

# Der geriatrische Patient im intensivmedizinischen Setting

*Vera von Dossow, Michael Fries, Rainer Kieffmann*

## Take-home-Message

Die demographische Entwicklung in Deutschland stellt die Intensivmedizin durch die Zunahme geriatrischer Patienten vor eine besondere Herausforderung.

Gebrechlichkeit per se ist mit einem schlechteren Outcome assoziiert und zeigt eine steigende Prävalenz bei geriatrischen Intensivpatienten.

Geriatrische Patienten weisen alterstypische veränderte physiologische Organfunktionen auf, die beim Management der medikamentösen Therapie auf der Intensivstation berücksichtigt werden müssen. Die Homöostase geriatrischer Patienten sollte individuell berücksichtigt und eingehalten werden.

Das Risiko für die Entwicklung kognitiver Funktionsstörungen ist bei geriatrischen Intensivpatienten erhöht und mit konsekutiver Einschränkung der Lebensqualität verbunden. Prävention hat hier einen besonderen Stellenwert.

Internationale Empfehlungen zur intensivmedizinischen Behandlung geriatrischer Patienten sollten in der klinischen Praxis berücksichtigt und eingesetzt werden.

## Zusammenfassung

Der Anteil der älteren Bevölkerung nimmt nicht nur in Deutschland, sondern auch weltweit rasant zu. Eine signifikante Anzahl an geriatrischen Patienten (> 70 Jahre) unterziehen sich zudem chirurgischen Operationen. Dies ist eine besondere Herausforderung für die gesamte operative Medizin, denn mit zunehmendem Alter steigt auch die Prävalenz für Gebrechlichkeit. Gebrechlichkeit per se ist mit einem schlechteren Outcome assoziiert. Alterstypische physiologische Veränderungen aller Organsysteme führen dazu, dass dieses Patientenkollektiv eine besondere Stellung in der intensivmedizinischen

Behandlung einnimmt. Geriatrische Patienten haben zudem längere Erholungszeiten sowie ein höheres Risiko für Komplikationen.

Die Autoren dieses Manuskripts sind Mitglieder der Kommission für Gerontoaesthesiologie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin, die sich zum Ziel gesetzt hat, den aktuellen Status sowie die zukünftige Ausrichtung der Behandlung der geriatrischen Patienten sowohl im perioperativen als auch intensivmedizinischen Setting zu erarbeiten.

Dieser Artikel fasst die wichtigsten Empfehlungen aktueller internationaler Leitlinien (Internationale Geriatrie-Empfehlungen, europäische Empfehlungen zum postoperativen Delir), die DAS-Leitlinie (S3-AWMF-Leitlinie) zusammen: Der Beitrag fokussiert auf Besonderheiten der intensivmedizinischen Behandlung geriatrischer Patienten und unterstützt somit den Kliniker in der täglichen Praxis im Umgang mit dieser Patientengruppe.

## **Demographische Entwicklung und Implikationen für die Intensivtherapie**

Das deutsche Gesundheitswesen im Allgemeinen und speziell die medizinische Versorgung im Krankenhaus steht schon jetzt durch den demografischen Wandel vor erheblichen Herausforderungen. Der demografische Wandel ist aber auch mit einem Anstieg der Anzahl multimorbider Patienten mit chronisch-degenerativen Erkrankungen verbunden, die veränderte Anforderungen an die medizinische Versorgung im Krankenhaus stellen. Die Multimorbidität älterer Patienten erfordert eine interdisziplinäre multiprofessionelle Zusammenarbeit mit dem gemeinsamen Ziel einer patientenorientierten Versorgung sowie die Integration von Prävention, Kuration und Rehabilitation im Rahmen definierter spezieller Behandlungspfade. Vor diesem Hintergrund fordert die Deutsche Gesellschaft für Geriatrie (DGG), dass die Altersmedizin verstärkt Eingang in die Intensivmedizin finden muss. Sie betont sogar akuten Handlungsbedarf [1]. Häufig ist das Wissen für geriatrische Zusammenhänge nicht vorhanden. So sind z.B. Röntgen-Bilder und physiologische Organfunktionen verändert und müssen entsprechend auch neu interpretiert werden [2].

Schon jetzt beträgt der Anteil der über 80-jährigen Patienten auf internistischen und operativen Intensivstationen 15 bis 20 Prozent [3]. Diese Patienten sind multimorbide und haben nicht nur internistische oder operative Grundprobleme, sondern weisen eine zunehmende Gebrechlichkeit, eingeschränkte Mobilität, reduzierte kognitive Funktion und reduzierte Autonomie auf [4]. Möglicherweise ist

ein „Gebrechlichkeits-Screening“ auf der Intensivstation bei Aufnahme bzw. bei der präoperativen Vorbereitung hilfreich. Eine Meta-Analyse von Muscedere et al. [4] verdeutlicht, dass der Faktor *Gebrechlichkeit* bei ca. 30 Prozent der intensivstationären Patienten vorhanden ist. Gebrechliche geriatrische Patienten weisen eine höhere Krankenhaus- und Langzeitmortalität auf. Allerdings zeigten sich keine Unterschiede hinsichtlich der Beatmungszeiten, Vasopressortherapie und intensivstationären Behandlungsdauer.

## Altersphysiologische Veränderungen: Was ist bei der medikamentösen Intensivtherapie zu beachten?

Im Folgenden sind die alterstypischen Veränderungen aller Organsysteme aufgeführt [5, 6]:

- **Kardiovaskuläre Veränderungen** inkludieren eine reduzierte sympathische Antwort, eine reduzierte venöse Compliance, eine Abnahme der venösen Vorlast, eine veränderte diastolische Funktion sowie eine veränderte Barorezeptorantwort. Die Folgen sind ein labiler Blutdruck, eine Anfälligkeit für Hypotensionen und die Gefahr von Volumenüberladungen.
- Bei den **pulmonalen Veränderungen** beobachtet man Anstiege des pulmonal-arteriellen Druckes, eine reduzierte Reaktionsfähigkeit auf Hypoxie und Hyperkapnie, eine geringere Lungenelastizität, reduzierte Muskelmasse, reduzierter Hustenreflex und eine eingeschränkte Ösophagusmotilität. Diese sind mit einem erhöhten Risiko für Hypoxie und Hyperkapnie, erhöhte Atemarbeit und erhöhte Totraumventilation assoziiert. Zudem ist das Aspirationsrisiko erhöht.
- **Neurotransmitterveränderungen** im Alter sind mit einem erhöhten Risiko für kognitive Funktionsstörungen assoziiert. Obwohl Alter per se für die Delirinzidenz allein nicht ausschlaggebend ist, ist die Kombination aus Komorbidität und Gebrechlichkeit ein wesentlicher Faktor [4, 5]. Auch eine beginnende Demenz kann Auslöser für kognitive Störungen sein.
- Das **endokrine System** zeichnet sich durch einen veränderten Glukosestoffwechsel aus, so dass häufiger Hyperglykämien auftreten können.
- Alter per se ist mit einem veränderten Metabolismus der Medikamente assoziiert und hat somit Auswirkungen auf den Clearanceeffekt der Substanzen. Eine reduzierte renale Masse ist mit einem höheren Risiko für eine Nierenschädigung verbunden.

