

Notfall Rettungsmed 2021 · 24:367–385  
<https://doi.org/10.1007/s10049-021-00889-7>  
 Angenommen: 19. April 2021  
 Online publiziert: 2. Juni 2021  
 © European Resuscitation Council (ERC),  
 German Resuscitation Council (GRC), Austrian  
 Resuscitation Council (ARC) 2021



Federico Semeraro<sup>1</sup> · Robert Greif<sup>2,16</sup> · Bernd W. Böttiger<sup>3</sup> · Roman Burkart<sup>4</sup> ·  
 Diana Cimpoesu<sup>5</sup> · Marios Georgiou<sup>6</sup> · Joyce Yeung<sup>7</sup> · Freddy Lippert<sup>8</sup> ·  
 Andrew S. Lockey<sup>9</sup> · Theresa M. Olasveengen<sup>10</sup> · Giuseppe Ristagno<sup>11,17</sup> ·  
 Joachim Schlieber<sup>12</sup> · Sebastian Schnaubelt<sup>13</sup> · Andrea Scapigliati<sup>14</sup> ·  
 Koenraad G. Monsieurs<sup>15</sup>

<sup>1</sup> Department of Anaesthesia, Intensive Care and Emergency Medical Services, Maggiore Hospital, Bologna, Italien; <sup>2</sup> Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Bern University Hospital, University of Bern, Bern, Schweiz; <sup>3</sup> Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland; <sup>4</sup> Interassociation of Rescue Services, Bern, Schweiz; <sup>5</sup> Emergency Department, Emergency County Hospital Sf. Spiridon, University of Medicine and Pharmacy Gr. T. Popa Iasi, Iasi, Rumänien; <sup>6</sup> American Medical Center Cyprus, Nikosia, Zypern; <sup>7</sup> Warwick Clinical Trials Unit, Warwick Medical School, University of Warwick, Coventry, Großbritannien; <sup>8</sup> Copenhagen Emergency Medical Services, University of Copenhagen, Kopenhagen, Dänemark; <sup>9</sup> Emergency Department, Calderdale Royal Hospital, Halifax, Großbritannien; <sup>10</sup> Department of Anesthesiology, Oslo University Hospital, Oslo, Norwegen; <sup>11</sup> Department of Pathophysiology and Transplantation, University of Milan, Mailand, Italien; <sup>12</sup> Department of Anaesthesiology and Intensive Care, AUVA Trauma Centre Salzburg, Salzburg, Österreich; <sup>13</sup> Department of Emergency Medicine, Medical University of Vienna, Wien, Österreich; <sup>14</sup> Institute of Anaesthesia and Intensive Care, Catholic University of the Sacred Heart, Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli, IRCCS, Rom, Italien; <sup>15</sup> Emergency Department, Antwerp University Hospital and University of Antwerp, Edegem, Belgien; <sup>16</sup> School of Medicine, Sigmund Freud University Vienna, Wien, Österreich; <sup>17</sup> Department of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency, Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico, Mailand, Italien

## Lebensrettende Systeme

### Leitlinien des European Resuscitation Council 2021

#### Einführung und Geltungsbereich

Das Kapitel „Lebensrettende Systeme“ beschreibt zahlreiche und wichtige Faktoren, die das Management von Patienten mit Kreislaufstillstand global verbessern können, nicht als einzelne Intervention, sondern als Ansatz auf Systemebene. Ziel dieses Kapitels ist es, evidenzbasierte Best-Practice-Anleitungen zu Interventionen bereitzustellen, die von Gesundheitssystemen implementiert werden können, um die Ergebnisse eines Kreislaufstillstands außerhalb des Krankenhauses und/oder

Die Leitlinien wurden mit dem generischen Maskulin übersetzt. Bitte beachten Sie, dass alle Personenbezeichnungen gleichermaßen für alle Geschlechter gelten.

Die Übersetzung beruht auf der Version vom 29.01.2021. Bis zur Publikation des englischen Originals in *Resuscitation* wurden in manchen Kapiteln Literaturstellen korrigiert oder andere Änderungen vorgenommen, die den Sinn nicht wesentlich ändern.

im Krankenhaus (OHCA und IHCA) zu verbessern. Das Zielpublikum des Kapitels sind Politik, Management von Gesundheits- und Bildungssystemen, Angehörige der Gesundheitsberufe, Lehrer, Schüler, Studenten und Laien. Das Konzept des „Systems Saving Lives“-Ansatzes besteht darin, die Verbindungen und Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Personen zu betonen, die an der Überlebenskette beteiligt sind. Die Allgemeinbevölkerung wird durch Kampagnen für das Thema Kreislaufstillstand sensibilisiert (z. B. „European Restart a Heart Day“ – ERHD und „World Restart a Heart“ – WRAH) und können von Apps als Ersthelfer eingebunden werden. Die Leitstelle, die den Alarmruf erhält, aktiviert das Einsatzmittel des Rettungsdiensts (EMS). Während das EMS-Einsatzmittel unterwegs ist, gibt der Disponent vor der Ankunft der Rettungskräfte Anweisungen zum Beginn der Wiederbelebung (CPR). In diesem Kapitel wird außerdem das Konzept eines Cardiac Arrest Zentrum beschrieben

und die Bedeutung der Leistungsmessung von Wiederbelebungssystemen hervorgehoben. Die Schlüsselrolle von Frühwarnsystemen zur Abwehr eines vermeidbaren Kreislaufstillstands und die Rolle von innerklinischen Notfallteams werden beschrieben.

In der Vergangenheit wurden die Leitlinien des ERC unter dem Gesichtspunkt eines idealen Umfelds mit großen Ressourcen oder hohem Einkommen entwickelt. Der Anwendbarkeit von Aussagen aus solchen Bereichen auf die Realität von Regionen mit niedrigerem Einkommen wurde wenig Aufmerksamkeit geschenkt. In vielen Bereichen der Welt ist ein hoher Versorgungsstandard aufgrund fehlender finanzieller Ressourcen nicht verfügbar. Beispielsweise kann eine minderwertige Leistung des Rettungsdiensts ein Hindernis für die Implementierung von Leitlinien sein. International gültige Empfehlungen sollen als unterstützende Struktur für schwächere Systeme dienen [1].



Abb. 1 ▲ Infografik Zusammenfassung lebensrettende Systeme

Das „Systems Saving Lives“-Konzept betont die Verbindung zwischen Bevölkerung und Rettungsdienst (z. B. KIDS SAVE LIVES) und soll in jedem europäischen Land implementiert werden. Lebensrettende Systeme reicht vom jungen Schüler, der in der Schule HLW lernt, über einen Bürger, der über sein Mobiltelefon einen Kreislaufstillstandsalarm erhält und bereit ist, die HLW zu starten und vor Ort einen automatisierten externen Defibrillator (AED) zu verwenden, bis zum Rettungsdienstteam, das die ALS-Behandlung fortsetzt, um den Patienten für die Nachbehandlung in einem Hochleistungs Krankenhaus zu stabilisie-

ren und dorthin zu transportieren. In Systems Saving Lives ist jeder und alles ein wichtiges Glied für das Überleben. Wir wechseln von der klassischen Überlebenskette mit vier Gliedern zu einer Vielzahl von Gliedern, die im neuen „System Saving Lives“-Konzept enthalten sind. Jeder einzelne Schritt in diesem komplexen System ist wichtig.

Die Leitlinien wurden von den Mitgliedern der „Systems Saving Lives“-Autorengruppe entworfen und vereinbart. Die für die Richtlinienentwicklung verwendete Methodik ist in der Zusammenfassung dargestellt [2]. Die Leitlinien wurden im Oktober 2020 zur öffentli-

chen Kommentierung veröffentlicht. Das Feedback wurde von den Autoren überprüft und die Leitlinien wurden gegebenenfalls aktualisiert. Die Richtlinie wurde der ERC-Generalversammlung am 10. Dezember 2020 vorgelegt und von ihr genehmigt.

Die wichtigsten Botschaften aus diesem Abschnitt sind in **Abb. 1** dargestellt.

### Kurz gefasste Leitlinien für die klinische Praxis

#### Überlebenskette & Überlebensformel

- Die Handlungen, welche die Betroffenen eines plötzlichen Kreislaufstillstands mit dem Überleben verbinden, werden als Überlebenskette bezeichnet.
- Das Ziel, mehr Leben zu retten, erreicht man nicht nur mit solider, qualitativ hochwertiger Wissenschaft, sondern auch mit effektiver Ausbildung von Laien und Angehörigen der Gesundheitsberufe.
- Systeme, die sich mit der Versorgung von Betroffenen eines Kreislaufstillstands befassen, sollen in der Lage sein, ressourceneffiziente Systeme zu implementieren, die das Überleben nach einem Kreislaufstillstand verbessern können.

#### Messung der Leistung von Wiederbelebungssystemen

- Organisationen oder Gemeinschaften, die Kreislaufstillstände behandeln, sollen ihre Leistung bewerten können, um Schlüsselbereiche ausmachen zu können, mit dem Ziel die Leistung zu verbessern.

#### Social-Media- und Smartphone-Apps zur Einbindung der Bevölkerung

- Ersthelfer (geschulte und ungeschulte Laien, Feuerwehrleute, Polizisten und sich im Dienstfrei befindliche Angehörige der Gesundheitsberufe), die sich in der Nähe eines vermuteten prähospitalen Kreislaufstillstands befinden, sollen von der Leitstelle

über eine Smartphone-App oder eine Textnachricht alarmiert werden.

- Jedes europäische Land wird nachdrücklich ermutigt, solche Technologien zu implementieren, um
  - den Anteil der durch Ersthelfer begonnenen Wiederbelebung zu verbessern.
  - die Zeit bis zur ersten Herzdruckmassage und Defibrillation zu verkürzen.
  - das Überleben mit einer guten neurologischen Erholung zu verbessern.

### „European Restart a Heart Day“ (ERHD) & „World Restart a Heart“ (WRAH)

Nationale Wiederbelebungsräte, nationale Regierungen und lokale Behörden sollen

- sich an WRAH beteiligen.
- das Bewusstsein für die Bedeutung von CPR und AED durch Notfallzeugen schärfen.
- so viele Bürger wie möglich ausbilden.
- die Entwicklung neuer und innovativer Systeme und Richtlinien fördern, die mehr Leben retten.

### KIDS SAVE LIVES

- Alle Schulkinder sollen regelmäßig jedes Jahr ein CPR-Training erhalten.
- Unterrichtet „PRÜFEN-RUFEN-DRÜCKEN“.
- Ausgebildete Schulkinder sollen ermutigt werden, Familienmitglieder und Freunde zu unterweisen. Nach einem solchen Training sollen alle Schüler folgende Hausaufgabe erhalten: „Bitte schult innerhalb der nächsten zwei Wochen 10 weitere Personen und gebt eine Rückmeldung.“
- CPR-Schulungen sollen auch in Hochschuleinrichtungen durchgeführt werden, insbesondere für Studenten für das Lehramt und Gesundheitsberufe.
- Die Verantwortlichen in den Bildungsministerien und/oder Kultusministerien und andere führende Politiker jedes Landes sollen ein lan-

Notfall Rettungsmed 2021 · 24:367–385 <https://doi.org/10.1007/s10049-021-00889-7>  
© European Resuscitation Council (ERC), German Resuscitation Council (GRC), Austrian Resuscitation Council (ARC) 2021

F. Semeraro · R. Greif · B. W. Böttiger · R. Burkart · D. Cimpoesu · M. Georgiou · J. Yeung · F. Lippert · A. S. Lockey · T. M. Olasveengen · G. Ristagno · J. Schlieber · S. Schnaubelt · A. Scapigliati · K. G. Monsieurs

### Lebensrettende Systeme. Leitlinien des European Resuscitation Council 2021

#### Zusammenfassung

Der European Resuscitation Council (ERC) hat diese Leitlinien für lebensrettende Systeme basierend auf dem 2020 „International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation Science with Treatment Recommendations“ erstellt. Behandelt werden folgende Themen: die Überlebenskette, die Messung der Reanimationsleistung, Social-Media- und Smartphone-Apps zur Einbindung der Bevölkerung, der „European Restart a Heart Day“, die „World Restart a Heart“-Kampagne, die „KIDS SAVE LIVES“-Kampagne, der

Umgang mit geringeren Ressourcen, die European Resuscitation Academy und die Global Resuscitation Alliance, Frühwarnsysteme, Frühwarnscores und medizinische Notfallteams, Cardiac Arrest Zentren und die Rolle der Disponenten in Leitstellen.

#### Schlüsselwörter

Laienreanimation · Ersthelfersysteme · Überlebenskette · Telefonreanimation · Cardiac Arrest Zentren

### Systems saving lives. European Resuscitation Council Guidelines 2021

#### Abstract

The European Resuscitation Council (ERC) has produced these Systems Saving Lives guidelines, which are based on the 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation Science with Treatment Recommendations. The following topics are covered: chain of survival, measuring performance of resuscitation, social media and smartphones apps for engaging the community, European Restart a Heart Day, World Restart a Heart, KIDS SAVE LIVES campaign, lower-resource

setting, European Resuscitation Academy and Global Resuscitation Alliance, early warning scores, rapid response systems, and medical emergency team, cardiac arrest centres and role of dispatchers.

#### Keywords

Lay resuscitation · First responder systems · Chain of survival · Telephone assisted CPR · Cardiac Arrest Center

desweites Programm für den Wiederbelebungsunterricht für Schulkinder implementieren. Die Ausbildung von Schulkindern in Wiederbelebung soll in ganz Europa und andernorts gesetzlich vorgeschrieben sein.

### Bevölkerungsinitiativen zur Förderung der Wiederbelebungsquote

- Die Gesundheitssysteme sollen Initiativen für Wiederbelebungs-schulungen für große Teile der Bevölkerung (Nachbarschaft, Stadt, Region, einen Teil oder ganze Nation) umsetzen.

### Ressourcenarmes Umfeld

#### Wiederbelebungs-forschung in ressourcenarmen Umgebungen

- Es sind Forschungsarbeiten erforderlich, um verschiedene Populationen, Ätiologien und den Reanimations-erfolg beim Kreislaufstillstand in ressourcenarmen Umgebungen zu verstehen. Die Forschung soll den Utstein-Regeln folgen.
- Die Höhe des Einkommens der Länder soll in die Berichte aufgenommen werden. Ein nützliches System zur Meldung des Einkommensniveaus ist die Definition der Weltbank (Bruttonationaleinkommen pro Kopf).
- Bei der Berichterstattung über Reanimationssysteme und -ergebnisse

sollen psychologische und soziokulturelle Ansichten zum Kreislaufstillstand dokumentiert werden.

- Experten mit unterschiedlichem Ressourcenhintergrund sollen bezüglich der lokalen Akzeptanz und Anwendbarkeit internationaler Richtlinien und Empfehlungen für die Wiederbelebung konsultiert werden.

### Wesentliche Ressourcen für Wiederbelebungssysteme in ressourcenarmen Umgebungen

- In Zusammenarbeit mit Interessengruppen aus diesen ressourcenarmen Gegebenheiten soll eine Liste mit wichtigen Ressourcen für die Wiederbelebung erstellt werden, die speziell an niedrige Ressourcenverfügbarkeit angepasst ist.

### European Resuscitation Academy und Global Resuscitation Alliance

- Inhalte wie die Programme der European Resuscitation Academy sollen implementiert werden, um die Laienreanimationsrate zu erhöhen und das Überleben bei prähospitalen Kreislaufstillstand zu verbessern.

### Rolle des Disponenten

#### Abfrageunterstützte Erkennung eines Kreislaufstillstands

- Leitstellen sollen standardisierte Kriterien und Algorithmen einführen, um festzustellen, ob sich ein Patient zum Zeitpunkt des Notrufs in einem Kreislaufstillstand befindet.
- Leitstellen sollen ihre Fähigkeit zur Erkennung eines Kreislaufstillstands überwachen und kontinuierlich nach Möglichkeiten suchen, um die Erkennung eines Kreislaufstillstands zu verbessern.

#### Telefonreanimation

- Leitstellen sollen über Systeme verfügen, die sicherstellen, dass die Bearbeiter von Notrufen Wiederbelebanweisungen für nicht reagierende und nicht normal atmende Personen geben.

