gesondertes Protokoll zu verfassen mit folgenden Mindestangaben:

- Risikostratifizierung und Sicherheitsaufklärung, Einwilligung des Patienten
- Verabreichte Medikamente
- Sedierungsgrad (minimal, moderat, tief)
- Beginn und Ende der Maßnahmen
- Überwachungsparameter (Blutdruck, Herzfrequenz, Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung)
- Postoperative Anweisungen zur Überwachung der Vitalfunktionen

## **Postinterventionelle Nachsorge**

Es kann nach Beenden der Analgosedierung, unabhängig ob mild, moderat oder tief, noch eine Restwirkung der verwendeten Pharmaka vorhanden sein. Diese können den Patienten, vor allem ältere Patienten, eine gewisse Zeit nach der Prozedur gefährden (z.B. Sturzgefahr). Daher sollte jeder Patient mindestens 30 Minuten durch qualifiziertes Personal überwacht werden. Die Verlegung eines Patienten aus dem Katheterlabor und/oder einem Aufwachraum

darf erst nach Überprüfen der Vitalparameter und Sicherstellung, dass es sich um einen wachen Patienten mit stabilen Vitalparametern handelt, erfolgen. Ein erstes Aufstehen sollte mit Hilfestellung erfolgen.

### **3.6. Prozessqualität: Aufklärung, Durchführung und Zwischenfallmanagement**

#### **Aufklärung und Einwilligung**

Als Vorlage für die hier gemachten Ausführungen wurde die Leitlinie „Sedierung in der gastrointestinalen Endoskopie“ aus dem Jahr 2008 und deren Update aus dem Jahr 2014 herangezogen sowie die vorherige Version dieses Positionspapiers [23, 29]. Es wurden Anpassungen an den Ablauf und die speziellen Voraussetzungen während invasiver Eingriffe gemacht.

Die Aufklärung sowie Patienteneinwilligung beinhalten viele rechtliche, medizinische und medizinethische Aspekte und stellen einen entscheidenden Schritt der ärztlichen Tätigkeit vor jeglicher Art von Eingriffen dar. Die Aufklärung des Patienten muss durch einen Arzt im Rahmen eines Gespräches erfolgen und ist nicht delegierbar. Basierend auf der ständigen Rechtsprechung des Bundesgerichtshofes (BGHSt 35) stellt jeder ärztliche Heileingriff den Tatbestand einer Körperverletzung im Sinne des § 223 ff. StGB sowie § 823 I BGB dar [20, 23]. Somit ist nicht nur die durchgeführte kardiologische Prozedur aufklärungspflichtig, sondern auch die geplante oder absehbare Verabreichung sedierender Medikamente. Es muss eine dezidierte Aufklärung über eine Analgosedierung vor jedem kardiologischen Eingriff erfolgen. Diese Aufklärung kann zusammen mit der Aufklärung über die Intervention erfolgen und ist durch einen mit der Prozedur und der Analgosedierung vertrauten Arzt durchzuführen.

Im Rahmen der Aufklärung der Analgosedierung bei kardiologischen Eingriffen sollten folgende Punkte im Rahmen der Aufklärung berücksichtigt werden und spezielle Erwähnung finden:

- Die Aufklärung soll in einer für den Patienten verständlichen Sprache erfolgen.
- Es soll der generelle Ablauf einer Analgosedierung, die verschiedenen Methoden und auch die Alternativen erklärt werden.
- Die Wirkung der verschiedenen sedierenden Medikamente und mögliche Komplikationen sollen aufgezeigt werden.

- Die Aufklärung und die Erwähnung der oben aufgeführten Aspekte ist dokumentationspflichtig.

-

Im Falle einer geplanten Intubationsnarkose, erfolgt die Aufklärung durch einen Anästhesisten.

## **Sicherung vitaler Funktionen, sedierungsassoziierte Zwischenfälle**

### **Sicherung vitaler Funktionen**

Die Verabreichung der für die Analgosedierung erforderlichen Medikamente sowie die Überwachung der Vitalfunktionen müssen durch qualifiziertes ärztliches Personal bzw. nicht-ärztliches Assistenzpersonal erfolgen.

Neben dem dauerhaften Monitoring der Sauerstoffsättigung, der Herzfrequenz und des Blutdrucks und einer Reaktion auf entsprechende Zwischenfälle (s. unten) ist zur Sicherung der vitalen Funktionen ein venöser Zugang Voraussetzung. In den allermeisten Fällen ist eine Venenverweilkanüle am Arm (kontralateral zur Implantationsseite bei Schrittmacher- und ICD-Implantationen) ausreichend, ggf. kann auch auf venöse Schleusen bei Prozeduren zurückgegriffen werden.