Hieraus ergeben sich Implikationen für das medikamentöse Management: Die altersbedingten Veränderungen in allen Organsystemen sind mit einer veränderten Pharmakodynamik und -kinetik der Medikamente assoziiert. Die Folge sind höhere Wirkspiegel, eine verlängerte Wirkungsdauer und unterschiedliche Verteilungsvolumina vieler Medikamente, die in ihrer Dosierung entsprechend täglich überprüft und angepasst werden müssen [8].

Für das Medikamentenmanagement gibt es in Deutschland die PRISCUS-Liste mit potentiell ungeeigneten Medikamenten für den älteren Patienten (<http://medikamente-im-alter.de/priscus.html>). Vor Beginn einer intensivmedizinischen medikamentösen Therapie sollte bei jedem geriatrischen Patienten ein individueller genauer Therapieplan festgelegt werden, um komplexe Interaktionen der Medikamente mit eingeschränkten Funktionen der Organsysteme im Hinblick auf potentiell schädigende Nebenwirkungen zu vermeiden:

Es wird empfohlen, die vollständige Medikamentenliste (inklusive Supplements, Vitamine) eines geriatrischen Patienten bei Beginn der intensivmedizinischen Therapie kritisch zu überprüfen [6, 7].

Werden nichtessentielle Medikamente pausiert, beendet oder aber auch fortgeführt, muss ein mögliches Entzugspotential, das Fortschreiten der Erkrankung beim Pausieren und die potentiellen Medikamenteninteraktionen mit Sedativa, Opioiden etc. berücksichtigt werden. Die kardiale Medikation sollte unbedingt fortgeführt werden. Auch wird empfohlen, dass die eigenen Medikamente zu den patienten-üblichen Zeitpunkten eingenommen werden, um die Homöostase des Patienten möglichst wenig zu beeinflussen. Häufig sind Dosisreduktionen aufgrund einer reduzierten renalen Masse sowie einer eingeschränkten Clearance erforderlich. So wird in der DAS-S3-Leitlinie beispielsweise kritisch angemerkt, dass das vielfach diskutierte mehrtägige Koma nach Midazolam- und/oder Fentanylgabe in zu hoher Dosierung häufig auftritt und unbedingt vermieden werden sollte [8].

Die amerikanische „Beers“-Liste ist ein Vorgänger der PRISCUS-Liste und ebenfalls eine Auflistung von Medikamenten, die Patienten über 65 Jahre nicht erhalten sollten [9]. Sie wurde 1991 von dem amerikanischen Geriater Mark H. Beers erstellt. 2003 wurde die Liste aktualisiert. Es handelt sich vor allem um Medikamente, bei denen es insbesondere bei geriatrischen Menschen vermehrt zu unerwünschten Arzneimittelwirkungen kommen kann, oder für die Alternativpräparate mit weniger Nebenwirkungen verfügbar sind.

Der Arzneimittelreport 2013 bringt aktuelle Zahlen zum Medikamentengebrauch bei Menschen über 65 Jahre und weist besonders auf Probleme durch Polypharmazie dieser Altersgruppe hin [10]. Im Jahr 2010 wurde von einem Forscherteam um die Wuppertaler Phar-

makologin Petra A. Thürmann die PRISCUS-Liste veröffentlicht, mit der versucht wird, die Beers-Liste an die nationalen Besonderheiten Deutschlands anzupassen [11].

Folgende Medikamente sollten beispielsweise nach Möglichkeit bei älteren Patienten vermieden werden [11]:

- Barbiturate
- Benzodiazepine
- Nicht-Benzodiazepin Hypnotika (Zolpidem, Zaleplon, Eszopiclone)
- Pentazocine
- Meperidine
- Muskelrelaxantien
- Non-Cox NSAID

## **Besonderheiten bei der Analgosedierung geriatrischer Intensivpatienten**

Die AWMF-S3 Leitlinie widmet älteren Patienten ein Kapitel zur Umsetzung der Analgesie und Sedierung [8]. Die Einführung eines Analgesie- und Sedierungsmanagements sowie einer Delirbehandlung sind mit einer signifikanten reduzierten Beatmungsdauer, intensivstationären Behandlungsdauer als auch Mortalität assoziiert. [12–15].

Allerdings zeigen Umfragen aus den letzten 15 Jahren [16–18], dass hinsichtlich der Überwachung der Analgesie, Sedierung und des Delirs weiterhin Handlungsbedarf besteht [16].

## **Das Monitoring von Schmerz, Sedierung und Delir bei geriatrischen Intensivpatienten**

- Die Faces Pain Scale (FPS) und die Numeric Rating Skala (NRS) sind reliabel und valide zur Erfassung der Schmerzintensität bei älteren Patienten.
- Alternativ kann bei Patienten mit einer fortgeschrittenen Demenz die „BESD“ (Beurteilung von Schmerzen bei Demenz) oder die Verbal Rating Scale eingesetzt werden [19, 20].
- Ab einer Punktzahl von 4 sollte bei allen Scores behandelt werden.
- Der RASS wird als Sedierungsscore empfohlen.
- Ein regelmäßiges Delirscreening wird empfohlen, da Alter ein starker Prädiktor für ein hypoaktives Delir bei Intensivpatienten ist [15, 16]. Hier eignen sich Delirscores wie der „Confusion Assessment Method“ (CAM-ICU) oder der „Nursing Delirium Screening Scale (NuDESC).