### Alleinige Thoraxkompression im Vergleich zur Standardwiederbelebung bei der Telefonreanimation

- Disponenten sollen Anweisungen zur alleinigen Thoraxkompression für Anrufer geben, die nicht reagierende, nicht normal atmende, erwachsene Personen identifizieren.

### Frühwarnscores, innerklinische Notfallteams und medizinische Notfallteams

- Erwägen Sie die Einführung von innerklinischen Notfallteams, um die Häufigkeit des Kreislaufstillstands im Krankenhaus und die Mortalität im Krankenhaus zu verringern.

### Cardiac Arrest Zentren

- Erwachsene Patienten mit nichttraumatischem prähospitalen Kreislaufstillstand sollen gemäß den lokalen Protokollen für den Transport zu einem Cardiac Arrest Zentrum in Betracht gezogen werden.

### Evidenz, die die Leitlinien beeinflusst

#### Überlebenskette & Überlebensformel

Die Überlebenskette für Betroffene eines Kreislaufstillstands außerhalb des Krankenhauses (OHCA) wurde 1968 von Friedrich Wilhelm Ahnefeld beschrieben, um alle zeitkritischen Interventionen (als Kettenglieder dargestellt) zur Maximierung der Überlebenschancen hervorzuheben [3]. Das Konzept wurde 1988 von Mary M. Newman von der Sudden Cardiac Arrest Foundation in den USA weiterentwickelt [4]. Es wurde 1991 von der American Heart Association modifiziert und angepasst [5].

Entwürfe, die die Überlebenskette darstellen, wurden häufig aktualisiert, aber bis vor Kurzem blieb die in jedem Link übermittelte Nachricht unverändert. Die Überlebenskette des European Resuscitation Council (ERC) in ihrem aktuellen Format wurde erstmals in den

ERC-Leitlinien von 2005 veröffentlicht und fasst die wichtigsten Zusammenhänge zusammen, die für eine erfolgreiche Wiederbelebung erforderlich sind: 1. Früherkennung und Hilferuf – zur Verhinderung eines Kreislaufstillstands und zur Alarmierung des Rettungsdiensts; 2. Wiederbelebung durch Notfallzeugen – um die Verschlechterung von Hirn- und Herzfunktion zu verlangsamen und Zeit zu gewinnen, um eine Defibrillation zu ermöglichen; 3. frühzeitige Defibrillation – zur Wiederherstellung eines Rhythmus mit Perfusion und 4. frühzeitige erweiterte Reanimationsmaßnahmen und standardisierte Nachsorge nach Wiederbelebung, um die Lebensqualität wiederherzustellen. Die Kette betont den Verbund der Kettenglieder und die Notwendigkeit, dass alle Glieder schnell und effektiv sind, um die Überlebenschancen zu optimieren. Die meisten Kettenglieder treffen für Patienten mit primär kardial bedingtem wie auch primär asphyktisch bedingtem Kreislaufstillstand zu [6, 7].

#### Früherkennung und Hilferuf

Das erste Kettenglied zeigt, wie wichtig es ist, Patienten mit einem Risiko für einen Kreislaufstillstand zu erkennen und um Hilfe zu rufen, um einen Kreislaufstillstand zu verhindern. Die meisten Patienten zeigen Anzeichen einer physiologischen Verschlechterung in den Stunden vor dem Kreislaufstillstand oder haben Warnsymptome geraume Zeit vor dem Kreislaufstillstand [8, 9]. Daher sollen Brustschmerzen als Symptom einer Myokardischämie erkannt werden. Erkennt man, dass der Brustschmerz herabedingt ist und ruft den Rettungsdienst, bevor der Patient kollabiert, wird dieser früher eintreffen, möglichst bevor der Kreislaufstillstand eintritt, und die Überlebenschancen können verbessert werden [10, 11]. Ist es zu einem Kreislaufstillstand gekommen, kann es schwierig sein, diesen zu erkennen. Sowohl Notfallzeugen als auch Leitstellendisponenten müssen sofort einen Kreislaufstillstand erkennen, um die Überlebenskette zu aktivieren. Eine frühzeitige Erkennung ist entscheidend, um eine schnelle Aktivierung des Rettungsdiensts und eine sofortige Einleitung der Wiederbe-

lebung durch Notfallzeugen zu ermöglichen. ILCOR und die ERC-BLS-Leitlinien heben die wichtigsten Beobachtungen zur Diagnose eines Kreislaufstillstands hervor, nämlich dass die Person nicht reagiert und nicht normal atmet [12, 13].

### Laienreanimation

Die sofortige Einleitung einer Wiederbelebung kann das Überleben nach einem Kreislaufstillstand verdoppeln oder verdreifachen [14–22]. Der Leitstellendisponent ist ein essenzielles Glied in der Überlebenskette, um Notfallzeugen bei der Einleitung von Wiederbelebnungsmaßnahmen zu unterstützen. Leitstellendisponenten werden zunehmend geschult, um einen Kreislaufstillstand zu erkennen, Notfallzeugen bei der Einleitung der Wiederbelebung zu unterweisen und zu unterstützen und die Wiederbelebungsbemühungen zu optimieren, bis professionelle Hilfe eintrifft [23–32].

### Frühe Defibrillation

Die Vorteile einer frühzeitigen Defibrillation für das Überleben und das funktionelle Ergebnis durch öffentlich zugängliche Defibrillationsprogramme und eine bessere Zugänglichkeit und Verfügbarkeit von AED in der Öffentlichkeit sind unbestritten [33, 34]. Diese Vorteile wurden auf die kürzere Zeit bis zur Defibrillation durch Notfallzeugen im Vergleich zum Rettungsdienst zurückgeführt, da das Überleben bei schockbarem prähospitalen Kreislaufstillstand mit jeder Minute Verzögerung der Defibrillation signifikant abnimmt. Durch Defibrillation innerhalb von 3 bis 5 min nach dem Kollaps können Überlebensraten von 50 bis 70 % erreicht werden. Dies kann nur durch öffentlich zugängliche AED vor Ort erreicht werden [35–38]. Jede Minute Verzögerung der Defibrillation verringert die Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur Krankenhausentlassung um 10–12 %. Die Glieder der Kette wirken besser zusammen, so beträgt die Verschlechterung des Überlebens, wenn Wiederbelebung durch Ersthelfer durchgeführt wird, im Durchschnitt 3–5 % pro Minute Verzögerung bis zur Defibrillation [10, 14, 39, 40].

### Frühzeitige erweiterte Reanimationsmaßnahmen (ALS) und standardisierte Postreanimationsbehandlung

ALS-Maßnahmen mit Atemwegsmanagement, Medikamenten und Korrektur kausaler Faktoren können erforderlich sein, wenn erste Wiederbelebnungsversuche erfolglos bleiben. Frühere Studien deuteten darauf hin, dass ALS in zuvor optimierten EMS-Systemen zur schnellen Defibrillation keinen zusätzlichen Nutzen bringt [41]. Eine kürzlich durchgeführte prospektive Studie, in der der Zusammenhang der ALS-Versorgung mit dem Überleben und dem funktionellen Ergebnis nach Reanimation beim prähospitalen Kreislaufstillstand bei mehr als 35.000 Patienten verglichen wurde, zeigte, dass frühzeitige ALS-Maßnahmen mit einem verbesserten Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus verbunden waren [42]. Eine bessere Qualität der Behandlung während der Phase nach der Wiederbelebung mit schneller Koronarangiographie, Optimierung von Kreislauf und Beatmung, gezieltem Temperaturmanagement, multimodalem Monitoring der neurologischen Funktion und deren Verlauf sowie anschließende Rehabilitation verbessern das Ergebnis [43, 44].

Die Überlebenskette in ihrem aktuellen Format konzentriert sich eher auf bestimmte Interventionen als auf das Potenzial für die Wirksamkeit jedes Glieds. Der Beitrag jedes der vier Glieder nimmt in jedem Stadium schnell ab, da die Anzahl der Patienten mit dem Fortschreiten entlang der Kette abnimmt. Daher wurde eine andere Sicht auf die Überlebenskette vorgeschlagen, um den relativen Beitrag jedes Glieds zum Überleben hervorzuheben [45]. Um das Überleben zu verbessern, soll daher ein größerer Schwerpunkt auf die Früherkennung und frühzeitige Reanimation gelegt werden und weniger auf die Postreanimationsbehandlung. Diese neue Sichtweise der Überlebenskette wird dazu beitragen, Kliniker, Wissenschaftler und Forscher darüber zu informieren, wo das größte Potenzial zur Verbesserung des Reanimationserfolgs besteht, und kann einen erneuten Fokus auf Forschung, Ausbil-

dung und Umsetzung bieten, wie in der Überlebensformel dargestellt [46].

Die Überlebenskette wurde auf die Überlebensformel ausgedehnt, da erkannt wurde, dass das Ziel, mehr Leben zu retten, nicht nur auf qualitativ hochwertiger Wissenschaft beruht, sondern auch auf einer effektiven Ausbildung von Laien und Angehörigen der Gesundheitsberufe [46, 47]. Letztendlich sollen diejenigen, die sich mit der Betreuung von Betroffenen von Kreislaufstillständen befassen, in der Lage sein, ressourceneffiziente Systeme zu implementieren, die das Überleben nach einem Kreislaufstillstand verbessern können.

In der Überlebensformel bilden drei interaktive Faktoren, Leitlinienqualität (Wissenschaft), effiziente Ausbildung der Patientenbetreuenden (Ausbildung) und eine gut funktionierende Überlebenskette auf lokaler Ebene (lokale Umsetzung), Multiplikatoren für die Überlebenschance nach Wiederbelebung.

Die Wissenschaft wird als integraler Bestandteil der beiden anderen Faktoren, Bildung und Umsetzung, anerkannt. Aufgrund der Beschaffenheit der Wiederbelebung ist es oft schwierig, qualitativ hochwertige wissenschaftliche Evidenz aus randomisierten, kontrollierten Studien zu erhalten, und in vielen Fällen sind Extrapolationen aus Beobachtungsstudien erforderlich. Es ist auch schwierig, auf Bildungsempfehlungen dieselben Evidenzstandards anzuwenden wie auf Behandlungsempfehlungen. Anbieter von Wiederbelebungsschulungen und Designer von Lehrprogrammen sollen Lernerfahrungen schaffen, die höchstwahrscheinlich zum Erwerb und zur Beibehaltung von Fähigkeiten, Kenntnissen und Einstellungen führen, die für eine gute Leistung erforderlich sind. Die Überlebensformel endet mit der lokalen Umsetzung. Die Kombination aus medizinischer Wissenschaft und Bildungseffizienz reicht nicht aus, um das Überleben zu verbessern, wenn die Umsetzung schlecht ist oder fehlt. Häufig erfordert diese Implementierung auch eine Form des Änderungsmanagements, um neue Visionen in eine lokale Kultur einzubetten. Sehr oft ist die einfache Lösung nicht die nachhaltige Lösung, und möglicherweise sind längere Verhand-

lungen und Diplomatie erforderlich. Ein Paradebeispiel dafür ist die Implementierung von Wiederbelebungsunterricht im Lehrplan von Schulen. In vielen Fällen haben Länder, die dieses Ziel letztendlich erreicht haben, jahrelang Kampagnen durchgeführt und Regierungen davon überzeugt, diese Strategie zu übernehmen [48, 49].

## Messung der Leistung von Wiederbelebungssystemen

Diese ERC-Empfehlungen werden durch die „ILCOR systematic review, consensus on science and treatment recommendations on system performance“ geformt [50]. Die Verbesserung der Systemleistung ist definiert als Verbesserung auf Krankenhaus-, Gemeinde- oder Länderebene in Bezug auf Struktur, Behandlungspfade, Prozess und Qualität der Pflege. Laut ILCOR sollen zwei Arten von Ergebnisindikatoren zur Messung der Verbesserung der Systemleistung in Betracht gezogen werden: kritische (Überleben mit günstigem neurologischem Ergebnis bei Entlassung und Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus) und wichtige (Fähigkeitsleistung bei tatsächlichen Wiederbelebungen, Überleben bei Aufnahme und Systemebenenvariablen).

Das ILCOR empfiehlt Organisationen oder Gemeinschaften, die Kreislaufstillstände behandeln, ihre Leistung zu bewerten und Schlüsselbereiche mit dem Ziel der Leistungsverbesserung zu bestimmen (starke Empfehlung, sehr geringe Evidenzsicherheit). Die vom ILCOR veröffentlichte systematische Übersichtsarbeit erkennt an, dass die Evidenz für diese Empfehlung aus Studien mit größtenteils moderater bis sehr geringer Sicherheit stammt, hauptsächlich nichtrandomisierten, kontrollierten Studien [50].

Die Mehrzahl dieser Studien im Zusammenhang mit der Verbesserung der Systemleistung ergab, dass Interventionen zur Verbesserung der Systemleistung die Variablen auf Systemebene und die Fähigkeitsleistung der grundlegenden Lebenserhaltung (BLS) und der fortgeschrittenen Lebenserhaltung (ALS) bei tatsächlichen Wiederbelebungen verbesserten [51–62]. Dies führt

zu verbessertem klinischem Reanimations-erfolg nach einem Kreislaufstillstand außerhalb des Krankenhauses oder im Krankenhaus. Mehrere Studien zeigten ein verbessertes Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus [53, 55, 57, 58, 62–71] und ein Überleben mit günstigem neurologischem Ergebnis bei Entlassung [53, 55, 62–66, 69–72]. Einige Studien haben einen Zusammenhang zwischen der Verbesserung der Systemleistung und dem Überleben bis zur Aufnahme gezeigt [65, 68, 70], aber andere nicht [54, 72, 73].

Wir sind uns auch bewusst, dass Maßnahmen zur Verbesserung der Systemleistung Geld, Personal und Interessengruppen erfordern. In diesem Zusammenhang verfügen einige Systeme möglicherweise nicht über ausreichende Ressourcen, um die Verbesserung der Systemleistung umzusetzen.

Weitere Arbeiten müssen durchgeführt werden, um

- die am besten geeignete Strategie zur Verbesserung der Systemleistung zu identifizieren.
- den Einfluss lokaler und organisatorischer Merkmale zur Verbesserung der Systemleistung besser zu verstehen.
- die Kosteneffizienz jeder Intervention zur Verbesserung der Systemleistung zu ermitteln.

## Social-Media- und Smartphone-Apps zur Einbindung der Öffentlichkeit

Die Mobiltelefon-technologie wird zunehmend eingesetzt, um potenzielle Ersthelfer bei prähospitalen Kreislaufstillstand einzubinden. Der Einsatz mobiler Technologien, einschließlich sozialer Medien, Mobilfunknetze und Smartphone-Anwendungen, könnte bald großen Effekt haben. Der Grund für ihre Verwendung ist, dass die Benachrichtigung der Bürger als Ersthelfer eines prähospitalen Kreislaufstillstands durch eine Smartphone-App mit einem Mobile Positioning System (MPS) oder SMS-Alarmssystem die frühe Reanimation und die frühe Defibrillation erhöhen und dadurch das Überleben verbessern kann.

