

## Anästhesiologische Strategien bei Hochbetagten

### Zusammenfassung

Operative Eingriffe bei über 80 Jahre alten Patienten sind auf Grund der demographischen Entwicklung immer häufiger. Die anästhesiologische und operative Versorgung dieser Patienten stellt eine besondere Herausforderung dar, da die perioperative Morbidität und Mortalität altersbedingt steigen. Die Studien- und Evidenzlage in dieser Altersgruppe sind insgesamt unbefriedigend. Für die perioperative Versorgung alter Patienten sind folgende theoretisch und klinisch basierte Strategien wesentlich: Erfassung altersbedingter Co-Morbiditäten durch Anamnese und klinische Befunderhebung; Abgrenzung physiologischer Altersprozesse von pathologischen Veränderungen; Beachtung der altersabhängigen Pharmakokinetik und -dynamik; individuelle Narkoseführung mit raschem Ausgleich jeglicher Abweichungen vom altersbedingten „Normalzustand“ sowie perioperative Stressminimierung. Durch sorgfältiges, auf den hochbetagten Patienten abgestimmtes Handeln sollte eine Verringerung perioperativer Komplikationen möglich sein. Es sind wissenschaftliche Untersuchungen erforderlich, um Erkenntnisse der Geriatrie wie Konzepte zu „frailty“ (altersbedingte Gebrechlichkeit) oder „Prehabilitation“ in der perioperativen Versorgung zu etablieren.

### Summary

Advances in modern medicine and public health have resulted in increased longevity. The number of octogenarians

## Anaesthesiological strategies for old patients

I. Rundshagen

and nonagenarians coming to the operating room for a variety of surgical procedures has increased markedly. It is known that morbidity and mortality increases with age. However, in scientific studies and clinical practice guidelines, individuals 80 years of age or older are underrepresented. The following anaesthesiological strategies are based on theoretical models and clinical experience. When old people need anaesthesia, it is important to know about the history of comorbidities, the physical status, normal physiologic function during aging, pathophysiologies due to diseases and altered pharmacokinetics and pharmacodynamics as well. Individualised strategies of anaesthesia with fast correction of any aberrations in time as well as perioperative stress reduction are imperative. Careful anaesthesiological treatment with focus on the specific needs of elder patients should result in reduced perioperative complication rates. Further studies are needed, which include these patients and geriatric strategies like “frailty” and “prehabilitation” in the perioperative care.

### Einleitung

Die demographische Entwicklung ist in vielen Ländern durch einen steigenden Anteil alter Menschen geprägt, was insbesondere auf den medizinischen Fortschritt, aber auch auf verbesserte Ernährungsbedingungen usw. zurückzuführen ist. Für diesen Beitrag gilt ein

### Zertifizierte Fortbildung

### CME online

BDA- und DGAI-Mitglieder müssen sich mit ihren Zugangsdaten aus dem geschlossenen Bereich der BDA- und DGAI-Webseite unter der Domain [www.cme-anesthesiologie.de](http://www.cme-anesthesiologie.de) anmelden, um auf das Kursangebot zugreifen zu können.

### Schlüsselwörter

Anästhesie – Operation – Alter – Hochbetagte – Perioperative Strategie

### Keywords

Anaesthesia – Surgery – Age – Octogenarians – Nonagenarians – Perioperative Strategy

Mensch als alt, wenn er älter als 65 Jahre ist, ab einem Alter über 80 Jahre gilt er als betagt und im Alter über 90 Jahre als hochbetagt. Geriatrische Patienten sind insgesamt durch eine geriatritypische Multimorbidität gekennzeichnet.

In wissenschaftlichen Studien ist die Gruppe betagter und hochbetagter Patienten trotz des demographisch steigenden Anteils sehr stark unterrepräsentiert. So wiesen Cox et al. [1] nach, dass fünf von 14 internistischen Leitlinien zu chronischen Erkrankungen spezifische Empfehlungen für über 80 Jahre alte Patienten enthalten – von den zu Grunde liegenden 2.272 Studien waren aber nur 1,4% an Patienten mit einem mittleren Alter von 80 Jahren durchgeführt worden. Die Autoren fragen kritisch an, ob diese Leitlinien angesichts der vielen medizinischen und funktionalen Herausforderungen der spezifischen Versorgung von betagten Patienten gerecht werden können.

---

**Dieser Beitrag fasst relevante Aspekte der perioperativen anästhesiologischen Versorgung von betagten und hochbetagten Patienten zusammen. Wegen der unzureichenden Evidenzlage werden die Strategien auch aus theoretischen Überlegungen und klinischen Erfahrungen hergeleitet.**

---

### **Perioperative Herausforderungen**

Heute wird eine Vielzahl von elektiven oder notfallmäßigen operativen Eingriffen bei Patienten in hohem Lebensalter durchgeführt. Die perioperative Morbidität und Mortalität steigen jedoch mit zunehmendem Alter an, was an großen Patientenkollektiven [3] eindrucksvoll belegt werden konnte (Abb. 1).

---

**Das höhere Alter ist durch eine erhöhte Vulnerabilität mit ihren Komplikationen, Folgeerkrankungen und chronifizierten Leiden charakteri-**

---

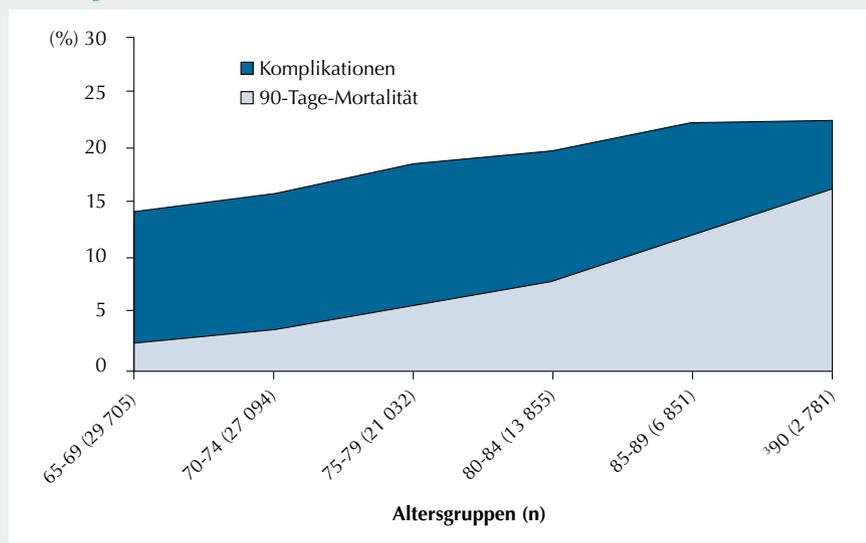
**siert, woraus letztlich ein erhöhtes Risiko für den Verlust der Autonomie mit Verschlechterung des Selbsthilfestatus usw. resultiert.**

---

Anästhesiologisch relevant sind vor allem bestimmte alterssimmanente Beeinträchtigungen der Organfunktion, spezielle altersassoziierte Erkrankungen sowie die häufige Multimedikation. Insgesamt weisen nur ca. 2% aller Patienten über 85 Jahre keine Begleiterkrankung auf. Trotz des erhöhten perioperativen Risikos sind bestimmte Eingriffe jedoch auch bei Patienten im hohen Lebensalter notwendig.