## Medikamentöses Management Analgesie, Sedierung und Delirtherapie

Es ergeben sich folgende Implikationen für das medikamentöse Management:

- Bei der Wahl der Sedativa und Analgetika sollten bei älteren Patienten vor allem Medikamente mit kurzer kontextsensitiver Halbwertszeit bevorzugt eingesetzt werden. Bei Verwendung von Remifentanyl konnte eine geringere Delirinzidenz nachgewiesen werden und wird laut der Europäischen Leitlinie für das postoperative Delir von der Europäischen Gesellschaft für Anästhesie (ESA) empfohlen [19, 20].
- Laut den Empfehlungen der amerikanischen Gesellschaft für Geriatrie wird die Indikation für Regionalanästhesieverfahren (neuraxiale Blockaden und periphere Nervenblockaden) bei geriatrischen Patienten aufgrund des besseren Schmerzprofils großzügig gestellt werden. Vorteile eines besseren Schmerzprofils ist der Verzicht bzw. die Reduktion einer Sedierung mit möglicher Reduktion der Delirinzidenz. Allerdings gibt es bislang keine ausreichende evidenz-basierte Datenlage zur Verwendung von Regionalanästhesieverfahren [6, 7].
- Für alle älteren Patienten sollten bei Aufnahme auf die Intensivstation die Erhebung einer Schmerzanamnese und die Erstellung eines Schmerztherapie-Plans erfolgen und konsequent fortgeführt werden. Auch wird empfohlen, prophylaktisch Abführmedikamente einzusetzen. (z. B. Bisacodyl, Dulcolaxzäpfchen nach der Beers-Liste ).
- Die prophylaktische Gabe von Melatonin zur Nacht wird empfohlen [8].
- Benzodiazepine sollten nach Möglichkeit zur Sedierung nur nach strenger Indikationsprüfung eingesetzt werden mit einem entsprechenden Sedierungsmonitoring [8].
- Auf anticholinerge Medikamente sollte bei älteren Patienten nach Möglichkeit verzichtet werden [8].

## Delirprävention und Delirtherapie

Einen besonderen Stellenwert bei der Prävention nehmen die nicht-pharmakologischen Interventionen ein [8, 9]:

- Kognitive Reorientierung
- Frühzeitige Mobilisation
- Seh- und Hörhilfen

- Präsenz von Angehörigen
- Schlafprotokoll
- Ernährung und Flüssigkeitssubstitution
- Adäquate Oxygenierung
- Minimierung von Kathetern, Kabel etc.
- Die prophylaktische Gabe zur Prävention eines postoperativen Delirs von niedrig-dosiertem Haloperidol oder Rivastigmin ist nach der S3-DAS Leitlinie eine individuelle Indikation [24, 25].

## Medikamentöse Delirtherapie

- Haloperidol 0,5-1 mg per os, (intravenös aufgrund von QT-Verlängerungen nicht mehr empfohlen)
- Alternativ:
- Risperidone
- Olanzapine
- Quetiapine
- Ziprasidone

Geriatrische Patienten haben bereits während des Krankenhausaufenthaltes und auch nach der Entlassung ein hohes Risiko für eine Abnahme der kognitiven Funktion. Risikofaktoren sind fortgeschrittenes Alter, Gebrechlichkeit, kognitive Störungen, eingeschränkte Mobilität, Depression, Präsenz anderer geriatrischer Symptome: Stürze, Inkontinenz, Druckulzera) [26].

Mehr als 30 Prozent der geriatrischen Patienten entwickeln kognitive Funktionsstörungen und weniger als die Hälfte sind in der Lage, nach Entlassung aus dem Krankenhaus alltägliche Aktivitäten selbstständig zu verrichten wie vor der Krankenhausaufnahme [27]. Somit erhält auch in diesem Kontext die Prävention kognitiver Funktionsstörungen einen hohen Stellenwert.

Behandlungsmodelle wie das „Hospital Elderly Life Program“ (HELP), „Acute Care for Elders“ (ACE), strukturelle Charakteristika (große Uhren, Kalender in Reichweite), spezielle Personalausbildungsprogramme für ärztliches und pflegerisches Personal und patienten-basierte Programme sind mögliche Maßnahmen, um kognitive Funktionsstörungen zu vermeiden [28].

## Postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) Prophylaxe und Vermeiden von postoperativen Aspirationen

Übelkeit und Erbrechen sind häufige Symptome in der frühen postoperativen Phase, aber auch auf der Intensivstation nach Extubation. Sie werden häufig als sehr unangenehm empfunden. Gerade bei älteren Patienten sollte im Sinne einer Risikostratifizierung aufgrund der alterstypischen Veränderungen der Ösophagusmotilität mit konsekutiven höherem Aspirationsrisiko auf eine PONV-Prophylaxe geachtet werden. Allerdings muss darauf geachtet werden, dass einige der in diesem Kontext empfohlenen Substanzen wie z.B. Scopolamin mit einem erhöhten Risiko für ein Delir assoziiert sind [6, 7]:

|                                                    | Beers/Priscus-Empfehlung | Nebenwirkungen                                                    |
|----------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 5-HT3-Rezeptorantagonist<br>Odansetron/Granisetron | Mittel der Wahl          | Serotonininsyndrom                                                |
| Kortikosteroide                                    | Nicht empfohlen          | Delirinzidenz erhöht                                              |
| Scopolamin transdermal                             | Nicht empfohlen          | Anticholinerge Wirkung<br>,Delirrisiko erhöht                     |
| Metoclopramid                                      | Nicht empfohlen          | Extrapyramidale Symptome,<br>v. a. bei gebrechlichen<br>Patienten |
| Promethazin                                        | Nicht empfohlen          | Anticholinerge Wirkung<br>,Delirrisiko erhöht                     |

## Prävention pulmonaler Komplikationen [nach 6, 7]

Aufgrund der alterstypischen Veränderungen der pulmonalen Funktion haben geriatrische Patienten eine geringere Lungenelastizität, eine reduzierte Muskelmasse sowie einen reduzierten Hustenreflex. Diese sind mit einem erhöhten Risiko für Hypoxie und Hyperkapnie, erhöhter Atemarbeit und erhöhter Totraumventilation assoziiert. Zudem weisen sie häufig eine eingeschränkte Ösophagusmotilität auf, die per se mit einem erhöhten Aspirationsrisiko assoziiert ist. Somit hat die Prävention pulmonaler Komplikationen einen besonderen Stellenwert:

- Adäquate Schmerztherapie
- Vermeiden von Muskelrelaxantien
- Sicherstellen einer vollständigen Aufhebung der muskulären Blockade vor der Extubation

- Auf Zeichen von Dysphagie (Husten mit Reflux, nasale, orale und pharyngeale Regurgitation, Stimm- und Sprachveränderung, Schluckbeschwerden) achten
- Oberkörperhochlagerung
- Sitzen im Bett bei Einnahme der Mahlzeiten und 1 h danach
- Nach Möglichkeit alle Mahlzeiten außerhalb des Bettes einnehmen
- Frühzeitige Mobilisation
- Atemtherapie, Spirometrie, Physiotherapie mit tiefen Atemübungen

## **ESPEN Empfehlungen für geriatrische Patienten**

- Screening sollte bereits präoperativ erfolgen, bei Unterernährung ist eventuell auch ein Verschieben der Operation
- Unterernährte geriatrische Patienten oder diejenigen mit einem Risiko für Mangelernährung sollten energiereiche, proteinreiche Unterstützungsernährung erhalten (Outcomeverbesserung)
- Gebrechliche Patienten, Patienten mit Dysphagie und milder Demenz sollten proteinreiche, energiereiche Unterstützungsernährung erhalten

## **Zusammenfassung**

Die steigende Zahl geriatrischer Patienten im perioperativen Setting stellt Anästhesisten, Chirurgen und Intensivmediziner (konservative und operative Intensivmedizin) gleichermaßen vor eine besondere Herausforderung. Auch hier ist langfristig die enge multidisziplinäre Zusammenarbeit mit den Geriatern gefragt, um Behandlungspfade zu etablieren. Aktuell gibt es mehrere geriatrische Behandlungsmodelle. Alle haben das Ziel, alterstypische Komplikationen zu reduzieren, Kosten zu senken, die intensivmedizinische und Krankenhausliegedauer zu reduzieren, die Chancen für eine Entlassung in die häusliche Umgebung zu steigern und nicht zuletzt die Lebensqualität der Patienten zu erhöhen.