### **Sedierungsassoziierte Nebenwirkungen und Komplikationen**

Sedierungsassoziierte Nebenwirkungen sind beispielsweise eine Über- und Untersedierung. Diese können durch adäquates Sedierungsmonitoring und Überwachung der Atem- und Herz-Kreislauffunktion in der Regel angepasst und ausgeglichen werden.

Schwerwiegende Komplikationen wie eine Hypoxie, Herzrhythmusstörungen, Hypotonien und allergische Reaktionen können einen Herz-Kreislaufstillstand mit kardiopulmonaler Reanimation zur Folge haben.

Hierzu müssen Handlungsabläufe und Reaktionsmuster allen Beteiligten bekannt sein. Hier sind repetitives Training in der Übungssituation sowie SOPs hilfreich und sollten im gemeinsam arbeitenden Team in regelmäßigen Abständen diskutiert werden.

Insgesamt gilt, dass beim Auftreten lebensbedrohlicher Komplikationen sofort geprüft werden muss, ob diese durch die Analgosedierung oder aber auch kausal mit der durchgeführten kardiologischen Prozedur (z. B. Tamponade, Perikarderguss, zerebrale Ischämie, Koronarembolie, Dissektion, Klappeninsuffizienz) assoziiert sind.

### **Hypoxie**

Eine Hypoxie liegt bei einem Abfall der peripher gemessenen Sauerstoffsättigung (Pulsoxymetrie)  $<90\%$  vor. Man unterscheidet die milde Hypoxie mit einer  $SpO_2$  zwischen 80 und 90 % von der schweren Hypoxie ( $SpO_2 <80\%$ ).

Aufgrund der relativen Häufigkeit dieser unerwünschten Wirkung, die in Abhängigkeit der Tiefe der Sedierung zunimmt, muss bei jeder Applikation sedierender Medikamente eine Pulsoxymetrie erfolgen. Generell erscheint das Risiko der Hypoxie bei einer Analgosedierung mit Propofol höher als bei Verwendung von Benzodiazepinen/Analgetika. Zudem zeigt sich eine Dosisabhängigkeit und ein häufigeres Auftreten bei älteren Patienten [22]. Eine prophylaktische Sauerstoffgabe via Nasensonde hat sich in den meisten Zentren als Standard etabliert, auch wenn hierdurch die frühzeitige Detektion einer Hypoventilation verzögert werden kann.

Mögliche Gegenmaßnahmen bei detektierter Hypoxie können sein: Anregung der Atmung durch akustische oder taktile Reize, Esmarch-Handgriff zur Verbesserung der Mundatmung, Einlegen eines Guedel- oder Wendel-Tubus, Erhöhung des Sauerstoffflusses, Pausieren der Gabe der Sedativa oder auch Gabe des Benzodiazepin-Antagonisten Flumazenil oder bei Opiatgabe Naloxon, aber auch bei fehlendem Einsetzen der Spontanatmung kurzfristige Maskenbeatmung. In Einzelfällen können auch die Sicherung der Atemwege, eine Intubation und invasive Beatmung notwendig werden. Dementsprechend sollte eine Sedierung nur dort durchgeführt werden, wo die instrumentellen und organisatorischen Voraussetzungen für diese Behandlungsmaßnahmen vorhanden sind. Gerade bei einer schweren Hypoxie ist ein schnelles Handeln gefragt.

### **Hypotonie**

Eine arterielle Hypotension (Blutdruck systolisch  $<90$  mmHg) tritt häufiger bei älteren und komplex kardial erkrankten Patienten auf. Wie die Hypoxie scheint die Hypotonie häufiger bei der Gabe von Propofol im Vergleich zu Benzodiazepinen/Analgetika aufzutreten und ist ebenfalls dosisabhängig.

Im Rahmen der Eingriffe sollte eine nichtinvasive Blutdruckmessung (größenangepasste Blutdruckmanschette) in regelmäßigen Intervallen erfolgen. Alternativ kann auch ein invasives kontinuierliches Blutdruckmonitoring über einen arteriellen Zugang erfolgen. Dies ist vor allem bei Prozeduren zu erwägen, bei denen das grundsätzliche prozedurale Risiko erhöht ist, wie im Falle der Ablation einer ventrikulären Tachykardie bei struktureller Herzerkrankung, aber auch bei allen weiteren Prozeduren, bei denen eine arterielle Schleuse aufgrund des Eingriffes angelegt wird. Neben der Hypotension selbst ist besonderes

Augenmerk auf die Kinetik der Blutdruckveränderung zu legen. So sollte ein akuter Blutdruckabfall zur umgehenden Evaluation möglicher Ursachen führen.