In diesem Zusammenhang analysierten Pallati et al. [4] retrospektiv die Daten von 2.377 Patienten im Alter von mindestens 80 Jahren nach Operation einer Inguinalhernie. In der Gruppe der über Neunzigjährigen war der Anteil der Notfalloperationen (12% vs. 4,4%;  $p < 0,0001$ ) und die 30-Tage-Komplikationsrate (6,1% vs. 3,2%;  $p < 0,03$ ) deutlich

Abbildung 1



Altersabhängigkeit der postoperativen Morbidität und Mortalität nach 90 Tagen in einem Kollektiv von 101.318 Erwachsenen älter als 65 Jahre (mod. nach [3]).

höher als in der Gruppe der Patienten im Alter von 80-90 Jahren. Prädisponierende Faktoren einer erhöhten **Morbidität** waren ein schlechterer „funktionaler“ Status (im Sinne der Bewältigung der Alltagsaufgaben), eine kardiale Insuffizienz sowie die Durchführung einer Notfalloperation. Bei elektiven Eingriffen war die **Mortalität** in der Gruppe der über Neunzigjährigen zehnfach erhöht (3,0% vs. 0,34%;  $p=0,0004$ ); bei Notfalloperationen war sie viermal so hoch wie in der Gruppe der Achtzig- bis Neunzigjährigen (18,5% vs. 4,2%;  $p=0,02$ ). Prädisponierende Faktoren einer erhöhten Mortalität waren Alter, Notfalloperation und die Notwendigkeit einer offenen Wundbehandlung (ohne nähere Definition). Die Autoren folgerten, dass die Indikation zur Operation einer Leistenhernie frühzeitig gestellt werden soll, um die Patienten in einem guten funktionalen Gesundheitszustand elektiv zu operieren und die Notwendigkeit von Notfalloperationen im hohen Lebensalter zu reduzieren.

Tseng et al. [5] führten eine retrospektive Datenanalyse an mehr als 1 Million Patienten mit der Diagnose „Katarakt“ durch. Sie konnten exemplarisch zeigen, dass bei Patienten im Alter über 75 Jahren die Durchführung einer Kataraktope-

ration die Inzidenz von Hüftfrakturen relevant verminderte. Dieser Effekt war umso deutlicher, je ausgeprägter die Katarakt war. Darüber hinaus nahm die „protektive“ Wirkung der Kataraktoperation auf die Hüftfrakturen mit dem Alter und der Co-Morbidität zu.

#### Das Alter ist per se keine Kontraindikation für eine ambulante Versorgung [6].

Bei einer ambulanten Versorgung kann der alte Patient prä- und postoperativ in seiner gewohnten Umgebung bleiben – da sich ein alter Mensch nur schwer an eine fremde Umgebung adaptiert, ist die Möglichkeit zur Erholung in der vertrauten Umgebung besonders wichtig. Bei der ambulanten Versorgung ist grundsätzlich nach den einschlägigen Empfehlungen der Fachgesellschaften vorzugehen [7,8]. In einer umfassenden Untersuchung aus den USA zu den Gründen einer stationären Aufnahme nach einem ambulant geplanten Eingriff war das Alter über 65 Jahre – neben vaskulären, kardialen und zerebrovaskulären Erkrankungen sowie malignen Tumoren, chronischen Infektionen und einer Operationsdauer über zwei Stunden – nur ein Co-Faktor [9].

## Physiologische Alterungsprozesse und pathophysiologische Entwicklungen

### Grundlagen

**Jedes Organsystem unterliegt physiologischen Alterungsprozessen [10] – damit sinkt die Fähigkeit des Organismus zur adäquaten Reaktion auf unphysiologische Bedingungen.**

Eine Operation ist per se eine unphysiologische Bedingung, und der Heilungsprozess ist in Folge des physiologischen Alterns im Vergleich zum jungen Menschen beeinträchtigt.

### Nervensystem

**Das klinische Bild der altersdingten zerebralen Veränderungen ist komplex und zeigt sich unter anderem in einer Abnahme des Kurzzeitgedächtnisses sowie der assoziativen und prospektiven kognitiven Leistung.**

Das Seh- und das Hörvermögen werden zunehmend eingeschränkt. Die Hirnmasse nimmt ab, und es bildet sich ein Normaldruck-Hydrocephalus aus; Cortex und Thalamus sind vom Neuronenschwund besonders deutlich betroffen. Aus der experimentellen und klinischen Gedächtnisforschung ist weiter bekannt, dass das „gesunde“ Altern mit subtilen Veränderungen der synaptischen Übertragung im Hippocampus und des dorsolateralen präfrontalen Cortex verbunden ist – so ist die Empfindlichkeit von N-Methyl-D-Aspartat-Rezeptoren, spannungsabhängigen Calcium-Kanälen und Ryanodin-Rezeptoren verändert. Bildgebende Verfahren zeigen vielfältige Veränderungen in der Kommunikation der verschiedenen Hirnregionen. Veränderungen an Synapsen und Dendriten sowie der Myelinisierung beeinträchtigen die Impulsübertragung. Im peripheren Nervensystem ist die Nervenleitgeschwindigkeit vermindert, und es entwickelt sich eine altersbedingte Polyneuropathie. Im vegetativen

Nervensystem ist der Sympathikotonus erhöht.

Pathophysiologisch relevant sind demenzielle Entwicklungen – es wird davon ausgegangen, dass jeder dritte Mensch im Alter über 90 Jahren an einer Demenz leidet. Auch andere neurodegenerative Erkrankungen sowie zerebrovaskuläre Veränderungen und daraus resultierende Hirnschämien mit ihren spezifischen Symptomkomplexen sind häufig [11].

## Kardiovaskuläres System

**Das alternde kardiovaskuläre System ist durch eine „generalisierte Steifheit“ gekennzeichnet [12]. Der Verlust von Elastin und die vermehrte Fragilität des Endothels resultieren in einer arteriellen Gefäßsklerose, wobei die verminderte Produktion von NO (Stickstoffmonoxid) die vasculäre Steifheit noch verstärkt.**

Die morphologischen Veränderungen am Herzen sind durch den Verlust von Myozyten, Reizleitungsfasern und Sinusknotenzellen geprägt. Die linksventrikuläre Wandstärke und die Größe der Myozyten nehmen zu, da das alternde

Herz gegen eine erhöhte Nachlast anpumpt. Funktionell geht damit eine Abnahme der Kontraktilität, der Koronarreserve sowie der  $\beta$ -Adrenozeptor-vermittelten Inotropie und Chronotropie einher. Das Aktionspotenzial wird verlängert, und die myokardiale Kontraktionszeit, die Steifheit des Myokards und die Füllungsdrucke nehmen zu, was letztlich zu einer verlängerten Kreislaufzeit, erhöhten Anfälligkeit für Rhythmusstörungen und allgemein verminderten kardialen Reserve führt [13].

Das alternde Herz (Abb. 2) reagiert wegen der diastolischen Relaxationsstörung empfindlich auf eine Flüssigkeitsüberladung – bis hin zum konsekutiven pulmonalen Ödem. Das verminderte Ansprechen von  $\beta$ -Adrenozeptoren und die Abnahme des Barorezeptoren-Reflexes gehen mit einer insgesamt labilen Blutdruckregulation einher. Gleichzeitig ist die Reaktion auf positiv-inotrope und -chronotrope Medikamente vermindert.