Beispielhaft soll das geriatrische Behandlungsmodell „Hospital Elder Life Program“ angeführt werden [29, 30]. Als Maßnahmen werden empfohlen:

- Kognitive Funktionsstörungen: Orientierungshilfen, Wortspiele, Diskussion
- Schlafstörungen: Musik, Massage, warme Getränke
- Immobilität: frühe Mobilisierung, 3 x tgl. Mobilisierung

- Sehstörungen: Sehhilfe
- Hörstörungen: Hörgeräte
- Dehydratation: frühzeitiger Ausgleich des Flüssigkeitshaushaltes

Alle Maßnahmen sind wirksam Faktoren für einen reduzierten Einsatz an Sedative, für eine effektive Delirprävention sowie ein Vermeiden einer kognitiven Verschlechterung mit dem Ziel einer Restitution ad integrum.

## Literatur

- [1] Heppner H.J., Singler K., Sieber C., Christ M., Bahrmann P., Mork C. (2014). Besonderheiten der perioperativen Intensivmedizin beim geriatrischen Patienten. *Z Gerontol Geriatr*, 47, 125–30.
- [2] Altersmedizin. Position der Geriatrie auf Intensivstation stärken. Biermann Medizin. [http://www.dggeriatrie.de/presse/1242-pm-altersmedizin-„die-position-der-geriatrie-auf-den-intensivstationen-muss-gestärkt-werden-“.html?acm=4323\\_379](http://www.dggeriatrie.de/presse/1242-pm-altersmedizin-„die-position-der-geriatrie-auf-den-intensivstationen-muss-gestärkt-werden-“.html?acm=4323_379)
- [3] Hoover M., Rotermann M., Sanmartin C., Bernier J. (2013). Validation of an index to estimate the prevalence of frailty among community-dwelling seniors. *Health Res*, 24, 10–7.
- [4] Clegg A., Young J., Iliffe S., Rikkert M.O., Rockwood K. (2013). Frailty in the elderly people. *Lancet*, 381, 752–762.
- [5] Muscedere J., Waters B., Varambally A., Bagshaw M., Boyd J.G., Maslove D., Sibley S., Rockwood K. (2017). The impact of frailty on intensive care unit outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*, 43, 1105–1122.
- [6] [https://geriatricscareonline.org/ContentAbstract//CL022/CL022\\_CH01](https://geriatricscareonline.org/ContentAbstract//CL022/CL022_CH01)
- [7] <https://www.news-medical.net/news/20160105/New-perioperative-guideline-released-for-optimal-management-of-geriatric-patients.aspx>
- [8] [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/001-012l\\_S3\\_Analgesie\\_Sedierung\\_Delirmanagement\\_Intensivmedizin\\_2015-08\\_01.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-012l_S3_Analgesie_Sedierung_Delirmanagement_Intensivmedizin_2015-08_01.pdf)
- [9] The American Geriatrics Society (2012). Beers Criteria Update Expert panel. American Geriatrics Society updated Beers Criteria for potentially inappropriate medication use in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 60 (4), 616–631.
- [10] <https://www.barmer.de/presse/infothek/studien-und-reports/arzneimittelberichte/report-2013-38488>
- [11] [http://priscus.net/download/PRISCUS-Liste\\_PRISCUS-TP3\\_2011.pdf](http://priscus.net/download/PRISCUS-Liste_PRISCUS-TP3_2011.pdf)
- [12] Arabi Y., Haddad S., Hawes R. et al. (2007). Changing sedation practices in the intensive care unit—protocol implementation, multifaceted multidisciplinary approach and teamwork. *Middle East Journal of Anesthesiology*, 19, 429–47.

- [13] Kastrup M., von Dossow V., Tamarkin A., Conroy P., Boemke W., Wernecke K.D., Key C. (2009). Performance Indicators in Intensive Care Medicine. A retrospective matched cohort study JIMR, in press.
- [14] Jakob S.M., Lubszky S., Friolet R., Rothen H.U., Kolarova A., Takala J. (2007). Sedation and weaning from mechanical ventilation: Effects of process optimization outside a clinical trial. *Journal of Critical Care*, 22, 219–28.
- [15] Martin J., Franck M., Sigel S., Weiss M., Spies C. (2007). Changes in sedation management in German intensive care units between 2002 and 2006: a national follow-up survey. *Crit Care*, 11, R124.
- [16] Martin J., Franck M., Fischer M., Spies C. (2006). Sedation and analgesia in German intensive care units: how is it done in reality? Results of a patient-based survey of analgesia and sedation. *Intensive Care Medicine*, 32, 1137–42.
- [17] Luetz A., Balzer F., Radtke F.M. et al. (2014). Delirium, sedation and analgesia in the intensive care unit: a multinational, two-part survey among intensivists. *PloS one*, 9, e110935.
- [18] Saller T., von Dossow V., Hofmann-Kiefer K. (2016). Knowledge and implementation of the S3 guideline on delirium management in Germany *Anaesthesist*, 65(10), 755–762.
- [19] Warden V., Hurley A.C., Volicer L. (2003). Development and psychometric evaluation of the Pain Assessment in Advanced Dementia (PAI-NAD) scale. *J Am Med Dir Assoc*, 4, 9–15.
- [20] Basler H.D., Huger D., Kunz R. et al. (2006). Assessment of pain in advanced dementia. Construct validity of the German PAINAD. *Schmerz*, 20, 519–26.
- [21] Lütz H.A., Radtke F., Chenitir C., Neuhaus U., Nachtigall I., von Dossow V., Marz S., Eggers V., Heinz A., Wernecke K.D., Spies C. (2010). Different Assessment Tools for ICU Delirium. Which Score To Use? *Critical Care Medicine*, 38(2), 409–18.
- [22] Radtke F.M., Franck M., Lorenz M., Luetz A., Heymann A., Wernecke K.D., Spies C.D. (2010). Remifentanyl reduces the incidence of postoperative delirium. *J Int med Res*, 38(4), 1225–32.
- [23] Aldecoa C., Bettelli G., Bilotta F., Sanders R.D., Audisio R., Borozdina A., Cherubini A., Jones C., Kehlet H., MacLulich A., Radtke F., Riese F., Slooter A.J., Veyckemans F., Kramer S., Neuner B., Weiss B., Spies C.D. (2017). European Society of Anaesthesiology evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium. *Eur J Anaesthesiol*, 34(4), 192–214.
- [24] Gamberini M., Bolliger D., Lurati Buse G.A. et al. (2009). Rivastigmine for the prevention of postoperative delirium in elderly patients undergoing elective cardiac surgery – a randomized controlled trial. *Critical Care Medicine*, 37, 1762–8.

