

## Redaktion

R. Riessen, Tübingen



CrossMark

# Sind initialer pH- und Laktatwert nach kardiopulmonaler Wiederbelebung immer entscheidend?

## Hintergrund

Die jährliche Inzidenz des außerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstands („out-of-hospital cardiac arrest“, OHCA) ist mit ungefähr 400.000 Fällen in Europa und den USA seit Jahren unverändert hoch. Die Mehrzahl der OHCA-Patienten erreicht hierbei nicht die Klinik, sondern verstirbt noch an der Einsatzstelle. Auch nach primär erfolgreicher Kreislaufstabilisierung und früher Revaskularisation beträgt die Mortalität des infarktbedingten kardiogenen Schocks ungefähr 50 %. Ebenso ist die Überlebensrate mit einem günstigen neurologischen Outcome bei OHCA-Patienten unter konventioneller CPR mit 5–10 % niedrig [1, 2]. Aufgrund der zunehmenden medizinischen Fortschritte sowie der damit einhergehenden Implementierung von sog. ECMO-Zentren (Zentren für extrakorporale Membranoxygenierung) an spezialisierten Kliniken erfolgt die Vorstellung zur notfallmäßigen Koronardiagnostik darüber hinaus in diesem Umfeld zunehmend unter laufenden Reanimationsmaßnahmen. Häufig präsentiert sich unter diesen Umständen das Gesamtbild einer bereits prolongierten Reanimationsdauer sowie einer ausgeprägten metabolischen Acidose. Die extrakorporale kardiopulmonale Reanimation („extracorporeal cardiopulmonary resuscitation“, eCPR) kann in diesen Situationen als Rettungsversuch für selektierte Patienten mit refraktärem Herz-Kreislauf-Stillstand und potenziell reversibler Ätiologie erwogen werden

[3]. Bezüglich der Indikationsstellung zur eCPR bestehen jedoch bis zum heutigen Tag keine validierten Kriterien, so dass die endgültige Entscheidung zur eCPR anhand von prognostischen Prädiktoren derzeit weiterhin eine große klinische Herausforderung darstellt [4]. Die hier vorgestellte Kasuistik beschreibt den Verlauf eines jungen Patienten nach fast 2-stündiger CPR bei therapierefraktärem Kammerflimmern sowie ausgeprägter Laktacidose mit einem pH-Wert von 6,7 bei Ankunft im Herzkatheterlabor.