Vorbestehende Koronarischämie, Zustand nach Myokardinfarkt, Klappenvalvulopathie, Kardiomyopathie oder Rhythmusstörung beeinträchtigen die kardiale Reaktionsfähigkeit. Zudem führen die „klassischen“ pathogenetischen Risiko-

faktoren Nikotin, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie und Adipositas zu ausgeprägten Wandveränderungen der **Gefäße** mit arteriellem Hypertonus und verminderter Reaktivität. Die Inzidenz von Stenosen der A. carotis sowie von Aortenaneurysmen nimmt altersbedingt zu.

## Respiratorisches System

**Die Atemarbeit steigt wegen der zunehmenden Rigidität der Thoraxwand altersbedingt an [14], während Kraft und Ausdauer der Atemmuskulatur abnehmen. Darüber hinaus nehmen die alveolare Austauschfläche – und damit die Diffusionskapazität für Sauerstoff ( $O_2$ ) und Kohlendioxid ( $CO_2$ ) – sowie die Vitalkapazität, die Koppelung von Ventilation und Perfusion und die Ein-Sekunden-Kapazität ab.**

Es besteht generell eine verminderte Sensibilität für Hypoxämie und Hyperkapnie. Der arterielle  $O_2$ -Partialdruck ( $paO_2$ ) sinkt altersabhängig, während der arterielle  $CO_2$ -Partialdruck ( $paCO_2$ ) relativ konstant bleibt. Als Faustformel gilt:

$$paO_2 = 102 - 1/3 \text{ Alter.}$$

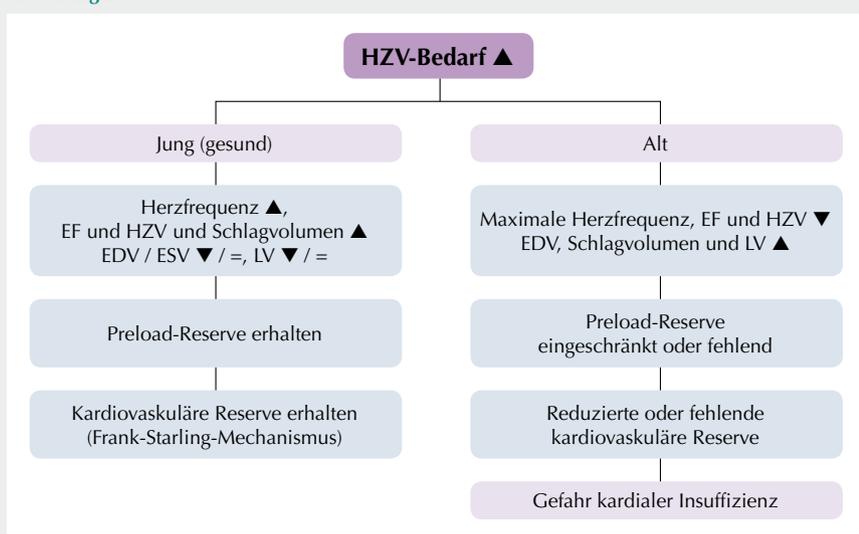
Bei einem Neunzigjährigen ist ein  $paO_2$  von 72 mm Hg daher physiologisch.

Pathophysiologisch sind darüber hinaus chronisch obstruktive Lungenerkrankungen in Folge von Umwelt- oder genetischen Faktoren relevant, worunter sowohl das Emphysem, die chronische Bronchitis als auch Erkrankungen der kleinen Luftwege subsummiert werden. Auch restriktive Ventilationsstörungen, Bronchiektasen oder eine chronische Lungenstauung unterschiedlicher Genese können zur respiratorischen Insuffizienz führen.

## Niere und Leber

**Das renale Parenchym nimmt von der 3. bis zur 8. Dekade um ca. 50% ab; damit ist die renale Clearance in der 8. Dekade gegenüber der 3. Dekade um ca. 50% vermindert [15].**

Abbildung 2



Die kardiovaskuläre Reserve im Alter – dem erhöhten perioperativen HZV-Bedarf steht die verminderte kardiovaskuläre Reserve gegenüber (mod. nach [13]).

**EDV** = enddiastolisches Volumen; **EF** = Ejektionsfraktion; **ESV** = endsystolisches Volumen; **HZV** = Herz-Zeit-Volumen; **LV** = Linksventrikuläre Funktion; **Preload** = Vorlast.

Die Fähigkeit, den Urin zu konzentrieren, sinkt, womit eine Verminderung des Körperwassers und der Rückresorption von Elektrolyten einhergeht – die renale Entgiftungsfunktion ist insgesamt eingeschränkt und verlangsamt. Das altersbedingt verminderte Durstgefühl kommt erschwerend hinzu.

**Die Lebermasse nimmt mit dem Alter um 20-40% ab [16]. Die verminderte Perfusion der Leber und des Splanchnikusgebiets ist mit einer verminderten hepatischen Proteinsynthese und reduzierten Entgiftungsfunktion verbunden.**

Als pathogenetische Faktoren der im Alter zunehmenden renalen und hepatischen Insuffizienz kommen vielfältige Grunderkrankungen (z.B. arterieller Hypertonus) in Betracht. Langanhaltender Substanzmissbrauch (Alkohol, Analgetika) sowie chronische Infektionen beeinträchtigen die Funktionen von Niere und Leber zusätzlich.

### Thermoregulation

Ab dem 20. Lebensjahr sinkt die basale metabolische Rate in jeder Lebensdekade um 1-2% [17]. Da auch die Fähigkeit zur Vasokonstriktion bei alten Menschen vermindert ist und Kältezittern erst bei niedrigerer Temperatur einsetzt, können alte Menschen einem Absinken der Körpertemperatur nur schlecht entgegenwirken. Sie sind perioperativ daher besonders hypothermiegefährdet. Hypothermie kann zu kardiovaskulären und hämorrhagischen Komplikationen führen und wird darüber hinaus mit einem vermehrten Auftreten von Wundinfektionen in Zusammenhang gebracht [18].

### Sonstiges

Die im Alter häufige Malnutrition ist prognostisch ungünstig. Als Ursachen der Malnutrition kommen onkologische und gastrointestinale Erkrankungen, aber auch neurologische Faktoren wie eine Schluckstörung in Betracht. Eine Albumin-Konzentration unter 30 g/l Plasma gilt als Indikator eines reduzierten Ernährungszustands.

## Präoperative Risikoabschätzung

**In der Gerontologie wird zunehmend versucht, die Gesamtsituation des alten Menschen als eigenes Krankheitsbild zu erfassen. Diese Gesamtsituation wird unter dem Begriff Frailty (im Sinne von altersbedingter Gebrechlichkeit) zusammengefasst.**

Die Definition von „frailty“ ist bisher nicht einheitlich – in Tabelle 1 sind einige Aspekte des Begriffs zusammengefasst.

**Tabelle 1**

Aspekte des Begriffs „frailty“ oder der altersbedingten Gebrechlichkeit.