Diese ERC-Empfehlungen werden durch die „ILCOR systematic review, consensus on science and treatment recommendations on system performance“ geformt. Das Review verglich prähospitalen Kreislaufstillstände (P), bei denen Ersthelfer mit der Reanimation begannen, die durch Mobiltelefon-technologie (I) alarmiert wurden, mit den Reanimationen, die vom Rettungsdienst begonnen wurden und bei denen es zu keiner Ersthelferalarmierung gekommen war (C). Parameter waren das Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus mit gutem neurologischem Ergebnis, das Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus, Krankenhauseinweisung, die Rückkehr des spontanen Kreislaufs (ROSC), die Laienreanimationsquote und die Zeit bis zur ersten Kompression/Schock (O) [50]. Die meisten Studien deuten darauf hin, dass der Einsatz von Mobiltelefon-technologie, um die Bürger als Ersthelfer bei prähospitalen Kreislaufstillstand zu alarmieren, günstige Effekte hat. Die Rate der Laienreanimation war in der Interventionsgruppe in allen Studien höher als in der Vergleichsgruppe [37, 74]. Die Überlebensrate bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus war in der Interventionsgruppe höher [74–77], aber das Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus mit günstigem neurologischem Ergebnis unterschied sich nicht zwischen der Interventions- und der Vergleichsgruppe [74, 77]. Die Zeit bis zur ersten Kompression/zum ersten Schock war in der Interventionsgruppe in allen Studien kürzer [75, 77–79]. Nach Veröffentlichung dieser ILCOR-Behandlungsempfehlung wurden weitere sechs Artikel und ein „systematic review“ veröffentlicht, die die allgemeine Wirkungsrichtung zugunsten der Intervention bekräftigen [77, 80–84]. Eine Studie zeigte, dass eine Erhöhung der Dichte von AED und Ersthelfern, die per SMS benachrichtigt wurden, die Zeit bis zur Defibrillation in Wohngebieten im Vergleich zur Zeit bis zur Defibrillation durch Rettungsdienstpersonal verkürzte. Die empfohlene Dichte von AED und Ersthelfern für die früheste Defibrillation beträgt zwei AED/km<sup>2</sup> und mindestens 10 Ersthelfer/km<sup>2</sup> [82]. Eine

systematische Überprüfung analysierte 12 verschiedene Mobiltelefonsysteme, um Bürger als Ersthelfer zu alarmieren, und ergab, dass Ersthelfer eine Alarmierung in einem Median von 28,7% der Fälle (Interquartilbereich [IQR] 27–29%) akzeptierten. Sie erreichten den Einsatzort nach einem Median von 4,6 (IQR 4,4–5,5) Minuten für die Durchführung der Wiederbelebung und nach 7,5 (IQR 6,7–8,4) Minuten, wenn zuerst ein AED geholt wurde. Ersthelfer trafen vor dem Rettungsdienst ein und begannen mit der Herz-Lungen-Wiederbelebung und brachten einen automatischen externen Defibrillator an im Median von 47% (IQR 34–58%), 24% (IQR 23–27%) und 9% (IQR 6–14%) der Fälle. Unter den Betroffenen, bei denen der Ersthelfer einen automatischen externen Defibrillator anbrachte, war der erste registrierte Herzrhythmus in einem Median von 35% (IQR 25–47%) der Fälle schockbar. Eine gepoolte Analyse bestätigte die allgemeine Richtung des Effekts zugunsten der oben angegebenen Intervention [83].

Eine kürzlich, unter dem Dach des ESCAPE-NET-Projekts durchgeführte, europäische Umfrage sammelte Daten zu Ersthelfereinsätzen nach prähospitalen Kreislaufstillstand in Europa [85, 86]. 47 (92%) OHCA-Experten aus 29 Ländern nahmen an der Umfrage teil. In mehr als der Hälfte der europäischen Länder gibt es mindestens eine Region mit einem Ersthelfersystem. Ersthelfer in Europa sind hauptsächlich Feuerwehrleute (beruflich/freiwillig), Polizisten, Bürger und außerdienstliches Gesundheitspersonal (Krankenschwestern, Ärzte, Sanitäter) sowie Taxifahrer. Die Umfrage ergab, dass in einigen europäischen Ländern (z.B. Österreich, Tschechische Republik, Dänemark, Vereinigtes Königreich, Deutschland, Ungarn, Italien, Niederlande, Rumänien, Schweden und Schweiz) die Verwendung einer App mit einem mobilen Positionierungssystem (MPS) oder einem Textnachrichten-Warnsystem eingeführt wurde. Eine weitere Umfrage wurde vom 6. Februar 2020 bis zum 16. Februar 2020 durchgeführt, um ein Bild über die verfügbaren Systeme zur Alarmierung von Ersthelfern und zur Lokalisierung des nächstgelegenen Defibrillators in ganz Europa zu erhalten

[87]. Die Ergebnisse umfassten 32 europäische Länder. Mehr als die Hälfte der Länder (62%) verfügte über mindestens ein System in einer Region zur Alarmierung von Ersthelfern. Insgesamt gab es 34 verschiedene Systeme. Fast alle Systeme (94%) erforderten eine Schulung der Bürger in lebensrettenden Sofortmaßnahmen, um Teil des Ersthelfernetzwerks zu werden. In 25 europäischen Ländern (78%) waren Systeme zur Kartierung und Lokalisierung des nächstgelegenen AED verfügbar. Angesichts der erheblichen Variabilität in ganz Europa wäre es angebracht, einen einheitlichen Standard für die Entwicklung dieser Systeme zu verfolgen. Darüber hinaus wird ein standardisierter Ansatz wie der Utstein-Stil dringend empfohlen, um eine einheitliche Berichterstattung dieser Systeme zu erhalten. Die Smartphone-basierte Aktivierung von Ersthelfern bei prähospitalen Kreislaufstillstand rettet Leben. Die Statements, die auf einer kürzlich abgehaltenen Konsenskonferenz von fünf europäischen Ländern erarbeitet wurden, können der Öffentlichkeit, den Gesundheitsdiensten und den Regierungen dabei helfen, diese Systeme in vollem Umfang zu nutzen und Wissenschaftler auf Bereiche hinzuweisen, die noch untersucht werden müssen [88].

Übereinstimmend mit ILCOR empfiehlt der ERC, dass Bürger, die sich in der Nähe eines vermuteten prähospitalen Kreislaufstillstands befinden, nach Einverständnis durch eine Smartphone-App mit einem mobilen Positionierungssystem oder einem Textnachrichten-Warnsystem benachrichtigt werden sollen (starke Empfehlung, Evidenz mit sehr geringer Sicherheit). Sobald diese Technologien allgegenwärtig werden, spielen sie eine größere Rolle in der Überlebenskette. Ein kausaler Zusammenhang zwischen Überleben und Reaktion der Bürger durch Anwendung der Technologien wurde nicht nachgewiesen. Daher sollen Systeme, die solche Technologien verwenden, die Forschung fördern sowie die Qualität der Datenerfassung verbessern, um den Nutzen ihrer Einbindung in den Rettungsdienst weiter zu verdeutlichen. Datenschutzgesetze, die als Hindernis für die Implementierung solcher Technologien angeführt werden,

müssen möglicherweise überarbeitet werden.

## „European Restart a Heart Day“ (ERHD) & „World Restart a Heart“ (WRAH)

Die weltweiten Überlebensraten von prähospitalen Kreislaufstillstand bleiben trotz der Entwicklung von Richtlinien und des Einflusses von Technologie relativ niedrig [89]. Das genaue Ausmaß der Belastung durch Kreislaufstillstände in Europa und weltweit ist gut dokumentiert [90]. Der ERC erkennt, dass eine wichtige Strategie zur Erhöhung der Überlebensraten von prähospitalen Kreislaufstillständen darin besteht, die Laienreanimationsquote zu erhöhen. Wenn mehr Menschen geschult und mehr Defibrillatoren strategisch platziert werden, können mehr Leben nach Kreislaufstillständen gerettet werden [38].

Nach einer Lobbykampagne des ERC verabschiedete das Europäische Parlament im Juni 2012 mit einer Mehrheit von 396 Unterschriften eine schriftliche Erklärung, in der umfassende Trainingsprogramme zur Wiederbelebung und AED-Anwendung in allen Mitgliedsstaaten gefordert wurden. In der schriftlichen Erklärung wurde eine Anpassung der Gesetzgebung in den EU-Mitgliedsstaaten gefordert, um nationale Strategien für einen gleichberechtigten Zugang zu hochwertiger Wiederbelebung und Defibrillation zu gewährleisten. In der Erklärung wurde auch die Einführung einer europäischen Woche zur Sensibilisierung für den Kreislaufstillstand gefordert. Infolgedessen und im Rahmen der Strategie zur Erhöhung der Laienreanimationsquote kündigte der ERC an, jährlich am 16. Oktober einen Tag zur Aufklärung über Kreislaufstillstände einzuführen, der als „Restart a Heart Day“ bezeichnet wird. Das Motto des ersten „European Restart a Heart Day“ (ERHD) im Jahr 2013 lautete „Children Saving Lives“. Eine im Auftrag des ERC durchgeführte Umfrage erhielt Antworten von 23 der 30 nationalen Wiederbelebungsräte. Es wurde festgestellt, dass nur in 4 der 23 antwortenden Länder ein Training

in Erster Hilfe unter Einbeziehung von Wiederbelebung in den Lehrplänen der Schulen besteht [91]. Nationale Richtlinien zur Wiederbelebung können die Bereitschaft der Bürger zur Durchführung der Laienreanimation erhöhen. Die Initiative „Restart a Heart“ fördert aktiv die Entwicklung von nationalen Maßnahmen aller Mitgliedsstaaten in ganz Europa [92].

Im Jahr 2018 wurde die europäische „Restart a Heart“-Initiative vom International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) unterstützt und hat seitdem unter dem Namen „World Restart a Heart“ (WRAH) eine globale Dimension angenommen [93–95]. Das Motto des WRAH lautet: „Alle Bürger der Welt können ein Leben retten – alles, was man braucht, sind zwei Hände (PRÜFEN-RUFEN-DRÜCKEN)“. Jede geschulte Person ist ein potenzieller Lebensretter. Dabei ist die Anzahl von Personen, die dadurch inspiriert werden, ebenfalls geschult zu werden, unermesslich. Die Ergebnisse des WRAH 2018 übertrafen alle Erwartungen. Weltweit wurden über 675.000 Menschen in Wiederbelebung geschult [96].

Für den WRAH 2019 wurden weltweit Aufklärungsvideos an berühmten Orten produziert. Darüber hinaus wurden 191 nationale Rotekreuzgesellschaften der fünf geografischen Zonen der Welt eingeladen, sich an der Kampagne zu beteiligen. Die beeindruckendsten europäischen Ergebnisse 2019 meldete das Vereinigte Königreich, wo 291.000 Menschen in Wiederbelebung geschult wurden. Dies wurde durch die Teilnahme jeder Rettungsdienstorganisation sowie durch Unterricht durch Medizinstudenten erreicht. Wiederbelebung wurde daraufhin in den englischen Schullehrplan aufgenommen, wie auch in fünf weiteren europäischen Ländern. Dies zeigt die Kraft des WRAH, Veränderungen in der nationalen Politik zu fördern. In Polen wurden 150.562 Personen trainiert, in Deutschland 30.000 und in Italien 17.000. Während des WRAH 2019 wurden insgesamt in Europa 493.000 Menschen in Wiederbelebung geschult, während es über 5 Mio. weltweit waren. Zudem wurden bis zu 206 Mio. Menschen weltweit über soziale Medien erreicht [95].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der ERC mit dem ERHD und WRAH einen bedeutenden Beitrag geleistet hat. Allein in den ersten zwei Jahren ist der WRAH so einflussreich gewesen, dass Länder erreicht werden konnten, die noch nicht vom ILCOR vertreten werden. Dabei ist der WRAH so viral gegangen, dass über sechs Millionen Menschen in Wiederbelebung geschult werden konnten. Der Zweck des WRAH besteht darin, dass nationale Verbände diese Initiative nutzen, um Einheitlichkeit der Praktiken und der Berichtssysteme zu fördern, Maßstäbe zu erstellen und durch gegenseitiges Lernen schwache Glieder in der Überlebenskette zu definieren, um die Gesundheitsversorgung zu verbessern. Die niedrige Rate der Wiederbelebung durch Laien kann ein Zeichen für das fehlende öffentliche Bewusstsein und somit ein Teil des Problems sein. Dies rechtfertigt die hohe Priorität dieses Themas für den ERC. Die Schulung der Öffentlichkeit ist ein wesentlicher Bestandteil der Strategie zur Bekämpfung der Belastung durch prähospitalen Kreislaufstillstand.

Auf der Grundlage eines Expertenkonsenses wird empfohlen, dass nationale Räte für Wiederbelebung, nationale Regierungen und lokale Behörden sich am WRAH beteiligen, um das Bewusstsein von Laien der Bedeutung von Wiederbelebung und AED zu schärfen. Es sollen so viele Bürger wie möglich ausgebildet werden und neue, innovative Systeme und Richtlinien entwickelt werden, die mehr Leben retten können.

## KIDS SAVE LIVES

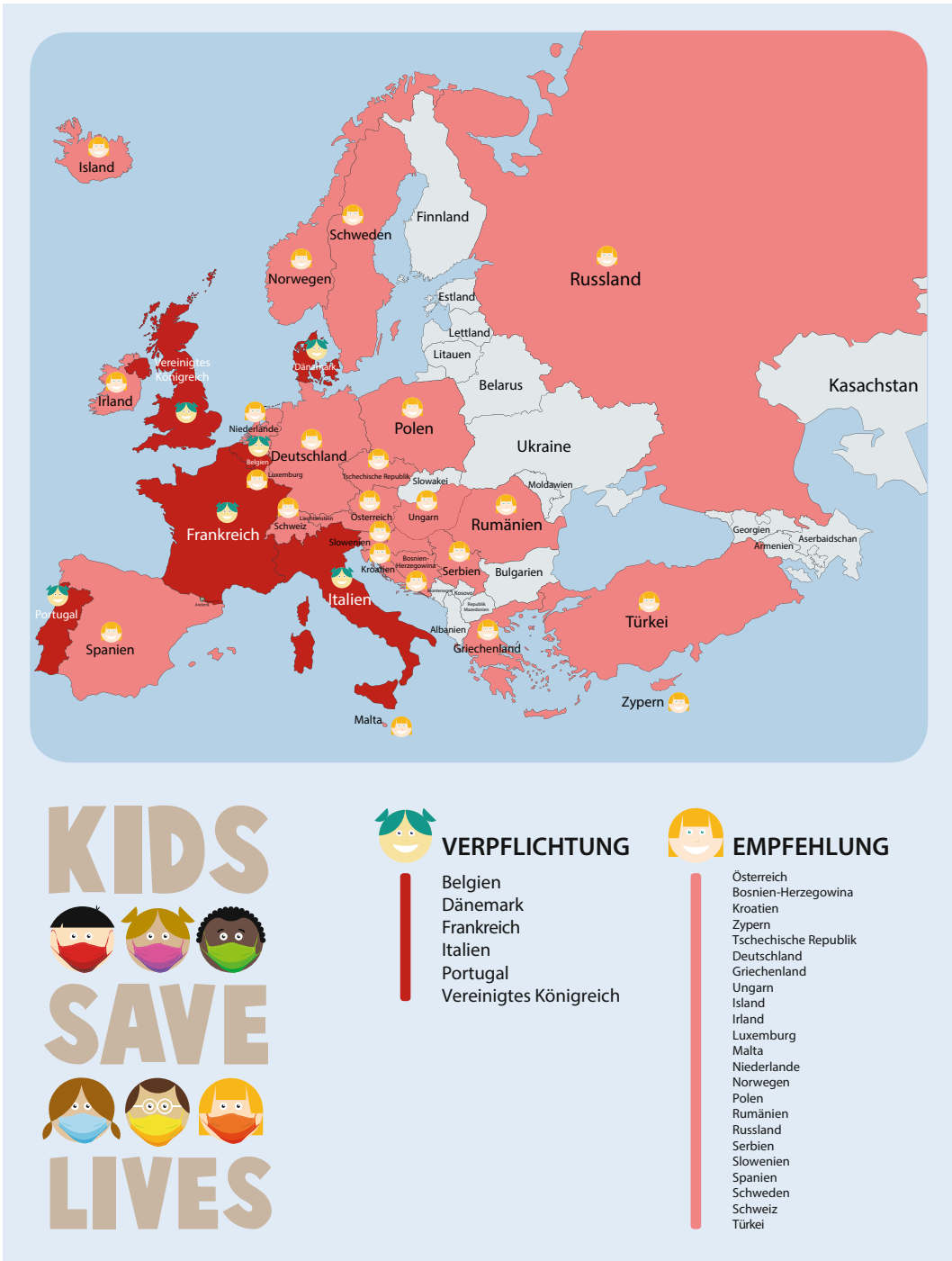
Eine obligatorische landesweite Schulung von Schulkindern hat die höchste und wichtigste langfristige Wirkung zur Verbesserung der Laienreanimationsquote [97, 98]. Auf lange Sicht scheint dies der erfolgreichste Weg zu sein, die gesamte Bevölkerung zu erreichen [99]. Die höchsten Laienreanimationsquoten werden in einigen skandinavischen Ländern gemeldet, in denen die Ausbildung von Schulkindern in Wiederbelebung seit Jahrzehnten obligatorisch ist. Dieses Konzept beginnt sich in ganz Europa und der Welt auszubreiten [17].