## Falldarstellung

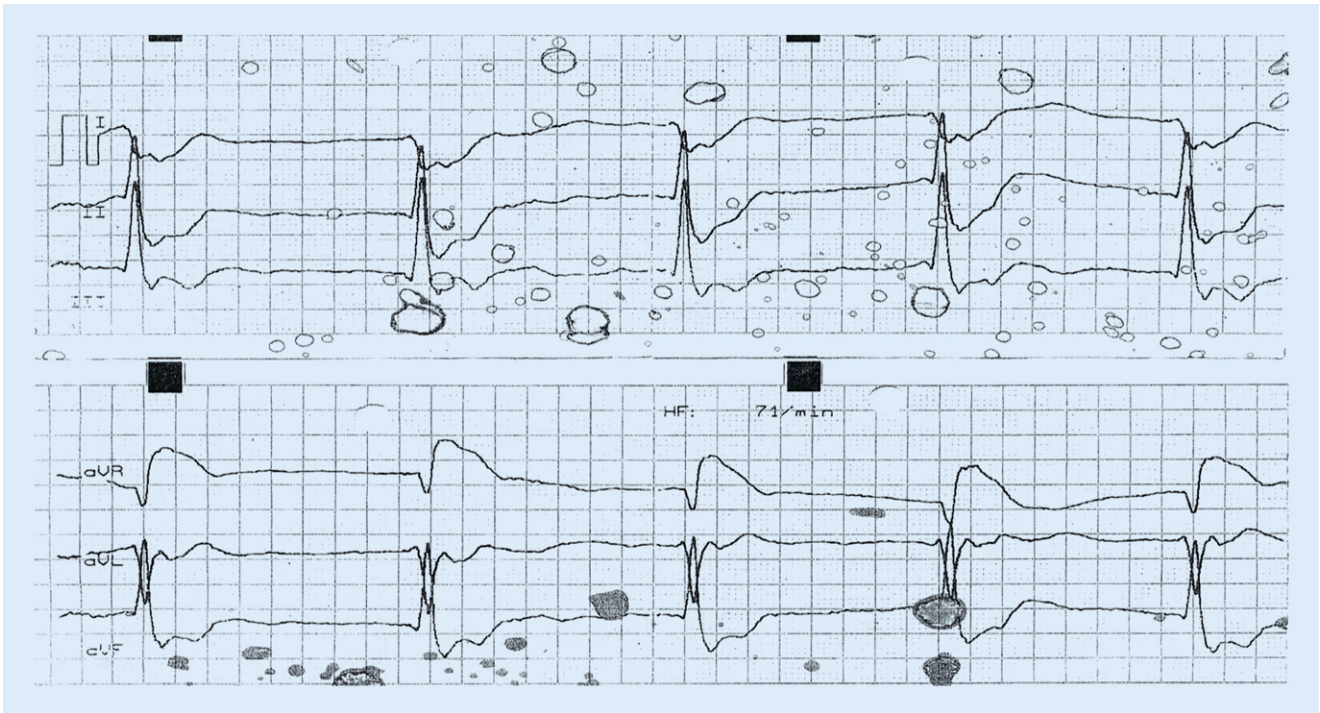
### Anamnese und präklinischer Verlauf

Ein 52-jähriger Patient kollabierte im häuslichen Umfeld. Durch den Sohn wurde eine Laienreanimation initiiert. Der hinzu gerufene Notarzt traf bereits 4 Minuten nach der Alarmierung in der Wohnung des Patienten ein. Als Initialrhythmus zeigte sich ein Kammerflimmern, weshalb eine sofortige Defibrillation (360 J, biphasisch) durchgeführt und im Anschluss durch erweiterte Maßnahmen die CPR fortgeführt wurde. Entsprechend den aktuellen Reanimationsleitlinien erfolgte in regelmäßigen Abständen eine Reevaluation der Kreislaufsituation. Elektrokardiographisch zeigten die Extremitätenableitungen nach temporärem Wiedereinsetzen eines Spontankreislaufs („return of spontaneous circulation“, ROSC) ST-

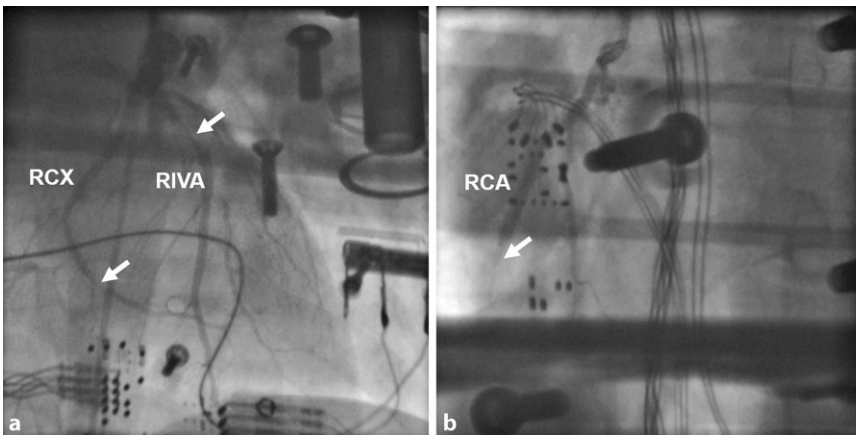
Strecken-Hebungen in der Ableitung aVR sowie ST-Strecken-Senkungen in den Ableitungen I, II, III und aVF (**Abb. 1**).

Elektrokardiographische Veränderungen unmittelbar nach Etablierung eines ROSC scheinen insgesamt weniger prädiktiv für akute Koronarstenosen als bei Patienten ohne vorherigen Herz-Kreislauf-Stillstand zu sein. Ursächlich hierfür sind in dieser Situation unter anderem eine prolongierte Ischämiezeit und Reanimationsdauer mit konsekutiver Schädigung des Myokards, die intravenöse Gabe von gewissen Medikamenten, Elektrolytveränderungen sowie repetitive elektrische Defibrillationen. Der Nachweis von ST-Strecken-Hebungen während eines ROSC weist jedoch dennoch einen hohen prädiktiven Wert auf das Vorliegen eines akuten Koronarsyndroms als Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstands auf [5].