- [25] Wang W., Li H.L., Wang D.X. et al. (2012). Haloperidol prophylaxis decreases delirium incidence in elderly patients after noncardiac surgery: a randomized controlled trial. *Critical Care Medicine*, 40, 731–9.
- [26] Covinsky K.E., Palmer R.M., Fortinsky R.H. et al. (2003). Loss of independence in activities of daily living in older adults hospitalized with medical illnesses: increased vulnerability with age. *J Am Geriatr Soc*, 51(4), 451–458.
- [27] Tillou A., Kelley-Quon L., Burruss S. et al. (2014). Long-term postinjury functional recovery: Outcomes of geriatric consultation. *JAMA surgery*, 149(1), 83–89.
- [28] Counsell S.R., Holder C.M., Liebenauer L.L. et al. (2000). Effects of a multicomponent intervention on functional outcomes and process of care in hospitalized older patients: A randomized controlled trial of Acute Care for Elders (ACE) in a community hospital. *J Am Geriatr Soc*, 48(12), 1572–1581.
- [29] Barnes D.E., Palmer R.M., Kresevic D.M. et al. (2012). Acute care for elders units produced shorter hospital stays at lower cost while maintaining patients' functional status. *Health Aff (Millwood)*, 31(6), 1227–1236.
- [30] Inouye S.K., Bogardus S.T., Jr., Baker D.I., Leo-Summers L., Cooney L.M., Jr. (2000). The Hospital Elder Life Program: A model of care to prevent cognitive and functional decline in older hospitalized patients. Hospital Elder Life Program. *J Am Geriatr Soc*, 48(12), 1697–1706.

# Postreanimationstherapie – ein Update

*Hendrik Drinhaus, Wolfgang A. Wetsch*

**In welche Krankenhäuser sollten Patienten nach Reanimation transportiert werden? Welche Ziele gelten für Beatmung, Blutdruck und Blutzucker? Gibt es Neues zur neurologischen Prognosestellung?**

Nach initial erfolgreicher Reanimation bedarf es einer spezialisierten intensivmedizinischen Behandlung mit dem Ziel einer bestmöglichen Erholung von Hirn, Herz und weiteren Organen. Hier ist es wichtig, reanimierte Patienten einem Krankenhaus zuzuführen, das die essentiellen Bestandteile der Postreanimationstherapie, insbesondere Temperaturmanagement, Koronarangiographie und -intervention und neurologische Prognostizierung, jederzeit verlässlich anbieten kann. Die Grundzüge der Postreanimationstherapie sind in den Leitlinien des European Resuscitation Council von 2015 dargelegt. Aktuelle Untersuchungen widmen sich unter anderem der Beatmung und dem Blutdruckmanagement: Hier scheinen eine Beatmung zur Normokapnie mit niedrigen Tidalvolumina und eine Vermeidung von Hypotonie vorteilhaft zu sein. Ob eine prophylaktische antibiotische Therapie bei gekühlten Patienten sinnvoll ist, wird derzeit erforscht. Mehrere Arbeitsgruppen arbeiten an Protokollen zur Verbesserung und Beschleunigung der neurologischen Prognosestellung. Die bisherigen Daten rechtfertigen jedoch aus unserer Sicht noch kein Abweichen von der Leitlinie, die eine Prognosestellung erst nach 72 Stunden und auf Grundlage einer multimodalen Diagnostik empfiehlt.

## **Transportziel nach außerklinischem Kreislaufstillstand**

Die Wahl des Zielkrankenhauses nach erfolgreicher prähospitaler CPR unterliegt verschiedenen Einflussfaktoren wie Verfügbarkeit von ICU-Betten oder Funktionsbereichen, Entfernung, Ausstattung des Krankenhauses, „caseload“ des Krankenhauses und vermuteter Ätiologie des Kreislaufstillstands. Da die Postreanimationstherapie ein wichtiger Bestandteil einer Gesamtstrategie zum Erzielen eines bestmöglichen Ergebnisses und der Rückkehr des Patienten in ein

möglichst unbeeinträchtigt Überleben ist, kommt der Wahl des Zielkrankenhauses eine hohe Bedeutung zu. Während es früher häufig üblich war, nur Patienten mit prähospital nachgewiesenem ST-Hebungsinfarkt in ein Krankenhaus mit interventioneller Kardiologie zu transportieren, und andere Patienten nach CPR zunächst (teils mit dem Argument „zur Stabilisierung“) dem nächstgelegenen Krankenhaus, unabhängig von dessen Ausstattung und Erfahrung, zuzuweisen, wachsen die Bestrebungen, die Versorgung reanimierter Patienten in spezialisierten und erfahrenen Zentren zu bündeln – dies wird auch in den ERC-Leitlinien 2015, allerdings ohne eindeutige Empfehlung zu der Zuweisungsstrategie, angesprochen [1]. Das German Resuscitation Council hat vor Kurzem Kriterien zur Definition eines „cardiac-arrest-Zentrum“, die allgemeine Anforderungen und Kriterien zur Struktur- und Prozessqualität beinhalten, definiert [2]. Einige aktuelle Studien untersuchten Zusammenhänge zwischen Wahl des und Entfernung zum Zielkrankenhaus und Überlebensraten und neurologischem Ergebnis.

Eine Untersuchung aus dem Großraum Paris teilte 38 Krankenhäuser, in die 1476 Patienten transportiert wurden, in drei Kategorien (A: >1000 ICU-Aufnahmen/a, >15 OHCA-Patienten/a, Herzkatheter dauerhaft verfügbar, B: intermediäres „caseload“, teils Herzkatheter, C: niedriges „caseload“, kein Herzkatheter). In der Rohanalyse betrugen die Überlebensraten zur Krankenhausentlassung 34 Prozent in Gruppe A, 25 Prozent in Gruppe B und 15 Prozent in Gruppe C in der Gesamtpopulation und 48 Prozent (A), 38 Prozent (B) und 28 Prozent (C) in 740 Patienten mit beobachtetem Kreislaufstillstand und defibrillierbarem Rhythmus. Nach Adjustierung für sieben potentielle Störfaktoren waren in der multivariaten Analyse keine statistisch signifikanten Unterschiede der Überlebensraten in Abhängigkeit von der Krankenhauskategorie mehr nachweisbar. Die Autoren mutmaßen, dass ein „selection-bias“ dazu führe, dass Patienten mit als gut eingeschätzter Prognose eher in ein Zentrum der Kategorie A transportiert werden, und somit Faktoren, die vor der Krankenhausaufnahme liegen, das bessere Ergebnis in der Rohanalyse begünstigen; tatsächlich nahmen die Krankenhäuser der Kategorie A mehr Patienten mit defibrillierbarem Rhythmus und vermuteter kardialer Ätiologie – die *a priori* eine bessere Prognose aufweisen – auf. Bemerkenswert ist jedoch, dass auch in den A-Kliniken nur in 63 Prozent ein „targeted temperature management“ und in 29 Prozent eine Koronarangioplastie durchgeführt wurde. (3)

