



American
Heart
Association.

SCHWERPUNKTE

der **fokussierten Aktualisierungen 2023 der American Heart Association zum Umgang mit Patienten mit Herzstillstand oder lebensbedrohlicher Vergiftung:**
Eine Aktualisierung der Leitlinien der American Heart Association für die kardiopulmonale Wiederbelebung und die kardiovaskuläre Notfallversorgung

Die American Heart Association dankt folgenden Personen für ihre Beiträge zur

Erstellung dieser Veröffentlichung: Eric J. Lavonas, MD, MS;
Amber V. Hoover, RN, MSN; Ian R. Drennan, ACP, PhD; and the AHA
Resuscitation From Critical Poisoning Guidelines Writing Group.

Diese Schwerpunkte fassen die wichtigsten Empfehlungen des fokussierten Updates 2023 zum Umgang mit Patienten mit Herzstillstand oder lebensbedrohlicher Vergiftung¹ zusammen, das die Leitlinien der *American Heart Association* (AHA) für die *Herz-Lungen-Wiederbelebung* (HLW) und *kardiovaskuläre Notfallversorgung* überarbeitet. Diese Leitlinien wurden für Rettungsdienstmitarbeiter und für AHA-Ausbilder entwickelt. Sie basieren auf einer Überprüfung der Evidenz und liefern die Begründung für die Empfehlungen.

Prozessübersicht über die Entwicklung der fokussierten Aktualisierungen der Leitlinien

Bei der Entwicklung dieser Leitlinien erstellte die Autorengruppe klinische Fragen zu Bevölkerung, Intervention, Vergleich und Ergebnisformat, führte eine strukturierte Literaturrecherche durch, fasste die Erkenntnisse zusammen und entwickelte Behandlungsempfehlungen unter Verwendung einer standardisierten Methodik. Die Empfehlungen zu Opioidvergiftungen wurden aus den *AHA-Leitlinien für HLW und kardiovaskuläre Notfallversorgung von 2020* aktualisiert,^{2,3} während die anderen Empfehlungen *de novo* entwickelt wurden. Jede Empfehlung wurde anhand der Standarddefinitionen der AHA einer Empfehlungsklasse und einem Evidenzgrad zugeordnet (Tabelle 1). Interessenkonflikte der Mitglieder der Autorengruppe wurden offengelegt und gemäß den Verfahren der AHA gehandhabt. Die fertiggestellten Leitlinien wurden vom wissenschaftlichen Unterausschuss für kardiovaskuläre Notfallversorgung, dem wissenschaftlichen Beratungs- und Koordinierungsausschuss der AHA, dem Exekutivkomitee der AHA und von Fachgutachtern geprüft, die von der American Academy of Pediatrics, dem American College of Medical Toxicology, der American Academy of Clinical Toxicology, America's Poison Centers und den Herausgebern von *Circulation* benannt wurden.

Tabelle 1. Anwendung von Empfehlungsklassen und Evidenzgraden auf klinische Strategien, Interventionen, Behandlungen oder diagnostische Tests in der Patientenversorgung (Stand Mai 2019)*