Bei persistierendem Kammerflimmern waren repetitive Defibrillationen sowie intravenöse Gaben von Amiodaron notwendig, sodass bei temporärem ROSC die Indikation zur mechanischen Reanimation (mCPR mit LUCAS® Device [Jolife AB, Lund, Schweden]) vor Ort gestellt und der Patient nach insgesamt 90-minütiger Reanimationsdauer, bedingt durch lange Transportzeiten, aufgrund der zwischenzeitlich registrierten ausgeprägten EKG-Veränderungen zur Akutkoronarangiographie in das Herzzentrum der Uniklinik Köln transportiert wurde.



**Abb. 1** ▲ Präklinisches EKG mit Nachweis von ST-Strecken-Hebungen in der Ableitung aVR sowie ST-Strecken-Senkungen in den Ableitungen I, II, III, aVF. Die Ableitung von Brustwandableitungen war unter mechanischer CPR nicht suffizient möglich



**Abb. 2** ▲ Koronarogramm unter mCPR. **a** Proximale Stenose des Ramus interventricularis anterior (RIVA, Pfeil) sowie distale Stenose des Ramus circumflexus (RCX, Pfeil); Projektion LAO 14° kranial 23°. **b** Zudem zeigte sich ein Abbruch der rechten Kranzarterie (RCA, Pfeil; Projektion AP kranial 32°)

### Klinischer Befund

Bei Ankunft im Herzkatheterlabor zeigte sich ein intubierter und beatmeter Patient. Eine Katecholamintherapie erfolgte über einen Perfusor (Adrenalin, Dosierung 1 µg/kgKG und Minute). Nach strukturierter Übergabe erfolgte eine orientierende körperliche Untersuchung unter mCPR, in der sich mittelweite reagiblen Pupillen, beidseits belüftete Lungen, ein weiches Abdomen, die Anlage von 2

peripheren Venenverweilkanülen in Kubitalvenen (jeweils 1,3 mm [18 Gauge]), nachweisen ließen.

### Diagnostik

Im Monitor-EKG bestätigte sich ein Kammerflimmern, sodass eine erneute Defibrillation (200 J, biphasisch) notwendig war. Hiernach konnte erfolgreich ein Spontankreislauf für kurze Zeit etabliert werden. Nach wenigen Minuten

trat jedoch wiederholt ein Kammerflimmern auf, sodass bei nur intermittierenden und kurz anhaltenden ROSC-Phasen eine fast durchgehende mCPR notwendig war. In der Notfallsono-/Echokardiographie zeigten sich minimale linksventrikuläre Kontraktionen. Andere reversible sonographische Ursachen (u. a. Pneumothorax, Perikardtamponade, freie Flüssigkeit) konnten nicht nachgewiesen werden. Nach Anlage einer arteriellen Schleuse via A. femoralis dextra zum hämodynamischen Monitoring und zur Bestimmung der arteriellen Blutgase präsentierte sich ein pH-Wert von 6,70 (Normalwert 7,35–7,45) und ein Serumlaktat von 20 mmol/l (Normalwert <2,2 mmol/l). Nach Abwägung von Pro- (beobachteter Herz-Kreislaufstillstand, vermutete kardiale Genese, durchgehende CPR-Maßnahmen) und Kontrakriterien (prolongierte CPR, fragliche effektive Laienreanimation, unklare No-flow-Zeit, niedriger pH-Wert und hohes Laktat) wurde im multidisziplinären eCPR-Team, bestehend aus Kardiologe, Herzchirurg, Notfall- und Intensivmediziner, in Anlehnung an die hauseigene Standardvorgehensweise gegen die Anlage einer venoarteriellen

len (va-)ECMO, jedoch bei minimalen linksventrikulären Kontraktionen in der Echokardiographie für eine Koronarangiographie entschieden. Im Rahmen der Herzkatheteruntersuchung zeigten sich Stenosierungen der linken Koronararterie und ein Abbruch der rechten Koronararterie (▣ **Abb. 2**).