Nach mehreren Aktivitäten des ERC hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2015 die gemeinsame Erklärung „KIDS SAVE LIVES“ des International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), des European Resuscitation Council (ERC), der European Patient Safety Foundation (EPSF) und der World Federation of Societies of Anaesthesiologists (WFSA) befürwortet [100, 101]. In dieser Erklärung wird empfohlen, ab dem 12. Lebensjahr an allen Schulen weltweit zwei Stunden Wiederbelebungstraining pro Schuljahr durchzuführen. In diesem Alter sind Kinder empfänglicher für Anweisungen und lernen leichter, anderen zu helfen. Auch wenn jüngere Kinder körperlich nicht in der Lage sind, eine Wiederbelebung durchzuführen, können sie dennoch die Prinzipien der Wiederbelebung als Grundlage erlernen und möglicherweise anderen Personen Anweisungen geben [102]. Aus diesem Grund empfehlen wir, allen Schulkindern das Konzept PRÜFEN-RUFEN-DRÜCKEN beizubringen. Zusätzliche Trainings für Beatmung und Anwendung eines AED können insbesondere für ältere Kinder oder Jugendliche angeboten werden, sind aber nicht auf diese beschränkt [103]. Die gesetzlichen Vorgaben für die Wiederbelebungsausbildung an Schulen in ganz Europa sind in **Abb. 2** zusammengefasst.

Schon in jungen Jahren zu beginnen, bedeutet, dass die Durchführung der Wiederbelebung wie Schwimmen oder Fahrradfahren wird: Die Fähigkeiten bleiben ein Leben lang erhalten und können auch nach längerer Abwesenheit leicht wieder aufgefrischt werden [104]. In verschiedenen Studien wurde deutlich gezeigt, dass medizinisches Fachpersonal, in Wiederbelebung geschulte Lehrer, Studenten, Gleichaltrige und andere Personen Schulkinder erfolgreich unterrichten können und alle als Multiplikatoren dienen können [105].

Weiterhin können Wiederbelebungskennntnisse und Fähigkeiten verbreitet werden, indem Kinder gebeten werden, ihre Familie und Freunde zu unterrichten [103]. Die zunehmende Erfahrung zeigt, dass bereits Kinder im Kindergartenalter und ab vier Jahren in der Lage sind, einen Kreislaufstillstand erfolgreich zu





**Abb. 2** ◀ KIDS SAVE LIVES: Gesetzliche Vorgaben zur Wiederbelebungsausbildung an Schulen in Europa. Die Länder mit Kindern mit *grünen* Haaren haben eine Verpflichtung für die CPR-Ausbildung, die Länder mit *gelben* Haaren haben CPR-Ausbildung als Empfehlung

erkennen und den Rettungsdienst zu rufen [106]. Lehrer können und sollen qualifiziert werden, Schulkinder in Wiederbelebung zu unterrichten [103]. Die Schulung von Schulkindern in Wiederbelebungsmaßnahmen wird in vielen Ländern auf der ganzen Welt durchgeführt [93, 99, 107–109]. Bisher ist die Ausbildung von Schulkindern in Wiederbelebung in sechs Ländern Eu-

ropas gesetzlich vorgeschrieben und in weiteren 24 Ländern empfohlen. Eine flächendeckende Umsetzung wurde jedoch in all diesen Ländern, in ganz Europa und weltweit, noch nicht erreicht [49, 95]. Die Ausbildung von Schulkindern in Wiederbelebung kann die öffentliche Gesundheit enorm verbessern, da die Laienreanimation der wichtigste Faktor

für ein Überleben nach einem plötzlichen Kreislaufstillstand ist [103].

Die Prinzipien von KIDS SAVE LIVES lassen sich auch auf höhere Bildungseinrichtungen übertragen. Das Lehramtsstudium soll dabei auch die Schulung von Wiederbelebungskompetenzen beinhalten, damit Lehrer Schulkindern Wiederbelebungsmaßnahmen erfolgreich vermitteln können [110]. Alle Studien-

ten des Gesundheitswesens sollen eine qualitativ hochwertige Reanimationsausbildung erhalten, um Wiederbelebung unterrichten und als Ersthelfer handeln zu können [98].

### Bevölkerungsinitiativen zur Förderung der Wiederbelebungquote

Die Rolle der Bevölkerung in der Ersthilfe durch Laienwiederbelebung bei einem prähospitalen Kreislaufstillstand ist von entscheidender Bedeutung. Die meisten Systeme sind jedoch noch weit vom Optimum entfernt. Viele Maßnahmen wurden eingeführt, um die Reaktion der Bevölkerung auf Kreislaufstillstände zu verbessern. Diese wurden in anderen Abschnitten der Leitlinien beschrieben. Es wurden mehrere Initiativen durchgeführt, um das Engagement der Bevölkerung/Community im jeweils untersuchten Gebiet zu stärken (d.h. eine Gruppe von Stadtteilen, einer oder mehrerer Städte oder Regionen, eines Teils oder einer ganzen Nation), jeweils bezogen auf Personen, die nicht zur Hilfe verpflichtet sind.

Das ILCOR führte ein Scoping-Review durch, um relevante Studien zu identifizieren [50]. Es wurden 19 Studien identifiziert, die ausschließlich Community-Initiativen der erwachsenen Bevölkerung beschrieben.

Die wichtigsten Community-Initiativen wurden in drei Kategorien eingeteilt:

- Von Ausbildern geleitete Wiederbelebungsschulungsmaßnahmen der Bevölkerung [21, 111–115].
- Massenmediale Interventionen [116, 117].
- Gebündelte Interventionen [17, 57, 118–126].

Die Auswirkungen der drei Kategorien von Community-Initiativen auf spezifische Outcomes lassen sich wie folgt zusammenfassen:

#### Von Ausbildern geführtes Training

Alle Studien, die geleitete Schulungen durch Ausbilder betrachteten, gaben eine Laienreanimationsquote als Outcome an. 67 % der Studien zeigten einen Nutzen der Intervention [21, 111, 113, 115]. Das Überleben bis zur Entlassung aus

dem Krankenhaus wurde in 83 % der Fälle betrachtet und in 40 % dieser Studien verbessert [21, 115]. Ein Überleben mit gutem neurologischem Outcome wurde in 67 % dieser Studien berichtet und zeigte nur in 25 % der Fälle einen Nutzen der Intervention [113]. ROSC wurde in 33 % dieser Studien bewertet und zeigte in der Hälfte der Fälle eine Verbesserung durch die Intervention [115].

#### Massenmedien

Die beiden Studien, die die Auswirkungen dieser Art von Intervention untersuchten, berichteten nur über das Ergebnis der Laienreanimationsquote, wobei eine Studie einen Nutzen und die andere keinen Nutzen zeigte [116, 117].

#### Gebündelte Intervention

Keine dieser Studien berichtete über ein Überleben mit gutem neurologischem Ergebnis oder ROSC. Das Überleben bis zur Krankenhausentlassung wurde in 25 % dieser Studien angegeben und zeigte keinen Nutzen der Intervention [121, 125]. Die Laienreanimationsquote wurde in 89 % dieser Studien angegeben und zeigte in allen Fällen einen Nutzen [57, 118–120] mit einer Ausnahme [123].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das einzige Ergebnis, das in fast allen eingeschlossenen Studien bewertet wurde, die Laienreanimationsquote war und fast alle Studien einen Nutzen bei der Implementierung von Community-Initiativen zeigten. Dieser Nutzen war höher, wenn es sich bei der Art der Intervention um ein Bündel handelte, im Vergleich zu einer Schulung unter Anleitung oder über Massenmedien. Darüber hinaus gab es einen leichten Vorteil (nur 40 % der Studien berichteten dies) für das Überleben bei Entlassung aus dem Krankenhaus. Trotz geringer Evidenz und einiger widersprüchlicher Ergebnisse halten wir es daher für sinnvoll, Community-Initiativen wie Reanimations-schulungen mit einem großen Teil der Bevölkerung oder gebündelte Interventionen durchzuführen, mit dem Ziel, die Laienreanimationsquote zu erhöhen.

### Ressourcenarmes Umfeld

Im Jahr 2015 veröffentlichte der ILCOR eine systematische Übersichtsarbeit über das Reanimationstraining in Entwicklungsländern [127]. Dieses Review zeigte, dass das Wiederbelebungstraining in ressourcenarmen Umgebungen gut angenommen wird und die Mortalität von Kreislaufstillständen erheblich verringert hat. Allerdings gibt es nur wenige Informationen über die Outcomes der Reanimation in ressourcenarmen Umgebungen. Ein kürzlich durchgeführtes ILCOR-Scoping-Review von prähospitalen Kreislaufstillständen in ressourcenarmen Umgebungen zeigte eine große Variabilität der Outcomes [1]. Der Scoping-Review empfahl, zukünftige Studien in bestimmten (Sub-)Populationen durchzuführen und Ursachen des Kreislaufstillstands, einschließlich pädiatrischem Kreislaufstillstand, traumatischem Kreislaufstillstand und Kreislaufstillstand in Katastrophen- oder Konfliktgebieten bzw. sogar Kreislaufstillstand in einzelnen Stadtteilen oder Gebieten innerhalb einer ansonsten ressourcenreichen Umgebung, zu untersuchen [1].

Die Definition von Umgebungen mit geringen Ressourcen variiert. Daher wurde ein umfassender Ansatz wie die Klassifizierung der Länder nach ihrem Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf auf der Grundlage der Definitionen der Weltbank (<https://data.worldbank.org>) angewendet [50].

In Anbetracht der Ressourcenknappheit in Ländern mit niedrigem Einkommen ist die Durchführbarkeit einer vollständigen ALS- und Postreanimationsversorgung umstritten. Es wird diskutiert, ob es ethisch vertretbar ist, dass ALS für Patienten mit prähospitalen Kreislaufstillstand in bestimmten Ländern oder Gebieten nicht verfügbar ist [128]. Darüber hinaus sind die längerfristigen Ergebnisse wie das 30-Tage-Überleben oder die neurologische Funktionsfähigkeit nach einem Kreislaufstillstand in ressourcenarmen Ländern tendenziell schlechter als bei Patienten aus ressourcenreichen Ländern [1, 129]. Eine Liste der wichtigsten Wiederbelebungsgesetze und -ressourcen

wie die Erklärung der Weltgesundheitsorganisation von 2009 zur Qualität der Traumaversorgung kann dazu beitragen, die Überlebenskette zu verbessern und das Ergebnis nach prähospitalen Kreislaufstillstand zu verbessern [130].

### European Resuscitation Academy (ERA) und Global Resuscitation Alliance (GRA)

Die European Resuscitation Academy hat sich zum Ziel gesetzt, die Überlebensrate nach einem Kreislaufstillstand zu verbessern, indem sie den Fokus auf die Verbesserung des Gesundheitssystems legt. Dies bringt einzelne Glieder der Überlebenskette und der Überlebensformel zusammen. Das gesamte Personal des Rettungsdienstes (Manager, administrative und medizinische Leiter, Ärzte, Rettungssanitäter und Disponenten) aus verschiedenen Gesundheitssystemen und Ländern ist eingeladen, das ERA-Programm (angelehnt an die zehn Schritte zur Verbesserung der Überlebensrate bei Kreislaufstillstand der Resuscitation Academy aus Seattle, USA) zusammen mit den örtlichen Gesundheitseinrichtungen zu erlernen [131]. Die ERA legt einen Schwerpunkt auf die Definition der lokalen Überlebensrate bei Kreislaufstillstand. Hier ist die Datenmeldung in einer standardisierten Utstein-Vorlage relevant. Die teilnehmenden Rettungsdienste werden angeregt, konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Überlebensrate bei Kreislaufstillstand zu entwickeln. Diese werden entsprechend überprüft. „Es braucht ein System, um ein Leben zu retten“ fasst den Kern jedes Programms der Resuscitation Academy weltweit zusammen. Alle medizinische Wissenschaft und pädagogische Effizienz werden ohne einen klaren strategischen Plan zur Förderung der lokalen Umsetzung nicht zu positiven Ergebnissen bei OHCA und IHCA führen. Dies spiegelt sich in der Formel für das Überleben bei der Reanimation wider. Die Mission der Global Resuscitation Alliance (GRA) ist es, die Reanimation durch das Modell der Resuscitation Academy voranzutreiben. Hierbei wird die Implementierung effektiver Programme in den Com-

munities durch Qualitätsverbesserung beschleunigt.

### Rolle des Disponenten

Das ILCOR empfiehlt den Leitstellen, einen standardisierten Algorithmus und/oder standardisierte Kriterien einzuführen. Damit kann sofort festgestellt werden, ob ein Patient zum Zeitpunkt des Notrufs einen Kreislaufstillstand erleidet sowie die Diagnosefähigkeit überwacht und verfolgt werden. Das ILCOR rät außerdem, dass die Leitstellen Möglichkeiten suchen, ihre Sensitivität zur Erkennung von Kreislaufstillständen zu optimieren (Minimierung von falsch-negativen Meldungen) [12]. Diese starke Empfehlung basierte auf sehr geringer Evidenz aus 46 Beobachtungsstudien, die 789.004 erwachsene Patienten mit prähospitalen Kreislaufstillstand einschlossen und eine Erkennung des Atemstillstands zwischen 46 % und 98 % und eine Spezifität zwischen 32 % und 100 % angaben [28, 29, 80, 132–173]. Das Review kam zu dem Schluss, dass die Studien zu heterogen für einen direkten Vergleich verschiedener Kriterien, Algorithmen, Disponentenhintergründe oder Trainings waren und die diagnostischen Möglichkeiten innerhalb der verschiedenen Kategorien stark variierten, ohne dass sich klare Muster abzeichneten.

Die klare Empfehlung für Leitstellen, einen standardisierten Algorithmus und/oder standardisierte Kriterien zur Feststellung eines Kreislaufstillstands zu verwenden, obwohl die Evidenz dafür sehr gering ist, wird durch die Vorteile im Zusammenhang mit der Früherkennung und der frühzeitigen Wiederbelebung durch Laien aufgewogen. Darüber hinaus stellte das ILCOR fest, dass die großen Unterschiede in den gemeldeten Diagnosefähigkeiten aller Systeme eine Notwendigkeit der Überwachung und kontinuierlichen Verbesserung bedingen.

In Übereinstimmung mit dem ILCOR empfiehlt der ERC den Leitstellen, einen standardisierten Algorithmus und/oder standardisierte Kriterien zu implementieren, um sofort festzustellen, ob ein Patient zum Zeitpunkt des Notrufs einen Kreislaufstillstand erleidet. Der ERC un-

terstützt den Bedarf an qualitativ hochwertiger Forschung, die Lücken in diesem Bereich untersucht.

### Telefonreanimation

Das ILCOR empfiehlt, dass die Rettungsleitstellen über Systeme verfügen, die den Disponenten ermöglichen, Anweisungen zur Wiederbelebung erwachsener Patienten mit Kreislaufstillstand zu geben [23]. Diese starke Empfehlung basierte auf einer sehr geringen Evidenz, die aus 30 Beobachtungsstudien gezogen wurde; 16 Studien verglichen die Ergebnisse von Patienten, bei denen eine Telefonreanimationsanleitung angeboten wurde, mit den Ergebnissen von Patienten ohne Anleitung [24, 32, 136, 141, 149, 152, 154, 174–182], und 14 Studien verglichen die Ergebnisse von Patienten, die eine Telefonreanimationsanleitung erhalten hatten, mit den Ergebnissen von Patienten, die keine Anleitung erhielten [136, 141, 149, 174–177, 180, 181].