Der direkte Transport in ein PCI-Zentrum, auch wenn dieses weiter entfernt war als ein reguläres Krankenhaus, war Gegenstand einer Untersuchung aus North Carolina. Es wurden Überlebensraten zur Krankenhausentlassung und neurologische Ergebnisse von 1507

OHCA-Patienten untersucht, die entweder in ein Krankenhaus mit PCI (90% d. Pat.), wobei dies bei 58 Prozent nicht das nächstgelegene Krankenhaus war, oder in ein Krankenhaus ohne PCI-Möglichkeit (10 %) transportiert wurden. Die Überlebensraten betrugen 34 Prozent (PCI) bzw. 15 Prozent (Nicht-PCI), die Raten eines guten neurologischen Ergebnisses (cerebral performance category [CPC] 1-2) 29 Prozent (PCI) bzw. 14 Prozent (Nicht-PCI). Auch nach Adjustierung potentieller Störfaktoren blieb in der multivariaten Analyse weiterhin ein signifikanter Vorteil bei beiden Endpunkten für die PCI-Kliniken bestehen (odds ratio [OR] 2,58 für Überleben, 2,33 für gutes neurologisches Ergebnis). Zudem wurde der Einfluss des Umfahrens des nächstgelegenen Hospitals zugunsten der direkten Aufnahme in ein PCI-Zentrum, das ja mit einer längeren Transportdistanz und -dauer einhergeht, analysiert. Es zeigte sich hier ein Vorteil des Transports in ein weiter entferntes PCI-Zentrum gegenüber einem Nicht-PCI-Krankenhaus (OR 3,01 [95%-Konfidenzintervall 2,01-4,53] für Überleben und OR 2,39 [95%-KI 1,51-3,80] für ein gutes neurologisches Ergebnis). Auch bei Transportdauern > 30 Minuten lagen die Überlebensraten über den Erwartungswerten. Die Autoren schlussfolgern, dass somit eine direkte Zuweisung von OHCA-Patienten in ein PCI-Zentrum auch dann vorteilhaft ist, wenn sie einen längeren Transport erfordert [4].

Eine Analyse des Danish Cardiac Arrest Registry untersuchte an 25364 Patienten aus den Jahren 2001 bis 2013 den Zusammenhang zwischen der Entfernung zur und der Versorgungsstufe der erstaufnehmenden Klinik und der Überlebensrate nach primär erfolgreicher Reanimation. Die Aufnahme in ein interventionelles kardiologisches Zentrum und die Durchführung einer PCI waren mit besseren Überlebensraten assoziiert (hazard ratio [HR] 0,91 für kardiologisches Zentrum, HR 0,33 für durchgeführte PCI in multivariater Analyse). Die Wahrscheinlichkeit, dass Patienten einem kardiologischen Zentrum und einer Akut-PCI zugeführt wurden, sank mit der Entfernung zwischen Einsatzort und Klinik. Diese Entfernung war jedoch in der multivariaten Analyse nicht mit der Überlebensrate assoziiert, so dass die Autoren argumentieren, dass die Ergebnisse der Untersuchung dafür sprächen, Patienten nach primär erfolgreicher Reanimation einer Klinik mit Möglichkeit der Akut-PCI zuzuführen, auch wenn dies mit längeren Transportwegen einhergeht [5].

## Allgemeine intensivmedizinische Therapie: Antibiotika, Beatmung, Blutdruck, Blutzucker, Elektrolyte

In der Regel erlangen reanimierte Patienten nach ROSC nicht sofort eine ausreichende Vigilanz, so dass sie sediert, endotracheal intubiert und beatmet werden. Länger zurückliegende Untersuchungen wiesen auf einen ungünstigen Einfluss einer Hyperoxie und Hyperventilation (d. h. Hypokapnie) hin, so dass die ERC-Leitlinien von 2015 eine arterielle Sauerstoffsättigung von 94 bis 98 Prozent und eine Normokapnie (arterieller Kohlendioxidpartialdruck  $p_a\text{CO}_2$  um 40mmHg) empfehlen. In Anlehnung an allgemein übliche Beatmungsstrategien wird eine „protektive“ Beatmung mit niedrigen Tidalvolumina ( $V_T$ ) empfohlen.

Eine aktuelle retrospektive Studie untersuchte nun den Zusammenhang zwischen Tidalvolumina über oder bis 8ml/kg ideales Körpergewicht und günstigen neurologischen Ergebnissen (CPC 1-2) sowie einigen sekundären Endpunkten bei 256 OHCA-Patienten. Es zeigte sich eine höhere Wahrscheinlichkeit eines günstigen neurologischen Ergebnisses (odds ratio 1,47 in der nicht adjustierten Analyse), die auch in mehreren Modellen zur Adjustierung möglicher Störfaktoren bestehen blieb, bei den mit niedrigen  $V_T$  beatmeten Patienten. Überdies waren in der Gruppe  $V_T > 8\text{ml/kg}$  ein Trend zu reduzierter Mortalität, der jedoch die statistische Signifikanz verfehlte, sowie eine kürze Beatmungs- und ICU-Verweildauer zu verzeichnen. Die Werte von  $p_a\text{CO}_2$  unterschieden sich zwischen beiden Gruppen nicht relevant, so dass nicht von einem „Störeffekt“ unterschiedlicher  $p_a\text{CO}_2$ -Werte auszugehen ist. [6]

Erkenntnisse zur Rolle des Kohlendioxidpartialdrucks bei Patienten nach Reanimation wurden in einer Meta-Analyse, in die acht Originaluntersuchungen einfließen, zusammengefasst. Eine Normokapnie mit einem  $p_a\text{CO}_2$  von 35-45 mmHg war hier mit den höchsten Überlebensraten assoziiert (OR 1,30 gegenüber Hypo- und Hyperkapnie). In einem begleitenden Editorial wird kritisch angemerkt, dass ca. 70 Prozent der analysierten Patienten aus einer einzigen Untersuchung stammen und eine deutliche Heterogenität der eingeflossenen Untersuchungen die Analyse limitiert [7].