EMPFEHLUNGSKLASSE (STÄRKEGRAD)	EVIDENZGRAD (QUALITÄT)‡
KLASSE 1 (STARK) Nutzen >>> Risiko Formulierungsvorschläge zum Schreiben von Empfehlungen: <ul style="list-style-type: none"> • Wird empfohlen • Ist indiziert/nützlich/effektiv/vorteilhaft • Sollte durchgeführt werden / verabreicht werden / Sonstiges • Vergleichende Wirksamkeit – Formulierungent: <ul style="list-style-type: none"> – Behandlung / Strategie A wird gegenüber Behandlung B empfohlen/indiziert – Behandlung A sollte Behandlung B vorgezogen werden 	GRAD A <ul style="list-style-type: none"> • Qualitativ hochwertige Evidenz† aus mehr als 1 RCT • Meta-Analysen von qualitativ hochwertigen RCTs • Eine oder mehrere RCTs durch qualitativ hochwertige Registerstudien bestätigt
KLASSE 2a (MITTEL) Nutzen >> Risiko Formulierungsvorschläge zum Schreiben von Empfehlungen: <ul style="list-style-type: none"> • Ist sinnvoll • Kann nützlich/effektiv/vorteilhaft sein • Vergleichende Wirksamkeit – Formulierungent: <ul style="list-style-type: none"> – Behandlung / Strategie A wird gegenüber Behandlung B in der Regel empfohlen/indiziert – Es ist sinnvoll, Behandlung A gegenüber Behandlung B vorzuziehen 	GRAD B-R (Randomisiert) <ul style="list-style-type: none"> • Mittelgradige Evidenz† von 1 oder mehreren RCTs • Meta-Analysen von mittelgradigen RCTs
KLASSE 2b (SCHWACH) Nutzen ≥ Risiko Formulierungsvorschläge zum Schreiben von Empfehlungen: <ul style="list-style-type: none"> • Ist möglicherweise sinnvoll • Kann/könnte in Betracht gezogen werden • Nutzen/Wirksamkeit ist unbekannt/unklar/unsicher oder nicht ausdrücklich nachgewiesen 	GRAD B-NR (Nicht randomisiert) <ul style="list-style-type: none"> • Mittelgradige Evidenz† von 1 oder mehreren sorgfältig entwickelten, sorgfältig ausgeführten, nicht randomisierten Studien, Beobachtungsstudien oder Registerstudien • Meta-Analysen solcher Studien
KLASSE 3: Kein Nutzen (MITTEL) Nutzen = Risiko (Generell nur zur Nutzung für LOE A oder B) Formulierungsvorschläge zum Schreiben von Empfehlungen: <ul style="list-style-type: none"> • Wird nicht empfohlen • Ist nicht indiziert/nützlich/effektiv/vorteilhaft • Sollte nicht durchgeführt werden/verabreicht werden/Sonstiges 	GRAD C-LD (Eingeschränkte Daten) <ul style="list-style-type: none"> • Randomisierte oder nicht randomisierte Beobachtungsstudien oder Registerstudien mit eingeschränkter Planung oder Durchführung • Meta-Analysen solcher Studien • Physiologische oder mechanistische Studien an menschlichen Individuen
KLASSE 3: Schaden (STARK) Risiko > Nutzen Formulierungsvorschläge zum Schreiben von Empfehlungen: <ul style="list-style-type: none"> • Möglicherweise schädlich • Verursacht Schäden • Ist mit einer erhöhten Zahl an Krankheits-/Todesfällen assoziiert • Sollte nicht durchgeführt werden/verabreicht werden/Sonstiges 	GRAD C-EO (Expertenmeinung) <ul style="list-style-type: none"> • Übereinstimmende Expertenmeinung basierend auf klinischer Erfahrung

COR und LOE werden unabhängig voneinander bestimmt (jede COR kann mit jedem LOE kombiniert werden).

Eine Empfehlung mit LOE C bedeutet nicht, dass es sich um eine schwache Empfehlung handelt. In Leitlinien werden viele wichtige klinische Fragen angesprochen, die für klinische Studien nicht geeignet sind. Obwohl keine RCTs zur Verfügung stehen, kann eine sehr deutliche klinische Übereinstimmung darüber bestehen, dass ein bestimmter Test oder eine bestimmte Therapie nützlich oder wirksam ist.

* Das Resultat oder Ergebnis des Eingriffs sollte genau angegeben werden (ein verbessertes klinisches Ergebnis oder eine erhöhte Diagnosegenauigkeit oder zusätzliche Prognoseinformationen).

† Für vergleichende Wirksamkeitsempfehlungen (COR 1 und 2a; nur LOE A und B) sollten Studien, die die Verwendung von vergleichenden Verben stützen, direkte Vergleiche der zu bewertenden Behandlungen oder Strategien beinhalten.

‡ Die Methode zur Bewertung entwickelt sich weiter, einschließlich der Anwendung standardisierter, weithin genutzter und vorzugsweise validierter Evidenzstufungswerkzeuge; für systematische Reviews wird ein Evidenz-Begutachtungsausschuss miteinbezogen.

COR steht für Class of Recommendation (Empfehlungsklasse); EO für Expert Opinion (Expertenmeinung); LD für Limited Data (eingeschränkte Daten); LOE für Level of Evidence (Evidenzgrad); NR für Nonrandomized (nicht randomisiert); R für Randomized (randomisiert) und RCT für Randomized Controlled Trial (randomisierte, kontrollierte Studie).