Sechs Studien berichteten über ein Überleben mit gutem neurologischem Outcome, wenn Anweisungen zur Telefonreanimation angeboten wurden, im Vergleich ohne Anweisungen. Das Überleben mit einem guten neurologischen Outcome bei Entlassung aus dem Krankenhaus (5533 Patienten) war unter den Patienten mit angebotenen Reanimationsanweisungen höher (relatives Risiko [RR] 1,67 [95 %-CI 1,21, 2,31];  $p = 0,002$ ) [152, 175]. Das Überleben mit einem guten neurologischen Outcome nach einem Monat (44.698 Patienten) war unter den Patienten mit angebotenen CPR-Anweisungen höher (RR 1,09 [95 %-CI 1,03–1,15];  $p = 0,004$ ) [176, 180, 182]. Das Überleben mit gutem neurologischem Outcome nach 6 Monaten (164 Patienten) war unter den Patienten mit angebotenen CPR-Anweisungen nicht signifikant höher (RR 1,27 [95 %-CI 0,72, 2,27];  $p = 0,14$ ) [181].

Fünf Studien berichteten über eine angepasste Analyse für das Überleben mit einem guten neurologischen Outcome, wenn eine Anweisung zur Telefonreanimation erfolgte im Vergleich ohne Anweisungen [25–27, 179, 180]. Die Überlebensrate mit einem guten neurologischen Outcome bei der Entlassung aus dem Krankenhaus (35.921

Patienten) war bei denjenigen höher, die eine von einem Rettungsdienst unterstützte Telefonreanimation erhielten, als bei denjenigen ohne unterstützte Reanimation (angepasstes Odds Ratio [OR<sub>adj</sub>] 1,54 [95%-CI 1,35, 1,76]) [25–27]. Die Überlebensrate mit gutem neurologischem Outcome nach einem Monat (4306 Patienten) war bei denjenigen höher, die eine von einem Rettungsdienst unterstützte Telefonreanimation erhielten, als bei denjenigen ohne Unterstützung (OR<sub>adj</sub> 1,81 [95%-CI 1,23, 1,76]) [180].

Die Überlebensrate mit einem guten neurologischen Outcome bei Entlassung aus dem Krankenhaus (17.209 Patienten) war bei denjenigen, die eine von einem Rettungsdienst unterstützte Telefonreanimation erhielten, ähnlich zu denen ohne Unterstützung (OR<sub>adj</sub> 1,12 [95%-CI 0,94, 1,34]) [26]. Die Überlebensrate mit einem guten neurologischen Outcome nach einem Monat (78.112 Patienten) war bei denjenigen, die eine von einem Rettungsdienst unterstützte Telefonreanimation erhielten, ähnlich hoch zu Reanimationen ohne Unterstützung (OR<sub>adj</sub> 1,00 [95%-CI 0,91, 1,08]) [179].

Die wissenschaftliche Bewertung der Wirkung der Telefonreanimation ist komplex, da sie die Ergebnisse von Patienten, denen eine assistierte Telefonreanimation angeboten wurde oder die diese erhalten haben, mit den Ergebnissen von Patienten vergleicht, die keine Unterstützung bei der Reanimation erhalten haben. Insgesamt stellte das ILCOR fest, dass Ergebnisse von Patienten, die eine Telefonreanimation erhielten, generell besser waren als von Reanimationen ohne Unterstützung und manche Outcomes vergleichbar waren. Das ILCOR legt mehr Wert auf Studien, die adjustierte Analysen lieferten, da Kohorten von Patienten, die keine unterstützten Reanimationen erhielten, im Allgemeinen günstigere prognostische Merkmale im Vergleich zur assistierten Telefonreanimation aufwiesen und Kohorten von Patienten, die gar keine Laienreanimation erhielten, im Allgemeinen ungünstige prognostische Merkmale hatten.

In Übereinstimmung mit dem ILCOR empfiehlt der ERC, dass die Notrufzen-

tralen über Systeme verfügen, die es den Anrufern ermöglichen Anweisungen zur Wiederbelebung von erwachsenen Patienten mit Kreislaufstillstand bereitzustellen und dass die Disponenten diese Anweisungen zur Wiederbelebung von erwachsenen Patienten mit Kreislaufstillstand geben (falls erforderlich). Der ERC unterstützt die Forschung zu neuen Technologien, wie z. B. die Lokalisierung und Verteilung von AED und deren Zusammenspiel mit Laien und Ersthelfern.

### Telefonreanimation mit Herzdruckmassage im Vergleich zur Standardreanimation

Das ILCOR empfiehlt, dass Einsatzkräfte Anrufern bei Erwachsenen mit Verdacht auf Kreislaufstillstand Anweisungen zur Durchführung einer reinen Herzdruckmassage geben [183]. Diese starke Empfehlung basiert auf drei randomisierten, kontrollierten Studien, die 3728 Erwachsene mit prähospitalen Kreislaufstillstand einschlossen. Die Evidenz wies geringe Aussagekraft aus [184–186]. Nur eine Studie berichtete über das Ergebnis „Überleben mit günstigem neurologischem Ausgang“ und zeigte keinen Vorteil der reinen Herzdruckmassage gegenüber der Standardreanimation (RR 1,25 [95%-CI 0,94, 1,66];  $p = 0,13$ ) [185] [Rea 2010 423]. Das Überleben bis zur Krankenhausentlassung war ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich (RR 1,20 [95%-CI 1,00, 1,45];  $p = 0,05$ ) [184–186].

Bei der Formulierung dieser Empfehlungen erkannte das ILCOR an, dass die Evidenz zur Unterstützung dieser Empfehlungen von geringer Aussagekraft ist und Untersuchungen zu einer Zeit durchgeführt wurden, als das Verhältnis von Beatmungen zu Herzdruckmassage 15:2 betrug, was zu größeren Unterbrechungen der Herzdruckmassage führte als das derzeit empfohlene Verhältnis von 30:2. Das Resultat der Studien spricht jedoch durchweg für Telefonreanimationen, die eine reine Kompressionsanleitung verwenden. Die ILCOR-BLS-Arbeitsgruppe prüfte die gesamte verfügbare Evidenz unter Berücksichtigung der aktuellen gängigen Praxis, Ausbildung und Qualitätssicherung. Trotz geringer Evidenz wurde die hohe Empfehlung

der alleinigen Herzdruckmassage in der telefontgestützten Reanimation beibehalten. Bei diesen Empfehlungen legte das ILCOR einen höheren Wert auf die Einleitung von Herzdruckmassage durch Laien und weniger Wert auf mögliche Schäden durch verzögerte Beatmung.

In Übereinstimmung mit dem ILCOR empfiehlt der ERC, dass Disponenten bei Verdacht auf prähospitalen Kreislaufstillstand bei Erwachsenen am Telefon Anweisungen zur Durchführung einer reinen Herzdruckmassage geben. Der ERC unterstützt qualitativ hochwertige Forschung, um ungelöste Fragen im Zusammenhang mit der optimalen Anweisungssequenz, der Identifizierung von Schlüsselwörtern und dem Einfluss von Telefon-Wiederbelebungsanleitungen mit nichtkardialer Ursache wie Ertrinken, Trauma und Asphyxie bei Erwachsenen und Kindern anzugehen.

### Innerklinische Notfallteams, einschließlich Frühwarnscores und medizinischer Notfallteams

Bei kranken Patienten, die ins Krankenhaus eingeliefert werden, besteht die Gefahr einer Verschlechterung und eines Kreislaufstillstands. Die Patienten zeigen häufig schon Stunden oder Tage vor dem Kreislaufstillstand Anzeichen und Symptome [8]. Rapid Response Systems (RRS) sind Programme zur Verbesserung der Sicherheit von Krankenhauspatienten, deren Zustand sich schnell verschlechtert [187]. Ein erfolgreiches RRS kann als ein krankenhausesweites System definiert werden, das Beobachtung und Erkennung von Verschlechterung sowie maßgeschneiderte Reaktionen für Stationspatienten gewährleistet. Zu diesem System können auch innerklinische Notfallteams oder Medical Emergency Teams (MET, medizinische Notfallteams) gehören [188].

Die ILCOR-Behandlungsempfehlung schlägt vor, dass Krankenhäuser die Einführung von Schnellreaktionssystemen (Rapid Response Team/Medical Emergency Team) in Betracht ziehen, um die Inzidenz von Kreislaufstillstand und Sterblichkeit im Krankenhaus zu reduzieren. Diese Empfehlung basiert auf einer systematischen Übersichtsar-

beit (schwache Empfehlung, Evidenz von geringer Qualität) [50]. Insgesamt 57 Beobachtungsstudien [64, 189–243] und 2 randomisierte Studien [244, 245] wurden in die systematische Überprüfung einbezogen. Es gibt Daten mit geringer Sicherheit, die auf eine verbesserte Überlebensrate und eine geringere Inzidenz von Kreislaufstillständen in denjenigen Krankenhäusern hinweisen, die ein RRS eingeführt haben. Außerdem gibt es einen Hinweis auf einen Dosis-Wirkungs-Effekt, wobei Systeme mit höherer Intensität (z. B. höhere RRS-Aktivierungsraten, leitendes medizinisches Personal in RRS-Teams) effektiver sind.

In Übereinstimmung mit dem ILCOR schlägt der ERC vor, dass Krankenhäuser die Einführung eines Schnellreaktionssystems (Rapid Response Team/medizinisches Notfallteam) in Betracht ziehen, um die Inzidenz von Kreislaufstillständen im Krankenhaus und die Mortalität im Krankenhaus zu verringern.

## Cardiac Arrest Zentren

Es gibt große Unterschiede zwischen Krankenhäusern hinsichtlich der Verfügbarkeit und Art der Postreanimationsbehandlung sowie der klinischen Outcomes [246, 247]. Cardiac Arrest Zentren sind Krankenhäuser, die evidenzbasierte Wiederbelebungsbehandlungen einschließlich interventioneller Notfallkardiologie und gebündelter Intensivtherapie mit gezieltem Temperaturmanagement sowie protokollierter kardiopulmonaler Unterstützung und Prognose anbieten [248, 249]. Das ILCOR schlägt vor, dass erwachsene Patienten mit nichttraumatischem präklinischem Kreislaufstillstand nach Möglichkeit in Cardiac Arrest Zentren behandelt werden sollen [50, 250]. Diese schwache Empfehlung basiert auf einem systematischen Review mit sehr geringer Sicherheit, das 21 Beobachtungsstudien [251–271] und eine randomisierte Pilotstudie umfasste [272]. Von diesen wurden 17 Beobachtungsstudien letztendlich in eine Metaanalyse einbezogen [251–257, 262–271]. Diese Metaanalyse ergab, dass Patienten, die in Cardiac Ar-

rest Zentren betreut wurden, ein besseres Überleben mit positiven neurologischen Ergebnissen bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus aufwiesen. Der Überlebensvorteil durch die Versorgung in Cardiac Arrest Zentren bezog sich nicht auf das Langzeitüberleben (Überleben bis 30 Tage mit vorteilhaftem neurologischem Ergebnis und Überleben bis 30 Tage).

Die resultierenden ILCOR-Behandlungsempfehlungen umfassten [23]:

- Wir schlagen vor, erwachsene nicht-traumatische Patienten mit prähospitalen Kreislaufstillstand eher in Cardiac Arrest Zentren als anderen Kliniken zu versorgen.
- Wir können keine Empfehlung für oder gegen eine regionale Triage von Patienten mit prähospitalen Kreislaufstillstand zu einem Cardiac Arrest Zentrum durch einen primären Rettungsdiensttransport oder einen sekundären internen Transfer abgeben.

In Übereinstimmung mit dem ILCOR schlägt der ERC vor, erwachsene Patienten mit nichttraumatischem prähospitalen Kreislaufstillstand eher in Cardiac Arrest Zentren als in anderen Kliniken zu behandeln. Im Jahr 2020 einigten sich die wichtigsten europäischen Organisationen, die an der Behandlung von OHCA-Patienten beteiligt sind, darauf, dass Patienten mit prähospitalen Kreislaufstillstand mit vermuteter kardialer Ätiologie direkt in ein Krankenhaus mit zu jedem Zeitpunkt möglicher (24/7-) Koronarangiographie gebracht werden sollen [273].

## Korrespondenzadresse

### Federico Semeraro

Department of Anaesthesia, Intensive Care and Emergency Medical Services, Maggiore Hospital  
Bologna, Italien  
rott@grc-org.de

### Korrespondierende Übersetzerin

Nadine Rott M.Sc.  
Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin  
Universitätsklinikum Köln (AöR)  
Kerpener Straße 62, 50937 Köln  
rott@grc-org.de

**Danksagung.** Die Leitlinienverfasser bedanken sich bei Tommaso Scquizzato und Zace Drieda für Ihren Beitrag. TS und ZD leisteten einen wichtigen Beitrag zu den sozialen Medien und Smartphone-Apps zur Einbindung der Community, zur Organisation der europäischen Umfrage zur Verwendung von Apps sowie zur Überprüfung der statistischen Analyse und des Evidenzniveaus. Dank an Gavin D. Perkins und Jerry P. Nolan für die redaktionelle Betreuung.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** T.M. Olasveengen deklariert Forschungsförderung durch die Laerdal Foundation und die Zoll Foundation. B.W. Böttiger meldet Referentenhonorare von Baxalta, BayerVital, Boehringer Ingelheim, ZOLL, FomF, Bard, Stemple und Novartis Pharma. R. Greif meldet seine Rolle als Herausgeber der Zeitschrift *Trends in Anaesthesia and Critical Care* sowie seine Rolle als Associate Editor des *European Journal of Anaesthesiology*. Er berichtet über institutionelle Forschungsförderung. G. Ristagno deklariert seine Rolle als Berater für ZOLL. Er berichtet über Forschungsförderung von ZOLL für die AMSA-Studie und andere institutionelle Förderungen wie die EU Horizon 2020-Unterstützung für ESCAPE-NET, die Fondazione Sestini-Unterstützung für das Projekt „CPArtrial“, EU Horizon 2020 sowie die Koordination und Unterstützung für das Projekt „iProcureSecurity“. A.S. Lockey berichtet über seine Rolle als medizinischer Berater der Firma First on Scene Training. A. Scapigliati erklärt Forschungsförderung von EU Horizon 2020 für das Projekt „iProcureSecurity“. J. Yeung erklärt Forschungsförderungen vom National Institute for Health Research und vom Resuscitation Council UK. F. Lippert deklariert Forschungsförderung durch die Laerdal foundation, ZOLL foundation, NovoNordic foundation und Danish Trygfonden. F. Semeraro, D. Cimpoesu, M. Georgiou, J. Schlieber, K.G. Monsieus, S. Schnaubelt und R. Burkart geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

## Literatur

1. Schnaubelt S, Monsieurs KG, Semeraro F et al (2020) Clinical outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in low-resource settings—a scoping review. *Resuscitation* 156:137–145
2. Perkins GD, Gräsner J-T, Semeraro F et al (2021) Kurzfassung. Leitlinien des European Resuscitation Council 2021. *Notfall Rettungsmed*. <https://doi.org/10.1007/s10049-021-00883-z>
3. Ahnefeld FW (1968) Resuscitation in cardiac arrest. *Verh Dtsch Ges Inn Med* 74:279–287
4. Newman MM (1989) Chain of survival concept takes hold. *JEMS* 14:11–13
5. Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE (1991) Improving survival from sudden cardiac arrest: the “chain of survival” concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation* 83:1832–1847