## Therapie und Verlauf

Sowohl der Abbruch der rechten Koronararterie als auch die prominente Stenose des Ramus interventricularis anterior wurden mittels primärem Koronarstenting (jeweils 2 Drug-eluting-Stents) unter mCPR erfolgreich versorgt. Wenige Minuten nach perkutaner Koronarintervention und erneuter Defibrillation konnte ein anhaltender ROSC etabliert werden. Der Patient wurde auf die kardiologische Intensivstation – mittlerweile unter reduzierter Katecholamintherapie (Wechsel auf Noradrenalin, Dosierung 0,2 µg/kgKG und Minute) – aufgenommen und entsprechend der S3-Leitlinie des infarktbedingten kardiogenen Schocks versorgt. Nach zielgerichtetem Temperaturmanagement (34 °C konstant über 24 h) konnte der Patient 3 Tage nach dem Akutereignis rasch extubiert und zum großen Erstaunen aller Beteiligten ohne Hinweise auf neurologische Defizite auf die Intermediate-care-Station verlegt werden.

## Diskussion

Die Entscheidung zum Abbruch von Reanimationsmaßnahmen beruht in der Mehrzahl der Fälle auf der Annahme einer bereits länger andauernden Anoxie. Prognostische Indikatoren hierfür sind unter anderem ein erniedrigter pH-Wert und/oder erhöhter Laktatwert, der das Vorliegen einer Gewebehypoxie mit konsekutiver Entwicklung eines anaeroben Stoffwechsels anzeigt [6]. Valide Kriterien, die die Wahrscheinlichkeit eines guten Überlebens nahelegen, existieren jedoch bis zum heutigen Tag nicht [7].

Zahlreiche Arbeiten berichten über die Assoziation eines erniedrigten pH-Werts und/oder erhöhten Serumlaktatpiegels mit einer schlechten Prognose

Med Klin Intensivmed Notfmed 2019 · 114:561–566  
<https://doi.org/10.1007/s00063-018-0432-z>

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

C. Hohmann · R. Pfister · G. Michels

## Sind initialer pH- und Laktatwert nach kardiopulmonaler Wiederbelebung immer entscheidend?

### Zusammenfassung

Aufgrund eines akuten Koronarsyndroms erlitt ein 52-jähriger Patient ein therapierefraktäres Kammerflimmern. Es wurde unmittelbar mit einer Laienreanimation begonnen. Unter Fortführung der kardiopulmonalen Reanimationsmaßnahmen sowie nach repetitiven Defibrillationen und intravenöser Gabe von Amiodaron konnte temporär eine Wiederherstellung der Kreislaufverhältnisse etabliert werden. Bei persistierendem Kammerflimmern wurde die Indikation zur mechanischen Reanimation mittels LUCAS®-Device gestellt und der Patient nach insgesamt 90-minütiger Reanimationsdauer zur Notfallkoronarangiographie vorgestellt. Es zeigte sich eine ausgeprägte Laktatacidose mit einem pH-Wert von 6,7 in der initialen

Blutgasanalyse (BGA), weshalb im multiprofessionellen Team die Entscheidung gegen eine extrakorporale Membranoxygenierung getroffen wurde. Nach Mehrfachstenting der rechten Koronararterie (RCA) und der linksseitigen Koronararterie (LAD) unter fortlaufender mechanischer Reanimation sowie anschließender therapeutischer Hypothermie konnte der Patient rasch extubiert werden. Der Patient wies im Verlauf keinerlei neurologische Defizite auf.

### Schlüsselwörter

Herz-Kreislauf-Stillstand · Kardiopulmonale Reanimation · Prognose · Mechanische kardiopulmonale Reanimation · Kardiogener Schock

## Are the initial pH and the lactate values after cardiopulmonary resuscitation always crucial?

### Abstract

A 52-year-old man suffered an out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) and bystander reanimation was immediately started. The initial electrocardiogram indicated ventricular fibrillation. After repetitive defibrillations as well as intravenous administration of amiodarone, a temporary return of spontaneous circulation (ROSC) could be established. Due to unstable cardiovascular conditions with recurrence of ventricular fibrillation, mechanical resuscitation with the help of the LUCAS™ device was initiated, and the patient was admitted to our hospital for emergency coronary angiography after a cumulative period of approximately 90 min. The initial blood gas analysis displayed a significant lactate acidosis with a pH value of 6.7. Therefore, in a multidisciplinary

team, the decision was made against an extracorporeal membrane oxygenation and for a coronary angiography under continuation of mechanical resuscitation. After multiple stenting of the right coronary artery and left anterior descending coronary artery, permanent ROSC could be established. The patient was admitted to our intensive care unit, where he was further treated according to the S3-guideline for infarct-related cardiogenic shock. In the course of time, the patient was quickly extubated without any neurological deficits.