Schwerpunkte der fokussierten Aktualisierung 2023 zum Umgang mit Patienten mit Herzstillstand oder lebensbedrohlicher Vergiftung:

Im 12-Monats-Zeitraum, der im April 2021 endete, starben in den Vereinigten Staaten mehr als 100 000 Menschen an Vergiftungen und Medikamentenüberdosierungen, was einem Anstieg von 28,5 % gegenüber dem Vorjahr entspricht. Neunzig Prozent dieser Todesfälle waren unbeabsichtigt. Obwohl die meisten dieser Todesfälle (75 673) auf eine Überdosis Opiode zurückzuführen waren, fordern auch Vergiftungen durch andere Gifte weiterhin eine beträchtliche Anzahl von Menschenleben.

Zusätzlich zu den Standardmaßnahmen der Basis- und erweiterten lebenserhaltenden Maßnahmen erfordert die Behandlung von Herzstillstand und lebensbedrohlichen Vergiftungen oft spezielle Behandlungen, die von den meisten Medizinern nicht häufig angewendet werden. Die Expertenkonsultation eines medizinischen Toxikologen, eines klinischen Toxikologen oder eines regionalen Giftnotrufzentrums ermöglicht eine schnelle und effektive Therapie. Die fokussierte Aktualisierung der Leitlinien 2023¹ konzentrierte sich auf die Behandlung von 12 kritischen Vergiftungsszenarien und auf die Rolle der venoarteriellen extrakorporalen Membranoxygenierung (VA-ECMO) bei der Behandlung von Vergiftungen. In fast allen Fällen ist die verfügbare Evidenz eher relevant für die Behandlung von Zuständen vor dem Herzstillstand (z. B. Hypotonie und Arrhythmien, die auf die Standardbehandlung nicht ansprechen) als für den Herzstillstand selbst. Tabelle 2 enthält eine Liste ausgewählter Gegenmittel, die bei der Wiederbelebung bei kritischen Vergiftungen eingesetzt werden, zusammen mit den in der Literatur häufig verwendeten Dosierungsschemata.

Tabelle 2. Häufig verwendete Dosierungen von Gegenmitteln für die Wiederbelebung bei kritischen Vergiftungen

Gegenmittel	Indikationen	Anfangsdosis (Erwachsene)*	Anfangsdosis (Pädiatrie)*	Erhaltungsinfusion	Hinweise
Atropin	β-Blocker CCBs Digoxin Lokale Anästhetika	0,5-1,0 mg alle 3-5 Minuten bis zu 3 mg	0,02 mg/kg	Keine	
Atropin	Organophosphate Carbamate	1-2 mg, Verdoppelung alle 5 Minuten	0,02 mg/kg, Verdoppelung alle 5 Minuten	10-20 % der gesamten Aufsättigungsdosis pro Stunde bis zu 2 mg/h (Erwachsene)	Titrieren Sie bis zur Aufhebung von Bronchorrhoe, Bronchospasmus, Bradykardie und Hypotonie.
Kalziumchlorid	CCBs	2000 mg 28 mEq Ca ²⁺ 20 mL 100 mg/mL Lösung	20 mg/kg 0,28 mEq Ca ²⁺ /kg 0,2 mL/kg 100 mg/mL Lösung	20-40 mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ 0,28-0,56 mEq Ca ²⁺ ·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ 0,2-0,4 mL·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ 100 mg/mL Lösung	Titrieren Sie entsprechend dem Blutdruck. Überschreiten Sie die Konzentration von ionisiertem Kalzium im Serum nicht um das 1,5-2-fache der oberen Grenze des Normalwerts. Verabreichung über einen zentralen Zugang, insbesondere bei Kindern.
Kalziumglukonat	CCBs	6000 mg 28 mEq Ca ²⁺ 60 mL 100 mg/mL Lösung	60 mg/kg 0,28 mEq/kg Ca ²⁺ 0,6 mL/kg 100 mg/mL Lösung	60-120 mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ 0,28-0,56 mEq Ca ²⁺ ·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ 0,6-1,2 mL·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ 100 mg/mL Lösung	Titrieren Sie entsprechend dem Blutdruck. Überschreiten Sie die Konzentration von ionisiertem Kalzium im Serum nicht um das 1,5-2-fache der oberen Grenze des Normalwerts.