6. Nolan J, Soar J, Eikeland H (2006) The chain of survival. *Resuscitation* 71:270–271
7. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW et al (2015) European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015: section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation* 95:81–99
8. Andersen LW, Kim WY, Chase M et al (2016) The prevalence and significance of abnormal vital signs prior to in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 98:112–117
9. Churpek MM, Yuen TC, Winslow C, Hall J, Edelson DP (2015) Differences in vital signs between elderly and nonelderly patients prior to ward cardiac arrest. *Crit Care Med* 43:816–822
10. Waalewijn RA, Tijssen JG, Koster RW (2001) Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARRESUST). *Resuscitation* 50:273–279
11. Takei Y, Nishi T, Kamikura T et al (2015) Do early emergency calls before patient collapse improve survival after out-of-hospital cardiac arrests? *Resuscitation* 88:20–27
12. Olasveengen TM, Mancini ME, Perkins GD et al (2020) Adult basic life support: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Circulation* 142:S41–S91
13. Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G et al (2021) European Resuscitation Council guidelines for basic life support. *Resuscitation* 161:98–114
14. Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP (1997) Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation* 96:3308–3313
15. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J, Gardelov B (1998) Survival after cardiac arrest outside hospital in Sweden. Swedish Cardiac Arrest Registry. *Resuscitation* 36:29–36
16. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J (2001) Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Eur Heart J* 22:511–519
17. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F et al (2013) Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 310:1377–1384
18. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J et al (2015) Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 372:2307–2315
19. Christensen DM, Rajan S, Kragholm K et al (2019) Bystander cardiopulmonary resuscitation and survival in patients with out-of-hospital cardiac arrest of non-cardiac origin. *Resuscitation* 140:98–105
20. Kragholm K, Wissenberg M, Mortensen RN et al (2017) Bystander efforts and 1-year outcomes in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 376:1737–1747
21. Fordyce CB, Hansen CM, Kragholm K et al (2017) Association of public health initiatives with outcomes for out-of-hospital cardiac arrest at home and in public locations. *JAMA Cardiol* 2:1226–1235
22. Sondergaard KB, Wissenberg M, Gerds TA et al (2019) Bystander cardiopulmonary resuscitation and long-term outcomes in out-of-hospital cardiac arrest according to location of arrest. *Eur Heart J* 40:309–318
23. Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH et al (2019) 2019 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 145:95–150
24. Ro YS, Shin SD, Song KJ et al (2016) Effects of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation on survival outcomes in infants, children, and adolescents with out-of-hospital cardiac arrests. *Resuscitation* 108:20–26
25. Wu Z, Panczyk M, Spaite DW et al (2018) Telephone cardiopulmonary resuscitation is independently associated with improved survival and improved functional outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 122:135–140
26. Ro YS, Shin SD, Lee YJ et al (2017) Effect of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation program and location of out-of-hospital cardiac arrest on survival and neurologic outcome. *Ann Emerg Med* 69:52–61.e1
27. Chang I, Lee SC, Shin SD et al (2018) Effects of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological recovery in paediatric patients with out-of-hospital cardiac arrest based on the pre-hospital emergency medical service response time interval. *Resuscitation* 130:49–56
28. Viereck S, Møller TP, Ersbøll AK et al (2017) Recognising out-of-hospital cardiac arrest during emergency calls increases bystander cardiopulmonary resuscitation and survival. *Resuscitation* 115:141–147
29. Shah M, Bartram C, Irwin K et al (2018) Evaluating dispatch-assisted CPR using the CARES registry. *Prehosp Emerg Care* 22:222–228
30. Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L (2001) Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and survival in cardiac arrest. *Circulation* 104:2513–2516
31. Chang I, Ro YS, Shin SD, Song KJ, Park JH, Kong SY (2018) Association of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation with survival outcomes after pediatric out-of-hospital cardiac arrest by community property value. *Resuscitation* 132:120–126
32. Moriwaki Y, Tahara Y, Kosuge T, Suzuki N (2016) The effect of telephone advice on cardiopulmonary resuscitation (CPR) on the rate of bystander CPR in out-of-hospital cardiopulmonary arrest in a typical urban area. *Hong Kong J Emerg Med* 23:220–226
33. Nakashima T, Noguchi T, Tahara Y et al (2019) Public-access defibrillation and neurological outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest in Japan: a population-based cohort study. *Lancet* 394:2255–2262
34. Pollack RA, Brown SP, Rea T et al (2018) Impact of bystander automated external defibrillator use on survival and functional outcomes in shockable observed public cardiac arrests. *Circulation* 137:2104–2113
35. Berdowski J, Blom MT, Bardai A, Tan HL, Tijssen JG, Koster RW (2011) Impact of onsite or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 124:2225–2232
36. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG (2000) Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 343:1206–1209
37. Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J et al (2015) Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 372:2316–2325
38. Kitamura T, Kiyohara K, Sakai T et al (2016) Public-access defibrillation and out-of-hospital cardiac arrest in Japan. *N Engl J Med* 375:1649–1659
39. Gold LS, Fahrenbruch CE, Rea TD, Eisenberg MS (2010) The relationship between time to arrival of emergency medical services (EMS) and survival from out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. *Resuscitation* 81:622–625
40. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP (1993) Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 22:1652–1658
41. Stiell IG, Wells GA, Field B et al (2004) Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 351:647–656
42. Kurz MC, Schmicker RH, Leroux B et al (2018) Advanced vs. basic life support in the treatment of out-of-hospital cardiopulmonary arrest in the resuscitation outcomes consortium. *Resuscitation* 128:132–137
43. 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
44. Nolan JP, 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* 95:202–222
45. Deakin CD (2018) The chain of survival: not all links are equal. *Resuscitation* 126:80–82
46. Soreide E, Morrison L, Hillman K et al (2013) The formula for survival in resuscitation. *Resuscitation* 84:1487–1493
47. Chamberlain DA, Hazinski MF (2003) Education in resuscitation. *Resuscitation* 59:11–43
48. Semeraro F, Wingen S, Schroeder DC et al (2016) Kids Save Lives implementation in Europe: a survey through the ERC Research NET. *Resuscitation* 107:e7–e9
49. Semeraro F, Wingen S, Schroeder DC et al (2018) Kids Save Lives – three years of implementation in Europe. *Resuscitation* 131:e9–e11
50. Greif R (2020) Education, implementation, and teams 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 156:A188–A239. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.014>
51. Bradley SM, Huszti E, Warren SA, Merchant RM, Sayre MR, Nichol G (2012) Duration of hospital participation in get with the guidelines-resuscitation and survival of in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 83:1349–1357
52. Edelson DP, Litzinger B, Arora V et al (2008) Improving in-hospital cardiac arrest process and outcomes with performance debriefing. *Arch Intern Med* 168:1063–1069
53. Grunau B, Kawano T, Dick W et al (2018) Trends in care processes and survival following prehospital resuscitation improvement initiatives for out-of-hospital cardiac arrest in British Columbia, 2006–2016. *Resuscitation* 125:118–125
54. Hostler D, Everson-Stewart S, Rea TD et al (2011) Effect of real-time feedback during cardiopulmonary resuscitation outside hospital: prospective, cluster-randomised trial. *BMJ* 342:d512
55. Hubner P, Lobmeyr E, Wallmüller C et al (2017) Improvements in the quality of advanced life support and patient outcome after implementation of a standardized real-life post-resuscitation feedback system. *Resuscitation* 120:38–44

56. Hunt EA, Jeffers J, McNamara L et al (2018) Improved cardiopulmonary resuscitation performance with CODE ACES<sup>2</sup>: a resuscitation quality bundle. *J Am Heart Assoc* 7:e9860
57. Hwang WS, Park JS, Kim SJ, Hong YS, Moon SW, Lee SW (2017) A system-wide approach from the community to the hospital for improving neurologic outcomes in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Eur J Emerg Med* 24:87–95
58. Knight LJ, Gabhart JM, Earnest KS, Leong KM, Anglemeyer A, Franzon D (2014) Improving code team performance and survival outcomes: implementation of pediatric resuscitation team training. *Crit Care Med* 42:243–251
59. Lyon RM, Clarke S, Milligan D, Clegg GR (2012) Resuscitation feedback and targeted education improves quality of pre-hospital resuscitation in Scotland. *Resuscitation* 83:70–75
60. Spitzer CR, Evans K, Buehler J, Ali NA, Besecker BY (2019) Code blue pit crew model: a novel approach to in-hospital cardiac arrest resuscitation. *Resuscitation* 143:158–164
61. Weston BW, Jasti J, Lerner EB, Szabo A, Aufderheide TP, Colella MR (2017) Does an individualized feedback mechanism improve quality of out-of-hospital CPR? *Resuscitation* 113:96–100
62. Wolfe H, Zebuhr C, Topjian AA et al (2014) Interdisciplinary ICU cardiac arrest debriefing improves survival outcomes. *Crit Care Med* 42:1688–1695
63. Anderson ML, Nichol G, Dai D et al (2016) Association between hospital process composite performance and patient outcomes after in-hospital cardiac arrest care. *JAMA Cardiol* 1:37–45
64. Davis DP, Graham PG, Husa RD et al (2015) A performance improvement-based resuscitation programme reduces arrest incidence and increases survival from in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 92:63–69
65. Del Rios M, Weber J, Pugach O et al (2019) Large urban center improves out-of-hospital cardiac arrest survival. *Resuscitation* 139:234–240
66. Ewy GA, Sanders AB (2013) Alternative approach to improving survival of patients with out-of-hospital primary cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol* 61:113–118
67. Kim YT, Shin SD, Hong SO et al (2017) Effect of national implementation of Utstein recommendation from the global resuscitation alliance on ten steps to improve outcomes from out-of-hospital cardiac arrest: a ten-year observational study in Korea. *BMJ Open* 7:e16925
68. Nehme Z, Bernard S, Cameron P et al (2015) Using a cardiac arrest registry to measure the quality of emergency medical service care: decade of findings from the Victorian Ambulance Cardiac Arrest Registry. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 8:56–66
69. Park JH, Shin SD, Ro YS et al (2018) Implementation of a bundle of Utstein cardiopulmonary resuscitation programs to improve survival outcomes after out-of-hospital cardiac arrest in a metropolis: a before and after study. *Resuscitation* 130:124–132
70. Pearson DA, Nelson RD, Monk L et al (2016) Comparison of team-focused CPR vs standard CPR in resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest: results from a statewide quality improvement initiative. *Resuscitation* 105:165–172
71. Stub D, Schmicker RH, Anderson ML et al (2015) Association between hospital post-resuscitative performance and clinical outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 92:45–52
72. Sporer K, Jacobs M, Derevin L, Duval S, Pointer J (2017) Continuous quality improvement efforts increase survival with favorable neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 21:1–6
73. Hopkins CL, Burk C, Moser S, Meersman J, Baldwin C, Youngquist ST (2016) Implementation of pit crew approach and cardiopulmonary resuscitation metrics for out-of-hospital cardiac arrest improves patient survival and neurological outcome. *J Am Heart Assoc* 5:e2892
74. Lee SY, Shin SD, Lee YJ et al (2019) Text message alert system and resuscitation outcomes after out-of-hospital cardiac arrest: a before-and-after population-based study. *Resuscitation* 138:198–207
75. Caputo ML, Muschietti S, Burkart R et al (2017) Lay persons alerted by mobile application system initiate earlier cardio-pulmonary resuscitation: a comparison with SMS-based system notification. *Resuscitation* 114:73–78
76. Pijls RW, Nelemans PJ, Rahel BM, Gorgels AP (2016) A text message alert system for trained volunteers improves out-of-hospital cardiac arrest survival. *Resuscitation* 105:182–187
77. Stroop R, Kerner T, Strickmann B, Hensel M (2020) Mobile phone-based alerting of CPR-trained volunteers simultaneously with the ambulance can reduce the resuscitation-free interval and improve outcome after out-of-hospital cardiac arrest: a German, population-based cohort study. *Resuscitation* 147:57–64
78. Berglund E, Claesson A, Nordberg P et al (2018) A smartphone application for dispatch of lay responders to out-of-hospital cardiac arrests. *Resuscitation* 126:160–165
79. Zijlstra JA, Stieglis R, Riedijk F, Smeekes M, van der Worp WE, Koster RW (2014) Local lay rescuers with AEDs, alerted by text messages, contribute to early defibrillation in a Dutch out-of-hospital cardiac arrest dispatch system. *Resuscitation* 85:1444–1449
80. Derkenne C, Jost D, Thabouillot O et al (2020) Improving emergency call detection of out-of-hospital cardiac arrests in the greater Paris area: efficiency of a global system with a new method of detection. *Resuscitation* 146:34–42
81. Sarkisian L, Mickley H, Schakow H et al (2020) Global positioning system alerted volunteer first responders arrive before emergency medical services in more than four out of five emergency calls. *Resuscitation* 152:170–176
82. Stieglis R, Zijlstra JA, Riedijk F, Smeekes M, van der Worp WE, Koster RW (2020) AED and text message responders density in residential areas for rapid response in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 150:170–177
83. Scquizzato T, Pallanch O, Belletti A et al (2020) Enhancing citizens response to out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review of mobile-phone systems to alert citizens as first responders. *Resuscitation* 152:16–25
84. Andelius L, Malta Hansen C, Lippert FK et al (2020) Smartphone activation of citizen responders to facilitate defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol* 76:43–53
85. Empana JP, Blom MT, Böttiger BW et al (2018) Determinants of occurrence and survival after sudden cardiac arrest—a European perspective: the ESCAPE-NET project. *Resuscitation* 124:7–13
86. Oving I, Masterson S, Tjelmeland IBM et al (2019) First-response treatment after out-of-hospital cardiac arrest: a survey of current practices across 29 countries in Europe. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 27:112
87. Scquizzato T, Burkart R, Greif R et al (2020) Mobile phone systems to alert citizens as first responders and to locate automated external defibrillators: a European survey. *Resuscitation* 151:39–42
88. Metelmann C, Metelmann B, Kohlen D et al (2021) Smartphone-based dispatch of community first responders to out-of-hospital cardiac arrest – statements from an international consensus conference. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 29:29. <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00841-1>
89. Beck B, Bray J, Cameron P et al (2018) Regional variation in the characteristics, incidence and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in Australia and New Zealand: results from the Aus-ROC Epistry. *Resuscitation* 126:49–57
90. Grasner JT, Whent J, Herlitz J et al (2020) Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe—results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation* 148:218–226
91. Lockey AS, Georgiou M (2013) Children can save lives. *Resuscitation* 84:399–400
92. Lockey AS (2014) European Restart a Heart Day. *Emerg Med Clin North Am* 31:696–697
93. Böttiger BW, Lockey A, Aickin R et al (2018) “All citizens of the world can save a life”—The World Restart a Heart (WRAH) initiative starts in 2018. *Resuscitation* 128:188–190
94. Böttiger BW, Lockey A (2018) World Restart a Heart initiative: all citizens of the world can save a life. *Lancet* 392:1305
95. Böttiger BW, Lockey A, Aickin R et al (2020) Up to 206 million people reached and over 5.4 million trained in cardiopulmonary resuscitation worldwide: the 2019 International Liaison Committee on resuscitation World Restart a Heart initiative. *J Am Heart Assoc* 9:e17230
96. Böttiger BW, Lockey A, Aickin R et al (2019) Over 675,000 lay people trained in cardiopulmonary resuscitation worldwide—The “World Restart a Heart (WRAH)” initiative 2018. *Resuscitation* 138:15–17
97. Cave DM, Aufderheide TP, Beeson J et al (2011) Importance and implementation of training in cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillation in schools: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 123:691–706
98. Baldi E, Savastano S, Contri E et al (2020) Mandatory cardiopulmonary resuscitation competencies for undergraduate healthcare students in Europe: A European Resuscitation Council guidance note. *Eur J Anaesthesiol* 37:839–841
99. Böttiger BW, Semeraro F, Altemeyer KH et al (2017) Kids Save Lives: school children education in resuscitation for Europe and the world. *Eur J Anaesthesiol* 34:792–796
100. Böttiger BW, Van Aken H (2015) Kids save lives—training school children in cardiopulmonary resuscitation worldwide is now endorsed by the World Health Organization (WHO). *Resuscitation* 94:A5–7
101. Böttiger BW, Van Aken H (2015) Training children in cardiopulmonary resuscitation worldwide. *Lancet* 385:2353
102. Otero-Agra M, Varela-Casal C, Castillo-Pereiro N et al (2021) Can we train the chain of survival while playing? Validation of the tool «Rescube». *An Pediatr (Barc)* 94(4):213–222. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.07.009>
103. Böttiger BW, Lockey A, Georgiou M et al (2020) Kids Save Lives: ERC position statement on schoolteachers’ education and qualification in resuscitation. *Resuscitation* 151:87–90