Frailty
Altersbedingter Zustand einer erhöhten Vulnerabilität gegenüber Stressoren
Verminderte physiologische Reserven und Dysregulation verschiedener Organsysteme
Altersbedingte begrenzte Fähigkeit, die Homöostase aufrecht zu erhalten
Erhöhtes Risiko für eine unzureichende Erholung nach einer Erkrankung oder Operation mit andauernder Behinderung oder erhöhter Mortalität

**Die perioperative Morbidität und Mortalität ist mehr von der Gebrechlichkeit und den Begleiterkrankungen des Patienten als von seinem kalendarischen Alter abhängig.**

Die Klassifizierung eines Frailty-Index ist nicht trivial. Ein solcher Index erfasst viele Aspekte; dazu zählen die Last der Komorbiditäten, funktionelle Aspekte der Alltagsbewältigung, der Ernährungszustand, die Kognition und weitere mentale Faktoren, geriatrische Syndrome sowie extrinsische Faktoren wie soziale Isolation oder fehlendes familiäres Netz [19]. Zur perioperativen Risikoabschätzung ist daher insbesondere bei größeren Operationen die

interdisziplinäre Zusammenarbeit mit einem geriatrischen Team sinnvoll.

Gängige Skalen zur Bewertung der körperlichen Belastbarkeit sind häufig nicht auf hochbetagte Patienten zu übertragen. Hier seien exemplarisch die Arbeiten von Biccari et al. [20,21] genannt. Es wurde gezeigt, dass die Fähigkeit eines Patienten, zwei Etagen Treppen zu steigen (entsprechend einem metabolischen Äquivalent von 4), als präoperatives Belastbarkeits-Screening zwar für kardiochirurgische Eingriffe, nicht aber für große nicht-kardiochirurgische Eingriffe geeignet ist. Zur Erklärung führen die Autoren an, dass für einen langen postoperativen Heilungsprozess sowohl die aerobe als auch die anaerobe metabolische Kapazität wesentlich ist. Grundsätzlich ist ein 90-jähriger Patient, der eine Etage Treppen steigen kann, für seine Altersgruppe als körperlich gut belastbar einzuschätzen.

Eingriffe bei hochbetagten Patienten erfordern eine möglichst präzise Einschätzung des perioperativen Risikos. Es müssen in der klinischen Routine einsetzbare, validierte Skalen entwickelt werden, damit eine an sich erfolgreiche elektive Operation nicht damit endet, dass der betagte Patient sich nicht mehr vollständig von seiner Erkrankung erholt – oder seine Autonomie verliert oder gar stirbt.

## Pharmakokinetik und Pharmakodynamik

Zur Pharmakokinetik von Anästhetika liegen insgesamt nur sehr wenige Studien vor, in die auch Hochbetagte eingeschlossen worden sind – häufig werden nur einzelne Patienten über 80 Jahre rekrutiert und die Daten dann entsprechend interpoliert [23,24]. Die tatsächliche Wissenslage für diese Altersgruppen ist daher sehr lückenhaft.

Die altersbedingten Änderungen der **Pharmakokinetik** sind vor allem der Abnahme des Gesamtkörperwassers und des Gewichts, der Zunahme des Körperfetts, der geringeren Albumin-Konzentration sowie der sinkenden hepatischen und renalen Clearance geschuldet [22].

Die spezielle **Pharmakodynamik** kann insbesondere mit einer veränderten Anzahl von Rezeptoren sowie mit Änderungen der Signalübertragung zusammenhängen. Es ist sowohl eine erhöhte (z.B. Midazolam) als auch eine verminderte (z.B.  $\beta$ -Rezeptoren-Blocker) Medikamentenempfindlichkeit aufgrund von alterstypischen Rezeptor-Veränderungen beschrieben.

**Bei hochbetagten Patienten ist eine vorsichtige Dosierung nach Wirkung notwendig, da erhebliche Unterschiede im Dosisbedarf bestehen [25].**

Weiter sind Interaktionen mit der Dauermedikation möglich. Es wird geschätzt, dass 40% der geriatrischen Patienten mehr als fünf verschiedene Medikamente und 12-19% mehr als zehn verschiedene Medikamente pro Woche einnehmen [26]. Barnett et al. [27] identifizierten eine Polypharmazie – definiert durch Einnahme von mehr als fünf Substanzen – als entscheidenden patientenabhängigen Faktor für unerwünschte Medikamenteneffekte.

Die wesentlichen pharmakokinetischen und -dynamischen Aspekte in Folge veränderter Organfunktion im Alter [6]

sind in Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt.

Ergänzend zur Standardüberwachung kann beim hochbetagten Patienten ein EEG-Monitoring zur Überwachung der Hypnose, die Relaxometrie zur Quantifizierung der Muskelrelaxation sowie eine erweiterte kardiovaskuläre Überwachung (ST-Strecken-Analyse, Puls-konturanalyse) mit breiter Indikation eingesetzt werden. Obwohl diese Verfahren regelmäßig nicht an großen Gruppen von hochbetagten Patienten validiert worden sind, können sie dennoch zusätzliche Information über die Pharmakodynamik liefern.

**Tabelle 2**

Altersbedingte Veränderungen der Organfunktionen und deren Effekte auf Pharmakokinetik und Pharmakodynamik sowie den Implikationen bei Gabe von Anästhetika (nach [6]).

**CSF** = zerebrospinale Flüssigkeit; **GABA** = Gamma-Aminobuttersäure; **GFR** = glomeruläre Filtrationsrate; **i.v.** = intravenös; **MAC** = minimale alveolare Konzentration; **NMDA** = N-Methyl-D-Aspartat; **ZNS** = zentrales Nervensystem.

Pharmakokinetik und -dynamik	Organsysteme	Implikationen	Dosierung von Anästhetika
Resorption von Medikamenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ gastrale Entleerung</li> <li>↓ intestinale Motilität</li> <li>↓ Magensaftproduktion</li> <li>↓ intestinaler Blutfluss</li> <li>↓ Absorption</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine für parenteral applizierte Anästhetika</li> <li>Oral applizierte Medikamente werden vermindert resorbiert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Änderung</li> <li>↓ Absorption von oralen Analgetika und Digoxin</li> </ul>
Distribution von Medikamenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Gesamtkörperwasser</li> <li>↑ Körperfett</li> <li>↓ Herz-Zeit-Volumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Spitzenkonzentration nach i.v.-Bolus</li> <li>↑ Verteilungsvolumen für lipophile Substanzen</li> <li>↑ Zirkulationszeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Initiale Blutkonzentration</li> <li>→ ↑ Wirkung nach i.v.-Gabe hydrophiler Substanzen (Propofol, Opioide, Midazolam)</li> <li>↑ Wirkdauer (↑ Halbwertszeit) lipophiler Substanzen (Benzodiazepine, Inhalationsanästhetika)</li> <li>↑ Wirkungseintritt der Hypnose</li> </ul>
Plasmaproteinbindung	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Plasmaproteine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Proteinbindung von Anästhetika</li> <li>→ ↑ freie/aktive Substanz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ freie Konzentration proteingebundener Substanzen (Propofol)</li> <li>→ ↑ Wirkung nach Standarddosis</li> </ul>
Metabolismus	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Leberdurchblutung und Leberfunktion</li> <li>↓ Phase-1-Metabolismus (hepatische Oxydation, Reduktion und Hydrolyse)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ hepatische Clearance von vielen Anästhetika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Wirkdauer hepatisch metabolisierter Anästhetika (Opioide, Ketamin, Lidocain, Diazepam)</li> </ul>
Elimination	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Nierendurchblutung</li> <li>↓ GFR/renale Funktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Renale Clearance und Elimination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Wirkdauer renal eliminerter Substanzen (Muskelrelaxanzien, Opioide)</li> </ul>
ZNS-Sensitivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zerebrale Atrophie</li> <li>→ ↓ weiße Substanz und Neurone</li> <li>↓ Rezeptordichte (GABA, NMDA, <math>\beta</math>-Adrenozeptoren)</li> <li>↓ spinale Neurone, veränderte Myelinscheiden</li> <li>↓ Größe der Foramina intervertebralia</li> <li>↓ Volumen des CSF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Sensitivität gegenüber Anästhetika</li> <li>↓ Epiduralraum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Sensitivität für Propofol, Dosis vermindern</li> <li>↑ Sensitivität für Sedativa und Opioide (insbesondere Remifentanyl)</li> <li>↓ MAC Inhalationsanästhetika</li> <li>↑ Sensitivität für Lokalanästhetika</li> <li>↑ Ausbreitung von Lokalanästhetika</li> <li>↑ Ausbreitung der spinalen oder epiduralen Anästhesie, ggf. Dosis vermindern</li> </ul>