Patienten nach ROSC können mitunter schwere Hypotonien aufweisen. Einige Studien legten nahe, dass eine Normotonie (mittlerer arterieller Druck MAD  $> 70\text{mmHg}$ ) mit besseren Ergebnissen assoziiert ist. Eine kanadische Studie an 122 Patienten nach OHCA fand in der adjustierten Analyse eine Assoziation zwischen Blutdruck und Überlebensraten. Besonders bei jungen Patienten ( $< 60$  Jahre) waren bei einem MAD unter 70mmHg die Sterblichkeitsraten erhöht. Auch

diese Studie ist retrospektiver Natur und zeigt somit bloß Assoziationen, aber nicht notwendigerweise Kausalitäten. [8]. Prospektive Studien zur Blutdruckeinstellung nach CPR mittels zu prüfender Katecholaminregimes wären hilfreich, liegen bis dato nicht vor. Eine solche prospektive Studie, die ein Standardtherapieregime mit einem MAD-Ziel von 65mmHg gegen ein höheres MAD-Ziel von 85 bis 100mmHg, das mit einer „goal directed therapy“, gesteuert mittels Pulmonalarterienkatheter, vergleicht, läuft derzeit [9, [clinicaltrials.gov NCT02541591](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT02541591)].

Eine Post-hoc-Analyse der 939 Patienten des TTM-trial widmete sich der Bedeutung des Blutzuckers nach CPR. Sowohl für hyper- (>10mmol/l 180mg/dl) als auch für hypoglykämie (<4mmol/l 72mg/dl) Patienten wurden höhere Mortalitätsraten beobachtet. Auch eine höhere Variabilität des Blutzuckers war mit einem schlechteren Ergebnis assoziiert. Unter den mit 33°C behandelten Patienten war die Inzidenz von Hyperglykämien höher als unter den bei 36° behandelten Patienten [10].

Infektiöse Komplikationen, und hier insbesondere Pneumonien, sind ein häufiges Problem nach CPR und werden in verschiedenen Studien bei ca. 20 bis 60 Prozent der Patienten beobachtet. Im Kontext der Postreanimationstherapie sind der Einfluss der Körpertemperatur und die Frage nach der Strategie der antibiotischen Therapie von besonderer Bedeutung.

Infektionskomplikationen (Pneumonie, Sepsis, septischer Schock) wurden in einer weiteren Post-hoc-Analyse des TTM-Patientenkollektivs untersucht: Bei 500 (53 %) der 939 Patienten, von denen insgesamt 358 prophylaktisch Antibiotika verschiedener Art erhielten (Verteilung zwischen den beiden Temperaturgruppen nicht präzisiert), wurde eine Infektion, in der überwiegenden Mehrzahl eine Pneumonie, diagnostiziert. Eine Schwierigkeit der Definition der Infektionskomplikationen stellt dar, dass bei gekühlten und beatmeten Patienten einige Parameter der zur Diagnosestellung genutzten (SIRS-)Kriterien nicht nutzbar sind. Das Mortalitätsrisiko war bei Patienten mit Infektion höher (HR 1,39 95 % KI 1,13-1,70). Es fand sich ein geringer numerischer, aber nicht statistisch signifikanter Trend zu weniger Infektionen in der 36°C-Gruppe gegenüber der 33°C-Gruppe (HR 0,88 95%-KI 0,75-1,03) [11].

Aus den bisherigen retrospektiven Studien zu Infektionen und Antibiotika nach CPR lassen sich nur begrenzte Aussagen zur optimalen Therapie ziehen. Fortschritte bringen könnte dazu eine randomisierte, placebo-kontrollierte Studie zur Gabe von Amoxicillin/Clavulansäure nach CPR (ANTHARTIC, [clinicaltrials.gov NCT02186951](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT02186951)), deren Ergebnisse in Kürze erwartet werden.

Elektrolytentgleisungen sind ein häufiges Phänomen nach Reanimation, insbesondere bei gekühlten Patienten. Die Leitlinien des ERC empfehlen, einen Kaliumspiegel von 4,0 bis 4,5mmol/l einzustellen. Eine aktuelle amerikanische Studie untersuchte die Häufigkeit von Hypo- und Hyperkaliämien bei mit milder therapeutischer Hypothermie behandelten Patienten und deren Einfluss auf Mortalität und neurologisches Ergebnis. Hypokaliämien ( $<3,2\text{mmol/l}$ ) kamen bei 86 Prozent, Hyperkaliämien ( $>4,9\text{mmol/l}$ ) bei 32 Prozent der untersuchten Patienten vor. Eine Assoziation mit schlechteren Überlebensraten oder neurologischen Ergebnissen sowie ventrikulären Arrhythmien wurde nicht beobachtet; vielmehr fand sich in der Gruppe der hypokaliämischen Patienten eine Assoziation zu höheren Überlebensraten [12].

### **Prognostizierung des neurologischen Ergebnisses nach CPR**

Die neurologische Prognose nach CPR bleibt ein schwieriges Feld: Die aktuellen Leitlinien des ERC empfehlen, bis zur Prognosestellung 72 Stunden nach ROSC abzuwarten und multimodale Befunde, die klinische und technische Untersuchungen beinhalten, zu nutzen. Einige Untersuchungsmodalitäten werden jedoch durch Sedativa und/oder therapeutische Hypothermie beeinflusst und Untersuchungsmethoden und -befunde, die eine gute Prognose anzeigen, sind weiterhin nicht ausreichend validiert. Aktuell wurden einige Studien, die sich mit einer möglichen frühen Prognostizierung, mit Mitteln zur Prognostizierung eines guten neurologischen Ergebnisses und mit technischen Hilfsmitteln zur Objektivierung klinischer Befunde beschäftigen, publiziert.

Eine quantitative Pupillometrie, die standardisierte und weniger untersucherabhängige Aussagen zur Lichtreagibilität der Pupillen liefern soll, wurde an 103 Patienten untersucht, die überwiegend mit milder Hypothermie ( $33^{\circ}$ ) oder mit kontrollierter Normothermie ( $36^{\circ}\text{C}$ ) behandelt wurden. Alle Patienten, die bei einer Untersuchung nach 48 Stunden eine Pupillenkonstriktion von weniger als 13 Prozent relativ zum Ausgangswert zeigten, starben. Bei 94 Prozent war ein Abbruch der lebenserhaltenden Therapie, der bei aufgrund anderer Befunde (u. a. auch klinische Prüfung des Pupillenreflexes) veranlasst wurde, todesursächlich. Die Befunde der Pupillometrie selbst flossen nicht in die Entscheidung zum Therapieabbruch ein. Die Autoren schlussfolgern, dass eine Pupillenreaktion  $<13$  Prozent in der quantitativen Pupillometrie somit den technischen Untersuchungsmethoden EEG und SSEP ebenbürtig, und der nicht geräteunterstützten klinischen Prüfung des Pupillenreflexes, bei dem es in

zwei Fällen zu falsch-positiven Befunden kam, überlegen sei. Eine Limitation, die die Autoren selbst angeben ist, dass die Todesursache überwiegend ein Therapieabbruch war und somit über den natürlichen Verlauf von Patienten mit Pupillenreaktivität <13 Prozent keine Aussagen getroffen werden könne und das Risiko einer selbsterfüllenden Prophezeiung nicht vollkommen ausgeschlossen sei [13].