104. Semeraro F, Frisoli A, Loconsole C et al (2017) Kids (learn how to) save lives in the school with the serious game Relive. *Resuscitation* 116:27–32
105. Böttiger BW, Bossaert LL, Castrén M et al (2016) Kids Save Lives—ERC position statement on school children education in CPR: “Hands that help—training children is training for life”. *Resuscitation* 105:A1–A3
106. De Buck E, Van Remoortel H, Dieltjens T et al (2015) Evidence-based educational pathway for the integration of first aid training in school curricula. *Resuscitation* 94:8–22
107. Nakagawa NK, Silva LM, Carvalho-Oliveira R et al (2019) Kids Save Lives Brazil: a successful pilot program to implement CPR at primary and high schools in Brazil resulting in a state law for a training CPR week. *Resuscitation* 140:81–83
108. Banfai B, Pandur A, Schiszler B, Radnai B, Banfai-Csonka H, Betlehem J (2018) ‘Kids save lives’ in Hungary – implementation, opportunities, programmes, opinions, barriers. *Resuscitation* 130:e3–e4
109. Semeraro F, Scapigliati A, De Marco S et al (2017) “Kids Save Lives” campaign in Italy: a picture from a nationwide survey on the web. *Resuscitation* 111:e5–e6
110. Pichel Lopez M, Martinez-Isasi S, Barcala-Furelos R et al (2018) A first step to teaching basic life support in schools: training the teachers. *An Pediatr (Barc)* 89:265–271
111. Boland LL, Formanek MB, Harkins KK et al (2017) Minnesota Heart Safe Communities: Are community-based initiatives increasing pre-ambulance CPR and AED use? *Resuscitation* 119:33–36
112. Nishiyama C, Kitamura T, Sakai T et al (2019) Community-wide dissemination of bystander cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillator use using a 45-minute chest compression-only cardiopulmonary resuscitation training. *JAHA* 8:e9436
113. Malta Hansen C, Kragholm K, Pearson DA et al (2015) Association of bystander and first-responder intervention with survival after out-of-hospital cardiac arrest in North Carolina, 2010–2013. *JAMA* 314:255–264
114. Über A, Sadler RC, Chasse T, Reynolds JC (2018) Does non-targeted community CPR training increase bystander CPR frequency? *Prehosp Emerg Care* 22(6):753–761. <https://doi.org/10.1080/10903127.2018.1459978>
115. Tay PJM, Pek PP, Fan Q et al (2020) Effectiveness of a community based out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) interventional bundle: results of a pilot study. *Resuscitation* 146:220–228
116. Becker L, Vath J, Eisenberg M, Meischke H (1999) The impact of television public service announcements on the rate of bystander CPR. *Prehosp Emerg Care* 3:353–356
117. Eisenberg M, Damon S, Mandel L et al (1995) CPR instruction by videotape: results of a community project. *Ann Emerg Med* 25:198–202
118. Bergamo C, Bui QM, Gonzales L, Hinchey P, Sasson C, Cabanas JG (2016) TAKE10: a community approach to teaching compression-only CPR to high-risk zip codes. *Resuscitation* 102:75–79
119. Ro YS, Song KJ, Shin SD et al (2019) Association between county-level cardiopulmonary resuscitation training and changes in survival outcomes after out-of-hospital cardiac arrest over 5 years: a multilevel analysis. *Resuscitation* 139:291–298
120. Ro YS, Shin SD, Song KJ et al (2016) Public awareness and self-efficacy of cardiopulmonary resuscitation in communities and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest: a multi-level analysis. *Resuscitation* 102:17–24
121. Nielsen AM, Isbye DL, Lippert FK, Rasmussen LS (2014) Persisting effect of community approaches to resuscitation. *Resuscitation* 85:1450–1454
122. Del Rios M, Han J, Cano A et al (2018) Pay it forward: high school video-based instruction can disseminate CPR knowledge in priority neighborhoods. *West J Emerg Med* 19:423–429
123. Isbye DL, Rasmussen LS, Ringsted C, Lippert FK (2007) Disseminating cardiopulmonary resuscitation training by distributing 35,000 personal manikins among school children. *Circulation* 116:1380–1385
124. Cone DC, Burns K, Maciejewski K et al (2020) Sudden cardiac arrest survival in HEARTSafe communities. *Resuscitation* 146:13–18
125. Nielsen AM, Isbye DL, Lippert FK, Rasmussen LS (2012) Engaging a whole community in resuscitation. *Resuscitation* 83:1067–1071
126. Kim JY, Cho H, Park JH et al (2020) Application of the “plan-do-study-act” model to improve survival after cardiac arrest in Korea: a case study. *Prehosp Disaster Med* 35:46–54
127. Finn JY, Bhanji F, Lockey A et al (2015) Part 8: education, implementation, and teams: 2015 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 95:e203–e224
128. Stonington SD (2012) On ethical locations: the good death in Thailand, where ethics sit in places. *Soc Sci Med* 75:836–844
129. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW (2010) Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation* 81:1479–1487
130. World Health Organization (2009) Guidelines for trauma quality improvement. WHO, Geneva
131. Resuscitation Academy (2020) Webpräsenz. <https://www.resuscitationacademy.org>. Zugegriffen: 11. Okt. 2020
132. Clark JJ, Culley L, Eisenberg M, Henwood DK (1994) Accuracy of determining cardiac arrest by emergency medical dispatchers. *Ann Emerg Med* 23:1022–1026
133. Castrén M, Kuisma M, Serlachius J, Skrifvars M (2001) Do health care professionals report sudden cardiac arrest better than laymen? *Resuscitation* 51:265–268
134. Garza AG, Gratton MC, Chen JJ, Carlson B (2003) The accuracy of predicting cardiac arrest by emergency medical services dispatchers: the calling party effect. *Acad Emerg Med* 10:955–960
135. Hauff SR, Rea TD, Culley LL, Kerry F, Becker L, Eisenberg MS (2003) Factors impeding dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 42:731–737
136. Kuisma M, Boyd J, Väyrynen T, Repo J, Nousila-Wiik M, Holmström P (2005) Emergency call processing and survival from out-of-hospital ventricular fibrillation. *Resuscitation* 67:89–93
137. Flynn J, Archer F, Morgans A (2006) Sensitivity and specificity of the medical priority dispatch system in detecting cardiac arrest emergency calls in Melbourne. *Prehosp Disaster Med* 21:72–76
138. Nurmi J, Pettilä V, Biber B, Kuisma M, Komulainen R, Castrén M (2006) Effect of protocol compliance to cardiac arrest identification by emergency medical dispatchers. *Resuscitation* 70:463–469
139. Böhm K, Rosenqvist M, Hollenberg J, Biber B, Engerström L, Svensson L (2007) Dispatcher-assisted telephone-guided cardiopulmonary resuscitation: an underused lifesaving system. *Eur J Emerg Med* 14:256–259
140. Ma MH, Lu TC, Ng JC et al (2007) Evaluation of emergency medical dispatch in out-of-hospital cardiac arrest in Taipei. *Resuscitation* 73:236–245
141. Vaillancourt C, Verma A, Trickett J et al (2007) Evaluating the effectiveness of dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation instructions. *Acad Emerg Med* 14:877–883
142. Cairns KJ, Hamilton AJ, Marshall AH, Moore MJ, Adgey AA, Kee F (2008) The obstacles to maximizing the impact of public access defibrillation: an assessment of the dispatch mechanism for out-of-hospital cardiac arrest. *Heart* 94:349–353
143. Berdowski J, Beekhuis F, Zwinderman AH, Tijssen JG, Koster RW (2009) Importance of the first link: description and recognition of an out-of-hospital cardiac arrest in an emergency call. *Circulation* 119:2096–2102
144. Böhm K, Stålhandske B, Rosenqvist M, Ulfvarson J, Hollenberg J, Svensson L (2009) Tuition of emergency medical dispatchers in the recognition of agonal respiration increases the use of telephone assisted CPR. *Resuscitation* 80:1025–1028
145. Roppolo LP, Westfall A, Pepe PE et al (2009) Dispatcher assessments for agonal breathing improve detection of cardiac arrest. *Resuscitation* 80:769–772
146. Dami F, Fuchs V, Prax L, Vader JP (2010) Introducing systematic dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation (telephone-CPR) in a non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS): implementation process and costs. *Resuscitation* 81:848–852
147. Lewis M, Stubbs BA, Eisenberg MS (2013) Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: time to identify cardiac arrest and deliver chest compression instructions. *Circulation* 128:1522–1530
148. Hardeband C, Olasveengen TM, Lawrence R et al (2014) Comparison of Medical Priority Dispatch (MPD) and Criteria Based Dispatch (CBD) relating to cardiac arrest calls. *Resuscitation* 85:612–616
149. Stipulante S, Tubes R, El Fassi M et al (2014) Implementation of the ALERT algorithm, a new dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation protocol, in non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS) Emergency Medical Services centres. *Resuscitation* 85:177–181
150. Tanaka Y, Nishi T, Takase K et al (2014) Survey of a protocol to increase appropriate implementation of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 129:1751–1760
151. Travers S, Jost D, Gillard Y et al (2014) Out-of-hospital cardiac arrest phone detection: those who most need chest compressions are the most difficult to recognize. *Resuscitation* 85:1720–1725
152. Besnier E, Damm C, Jardel B, Veber B, Compere V, Dureuil B (2015) Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation protocol improves diagnosis and resuscitation recommendations for out-of-hospital cardiac arrest. *Emerg Med Australas* 27:590–596
153. Dami F, Heymann E, Pasquier M, Fuchs V, Carron PN, Hugli O (2015) Time to identify cardiac arrest and provide dispatch-assisted cardio-pulmonary resuscitation in a criteria-based dispatch system. *Resuscitation* 97:27–33
154. Fukushima H, Imanishi M, Iwami T et al (2015) Abnormal breathing of sudden cardiac arrest victims described by laypersons and its association with emergency medical service dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation instruction. *Emerg Med Clin North Am* 32:314–317



155. Linderoth G, Hallas P, Lippert FK et al (2015) Challenges in out-of-hospital cardiac arrest—a study combining closed-circuit television (CCTV) and medical emergency calls. *Resuscitation* 96:317–322
156. Orpet R, Riesenberger R, Shin J, Subido C, Marku E, Rea T (2015) Increasing bystander CPR: potential of a one question telecommunicator identification algorithm. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 23:39
157. Vaillancourt C, Charette M, Kasaboski A et al (2015) Cardiac arrest diagnostic accuracy of 9-1-1 dispatchers: a prospective multi-center study. *Resuscitation* 90:116–120
158. Fukushima H, Panczyk M, Spaite DW et al (2016) Barriers to telephone cardiopulmonary resuscitation in public and residential locations. *Resuscitation* 109:116–120
159. Hardeland C, Sunde K, Ramsdal H et al (2016) Factors impacting upon timely and adequate allocation of prehospital medical assistance and resources to cardiac arrest patients. *Resuscitation* 109:56–63
160. Ho AF, Sim ZJ, Shahidah Net al (2016) Barriers to dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation in Singapore. *Resuscitation* 105:149–155
161. Møller TP, Andréll C, Viereck S, Todorova L, Friberg H, Lippert FK (2016) Recognition of out-of-hospital cardiac arrest by medical dispatchers in emergency medical dispatch centres in two countries. *Resuscitation* 109:1–8
162. Plodr M, Truhlar A, Krencikova J et al (2016) Effect of introduction of a standardized protocol in dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 106:18–23
163. Deakin CD, England S, Diffey D (2017) Ambulance telephone triage using 'NHS Pathways' to identify adult cardiac arrest. *Heart* 103:738–744
164. Fukushima H, Kawai Y, Asai H et al (2017) Performance review of regional emergency medical service pre-arrival cardiopulmonary resuscitation with or without dispatcher instruction: a population-based observational study. *Acute Med Surg* 4:293–299
165. Hardeland C, Skåre C, Kramer-Johansen J et al (2017) Targeted simulation and education to improve cardiac arrest recognition and telephone assisted CPR in an emergency medical communication centre. *Resuscitation* 114:21–26
166. Huang CH, Fan HJ, Chien CY et al (2017) Validation of a dispatch protocol with continuous quality control for cardiac arrest: a before-and-after study at a city fire department-based dispatch center. *J Emerg Med* 53:697–707
167. Nuno T, Bobrow BJ, Rogge-Miller KA et al (2017) Disparities in telephone CPR access and timing during out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 115:11–16
168. Lee SY, Ro YS, Shin SD et al (2018) Recognition of out-of-hospital cardiac arrest during emergency calls and public awareness of cardiopulmonary resuscitation in communities: a multilevel analysis. *Resuscitation* 128:106–111
169. Syvaoja S, Salo A, Uusaro A, Jantti H, Kuisma M (2018) Witnessed out-of-hospital cardiac arrest-effects of emergency dispatch recognition. *Acta Anaesthesiol Scand* 62:558–567
170. Blomberg SN, Folke F, Ersboll AK et al (2019) Machine learning as a supportive tool to recognize cardiac arrest in emergency calls. *Resuscitation* 138:322–329
171. Chien CY, Chien WC, Tsai LH et al (2019) Impact of the caller's emotional state and cooperation on out-of-hospital cardiac arrest recognition and dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation. *Emerg Med Clin North Am* 36:595–600
172. Green JD, Ewings S, Wortham R, Walsh B (2019) Accuracy of nature of call screening tool in identifying patients requiring treatment for out of hospital cardiac arrest. *Emerg Med Clin North Am* 36:203–207
173. Saberian P, Tavakoli N, Ramim T, Hasani-Sharamin P, Shams E, Baratloo A (2019) The role of pre-hospital telecardiology in reducing the coronary reperfusion time; a brief report. *Arch Acad Emerg Med* 7:e15
174. Culley LL, Clark JJ, Eisenberg MS, Larsen MP (1991) Dispatcher-assisted telephone CPR: common delays and time standards for delivery. *Ann Emerg Med* 20:362–366
175. Song KJ, Shin SD, Park CB et al (2014) Dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation in a metropolitan city: a before-after population-based study. *Resuscitation* 85:34–41
176. Harjanto S, Na MX, Hao Y et al (2016) A before-after interventional trial of dispatcher-assisted cardio-pulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrests in Singapore. *Resuscitation* 102:85–93
177. Bång A, Biber B, Isaksson L, Lindqvist J, Herlitz J (1999) Evaluation of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation. *Eur J Emerg Med* 6:175–183
178. Akahane M, Ogawa T, Tanabe S et al (2012) Impact of telephone dispatcher assistance on the outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 40:1410–1416
179. Japanese Circulation Society Resuscitation Science Study Group (2013) Chest-compression-only bystander cardiopulmonary resuscitation in the 30:2 compression-to-ventilation ratio era. Nationwide observational study. *Circ J* 77:2742–2750
180. Goto Y, Maeda T, Goto Y (2014) Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *J Am Heart Assoc* 3:e499
181. Hiltunen PV, Silfvast TO, Jantti TH, Kuisma MJ, Kurola JO (2015) Emergency dispatch process and patient outcome in bystander-witnessed out-of-hospital cardiac arrest with a shockable rhythm. *Eur J Emerg Med* 22:266–272
182. Takahashi H, Sagisaka R, Natsume Y, Tanaka S, Takyu H, Tanaka H (2018) Does dispatcher-assisted CPR generate the same outcomes as spontaneously delivered bystander CPR in Japan? *Am J Emerg Med* 36:384–391
183. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME et al (2017) 2017 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations summary. *Resuscitation* 121:201–214
184. Hallstrom A, Cobb L, Johnson E, Copass M (2000) Cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *N Engl J Med* 342:1546–1553
185. Rea TD, Fahrenbruch C, Culley L et al (2010) CPR with chest compressions alone or with rescue breathing. *N Engl J Med* 363:423–433
186. Svensson L, Bohm K, Castrén M et al (2010) Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 363:434–442
187. Maharaj R, Raffaele I, Wendon J (2015) Rapid response systems: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 19:254
188. Winters BD, Weaver SJ, Pfoh ER, Yang T, Pham JC, Dy SM (2013) Rapid-response systems as a patient safety strategy: a systematic review. *Ann Intern Med* 158:417–425
189. Aitken LM, Chaboyer W, Vaux A et al (2015) Effect of a 2-tier rapid response system on patient outcome and staff satisfaction. *Aust Crit Care* 28:107–114 (quiz 115)
190. Al-Qahtani S, Al-Dorzi HM, Tamim HM et al (2013) Impact of an intensivist-led multidisciplinary extended rapid response team on hospital-wide cardiopulmonary arrests and mortality. *Crit Care Med* 41:506–517
191. Al-Rajhi A, Mardini L, Jayaraman D (2016) The impact of implementation of an ICU consult service on hospital-wide outcomes and ICU-specific outcomes. *J Intensive Care Med* 31:478–484
192. Avis E, Grant L, Reilly E, Foy M (2016) Rapid response teams decreasing intubation and code blue rates outside the intensive care unit. *Crit Care Nurse* 36:86–90
193. Baxter AD, Cardinal P, Hooper J, Patel R (2008) Medical emergency teams at the Ottawa Hospital: the first two years. *Can J Anaesth* 55:223–231
194. Beitler JR, Link N, Bails DB, Hurdle K, Chong DH (2011) Reduction in hospital-wide mortality after implementation of a rapid response team: a long-term cohort study. *Crit Care* 15:R269
195. Bellomo R, Goldsmith D, Uchino S et al (2003) A prospective before-and-after trial of a medical emergency team. *Med J Aust* 179:283–287
196. Benson L, Mitchell C, Link M, Carlson G, Fisher J (2008) Using an advanced practice nursing model for a rapid response team. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 34:743–747
197. Bristow PJ, Hillman KM, Chey T et al (2000) Rates of in-hospital arrests, deaths and intensive care admissions: the effect of a medical emergency team. *Med J Aust* 173:236–240
198. Buist MD, Moore GE, Bernard SA, Waxman BP, Anderson JN, Nguyen TV (2002) Effects of a medical emergency team on reduction of incidence of and mortality from unexpected cardiac arrests in hospital: preliminary study. *BMJ* 324:387–390
199. Chan PS, Khalid A, Longmore LS, Berg RA, Kosiborod M, Spertus JA (2008) Hospital-wide code rates and mortality before and after implementation of a rapid response team. *JAMA* 300:2506–2513
200. Chan ML, Spertus JA, Tang F, Jayaram N, Chan PS (2016) Missed opportunities in use of medical emergency teams prior to in-hospital cardiac arrest. *Am Heart J* 177:87–95
201. Chen J, Ou L, Hillman K et al (2014) The impact of implementing a rapid response system: a comparison of cardiopulmonary arrests and mortality among four teaching hospitals in Australia. *Resuscitation* 85:1275–1281
202. Chen J, Ou L, Flabouris A, Hillman K, Bellomo R, Parr M (2016) Impact of a standardized rapid response system on outcomes in a large healthcare jurisdiction. *Resuscitation* 107:47–56
203. Dacey MJ, Mirza ER, Wilcox V et al (2007) The effect of a rapid response team on major clinical outcome measures in a community hospital. *Crit Care Med* 35:2076–2082
204. DeVita MA, Braithwaite RS, Mahidhara R, Stuart S, Foraida M, Simmons RL (2004) Use of medical emergency team responses to reduce hospital cardiopulmonary arrests. *Qual Saf Health Care* 13:251–254
205. Etter R, Takala J, Merz TM (2014) Intensive care without walls—introduction of a Medical Emergency Team system in a Swiss tertiary care centre. *Swiss Med Wkly* 144:w14027