### Keywords

Cardiac arrest · Cardiopulmonary resuscitation · Prognosis · Mechanical cardiopulmonary resuscitation · Cardiogenic shock

bei OHCA-Patienten. Ein derartiger Zusammenhang wird jedoch aktuell weiterhin in der Literatur kontrovers diskutiert. Zudem variieren die Cut-off-Werte der einzelnen Parameter zum Teil deutlich zwischen den Studien. So konnte unter anderem die Kombination aus einem Base Excess von weniger als –10 mmol/l sowie einer Laktatkonzentration von mehr als 12 mmol/l in einer retrospektiven Beobachtungsstudie aus dem Jahr

2014 die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Multiorganversagens bei OHCA basierend auf einem akuten Koronarsyndrom mit einer Sensitivität von 70 % und einer Spezifität von 100 % vorhersagen [8]. Ein ähnlicher Laktatgrenzwert von mehr als 11 mmol/l war unabhängig von Alter und Geschlecht ebenfalls mit einer signifikanten Erhöhung der 30-Tage-Mortalität assoziiert [9].

Ebenso konnte bereits ein Zusammenhang zwischen einem schlechten neurologischen Verlauf nach Herz-Kreislauf-Stillstand und einer erhöhten Laktatkonzentration mit einem Wert von mehr als 16,3 mmol/l nachgewiesen werden [10]. In einer prospektiven Studie aus dem Jahr 2016 hingegen wiesen Patienten nach außerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand mit günstigem Verlauf zwar ebenso höhere pH-Werte und niedrigere Laktat Spiegel auf; der pH-Wert schien hierbei jedoch ein viel besserer Prädiktor für das neurologische Outcome zu sein als die Laktatkonzentration [11]. Kongruent hierzu konnte im Rahmen einer retrospektiven Analyse von prospektiven Registerdaten von OHCA-Patienten gezeigt werden, dass ein pH-Wert <6,8 mit einem schlechten neurologischen Outcome assoziiert war, sodass dieser Parameter hinsichtlich der Beurteilbarkeit einer etwaigen Erholung der neurologischen Funktionen insgesamt vorteilhafter erscheint [12]. Aktuelle Daten bestätigen ebenso die Wertigkeit des pH-Werts und des Serumlaktats. Hier war das Überleben mit günstigem neurologischem Ausgang bei Vorliegen eines schockbaren Herzrhythmus, einer kurzen Low-flow-Dauer, eines höheren pH-Werts sowie einer niedrigeren Serumlaktatkonzentration signifikant erhöht [4]. Auch hier haben sich somit der pH-Wert und das Serumlaktat als prognostische Faktoren hervorgetan. Diese sollten jedoch nicht isoliert, sondern, insbesondere in Anbetracht der zuvor geschilderten ambivalenten Gesamtdatenlage, immer im klinischen Gesamtkontext betrachtet werden. So ist beispielsweise ein pH-Wert von 6,7 nach bisheriger Lehrbuchmeinung in der Regel nicht mehr mit dem Leben vereinbar [13]. Einige wenige weitere Fallberichte bestätigen jedoch ebenso die Möglichkeit eines guten neurologischen Überlebens bei einem noch tieferen pH-Wert im Fall einer optimalen Rettungskette [14].