(Fortsetzung)



Gegenmittel	Indikationen	Anfangsdosis (Erwachsene)*	Anfangsdosis (Pädiatrie)*	Erhaltungsinfusion	Hinweise
Digoxin-Immun-Fab	Digoxin	Akute Überdosierung: 1 Ampulle für je 0,5 mg eingenommenes Digoxin Chronische Vergiftung: Verwenden Sie die Formel: Dosis in Ampullen = Serum-Digoxin-Konzentration (ng/mL)×Gewicht (kg)/100 Akute Überdosierung, schwerkrank, eingenommene Dosis unbekannt: 10-20 Ampullen	Wie bei Erwachsenen	Keine	1 Ampulle enthält 40 mg Fab. Niedrigere Dosen können ebenso wirksam sein. ⁴
Digoxin-Immun-Fab	Gelber Oleander <i>Bufo</i> Krötengift	1200 mg (30 Ampullen)	Unbekannt	Keine	
Flumazenil	Benzodiazepine	0,2 mg, titriert bis zu 1 mg	0,01 mg/kg	Keine	Viele Kontraindikationen
Glucagon	β-Blocker CCBs	2–10 mg	0,05–0,15 mg/kg	1–15 mg/h (Erwachsene)	Rechnen Sie mit Erbrechen.
Hydroxocobalamin	Zyanid	5 g	70 mg/kg	Keine	
Insulin	β-Blocker CCBs	1 Einheit/kg	Wie bei Erwachsenen	1–10 Einheiten·kg ⁻¹ ·h ⁻¹	Normales Humaninsulin Überwachung auf Hypoglykämie, Hypokaliämie, Volumenüberlastung.
ILE	Lokale Anästhetika	1,5 mL/kg bis zu 100 mL	Wie bei Erwachsenen	0,25 mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹ für bis zu 30 Minuten	In allen Studien wurde eine 20%ige Fettemulsion verwendet.
Methylenblau	CCBs Methämoglobinämie	1–2 mg/kg, bei Bedarf stündlich wiederholt	Wie bei Erwachsenen	1 mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ (bei vasodilatatorischem Schock)	Maximal 5–7 mg/kg
Naloxon	Opioide	0,2–2 mg IV/IO/IM 2–4 mg intranasal Bei Bedarf alle 2–3 Minuten wiederholen	0,1 mg/kg	Zwei Drittel der Wachdosis pro Stunde	Titrieren Sie bis zur Aufhebung der Atemdepression und Wiederherstellung der Atemwegsreflexe.
Pralidoxim	Organophosphate	1–2 g	20–50 mg/kg	400–600 mg/h (Erwachsene) 10–20 mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ (Pädiatrie)	
Natriumbicarbonat†	Natriumkanalblocker Kokain	50–150 mEq	1–3 mEq/kg	Bereiten Sie eine 150 mEq/L Lösung vor, Infusion mit 1–3 mL·kg ⁻¹ ·h ⁻¹	Überwachung auf Hypernatriämie, Alkaliämie, Hypokaliämie, Hypochlorämie.
Natriumnitrit	Zyanid	300 mg	6 mg/kg	Keine	Überwachung auf Hypotension.
Natriumthiosulfat	Zyanid	12,5 g	250 mg/kg	Keine	

Abkürzungen: β-Blocker: β-adrenerger Rezeptor-Antagonist; CCB: Kalziumkanalblocker; Fab: Fragment-Antigen-Bindung; ILE: intravenöse Lipidemulsion; IM: intramuskulär; IO: intraossär; und IV: intravenös.

*Sofern nicht anders angegeben, sollte der Verabreichungsweg intravenös oder intraossär sein. Die maximale pädiatrische Dosis sollte nicht höher sein als die Dosis für Erwachsene. Die meisten Gegenmittel sollten häufig wiederholt und titriert werden, um eine Kontrolle der kritischen Anzeichen und Symptome zu erreichen. Die ideale Dosis der meisten Antidote ist nicht bekannt und wird oft kontrovers diskutiert. Manchmal sind hohe Dosen erforderlich, um die kompetitive Hemmung von molekularen Zielen wie adrenergen Rezeptoren und Ionenkanälen zu überwinden. Konsultieren Sie einen medizinischen oder klinischen Toxikologen, ein regionales Giftinformationszentrum, oder eine themenspezifische Referenz, um detaillierte Dosierungs- und Verabreichungsanweisungen zu erhalten.

†Für Erwachsene (1 mEq/ml) und Kinder (0,5 mEq/ml) werden in der Regel unterschiedliche Natriumbicarbonat-Lösungen verwendet. Beide Formulierungen sind hypertonisch.