Mögliche Gegenmaßnahmen bei Auftreten einer Hypotonie können sein: Infusion kristalloider Lösungen oder auch bei Persistenz die Gabe vasoaktiver Substanzen.

### **Herzrhythmusstörungen**

Eine Sedierung reduziert die Variabilität der Herzfrequenz, hierdurch kann eine vagale Reaktion unter Sedierung länger anhalten oder intensiver sein. Prinzipiell können unter Sedierung sowohl tachykarde als auch bradykarde Herzrhythmusstörungen auftreten. Deshalb muss bei der Gabe sedierender Medikamente ein kontinuierliches Monitoring der Herzfrequenz sowie die Möglichkeit einer medikamentösen Intervention (Antiarrhythmika, Atropin, Adrenalin) und Kardioversion/Defibrillation vorhanden sein.

Notwendige Maßnahmen bei Auftreten von Herzrhythmusstörungen können sein: Eine Kardioversion/Defibrillation, eine Stimulation oder auch eine medikamentöse Therapie. Zum Beispiel kann bei Bradykardien die Gabe von Atropin (0,5-1mg i.v., wiederholt bis 3mg), Isoproterenol oder Adrenalin (0,02–0,1 mg i. v.) notwendig sein.

### **Andere sedierungsassoziierte Zwischenfälle**

Grundsätzlich können allergische Reaktionen und Injektionsschmerzen auftreten. Beide Szenarien kommen eher selten und wenn vor allem bei einer Sedierung mit Propofol vor. Sehr selten können jedoch generalisierte, anaphylaktische Reaktionen bis hin zum anaphylaktischen Schock beobachtet werden. Sowohl die Sedativa als auch Remifentanyl können einen „Sedierungsüberhang“ insbesondere nach längerer Infusionsdauer zur Folge haben. In diesen Fällen können auch Symptome ähnlich einer zerebralen Ischämie (Sprachstörungen, Bewegungsstörungen) auftreten, die von einem „echten“ zerebralen Ereignis abzugrenzen sind. Notfalls sollte hier eine rasche zerebrale Bildgebung sowie eine neurologische Mitbeurteilung möglich sein.

### **3.7. Qualitätssicherung**

Aktuell wird in Deutschland für die Sedierung der Patienten, die eine Vorhofflimmerablation erhalten, in 95% der Fälle Propofol verwendet. 4% der Patienten erhalten eine Allgemeinanästhesie [8]. Registerdaten aus Deutschland bestätigen ein hohes Sicherheitsprofil einer tiefen Analgosedierung mittels Propofol – auch in der Kombination mit Benzodiazepinen oder Opioiden [9, 15, 25]. In Registerdaten zeigten sich auch im Rahmen

von MitraClip Eingriffen Vorteile einer tiefen Analgosedierung im Vergleich zur Intubationsnarkose: die Verweildauer auf Intensivstation war kürzer, die Sicherheit vergleichbar [3, 13, 14, 17]. Bei bis zu 15% der Patienten traten allerdings Nebenwirkungen auf, die schnell bemerkt werden müssen und einer entsprechenden Reaktion bedürfen [9, 15, 25]. Die Durchführung der Analgosedierung verlangt daher eine adäquate Qualitätssicherung und standardisierte Vorbereitungen sowie Abläufe. Entsprechend sollten für die interne und externe Qualitätssicherung Standard Operating Procedures (SOPs) vorliegen, etabliert und angewandt werden. Diese verbessern die Patientenversorgung und beinhalten Aspekte der Patientenvorbereitung, die Sedierung selbst, sowie die Nachbeobachtungsphase. Essenziell ist hierbei eine klare Definition der Ziele einer guten Analgosedierung, eine lückenlose Dokumentation und klar definierte Entlass-Kriterien. Außerdem sollte der Ablauf der Sedierung sowie besondere Fälle regelmäßig in Teamsitzungen besprochen und analysiert werden.