## Perioperative anästhesiologische Betreuung

### Anästhesiegespräch

**Für die präoperative Abklärung und das vorbereitende Anästhesiegespräch – in möglichst ruhiger Umgebung – gelten grundsätzlich die einschlägigen Empfehlungen der Fachgesellschaften [28].**

Eine Begleitung durch Angehörige kann sinnvoll sein – u.a. ermöglicht sie dem Patienten, nach Beendigung des Gesprächs erneut nach Inhalten zu fragen, weil vieles wieder vergessen wird und dadurch Unsicherheiten entstehen. Mit einer klar strukturierten Gesprächsführung kann dem oft ausschweifenden Gesprächsstil des Hochbetagten begegnet werden. In der Alltagsroutine stellt der oft erhöhte Zeitbedarf für das Anästhesiegespräch und die körperliche Untersuchung eine Herausforderung dar. Altersbedingte kognitive Einschränkungen, Seh- und Hörbehinderung sowie das langsamere psychomotorische Tempo des Hochbetagten dürfen aber nicht dazu führen, die symptomorientierte klinische Untersuchung und die sachgerechte Aufklärung des Patienten über das Anästhesieverfahren zu unterlassen. Darüber hinaus ist es sehr wichtig, Co-Morbiditäten zu erfassen, wobei das Erfragen geriatrischer Symptome wesentliche Erkenntnisse liefern kann (Tab. 3).

**Tabelle 3**

Typische Symptomkomplexe bei hochbetagten Patienten.

Stürze, Schwindel, Synkopen
Infekte mit kompliziertem Verlauf
Wundheilungsstörungen
Ernährungsstörungen (Kachexie), Exsikkose
Chronische Schmerzzustände
Immobilisationssyndrom (Osteoporose, Frakturen)
Neurodegenerative Erkrankungen
Zerebrovaskuläre Insuffizienz (mild cognitive impairment; MCI)
Depressives Syndrom

**Dem neurologisch-psychiatrisch unerfahrenen Anästhesisten können minimale kognitive Einschränkungen leicht entgehen.**

Wenn während des Prämedikationsgesprächs eine kognitive Einschränkung vermutet wird, kann der als Screening-Instrument für eine demenzielle Entwicklung etablierte **Mini-Mental-Status-Test (MMST)** in wenigen Minuten zur Abklärung – insbesondere einer leichten demenziellen Entwicklung – beitragen [29]. Je nach erreichter Punktzahl (maximal 30 Punkte) gilt folgende Skalierung:

- 30 - 29 Punkte:  
keine kognitive Einschränkung,
- 28 - 26 Punkte:  
leichte kognitive Einschränkung,
- 25 - 12 Punkte:  
moderate bis mittelschwere kognitive Einschränkung,
- weniger als 12 Punkte:  
schwere kognitive Einschränkung.

Zur umfassenden Quantifizierung der kognitiven Leistung von Patienten sind spezielle Testinstrumentarien verfügbar, damit z.B. die Diagnose einer postoperativen kognitiven Dysfunktion (POCD) gesichert werden kann [30,31]. Diese Instrumentarien erfordern jedoch einen hohen Zeitaufwand und sind daher nicht für die klinische Routine geeignet – zur Untersuchung hochbetagter Patienten sollen sie nur im Einzelfall herangezogen werden.

Mit einer Demenz ist eine eingeschränkte Einsichtsfähigkeit verbunden, welche mit dem Fortschreiten der Erkrankung zunimmt. Es gilt als gesichert, dass Patienten mit moderater Alzheimer-Demenz in ihrer Entscheidungs- und Einsichtsfähigkeit bereits relevant eingeschränkt sind und die Notwendigkeit medizinischer Maßnahmen trotz vielfacher Erläuterung oft nicht verstehen. Patienten mit ausgeprägter Demenz lehnen häufig sämtliche Maßnahmen ab. In diesen Fällen ist zunächst nach einer Patientenvollmacht zu fragen und vor einer elektiven Operation ggf. eine Betreuung in medizinischen Angelegenheiten einzurichten. In einer Notsituation

ist nach dem mutmaßlichen Willen des Patienten und im Zweifelsfall im Sinne des Lebens zu handeln.

**Auch bei Hochbetagten sind die Nüchternheitsregeln entsprechend der Leitlinien der Fachgesellschaften umzusetzen [32].**

Insbesondere ist die ausreichende orale Zufuhr klarer Flüssigkeit bis zwei Stunden vor Narkosebeginn wichtig, damit es nicht bereits präoperativ zum Flüssigkeitsdefizit und ggf. zum Volumenmangel kommt.

**Bei Hochbetagten soll eine medikamentöse Prämedikation nur im Ausnahmefall erfolgen.**

Nach einer medikamentösen Prämedikation sollte der Patient kontinuierlich überwacht werden, damit eine paradoxe Reaktion oder eine Atemdepression sofort erkannt und behandelt werden kann.

### Intraoperative Versorgung

**Die Wahl des Anästhesieverfahrens hängt im Wesentlichen vom Eingriff ab und muss darüber hinaus patientenbezogen und damit individuell erfolgen.**

Da die Verfahren der Regionalanästhesie (in ihrer Reinform) die kognitive Leistung nicht einschränken, weisen sie zumindest theoretische Vorteile auf. Der hochbetagte Patient muss allerdings kooperativ und in der Lage sein, mit dem Ablauf im Operationssaal – mit seinen rasch wechselnden Sinneseindrücken und vielen fremden Menschen – zurecht zu kommen; darüber hinaus muss er längere Zeit ruhig liegen können. Bisher konnte nicht bewiesen werden, dass eine Regionalanästhesie bezüglich der postoperativen kognitiven Leistung Vorteile gegenüber einer Allgemeinanästhesie aufweist. Dies mag zum einen daran liegen, dass zusätzlich zum Regionalverfahren wegen des „Patientenkom-

forts“ häufig sedierende Medikamente eingesetzt werden. Zum anderen liegen Hinweise vor, dass die Ausdehnung des Eingriffs und perioperative Komplikationen hauptsächlich zur POCD beitragen und der Einfluss des Anästhesieverfahrens nicht entscheidend ist [33].