Benzodiazepine

Benzodiazepine sind häufig verwendete Sedativa-Hypnotika, die zur Behandlung von Angstzuständen, Schlaflosigkeit, Krampfanfällen und Entzugssyndromen sowie als Bestandteil der Allgemeinanästhesie und der Sedierung bei Verfahren eingesetzt werden. Eine Überdosierung von Benzodiazepinen führt zu einer Depression des zentralen Nervensystems und der Atmung. Diese Wirkungen sind ausgeprägter, wenn Benzodiazepine zusammen mit anderen Sedativa, wie z. B. Opioiden oder Alkohol, eingenommen werden.

Obwohl Flumazenil bei ausgewählten Patienten mit Atemdepression aufgrund einer reinen Benzodiazepin-Vergiftung wirksam sein kann (z. B. bei Patienten, die während einer verfahrensbedingten Sedierung eine Atemdepression entwickeln und bei denen die medizinische und medikamentöse Vorgeschichte bekannt ist), kann die Verabreichung von Flumazenil bei Patienten, die ein erhöhtes Risiko für Krampfanfälle oder Herzrhythmusstörungen haben, wie z. B. Menschen mit Krampfanfällen, die von Benzodiazepinen abhängig sind oder die gleichzeitig andere Medikamente (z. B. trizyklische Antidepressiva) eingenommen haben, Schaden anrichten. Aus diesem Grund empfiehlt die AHA die Verabreichung von Flumazenil bei Patienten mit einer undifferenzierten Medikamentenüberdosierung nicht. Da Patienten, die eine Herz-Lungen-Wiederbelebung mit mechanischer Beatmung erhalten, bereits gegen Apnoe behandelt werden, wird Flumazenil nicht für die Behandlung von Herzstillstand aufgrund einer Benzodiazepin-Vergiftung empfohlen. Kombinierte Vergiftungen mit Opioiden und Benzodiazepinen sind häufig. In diesem Fall sollte Naloxon, das ein besseres Sicherheitsprofil aufweist, verabreicht werden, bevor die Verabreichung von Flumazenil in Betracht gezogen wird.

β-Blocker und Kalziumkanalblocker

β-Adrenorezeptor-Antagonisten (allgemein als *β-Blocker* bezeichnet) und Antagonisten des L-Typ-Kalziumkanals (allgemein als *Kalziumkanalblocker* bezeichnet) verursachen Hypotonie und Bradykardie, die auf die Behandlung mit Vasopressoren und anderen Modalitäten der Intensivpflege refraktär sein können. Eine hochdosierte Insulintherapie (z. B. 1 Einheit/kg intravenöser [IV] Bolus, gefolgt von einer Infusion von 1 bis 10 Einheiten/kg pro Stunde, mit einer Behandlung zur Vermeidung von Hypoglykämie, schwerer Hypokaliämie oder schwerer Volumenüberlastung) kann für Patienten, die auf Vasopressoren allein nicht ansprechen, lebensrettend sein. Die Verwendung von Glucagon (bei Überdosierung von β-Blockern) und Kalzium (bei Überdosierung von Kalziumkanalblockern) wird durch begrenzte Daten unterstützt und ist sinnvoll. Patienten mit schwerer Bradykardie können von der Verabreichung von Atropin oder Schrittmachern profitieren.

Die Dialyse kann zur Entfernung von Atenolol oder Sotalol eingesetzt werden, gilt aber bei anderen Vergiftungen mit β-Blockern und Kalziumkanalblockern als nicht wirksam. Bei Patienten mit lebensbedrohlichem Schock, die auf pharmakologische Maßnahmen nicht ansprechen, ist es sinnvoll, den Patienten mit VA-ECMO zu unterstützen, bis das Gift eliminiert werden kann.