### **Entlassungskriterien**

Bei der Entlassung des Patienten sind grundlegend zwei verschiedene Szenarien denkbar: Einerseits die Entlassung nach Hause nach einem ambulant durchgeführten Eingriff oder andererseits die Entlassung aus dem Katheterlabor auf die Überwachungs- oder Allgemeinstation nach einem stationär durchgeführten Eingriff. Für die beiden verschiedenen Möglichkeiten sollten klare Kriterien für die Entlassung in den jeweiligen Bereich definiert sein, die bei jedem Patienten auch entsprechend dokumentiert werden. Auch hier eignet sich ein Entlassungsbogen bzw. eine Checkliste, auf welchem diese Kriterien nachvollziehbar erfasst werden.

Hierbei gilt für Patienten nach einem ambulant durchgeführten Eingriff und vor der Entlassung nach Hause folgendes:

- stabile Vitalparameter für mindestens 1 Stunde nach Beendigung der Sedierung
- wacher, ruhiger Patient (RASS 0)
- Orientierung zu Ort, Zeit und Person
- Weitgehende Schmerzfreiheit
- Fähigkeit eigenständig zu laufen
- Entlassung in Begleitung eines Erwachsenen
- Erhalt schriftlicher Instruktionen für das Verhalten innerhalb der ersten 24 h nach Sedierung bezüglich Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme, Aktivitäten, Medikation,

Teilnahme am Straßenverkehr, Urteilsvermögen, Erkennen von Komplikationen und eine Notfalltelefonnummer zur Kontaktaufnahme

### **Die Verlegung aus dem Eingriffsraum**

Nach einer Analgosedierung sollten die Patienten für mindestens 30 Minuten überwacht werden. Bei einem Hinweis auf ein neurologisches Defizit sollte die sofortige Abklärung der neurologischen Pathologie sowie die eventuelle Kontaktaufnahme mit einem Neurologen ebenfalls zunächst unter ärztlicher Betreuung der Überwachungs- oder Intensivstation erfolgen.

Kriterien für die Entlassung in den allgemeinstationären Bereich:

- wacher, ruhiger, schmerzfreier Patient (RASS 0, NNRS < 4)
- Schutzreflexe vorhanden
- Spontanatmung mit/ohne Therapie
- Stabiler Kreislauf

### **Dokumentation**

Zur Überprüfung der erfolgten Analgosedierung, aber auch zur Überprüfung der Prozessqualität ist eine strukturierte Dokumentation unverzichtbar. Die Dokumentation der Analgosedierung beinhaltet hierbei mindestens die applizierte Medikation mit genauer Dosierungsangabe sowie die Vitalparameter vor, während und nach der Sedierung. Diese beinhalten zwingend die Sauerstoffsättigung sowie die Herzfrequenz und den Blutdruck. Zur Verbesserung der Qualität sollten jedoch einige weitere Punkte vor, während und nach dem Eingriff zusätzlich dokumentiert werden:

Vor Beginn der Analgosedierung sollte nach der Überprüfung der Patientenidentität und des Vorliegens einer Aufklärung für die Sedierung geklärt werden, ob alle Voraussetzungen für eine Sedierung gegeben sind (z.B. funktionsfähiger intravenöser Zugang) und auch für mögliche Komplikationen entsprechende Vorbereitungen getroffen sind (z.B. Bereitliegen von Beatmungsbeutel und -maske). Zur stetigen Überprüfung dieser Faktoren eignet sich eine Checkliste, die vor dem Beginn eines jeden Eingriffs abgefragt wird.

Zudem empfiehlt es sich vor, während und nach dem Eingriff für die Dokumentation der Tiefe der Sedierung die international gültige Richmond Agitation Sedation Scale (RASS) verwendet werden. Nach Erreichen eines RASS 0 kann die Dokumentation beendet werden. Etwas Besonderheiten, wie Komplikationen, müssen ebenfalls festgehalten werden.

Entsprechend sollte ein bestenfalls ein separates Protokoll für die Kardioanalgesiedierung geführt werden, welches alle diese Punkte berücksichtigt.

### **Ziele/Indikatoren einer guten Sedierung/Benchmarking**

Ziel einer guten Analgesiedierung ist, den Ablauf und die Sicherheit des jeweiligen Eingriffs zu unterstützen, und zudem dem Patienten mit möglichst geringer Invasivität Schmerzfreiheit und Komfort zu verschaffen ohne jedoch am Ende die Erfolgchance des Eingriffs (z.B. Nicht-Induzierbarkeit möglicher Arrhythmien) zu mindern. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte stets individuell zunächst das optimale Sedierungskonzept für den jeweiligen Patienten festgelegt werden. Da die Akzeptanz des jeweiligen Konzeptes auch den Patientenkomfort steigert und Ängste nimmt, sollte das Vorgehen dann mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen dem Patienten dargelegt werden und gemeinsam eine Entscheidung hierfür getroffen werden. Eine separate, explizite Aufklärung über die Sedierung ist daher mandatorisch.