206. Hanson CC, Randolph GD, Erickson JA et al (2010) A reduction in cardiac arrests and duration of clinical instability after implementation of a paediatric rapid response system. *Postgrad Med J* 86:314–318
207. Hayani O, Al-Beihany A, Zarychanski R et al (2011) Impact of critical care outreach on hematopoietic stem cell transplant recipients: a cohort study. *Bone Marrow Transplant* 46:1138–1144
208. Herod R, Frost SA, Parr M, Hillman K, Aneman A (2014) Long term trends in medical emergency team activations and outcomes. *Resuscitation* 85:1083–1087
209. Howell MD, Ngo L, Folcarelli P et al (2012) Sustained effectiveness of a primary-team-based rapid response system. *Crit Care Med* 40:2562–2568
210. Jones D, Bellomo R, Bates S et al (2005) Long term effect of a medical emergency team on cardiac arrests in a teaching hospital. *Crit Care* 9:R808–R815
211. Jones D, George C, Hart GK, Bellomo R, Martin J (2008) Introduction of medical emergency teams in Australia and New Zealand: a multi-centre study. *Crit Care* 12:R46
212. Jones S, Mullally M, Ingleby S, Buist M, Bailey M, Eddleston JM (2011) Bedside electronic capture of clinical observations and automated clinical alerts to improve compliance with an Early Warning Score protocol. *Crit Care Resusc* 13:83–88
213. Joshi K, Campbell V, Landy M, Anstey CM, Gooch R (2017) The effect of Rapid Response System revision on standard and specific intensive care unit outcomes in a regional hospital. *Anaesth Intensive Care* 45:369–374
214. Jung B, Daurat A, De Jong A et al (2016) Rapid response team and hospital mortality in hospitalized patients. *Intensive Care Med* 42:494–504
215. Kenward G, Castle N, Hodgetts T, Shaikh L (2004) Evaluation of a medical emergency team one year after implementation. *Resuscitation* 61:257–263
216. Kim Y, Lee DS, Min H et al (2017) Effectiveness analysis of a part-time rapid response system during operation versus nonoperation. *Crit Care Med* 45:e592–e599
217. Kollef MH, Heard K, Chen Y, Lu C, Martin N, Bailey T (2017) Mortality and length of stay trends following implementation of a rapid response system and real-time automated clinical deterioration alerts. *Am J Med Qual* 32:12–18
218. Konrad D, Jaderling G, Bell M, Granath F, Ekbohm A, Martling CR (2010) Reducing in-hospital cardiac arrests and hospital mortality by introducing a medical emergency team. *Intensive Care Med* 36:100–106
219. Kwak HJ, Yun I, Kim SH et al (2014) The extended rapid response system: 1-year experience in a university hospital. *J Korean Med Sci* 29:423–430
220. Laurens N, Dwyer T (2011) The impact of medical emergency teams on ICU admission rates, cardiopulmonary arrests and mortality in a regional hospital. *Resuscitation* 82:707–712
221. Lighthall GK, Parast LM, Rapoport L, Wagner TH (2010) Introduction of a rapid response system at a United States veterans affairs hospital reduced cardiac arrests. *Anesth Analg* 111:679–686
222. Lim SY, Park SY, Park HK et al (2011) Early impact of medical emergency team implementation in a country with limited medical resources: a before-and-after study. *J Crit Care* 26:373–378
223. Ludikhuijze J, Brunsveld-Reinders AH, Dijkgraaf MG et al (2015) Outcomes associated with the nationwide introduction of rapid response systems in the Netherlands. *Crit Care Med* 43:2544–2551
224. Mathukia C, Fan W, Vadyak K, Biege C, Krishnamurthy M (2015) Modified early warning system improves patient safety and clinical outcomes in an academic community hospital. *J Community Hosp Intern Med Perspect* 5:26716
225. Moldenhauer K, Sabel A, Chu ES, Mehler PS (2009) Clinical triggers: an alternative to a rapid response team. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 35:164–174
226. Moon A, Cosgrove JF, Lea D, Fairs A, Cressey DM (2011) An eight year audit before and after the introduction of modified early warning score (MEWS) charts, of patients admitted to a tertiary referral intensive care unit after CPR. *Resuscitation* 82:150–154
227. Nishijima I, Oyadomari S, Maedomari S et al (2016) Use of a modified early warning score system to reduce the rate of in-hospital cardiac arrest. *J Intensive Care* 4:12
228. Offner PJ, Heit J, Roberts R (2007) Implementation of a rapid response team decreases cardiac arrest outside of the intensive care unit. *J Trauma* 62:1223–1227 (discussion 1227–1228)
229. Patel MS, Jones MA, Jiggins M, Williams SC (2011) Does the use of a “track and trigger” warning system reduce mortality in trauma patients? *Injury* 42:1455–1459
230. Rothberg MB, Belforti R, Fitzgerald J, Friderici J, Keyes M (2012) Four years’ experience with a hospitalist-led medical emergency team: an interrupted time series. *J Hosp Med* 7:98–103
231. Rothschild JM, Woolf S, Finn KM et al (2008) A controlled trial of a rapid response system in an academic medical center. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 34:417–425 (365)
232. Rothschild JM, Gandara E, Woolf S, Williams DH, Bates DW (2010) Single-parameter early warning criteria to predict life-threatening adverse events. *J Patient Saf* 6:97–101
233. Salvatierra G, Bindler RC, Corbett C, Roll J, Daratha KB (2014) Rapid response team implementation and in-hospital mortality. *Crit Care Med* 42:2001–2006
234. Santamaria J, Tobin A, Holmes J (2010) Changing cardiac arrest and hospital mortality rates through a medical emergency team takes time and constant review. *Crit Care Med* 38:445–450
235. Sarani B, Pallonis E, Sonnad S et al (2011) Clinical emergencies and outcomes in patients admitted to a surgical versus medical service. *Resuscitation* 82:415–418
236. Scherr K, Wilson DM, Wagner J, Haughian M (2012) Evaluating a new rapid response team: NP-led versus intensivist-led comparisons. *AACN Adv Crit Care* 23:32–42
237. Shah SK, Cardenas VJ Jr, Kuo YF, Sharma G (2011) Rapid response team in an academic institution: Does it make a difference? *Chest* 139:1361–1367
238. Simmes FM, Schoonhoven L, Mintjes J, Fikkers BG, van der Hoeven JG (2012) Incidence of cardiac arrests and unexpected deaths in surgical patients before and after implementation of a rapid response system. *Ann Intensive Care* 2:20
239. Snyder CW, Patel RD, Roberson EP, Hawn MT (2009) Unplanned intubation after surgery: risk factors, prognosis, and medical emergency team effects. *Am Surg* 75:834–838
240. Subbe CP, Davies RG, Williams E, Rutherford P, Gemmill L (2003) Effect of introducing the Modified Early Warning score on clinical outcomes, cardio-pulmonary arrests and intensive care utilisation in acute medical admissions. *Anaesthesia* 58:797–802
241. Tirkkonen J, Huhtala H, Hoppu S (2018) In-hospital cardiac arrest after a rapid response team review: a matched case-control study. *Resuscitation* 126:98–103
242. Vazquez R, Gheorghe C, Grigoriyan A, Palvinskaya T, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA (2009) Enhanced end-of-life care associated with deploying a rapid response team: a pilot study. *J Hosp Med* 4:449–452
243. Oh TK, Kim S, Lee DS et al (2018) A rapid response system reduces the incidence of in-hospital postoperative cardiopulmonary arrest: a retrospective study. *Can J Anaesth* 65:1303–1313
244. Priestley G, Watson W, Rashidian A et al (2004) Introducing critical care outreach: a ward-randomised trial of phased introduction in a general hospital. *Intensive Care Med* 30:1398–1404
245. Hillman K, Chen J, Cretikos M et al (2005) Introduction of the medical emergency team (MET) system: a cluster-randomised controlled trial. *Lancet* 365:2091–2097
246. Sinha SS, Chen LM, Nallamothu BK (2014) Survival by the fittest: hospital-level variation in quality of resuscitation care. *J Am Heart Assoc* 3:e768
247. Carr BG, Goyal M, Band RA et al (2009) A national analysis of the relationship between hospital factors and post-cardiac arrest mortality. *Intensive Care Med* 35:505–511
248. Callaway CW, Soar J, Aibiki M et al (2015) Part 4: advanced life support: 2015 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Circulation* 132:S84–S145
249. Soar J, Callaway CW, Aibiki M et al (2015) Part 4: advanced life support: 2015 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 95:e71–e120
250. Yeung J, Matsuyama T, Bray J, Reynolds J, Skrifvars MB (2019) Does care at a cardiac arrest centre improve outcome after out-of-hospital cardiac arrest?—A systematic review. *Resuscitation* 137:102–115
251. Matsuyama T, Kiyohara K, Kitamura T et al (2017) Hospital characteristics and favourable neurological outcome among patients with out-of-hospital cardiac arrest in Osaka, Japan. *Resuscitation* 110:146–153
252. Tagami T, Hirata K, Takeshige T et al (2012) Implementation of the fifth link of the chain of survival concept for out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 126:589–597
253. Kragholm K, Malta Hansen C, Dupre ME 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:e3414
254. Spaite DW, Bobrow BJ, Stolz U et al (2014) Statewide regionalization of postarrest care for out-of-hospital cardiac arrest: association with survival and neurologic outcome. *Ann Emerg Med* 64:496–506.e1
255. Couper K, Kimani PK, Gale CP et al (2018) Patient, health service factors and variation in mortality following resuscitated out-of-hospital cardiac arrest in acute coronary syndrome: Analysis of the Myocardial Ischaemia National Audit Project. *Resuscitation* 124:49–57
256. Søholm H, Kjaergaard J, Bro-Jeppesen J et al (2015) Prognostic implications of level-of-care at tertiary heart centers compared with other hospitals after resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 8:268–276

257. Elmer J, Callaway CW, Chang CH et al (2019) Long-term outcomes of out-of-hospital cardiac arrest care at regionalized centers. *Ann Emerg Med* 73:29–39
258. Elmer J, Rittenberger JC, Coppler PJ et al (2016) Long-term survival benefit from treatment at a specialty center after cardiac arrest. *Resuscitation* 108:48–53
259. Brooks SC, Scales DC, Pinto R et al (2016) The postcardiac arrest consult team: impact on hospital care processes for out-of-hospital cardiac arrest patients. *Crit Care Med* 44:2037–2044
260. Andrew E, Nehme Z, Wolfe R, Bernard S, Smith K (2017) Long-term survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Heart* 103:1104–1110
261. Mumma BE, Diercks DB, Wilson MD, Holmes JF (2015) Association between treatment at an ST-segment elevation myocardial infarction center and neurologic recovery after out-of-hospital cardiac arrest. *Am Heart J* 170:516–523
262. Tranberg T, Lippert FK, Christensen EF 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* 38:1645–1652
263. Courmoyer A, Notebaert E, de Montigny L et al (2018) Impact of the direct transfer to percutaneous coronary intervention-capable hospitals on survival to hospital discharge for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 125:28–33
264. Lick CJ, Aufderheide TP, Niskanen RA et al (2011) TakeHeart America: a comprehensive, community-wide, systems-based approach to the treatment of cardiac arrest. *Crit Care Med* 39:26–33
265. Stub D, Smith K, Bray JE, Bernard S, Duffy SJ, Kaye DM (2011) Hospital characteristics are associated with patient outcomes following out-of-hospital cardiac arrest. *Heart* 97:1489–1494
266. 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
267. Lai CY, Lin FH, Chu H et al (2018) Survival factors of hospitalized out-of-hospital cardiac arrest patients in Taiwan: a retrospective study. *PLoS ONE* 13:e191954
268. Sørholm H, Wachtell K, Nielsen SL et al (2013) Tertiary centres have improved survival compared to other hospitals in the Copenhagen area after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 84:162–167
269. McKenzie N, Williams TA, Ho KM et al (2018) Direct transport to a PCI-capable hospital is associated with improved survival after adult out-of-hospital cardiac arrest of medical aetiology. *Resuscitation* 128:76–82
270. Seiner J, Polasek R, Lejsek J, Strycek M, Karasek J (2018) Cardiac arrest center—one-year experience of the Regional Hospital Liberec. *Cor Vasa* 60:e234–e238
271. Harnod D, Ma MHM, Chang WH, Chang RE, Chang CH (2013) Mortality factors in out-of-hospital cardiac arrest patients: a nationwide population-based study in Taiwan. *Int J Gerontol* 7:216–220
272. Patterson T, Perkins GD, Joseph J et al (2017) A randomised trial of expedited transfer to a cardiac arrest centre for non-ST elevation ventricular fibrillation out-of-hospital cardiac arrest: the ARREST pilot randomised trial. *Resuscitation* 115:185–191
273. Sinning C, Ahrens I, Cariou A et al (2020) The cardiac arrest centre for the treatment of sudden cardiac arrest due to presumed cardiac cause – aims, function and structure: Position paper of the Association for Acute Cardiovascular Care of the European Society of Cardiology (AVCV), European Association of Percutaneous Coronary Interventions (EAPCI), European Heart Rhythm Association (EHRA), European Resuscitation Council (ERC), European Society for Emergency Medicine (EUSEM) and European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 9(4\_suppl):S193–S202. <https://doi.org/10.1177/2048872620963492>