**Beim geriatrischen Patienten sind grundsätzlich alle Regionalanästhesieverfahren einsetzbar, sofern die erforderliche Kooperationsfähigkeit des Patienten gegeben ist und die Kontraindikationen beachtet werden.**

Vor allem bei **rückenmarksnahen Regionalanästhesien** ist auf eine vorbestehende Therapie mit Antikoagulanzen zu achten und zu prüfen, ob eine Unterbrechung entsprechend der einschlägigen Leitlinie möglich ist [34].

Die Anlage einer Epiduralanästhesie oder **kombinierten Spinal- und Epiduralanästhesie** (CSE) ist wegen degenerativer Veränderungen der Wirbelsäule häufig erschwert oder auch unmöglich.

Eine **Spinalanästhesie** ist bei Hochbetagten dagegen meist gut durchführbar; für spezielle Eingriffe – wie die transurethrale Resektion der Prostata – gilt sie als Verfahren der Wahl.

Für alle rückenmarksnahen Blockaden ist – im Vergleich zu jüngeren Patienten – eine Dosisreduktion erforderlich. Als Faustformel gilt, dass die Blockade bei gleicher Dosierung 3-4 Segmente höher steigt. Auch die systemische Resorption der Lokalanästhetika ist bei rückenmarksnahen Verfahren ausgeprägter als bei jüngeren Patienten – als Ursache wird eine vermehrte Durchlässigkeit der Dura mater vermutet. Weiter ist bei rückenmarksnahen Blockaden wegen der altersbedingten „Steifheit“ der Gefäße mit einer verstärkten Hypotonie zu rechnen – mangelnde Kooperation und Unruhe können in diesem Zusammenhang frühe Symptome einer verminderten zerebralen Durchblutung sein [35]. Auch das Risiko einer Hypothermie ist erhöht, und Patienten mit Prostatahypertrophie sind für prolongierte Blasenentleerungsstörungen anfällig. Die

Rate an postspinalen Kopfschmerz ist dagegen geringer als bei jüngeren Patienten.

Auch **periphere Nervenblockaden** sind für Hochbetagte gut geeignet. Die Anschlagszeit ist wegen der geringeren Zahl myelinisierter Nerven verkürzt, die Dauer der motorischen und sensorischen Blockade gilt dagegen als verlängert. Es fehlen jedoch umfassende Studien an Hochbetagten, um mögliche Vorteile gegenüber den Nachteilen – wie einer prolongierten muskulären Schwäche oder evtl. ischämischen Nervenschädigung – zu klären.

**Für eine Allgemeinanästhesie sind kurzwirksame Anästhetika in angepasster Dosis zu wählen (Tab. 4).**

Bevorzugt werden Medikamente mit organunabhängiger Elimination (wie Remifentanyl oder Cis-Atracurium) oder sonstiger günstiger Pharmakokinetik (Desfluran, Sevofluran) eingesetzt, obwohl auch hier die hohe Wirkvariabilität nicht unterschätzt werden darf. Eine zurückhaltende Dosierung und Titration der Anästhetika hilft, vor allem negative kardiozirkulatorische Effekte zu vermeiden, ohne dass die wesentlichen Teil-

komponenten der Allgemeinanästhesie insgesamt vernachlässigt werden dürfen.

- Es ist eine adäquate Hypnose erforderlich, denn auch bei alten Patienten ist die Awareness, die Wachheit in Narkose, nicht unbekannt [36]. Bei der Verwendung von TCI-Pumpen (TCI = target controlled infusion) ist zu beachten, dass das Alter teilweise nicht in die verwendeten Algorithmen eingeht und daher eine Dosisreduktion erforderlich ist [23].
- Zur Vermeidung von intraoperativem Stress mit entsprechenden Kreislaufeffekten muss darüber hinaus für eine suffiziente Analgesie gesorgt werden.
- Zur Prophylaxe vor allem von respiratorischen Komplikationen ist am Ende des Eingriffs eine vollständige Erholung von einer neuromuskulären Blockade geboten. Cis-Atracurium wird organunabhängig eliminiert; zur Antagonisierung von Rocuronium ist Suggammadex verfügbar, wobei Untersuchungen bei Hochbetagten hier fehlen.

**Grundprinzip der Narkoseführung beim Hochbetagten ist die Beachtung und Sicherung der individuellen und altersentsprechenden „Normotonie“. Darüber ist höchste**

**Tabelle 4**

Altersadaptierte Dosierungen und Nebenwirkungen von Anästhetika.  
**KG** = Körpergewicht; **MAC** = minimale alveoläre Konzentration.

Medikamente	Veränderte Wirkung
Volatile Anästhetika	Abnahme des MAC um ca. 0,6-0,7 Vol% und Jahr (Referenzwert von 100% beim 40-jährigen Patienten) Verstärkte Kreislaufdepression
Induktionshypnotika	Induktion z. B. mit langsamer Propofol-Injektion (repetitive Boli von 0,5 mg/kg KG i.v.) Kontext-sensitive Halbwertszeit verlängert; Erwachen verzögert
Opiode	Zur Induktion z.B. 0,5-1 µg/kg KG Fentanyl i.v. Erhöhte Sensitivität; verstärkte Atemdepression; Wirkzeit verlängert
Muskelrelaxanzen	Verlängerte Anschlagzeit durch verminderte Muskelperfusion Abhängig von der Leber- und Nierenfunktion verlängerte Wirkdauer von steroidalen Relaxanzen
Sedativa	Unter Überwachung der Atmung z.B. 0,5-1 mg Midazolam i.v. Verstärkte Atemdepression; verlängerte Sedierung und Amnesie Paradoxe Wirkung mit Agitation Wirkungsverlängerung durch Metabolite (z.B. Diazepam)

### **Vigilanz zur raschen Erkennung und Behandlung von selbst kleinsten Veränderungen der Homöostase geboten.**

---

- Zunächst ist für eine adäquate Flüssigkeits- und Volumensubstitution zu sorgen. Falls dies nicht ausreicht, ist der kontinuierliche Einsatz von möglichst niedrig dosierten Vasokonstriktiva (Cafedrin/Theodrenalin, Noradrenalin) indiziert.
- Bei der Narkosebeatmung ist eine Hyperventilation zu vermeiden; eine moderate Hyperkapnie kann individuell pathophysiologisch bedingt sein.
- Es ist auf einen ausgeglichenen Elektrolythaushalt zu achten. Eine Hypokaliämie kann rasch zu gravierenden Rhythmusstörungen führen.
- Zum Erhalt der Normothermie ist der Patient schon vor Beginn des Eingriffs zuzudecken bzw. aktiv zu wärmen; die Körpertemperatur ist kontinuierlich zu überwachen.

Die Indikation zur erweiterten intraoperativen **Überwachung** wird – unter Beachtung von Nutzen und Risiko – großzügig gestellt. Das gilt insbesondere für die invasive arterielle Druckmessung, die eine Schlag-zu-Schlag-Überwachung des Kreislaufs und damit eine rasche Reaktion auf Abweichungen vom individuellen Blutdruck ermöglicht.