Die Anwendung einer eCPR erbrachte als lebensrettende Maßnahme in einer ausgewählten Patientenkohorte einen Therapieerfolg, z. B. in der Terminierung von therapierefraktären ventrikulären Tachykardien als Folge einer akuten Myokarditis oder eines Koronarspasms [15]. Einige Beobachtungsstudien zei-

gen kongruent hierzu, dass die eCPR bei selektierten OHCA-Patienten im Vergleich mit der konventionellen CPR mit einer Zunahme der Überlebensrate von bis zu 30% einhergeht. Ein initial nachgewiesener defibrillierbarer Herzrhythmus ist hierbei ein wichtiger prognostischer Faktor für Patienten mit OHCA; dennoch sollte aufgrund fehlender randomisierter kontrollierter Studien zu diesem Themenkomplex die eCPR für Patienten ohne defibrillierbaren Rhythmus kategorisch nicht ausgeschlossen werden [2]. Da diese positiven Erfahrungen jedoch insgesamt nur auf einzelnen Fallserien oder retrospektiven Studien basieren, wird die Erwägung einer derartigen Maßnahme als Klasse-IIb-Indikation entsprechend den Leitlinien der American Heart Association daher ausschließlich bei Patienten <75 Jahre mit minimaler No-flow-Zeit und unmittelbar verfügbarer Möglichkeit einer perkutanen Koronarintervention (PCI) empfohlen [1]. Eine Metaanalyse aus dem Jahr 2011 deutete ebenso die Möglichkeit eines guten neurologischen Überlebens unter eCPR an; eindeutige Aussagen, insbesondere bei lang andauernden Herz-Kreislauf-Stillständen, lassen sich hieraus jedoch nicht ableiten [16]. Als prädiktiver Marker der 30-Tage-Mortalität unter va-ECMO scheinen im Gegensatz zur mCPR insbesondere der dynamische Verlauf des Serumlaktats sowie die Laktatclearance nach 24h einer einzelnen absoluten Messung überlegen zu sein [17].

Die ärztliche Tätigkeit in der Akutmedizin erfordert im klinischen Alltag eine hohe Anzahl an komplexen Ad-hoc-Entscheidungen, die häufig auf der Grundlage unzureichender anamnestischer Angaben oder unvollständiger Untersuchungsbefunde getroffen werden müssen [18]. Da die Grenze zwischen Leben und Tod beim außerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand meist fließend ist und bis zum heutigen Tag weder ein nationaler noch ein internationaler Konsens in Form einer Leitlinie oder eines Konsensuspapiers zur eCPR vorliegen, sollte die Entscheidung zur eCPR stets im multiprofessionellen Heart-ICU-Team unter Abwägung aller zur Verfügung stehenden klinischen und

laborchemischen Indikatoren stets individuell getroffen werden.

### Fazit für die Praxis

- Die Mortalität des infarktbedingten kardiogenen Schocks ist mit ungefähr 50% nach wie vor hoch.
- Klinische Parameter, wie ein schockbarer Herzrhythmus und eine fehlende (bis minimale) No-flow-Zeit, sind ebenso wie ein hoher pH-Wert und ein niedriges Serumlaktat mit einem günstigen Outcome assoziiert.
- Valide prognostische Prädiktoren zur Identifizierung von Patienten für eine eCPR existieren bis zum heutigen Tag nicht.
- Die Entscheidung zur eCPR oder zum Abbruch von kardiopulmonalen Reanimationsmaßnahmen sollte daher unter individueller Abwägung aller zur Verfügung stehenden Indikatoren im multiprofessionellen Heart-ICU-Team erfolgen.
- Generell sollten der pH-Wert und das Serumlaktat niemals alleine zur Entscheidungsfindung bei CPR-Patienten herangezogen werden.

### Korrespondenzadresse

#### Prof. Dr. G. Michels

Klinik III für Innere Medizin, Herzzentrum der Universität zu Köln  
Kerpener Str. 62, 50937 Köln, Deutschland  
guido.michels@uk-koeln.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

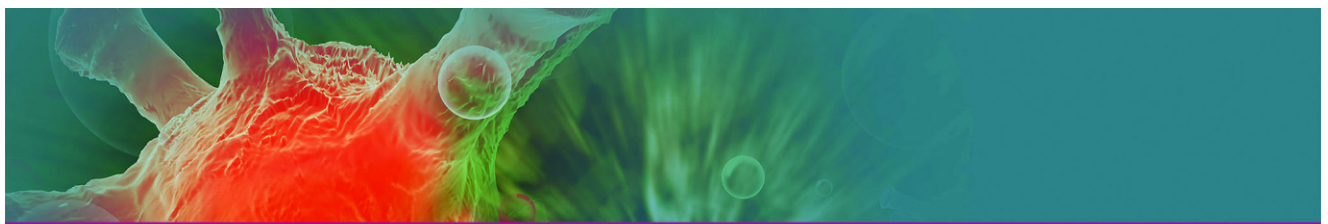
**Interessenkonflikt.** C. Hohmann, R. Pfister und G. Michels geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren. Alle Patienten, die über Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts zu identifizieren sind, haben hierzu ihre schriftliche Einwilligung gegeben.