Kokain

Eine Kokainvergiftung verursacht eine Stimulation des zentralen Nervensystems, Unruhe, Tachykardie, Bluthochdruck, Hyperthermie, Diaphoresis und koronare Gefäßspasmen. Kokain wirkt auf kardiale Ionenkanäle wie ein Vaughan-Williams Ia- oder Ic-Medikament und verursacht eine Verlängerung des QRS- und QT-Intervalls und eine weitkomplexe Tachykardie, die bis zum Herzstillstand führen kann. Benzodiazepine bleiben die Hauptstütze der anfänglichen Kontrolle von Blutdruck und psychomotorischer Unruhe bei Patienten mit akuter Kokainvergiftung. Vasodilatoren wie Nitrate, Phentolamin oder Kalziumkanalblocker können bei Patienten mit kokaininduzierten koronaren Vasospasmen oder hypertensiven Notfällen eingesetzt werden. Natriumbicarbonat kann zur Behandlung einer weitkomplexen Tachykardie oder eines Herzstillstands infolge einer Kokainvergiftung eingesetzt werden; Lidocain, ein Vaughan-Williams Ib Medikament, kann ebenfalls zur Behandlung einer weitkomplexen Tachykardie eingesetzt werden. Patienten mit kokaininduzierter Hyperthermie sollten schnell von außen gekühlt werden, z. B. durch Eintauchen in Eiswasser.

Zyanid

Zyanid wird häufig in der Schmuckreinigung, der Galvanotechnik, der Metallurgie und anderen Industrie- und Laborverfahren verwendet. Es kommt auch in Brandrauch und bestimmten Pflanzenverbindungen vor. In seltenen Fällen wird Zyanid bei kriminellen Vergiftungen oder Selbstmordversuchen eingesetzt. Im Körper blockiert Zyanid die Elektronentransportkette und hemmt so die aerobe Atmung und die Bildung von Adenosintriphosphat. Klinisch führt dies zu Hypotonie, Laktatazidämie, verändertem Geisteszustand, Krampfanfällen und Tod.

Hydroxocobalamin (Vitamin B1₂) fängt Zyanid ab und bildet ungiftiges Cyanocobalamin. Alternativ dazu oxidiert Natriumnitrit Hämoglobin zu Methämoglobin, das eine hohe Affinität für Zyanid hat. Natriumthiosulfat wirkt als Kofaktor für den Zyanidstoffwechsel und bildet minimal toxisches Thiocyanat.

Die Anfangsbehandlung für Patienten mit einer Zyanidvergiftung ist die Verabreichung von Hydroxocobalamin; wenn Hydroxocobalamin nicht verfügbar ist, ist Natriumnitrit eine Alternative. Anschließend wird Natriumthiosulfat verabreicht, das langsamer wirkt als diese anderen Wirkstoffe, aber möglicherweise einen synergistischen Nutzen hat, um die Zyanidausscheidung zu beschleunigen.

Digoxin

Digoxin und verwandte Herzglykoside sind in Medikamenten, in Pflanzen wie Fingerhut und Oleander sowie in bestimmten Krötengiften enthalten. Es kann zu Vergiftungen kommen, die durch Überdosierung, unbeabsichtigte Einnahme, Wechselwirkungen zwischen Medikamenten oder Akkumulation des Medikaments aufgrund einer verminderten renalen Clearance verursacht werden. Bei Patienten mit Vergiftungen durch Herzglykoside können gastrointestinale Symptome, Verwirrtheit, Hyperkaliämie, Bradykardie und Herzleitungsveränderungen einschließlich atrioventrikulärem Knotenblock, ventrikulärer Tachykardie, Kammerflimmern und Asystolie auftreten.

Digoxin-spezifische Immunkörperfragmente (Digoxin-Fab), die an Digoxin und strukturell ähnliche Herzglykoside binden und diese inaktivieren, sollten Patienten mit lebensbedrohlichen Vergiftungen verabreicht werden. Atropin und/oder Herzschrittmacher können notwendig sein, während Sie auf die Wirkung des Gegenmittels warten. Begrenzte Daten unterstützen den Einsatz von Lidocain, Phenytoin oder Bretylium bei Patienten mit ventrikulären Dysrhythmien, während Sie auf die Wirkung von Digoxin-Fab warten. Die empfohlenen Dosen für Digoxin-Fab sind weltweit sehr unterschiedlich. Die besten Daten gibt es für Digoxin, Digitoxin, *Bufo*-Krötengift und Vergiftungen mit gelbem Oleander.

Lokale Anästhetika

Die systemische Toxizität von Lokalanästhetika tritt als Komplikation der Regionalanästhesie (oder seltener der Lokalanästhesie) auf, wenn genügend Lokalanästhetika in den Blutkreislauf gelangen, um Krampfanfälle, Erregung, Dysarthrie, Verwirrung, Herzrhythmusstörungen oder einen kardiovaskulären Kollaps zu verursachen. Bupivacain ist die am besten untersuchte und gefährlichste Form der systemischen Toxizität von Lokalanästhetika.