### **Postoperative Versorgung**

---

**Die Indikation zur postoperativen Überwachung – ob im Aufwachraum oder auf der Intermediate Care- oder Intensivstation – wird in Abhängigkeit von Begleiterkrankungen, Eingriff und intraoperativem Verlauf großzügig gestellt.**

---

Es fällt älteren Patienten schwer, sich in fremder Umgebung zu orientieren oder eigenständig Hilfe zu holen. Neben den eigentlichen **Vitalfunktionen** (Bewusstsein, Atmung, Kreislauf) sind der Flüssigkeits-, Elektrolyt- und Glukosehaushalt sorgfältig zu überwachen.

Evtl. Blutverluste müssen erfasst und adäquat ausgeglichen werden. Mit zunehmendem Alter steigt auch das Risiko für einen perioperativen **Myokardinfarkt** oder **Schlaganfall**; daher ist gezielt auf entsprechende Symptome zu achten und unverzüglich für eine Abklärung bzw. Therapie zu sorgen.

Eine suffiziente **Schmerztherapie** trägt wesentlich zur postoperativen Stressreduktion bei. Numerische oder visuelle Analogskalen zur Schmerzerfassung sind auch für hochbetagte Patienten geeignet. Für Patienten mit Demenz sind spezielle Skalen verfügbar (Abb. 3), mit denen der Schmerz indirekt quantifiziert werden kann [37]. Die Dosierung der Analgetika erfolgt nach den Grundsätzen des Stufenkonzepts der WHO und unter Beachtung der relevanten Kontraindikationen. Bei Opioiden muss mit stärkerer und längerer Atemdepression gerechnet werden, so dass der alte Patient entsprechend länger überwacht werden muss. Periphere und rückenmarksnahe Regionalanästhesieverfahren sind gut

Abbildung 3

Kriterium	0	1	2
<b>Gesichtsausdruck</b>	- lächelnd - nichtssagend	- traurig - ängstlich - sorgenvoller Blick	- grimassieren
<b>Körpersprache</b>	- entspannt	- angespannt - nervös hin und hergehend - nesteln	- starr - geballte Fäuste - angezogene Knie - sich entziehen oder wegstoßen - schlagen
<b>Trost</b>	- Trösten nicht notwendig	- Ablenken oder Beruhigen durch Stimme oder Berührung möglich	- Trösten, Ablenken, Beruhigen nicht möglich
<b>Atmung (unabhängig von Lautäußerung)</b>	- normal	- gelegentlich angestrengt atmen - kurze Phase Hyperventilation	Lautstark angestrengt atmen - lange Phase der Hyperventilation - Cheyne-Stoke-Atmung
<b>Negative Lautäußerung</b>	- keine	- gelegentlich stöhnen oder ächzen - sich leise oder mißbilligend äußern	- wiederholt beunruhigt rufen - laut stöhnen oder ächzen, weinen

Skala zur Schmerzeinschätzung anhand von fünf verschiedenen Kriterien bei Patienten mit Demenz (mod. nach [37]). Ein Wert von 2 oder größer gilt als behandlungsbedürftig [38].

zur postoperativen Schmerztherapie geeignet und können den Opioideneinsatz reduzieren oder entbehrlich machen.

### Es ist eine frühzeitige Begleitung des Hochbetagten durch vertraute Angehörige – nach Möglichkeit schon im Aufwachraum – anzustreben.

Dies trägt zur Stressreduktion bei und kann die Rekonvaleszenz unterstützen. Gleiches gilt für die weitere postoperative Phase, wo das Umfeld der heutigen Kliniken mit hohem Arbeitsdruck nicht auf das verlangsamte Tempo hochbetagter Menschen eingestellt ist. Hier können Angehörige eine wertvolle Hilfe sein und die Eigeninitiative des Patienten – etwa beim Trinken und Essen oder der Mobilisation – fördern.

Insgesamt sind altersgerechte interdisziplinäre „Fast-track“-Konzepte erforderlich, damit aus einem „Fast track“ kein „Fast track back“ wird. Dazu könnten zukünftig z.B. altersgerechte operative Spezialstationen beitragen – entsprechende Konzepte sind in den konservativen Fächern inzwischen vorhanden.

Ein weiterer Zukunftsaspekt ist die Frage, ob sich durch ein präoperatives Training der kognitiven und physischen Fähigkeiten – im Sinne der „Prehabilitation“ – eine bessere postoperative Rekonvaleszenz erreichen lässt [39].

Ein eigenes Problemfeld ist das **postoperative Delir**, das bei älteren Patienten vermehrt auftritt. Zur frühzeitigen Diagnose – ggf. schon vor Verlegung aus dem Aufwachraum – sind spezielle Delir-Scores [40] verfügbar; dazu zählen Nu-DESC (Nursing Delirium Screening Scale) und CAM-ICU (Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit). Vor Verlegung des Patienten aus dem Aufwachraum auf eine Normalstation ist ein postoperatives Delir auszuschließen.

Darüber hinaus ist das Alter ein Risikofaktor für eine neu auftretende **postoperative kognitive Dysfunktion (POCD)**. Auch wenn es Hinweise gibt, dass ursächlich nicht das Anästhesieverfahren per se, sondern eher die postoperative Immunantwort in Betracht zu ziehen ist, muss Primär- und Sekundärkomplikationen durch sorgfältiges anästhesiologisches Handeln entgegengewirkt werden.

## Fazit

**Auf Grund der demographischen Entwicklung stellt die anästhesiologische Versorgung hochbetagter Patienten, sei es im Rahmen von Notfall- oder elektiven Eingriffen, inzwischen eine alltägliche Herausforderung dar. Es sind einschlägige Kenntnisse der physiologischen Alterungsprozesse, der möglichen Begleiterkrankungen sowie der veränderten Pharmakokinetik und -dynamik der Anästhetika erforderlich, um die perioperative Phase für alte Patienten möglichst komplikationsfrei zu gestalten. Da Hochbetagte in wissenschaftlichen Untersuchungen unterrepräsentiert sind, gibt es kaum evidenzbasierte Handlungsanweisungen für die medizinische Versorgung dieser Patientengruppe. Daher ist ein individualisiertes und auf die alterstypische Pathophysiologie und Pharmakologie abgestütztes Vorgehen unverzichtbar.**

## Literatur

1. Cox L, Kloseck M, Crilly R, McWilliam C, Diachun L: Underrepresentation of individuals 80 years of age and older in chronic disease clinical practice guidelines. *Can Fam Physician* 2011;57:e263-9
2. Story DA, Leslie K, Myles PS, Fink M, Poustie SJ, Forbes A, et al.: Complications and mortality in older surgical patients in Australia and New Zealand (the REASON study): A multicentre, prospective, observational study. *Anaesthesia* 2010; 65: 1022-1030
3. Massarweh NN, Legner VJ, Symons RG, McCormick WC, Flum DR: Impact of advancing age on abdominal surgical outcomes. *Arch Surg* 2009;144:1108-1114
4. Pallati PK, Gupta PK, Bichala S, Gupta H, Fang X, Forse RA: Short-term outcomes of inguinal hernia repair in octogenarians and nonagenarians. *Hernia* 2013;17: 723-727
5. Tseng VL, Fei Y, Lum F, Coleman AL: Risk of fractures following cataract surgery in Medicare beneficiaries. *JAMA* 2012; 308:493-501
6. White PF, White LM, Monk T, Jakobsson J, Raeder J, Mulroy MF, et al: Perioperative care for the older outpatient undergoing ambulatory surgery. *Anesth Analg* 2012;114:1190-1215
7. Polonius MJ, Landauer B, Radke J: Vereinbarung zur Qualitätssicherung