### **4. Fazit**

Die Analgesiedierung ist im Rahmen von Eingriffen in der Kardiologie weit verbreitet. Sie erfolgt meist durch speziell geschultes Assistenzpersonal unter ärztlicher Aufsicht. Die Durchführung ist sicher. Personelle, räumliche und strukturelle Voraussetzungen müssen erfüllt werden. Zudem ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit dem anästhesiologischen Team innerhalb der Klinik erforderlich.

### **6. Literatur {bibliography}**

1. Aken HV, Biermann E, Martin J et al (2010) Analgesiedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen bei Erwachsene. *Anästh Intensivmed*:598–602
2. Anderson BJ, Sinclair J (2019) Food, fads, allergies and anaphylaxis with propofol. *Anaesthesia* 74:1223–1226. <https://doi.org/10.1111/anae.14749>
3. Banga S, Hafiz AM, Chami Y et al (2020) Comparing sedation vs. general anaesthesia in transoesophageal echocardiography-guided percutaneous transcatheter mitral valve repair: a meta-analysis. *Eur Hear J - Cardiovasc Imaging* 21:511–521. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa019>
4. BASER K, BAS HD, YOKOKAWA M et al (2014) Infrequent Intraprocedural Premature Ventricular Complexes: Implications for Ablation Outcome. *J Cardiovasc Electr* 25:1088–1092. <https://doi.org/10.1111/jce.12454>

5. Biase LD, Conti S, Mohanty P et al (2011) General anesthesia reduces the prevalence of pulmonary vein reconnection during repeat ablation when compared with conscious sedation: Results from a randomized study. *Heart Rhythm* 8:368–372. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2010.10.043>
6. Böhmer A, Defosse J, Geldner G et al (2021) Die aktualisierte Version der ASA-Klassifikation. *Anästh Intensivmed*:223–228. <https://doi.org/10.19224/ai2021.223>
7. Burjorjee JE, Milne B (2002) Propofol for electrical storm; a case report of cardioversion and suppression of ventricular tachycardia by propofol. *Can J Anesthesia* 49:973–977. <https://doi.org/10.1007/bf03016886>
8. Eckardt L, Doldi F, Busch S et al (2022) 10-year follow-up of interventional electrophysiology: updated German survey during the COVID-19 pandemic. *Clin Res Cardiol*:1–11. <https://doi.org/10.1007/s00392-022-02090-3>
9. Foerschner L, Harfoush N, Thoma M et al (2022) Deep sedation with propofol in patients undergoing left atrial ablation procedures—Is it safe? *Hear Rhythm O2* 3:288–294. <https://doi.org/10.1016/j.hroo.2022.02.011>
10. Garcia R, Waldmann V, Vanduyhoven P et al (2021) Worldwide sedation strategies for atrial fibrillation ablation: current status and evolution over the last decade. *EP Eur* 23:2039–2045. <https://doi.org/10.1093/europace/euab154>
11. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S et al (2022) 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Heart J* 43:3826–3924. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac270>
12. Heuss LT, Drewe J, Schnieper P et al (2004) Patient-Controlled versus Nurse-Administered Sedation With Propofol During Colonoscopy. A Prospective Randomized Trial. *Am J Gastroenterol* 99:511–518. <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2004.04088.x>
13. Horn P, Hellhammer K, Minier M et al (2017) Deep sedation Vs. general anesthesia in 232 patients undergoing percutaneous mitral valve repair using the MitraClip® system. *Catheter Cardiovasc Interv* 90:1212–1219. <https://doi.org/10.1002/ccd.26884>
14. Jobs A, Grund S, Waha-Thiele S de et al (2021) Deep sedation versus general anaesthesia for transcatheter mitral valve repair: an individual patient data meta-analysis of observational studies. *EuroIntervention* 16:1359–1365. <https://doi.org/10.4244/eij-d-20-00607>
15. Kottkamp H, Hindricks G, Eitel C et al (2011) Deep sedation for catheter ablation of atrial fibrillation: a prospective study in 650 consecutive patients. *J Cardiovasc Electr* 22:1339–43. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2011.02120.x>
16. Kuck K -H., Böcker D, Chun J et al (2017) Qualitätskriterien zur Durchführung der Katheterablation von Vorhofflimmern. *Der Kardiologe* 11:161–182. <https://doi.org/10.1007/s12181-017-0146-0>