### Literatur

1. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ et al (2015) Part 7: advanced cardiovascular life support – 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emer-

- gency cardiovascular care. *Circulation* 132(Suppl 2):S444–S464
2. Karam N, Marijon E, Dumas F et al (2017) Characteristics and outcomes of out-of-hospital sudden cardiac arrest according to the time of occurrence. *Resuscitation* 116:16–21
  3. Soar J, Nolan JP, Böttiger BW et al (2015) European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015 section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation* 95:100–147
  4. Debaty G, Babaz V, Durand M et al (2017) Prognostic factors for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation recipients following out-of-hospital refractory cardiac arrest. A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 112:1–10
  5. Sideris G, Voicu S, Dillinger JG et al (2011) Value of post-resuscitation electrocardiogram in the diagnosis of acute myocardial infarction in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Resuscitation* 82:1148–1153
  6. Saugel B, Trepte CJ, Heckel K et al (2015) Hemodynamic management of septic shock: is it time for “individualized goal-directed hemodynamic therapy” and for specifically targeting the microcirculation? *Shock* 43:522–529
  7. Rousse N, Robin E, Juthier F et al (2016) Extracorporeal life support in out-of-hospital refractory cardiac arrest: thoughts and progress. *Artif Organs* 40(9):904–909
  8. Jouffroy R, Lamhaut L, Guyard A et al (2014) Base excess and lactate as prognostic indicators for patients treated by extracorporeal life support after out hospital cardiac arrest due to acute coronary syndrome. *Resuscitation* 85(12):1764–1768
  9. Rigamonti F, Montecucco F, Boroli F et al (2016) The peak blood lactate during the first 24 h predicts mortality in acute coronary syndrome patients under extracorporeal membrane oxygenation. *Int J Cardiol* 221:741–745
  10. Mullner M, Sterz F, Domanovits H et al (1997) The association between blood lactate concentration on admission, duration of cardiac arrest, and functional neurological recovery in patients resuscitated from ventricular fibrillation. *Intensive Care Med* 33:751–754
  11. Momiyama Y, Yamada W, Miyata K et al (2017) Prognostic values of blood pH and lactate levels in patients resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest. *Acute Med Surg* 4(1):25–30
  12. Shin J, Lim YS, Kim K et al (2017) Initial blood pH during cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest patients: a multicenter observational registry-based study. *Crit Care* 21(1):322
  13. Siegenthaler W (2005) *Differentialdiagnose*, 19. Aufl. Thieme, Stuttgart
  14. Geisler AC, Söffker G, Breuning F et al (2014) Der besondere Fall – Optimale Rettungskette. *Hamb Arztebl* 68(10):44–46
  15. Tsai FC, Wang YC, Huang YK et al (2007) Extracorporeal life support to terminate refractory ventricular tachycardia. *Crit Care Med* 35:1673–1676
  16. Morimura N, Sakamoto T, Nagao K et al (2011) Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: a review of the Japanese literature. *Resuscitation* 82:10–14
  17. Slottosch I, Liakopoulos O, Kuhn E et al (2017) Lactate and lactate clearance as valuable tool to evaluate ECMO therapy in cardiogenic shock. *J Crit Care* 42:35–41
  18. Lundgrén-Laine H, Kontio E, Perttilä J et al (2011) Managing daily intensive care activities: an observational study concerning ad hoc decision making of charge nurses and intensivists. *Crit Care* 15(4):R188



## Der neue Kurs zu NSCLC

Alles Wichtige kompakt und aktuell auf den Punkt gebracht!



- ✓ Leitlinienorientiert und fallbasiert
- ✓ Optimiert für Smartphones
- ✓ Zertifiziert mit 3 Punkten

**DGIM** Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin



Diesen CME-Kurs finden Sie auf

» **DGIM-eAkademie.de**

Das Fortbildungs-Portal der DGIM: Kostenfrei für alle Mitglieder und e.Med-Abonnenten

Hier steht eine Anzeige.