## Medical Education

## Review Articles

- ambulante Anästhesie des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten, der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und des Berufsverbandes der Deutschen Chirurgen. *Anästh Intensivmed* 2006; 47:50-51
8. Weißauer W: Kommentar zur Vereinbarung des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten, der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und des Berufsverbandes der Deutschen Chirurgen. *Anästh Intensivmed* 2006;47:52-53
  9. Fleisher LA, Pasternak LR, Lyles A: A novel index of elevated risk of inpatient hospital admission immediately following outpatient surgery. *Arch Surg* 2007; 142:263-268
  10. Hermighaus A, Löser S, Wilhelm W: Anästhesie bei geriatrischen Patienten. Teil 1: Alter, Organfunktion und typische Erkrankungen. *Anästhesist* 2012;61:163-174
  11. Rundshagen I: Anästhesiologische Besonderheiten bei Patienten mit Hirnschämie. *Anästh Intensivmed* 2013;54:192-202
  12. Jani B, Rajkumar C: Ageing and vascular ageing. *Postgrad Med J* 2006;82:357-362
  13. Priebe HJ: The aged cardiovascular risk patient. *Brit J Anaesth* 2000;85:763-778
  14. Sprung J, Gajic O, Warner DO: Review article: age related alterations in respiratory function – anesthetic considerations. *Can J Anaesth* 2006;53:1244-1257
  15. Aymanns C, Keller F, Maus S, Hartmann B, Czock D: Review on pharmacokinetics and pharmacodynamics and the aging kidney. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010;5: 314-327
  16. Schmucker DL: Age-related changes in liver structure and function: implications for disease? *Exp Gerontol* 2005;40: 650-659
  17. Henry CJ: Mechanisms of changes in basal metabolism during ageing. *Eur J Clin Nutr* 2000;54(Suppl 3):77-91
  18. Putzu M, Casati A, Berti M, Paglierini G, Fanelli G: Clinical complications, monitoring and management of perioperative mild hypothermia: Anesthesiological features. *Acta Biomed* 2007;78:163-169
  19. Robinson TN, Wallace JI, Wu DS, Wiktor A, Pointer L, Pfister SM, et al: Accumulated frailty characteristics predict postoperative discharge institutionalization in the geriatric patient. *J Am Coll Surg* 2011;13:7-42
  20. Biccard RM: Relationship between the inability to climb two flights of stairs and outcome after major non-cardiac surgery: Implications for the pre-operative assessment of functional capacity. *Anaesthesia* 2005;60:588-593
  21. Biccard BM, Rodseth RN: Utility of clinical risk predictors for preoperative cardiovascular risk prediction. *Brit J Anaesth* 2011;107:133-143
  22. Rivera R, Antognini JF: Perioperative drug therapy in elderly patients. *Anesthesiology* 2009;110:1176-1181
  23. Minto CF, Schnider TW, Egan TE, Youngs E, Lemmens HJM, Gambus PL, et al: Influence of age and gender on the pharmacokinetics and pharmacodynamics of remifentanyl. I. Model Development. *Anesthesiology* 1997; 86:10-23
  24. Schüttler J, Ihmsen H: Population pharmacokinetics of propofol. A multicenter study. *Anesthesiology* 2000;92: 727-38
  25. Hermighaus A, Löser S, Wilhelm W: Anästhesie bei geriatrischen Patienten. Teil 2: Anästhetika, Patientenalter und Anästhesieführung. *Anästhesist* 2012; 61:363-374
  26. Vuyk J: Pharmacodynamics in the elderly. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2003;17:207-218
  27. Barnett SR: Polypharmacy and perioperative medications in the elderly. *Anesthesiol Clin* 2009;27:377-389
  28. Präoperative Evaluation erwachsener Patienten vor elektiven, nicht kardiochirurgischen Eingriffen. Gemeinsame Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Deutschen Gesellschaft für Chirurgie und Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin. *Anästh Intensivmed* 2010;51: 788-797
  29. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR: „Mini-Mental State“: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J. Psychiatr Res* 1975; 12:189-198
  30. Rudolph JL, Schreiber KA, Culley DJ, McGlinchey RE, Crosby G, Levitsky S, et al: Measurement of postoperative cognitive dysfunction after cardiac surgery: A systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010;54:663-677
  31. Murkin JM, Newman SP, Stump DA, Blumenthal JA: Statement of consensus on assessment of neurobehavioral outcomes after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 1995;59:1289-1295
  32. Perioperatives Nüchternheitsgebot bei operativen Eingriffen. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten. <http://www.bda.de/docman/alle-dokumente-fuer-suchindex/oeffentlich/empfehlungen/564-perioperatives-nuechternheitsgebot-bei-operativen-eingriffen/file.html>
  33. Avidan M, Evers AS: Review of clinical evidence for persistent cognitive decline or incident dementia attributable to surgery of general anesthesia. *J Alzheimer' Disease* 2011;24:201-216
  34. Gogarten W, Van Aken H, Büttner J, Riess H, Wulf H, Bürkle H: Rückenmarksnähe Regionalanästhesien und Thromboembolieprophylaxe/antithrombotische Medikation. *Anästh Intensivmed* 2007;48:109-124
  35. Minville V, Asehnoune K, Salau S, Bourdet B, Tissot B, Lubrano V, et al: The effects of spinal anesthesia on cerebral blood flow in the very elderly. *Anesth Analg* 2009;108:1291-1294
  36. Avidan MS, Zhang L, Bumside BA, Finkel KJ, Searleman AC, Selvidge JA, et al: Anesthesia awareness and the Bispectral Index. *NEJM* 2008;358: 1087-1080
  37. Warden V, Hurley AC, Volicer L: Development and psychometric evaluation of the Pain Assessment in Advanced Dementia (PAINAD) scale. *J Am Med Dir Assoc* 2003;4:9-15
  38. Zwakhalen SMG, van der Stehen JT, Najim MD: Which score most likely represents pain on the observational PAINAD Pain Scale for patients with dementia? *J Am Med Dir Ass* 2012; 13:384-389
  39. Chen CCH, Lin MT, Tien YW, Yen CJ, Huang GH, Inouye SK: Modified hospital elder life program: Effects on abdominal surgery patients. *J Am Coll Surg* 2011; 213:245-252
  40. S3 Leitlinie der AWMF (001/012): Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001-012.html>

### Korrespondenz- adresse



**Priv.-Doz. Dr. med.  
Ingrid Rundshagen**

Gemeinschaftspraxis Brahmsallee  
Dres. Callesen, Dupierry, Rundshagen  
Brahmsallee 24  
20144 Hamburg, Deutschland  
Tel.: 040 45 55 99  
E-Mail: [rundshagen@pasr.info](mailto:rundshagen@pasr.info)