17. Ledwoch J, Matić P, Franke J et al (2016) Transcatheter mitral valve repair with the MitraClip® can be performed without general anesthesia and without conscious sedation. *Clin Res Cardiol* 105:297–306. <https://doi.org/10.1007/s00392-015-0918-0>
18. Nolan J (2015) 2015 Resuscitation Guidelines. *Notfall Rettungsmedizin* 18:653–654. <https://doi.org/10.1007/s10049-015-0102-0>
19. Non-Anesthesiologists AUR by the AS of ATF on S and A by (2002) Practice Guidelines for Sedation and Analgesia by Non-Anesthesiologists. *Anesthesiology* 96:1004–1017. <https://doi.org/10.1097/0000542-200204000-00031>
20. Parzeller M, Wenk M, Zedler B, Rothschild M (2007) Aufklärung und Einwilligung bei ärztlichen Eingriffen. *Dtsch Arztebl* 9:576–86
21. PATTERSON KW, CASEY PB, MURRAY JP et al (1991) Propofol sedation for outpatient upper gastrointestinal endoscopy: comparison with midazolam. *Br J Anaesth* 67:108–111. <https://doi.org/10.1093/bja/67.1.108>
22. Riphaut A, Geist F, Wehrmann T (2013) Endoscopic Sedation and Monitoring Practice in Germany: Re-evaluation From the First Nationwide Survey 3 Years After the Implementation of an Evidence and Consent Based National Guideline. *Zeitschrift Für Gastroenterologie* 51:1082–1088. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1335104>
23. Riphaut A, Wehrmann T, Hausmann J et al (2015) Update S3-Leitlinie „Sedierung in der gastrointestinalen Endoskopie“ 2014 (AWMF-Register-Nr. 021/014). *Zeitschrift Für Gastroenterologie* 53:802–842. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1553458>
24. Sairaku A, Yoshida Y, Hirayama H et al (2014) Don't move during ablation of atrial fibrillation! *Int J Cardiol* 171:78–81. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.11.049>
25. Salukhe TV, Willems S, Drewitz I et al (2012) Propofol sedation administered by cardiologists without assisted ventilation for long cardiac interventions: an assessment of 1000 consecutive patients undergoing atrial fibrillation ablation. *Ep Europace* 14:325–330. <https://doi.org/10.1093/europace/eur328>
26. Servatius H, Küffer T, Baldinger SH et al (2022) Dexmedetomidine versus propofol for operator-directed nurse-administered procedural sedation during catheter ablation of atrial fibrillation: A randomized controlled study. *Heart Rhythm* 19:691–700. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2021.12.028>
27. Shehabi Y, Howe BD, Bellomo R et al (2019) Early Sedation with Dexmedetomidine in Critically Ill Patients. *N Engl J Med* 380:2506–2517. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1904710>
28. Shehabi Y, Neto AS, Howe BD et al (2021) Early sedation with dexmedetomidine in ventilated critically ill patients and heterogeneity of treatment effect in the SPICE III randomised controlled trial. *Intensiv Care Med* 47:455–466. <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06356-8>

29. Tilz RR, Chun KRJ, Deneke T et al (2017) Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie zur Kardioanalgesiedierung. *Der Kardiologe* 11:369–382.  
<https://doi.org/10.1007/s12181-017-0179-4>
30. Toman H, Erkilinc A, Kocak T et al (2015) Sedation for transesophageal echocardiography: comparison of propofol, midazolam and midazolam-alfentanil combination. *Medicinski Glasnik Official Publ Medical Assoc Zenica-doboj Canton Bosnia Herzegovina* 13:18–24. <https://doi.org/10.17392/825-16>
31. Vanlander AV, Okun JG, Jaeger A de et al (2015) Possible Pathogenic Mechanism of Propofol Infusion Syndrome Involves Coenzyme Q. *Anesthesiology* 122:343–352.  
<https://doi.org/10.1097/aln.0000000000000484>
32. Vevecka A, Schwab C, Forkmann M et al (2019) Predictive Factors and Safety of Noninvasive Mechanical Ventilation in Combination With Propofol Deep Sedation in Left Atrial Ablation Procedures. *Am J Cardiol* 124:233–238.  
<https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.04.013>
33. Waurick K, Aken HV (2013) Stellungnahme zur präoperativen Nikotinkarenz. *Anästhesiologie & Intensivmedizin*:488