Bei Patienten nach beobachtetem Kreislaufstillstand wurde in einer retrospektiven italienischen Studie die Wertigkeit einer frühen (innerhalb 6–12 Stunden) kombinierten Untersuchung von EEG und SSEP untersucht, mit dem Ziel mit diesem bimodalen Ansatz bereits zu einem frühen Zeitpunkt einerseits eine schlechte (mittels SSEP) und andererseits eine gute (mittels EEG) Prognose erkennen zu können. Ein gutes Ergebnis wurde hier definiert als CPC 1-3. Die EEG-Befunde wurden in zwei Gruppen, grade 1 mit „benignen“ Charakteristika und grade 2 mit „malignen“ Charakteristika, geteilt. Alle Patienten, bei denen früh ein grade 1-EEG registriert wurde, hatten ein gutes Ergebnis, bei den zu einem späteren Zeitpunkt untersuchten Patienten lag der prädiktive Wert dieses Befundes niedriger. Fehlten die SSEP beidseits, so war dies zu jedem Zeitpunkt bei allen Patienten mit einem schlechten Ergebnis (CPC 4–5) verbunden. Bei den Messungen unter therapeutischer Hypothermie kamen bei keinem Patienten sowohl grade 1-EEG als auch abwesende Medianus-SSEP vor; diese beiden Befunde schlossen sich gegenseitig aus. Die Autoren hoffen, mit dieser bimodalen Untersuchungstechnik die Diagnosesicherheit erhöhen zu können und ziehen auf Basis ihrer Ergebnisse die Notwendigkeit des in den Leitlinien empfohlenen Abwartens von 72 Stunden nach ROSC bis zur Prognosestellung in Zweifel. Obwohl die analysierten Untersuchungsmodalitäten nicht die Basis zur Entscheidung über den Abbruch der Intensivtherapie waren, konzедieren die Autoren, dass eine Verzerrung der Ergebnisse im Sinne einer selbsterfüllenden Prophezeiung dennoch nicht völlig ausgeschlossen werden könnte [14].

Da die Prognosestellung im Falle der Prädiktion eines ungünstigen Ergebnisses häufig zu einer Therapiezieländerung und einem Abbruch der intensivmedizinischen Therapie führt, sind an die Vorhersagewerte der Untersuchungsmethoden und die Korrektheit der Durchführung höchste Maßstäbe anzulegen. Um vorschnelle Therapieabbrüche zu vermeiden und auch um eventuellen Haftungsrisiken vorzubeugen, halten wir es gerade an diesem Punkt für sinnvoll, bis zu einer Bestätigung neuer Erkenntnisse in größeren Studien und bis ihrer Übernahme in überarbeitete Empfehlungen und Leitlinien, die klinische Praxis streng an den Leitlinien zu orientieren.

## Literatur

- [1] Nolan J.P., Soar J., Cariou A. et al. (2015). European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines for Post-resuscitation Care 2015: Section 5 of the European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation*, 95, 202–22.
- [2] Scholz, K.H., Andresen, D., Böttiger, B.W. et al. (2017). Qualitätsindikatoren und strukturelle Voraussetzungen für Cardiac-Arrest-Zentren – Deutscher Rat für Wiederbelebung/German Resuscitation Council (GRC). *Notfall Rettungsmed*, 20, 234–236.
- [3] Chocron R., Bougouin W., Beganton F. et al. (2017). Are characteristics of hospitals associated with outcome after cardiac arrest? Insights from the Great Paris registry. *Resuscitation*, 118, 63–69.
- [4] Kragholm K., Malta Hansen C., Dupre M.E. et al. (2017). Direct Transport to a Percutaneous Cardiac Intervention Center and Outcomes in Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 10(6), pii: e003414.
- [5] Tranberg T., Lippert F.K., Christensen E.F. et al. (2017). Distance to invasive heart centre, performance of acute coronary angiography, and angioplasty and associated outcome in out-of-hospital cardiac arrest: a nationwide study. *Eur Heart J.*, 38(21), 1645–1652.
- [6] Beitler J.R., Ghafouri T.B., Jinadasa S.P. et al. (2017). Favorable Neurocognitive Outcome with Low Tidal Volume Ventilation after Cardiac Arrest. *Am J Respir Crit Care Med.*, 195(9), 1198–1206.
- [7] McKenzie N., Williams T.A., Tohira H., Ho K.M., Finn J. (2017). A systematic review and meta-analysis of the association between arterial carbon dioxide tension and outcomes after cardiac arrest. *Resuscitation*, 111, 116–126.
- [8] Russo J.J., James T.E., Hibbert B. et al. (2017). Impact of mean arterial pressure on clinical outcomes in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest: Insights from the University of Ottawa Heart Institute Regional Cardiac Arrest Registry (CAPITAL-CARe). *Resuscitation*, 113, 27–32.
- [9] Ameloot K., De Deyne C., Ferdinande B. et al (2017). Mean arterial pressure of 65 mm Hg versus 85–100 mm Hg in comatose survivors after cardiac arrest: Rationale and study design of the Neuroprotect post-cardiac arrest trial. *Am Heart J.*, 191, 91–98.
- [10] Borgquist O., Wise M.P., Nielsen N. et al. (2017). Dysglycemia, Glycemic Variability, and Outcome After Cardiac Arrest and Temperature Management at 33°C and 36°C. *Crit Care Med*, 45(8), 1337–1343.
- [11] Dankiewicz J., Nielsen N., Linder A. et al. (2017). Infectious complications after out-of-hospital cardiac arrest-A comparison between two target temperatures. *Resuscitation*, 113, 70–76.

- [12] Nayeri A., Gluck H., Farber-Eger E. et al. (2017). Temporal Pattern and Prognostic Significance of Hypokalemia in Patients Undergoing Targeted Temperature Management Following Cardiac Arrest. *Am J Cardiol*, 120(7), 1110–1113.
- [13] Solari D., Rossetti A.O., Carteron L. (2017). Early prediction of coma recovery after cardiac arrest with blinded pupillometry. *Ann Neurol*, 81(6), 804–810.
- [14] Grippo A., Carrai R., Scarpino M. et al. (2017). Neurophysiological prediction of neurological good and poor outcome in post-anoxic coma. *Acta Neurol Scand*, 135(6), 641–648.