Sowohl Hypoxämie als auch Azidämie verschlimmern die Bupivacain-Toxizität, weshalb Beatmung und Behandlung der Azidämie entscheidend sind. Eine IV-Infusion einer Fettemulsion kann sowohl die Neurotoxizität als auch die Kardiotoxizität von Bupivacain wirksam behandeln. Obwohl die ideale Dosis und Formulierung nicht bekannt sind, wurde in den meisten Studien eine 20%ige Lösung langkettiger Fettsäuren verwendet, die als IV-Bolus von 1,5 ml/kg über 1 Minute verabreicht wurde, gefolgt von einer Infusion von 0,25 ml/kg pro Minute für bis zu 30 Minuten. Benzodiazepine sollten zur Behandlung von Krampfanfällen eingesetzt werden, und Natriumbicarbonat kann bei Patienten mit weitkomplexer Tachykardie nützlich sein. Einige Patienten mit refraktärem kardiogenem Schock benötigen eine VA-ECMO.

Im 12-Monats-Zeitraum, der im April 2021 endete, starben in den Vereinigten Staaten mehr als 100 000 Menschen an Vergiftungen und Medikamentenüberdosierungen, was einem Anstieg von 28,5 % gegenüber dem Vorjahr entspricht.

Methämoglobinämie

Eine erworbene Methämoglobinämie tritt auf, nachdem der Patient einem oxidierenden Stressor ausgesetzt war, der das Eisen im Hämoglobinmolekül vom eisenhaltigen (Fe^{2+}) zum eisenhaltigen (Fe^{3+}) Zustand oxidiert. Im eisenhaltigen Zustand kann das Hämoglobin den Sauerstoff nicht mehr wirksam binden und an das Gewebe abgeben. Zu den häufigen Quellen von oxidativem Stress, die eine Methämoglobinämie verursachen können, gehören Nitrate, Nitrite und viele Arzneimittel (z. B. Dapson, Benzocain, Phenazopyridin). Patienten mit Methämoglobinämie können zyanotisch und dunkel erscheinen und über Kurzatmigkeit und Müdigkeit klagen. Obwohl eine mäßige Methämoglobinämie im Allgemeinen gut verträglich ist, kann eine schwere Methämoglobinämie zu einem kardiovaskulären Kollaps und zum Tod führen.

Die am weitesten akzeptierte Behandlung der Methämoglobinämie ist Methylenblau, das als Kofaktor für die Reduktion von Methämoglobin zu Hämoglobin wirkt. In seltenen Fällen kann eine Austauschtransfusion und/oder eine hyperbare Sauerstofftherapie sinnvoll sein.

Opioide

Die Epidemie der Opioidvergiftungen nimmt in den Vereinigten Staaten und international weiter zu. In dem im April 2021 endenden

Jahr wurden in den Vereinigten Staaten mehr als 75 000 Todesfälle gemeldet. Die meisten Todesfälle sind ungewollt.

In dieser fokussierten Aktualisierung der Leitlinien¹ bekräftigt die AHA die Empfehlungen in den *AHA-Leitlinien für HLW und kardiovaskuläre Notfallversorgung aus dem Jahr 2020*^{2,3} und die Beobachtungen in der wissenschaftlichen Stellungnahme der AHA aus dem Jahr 2021 zum opioidassoziierten außerklinischen Herzstillstand.⁵ Geringfügige Änderungen wurden an der Einstufung der Evidenz und am unterstützenden Text vorgenommen, und neue Referenzen wurden hinzugefügt.

Die flächendeckende Verfügbarkeit und Anwendung von Naloxon ist ein wichtiges Instrument zur Verringerung der Todesfälle durch Opioid-Überdosierung. Viele Studien haben gezeigt, dass Laienhelfer, die über die Überdosierung aufgeklärt und in der Anwendung von Naloxon geschult wurden, im Idealfall auch Fertigkeiten erlernen, eine Opioidüberdosierung wirksam zu erkennen und Naloxon verabreichen zu können.

Im Krankenhaus kann es schwierig und außerhalb des Krankenhauses sogar unmöglich sein, opioidbedingte Notfälle, die Wiederbelebungsmaßnahmen erfordern, von anderen Ursachen für Herz- und Atemstillstand genau zu unterscheiden. Daher ist der Eckpfeiler der Behandlung eine hochwirksame HLW, vorzugsweise mit Herzdruckmassage und Beatmung.

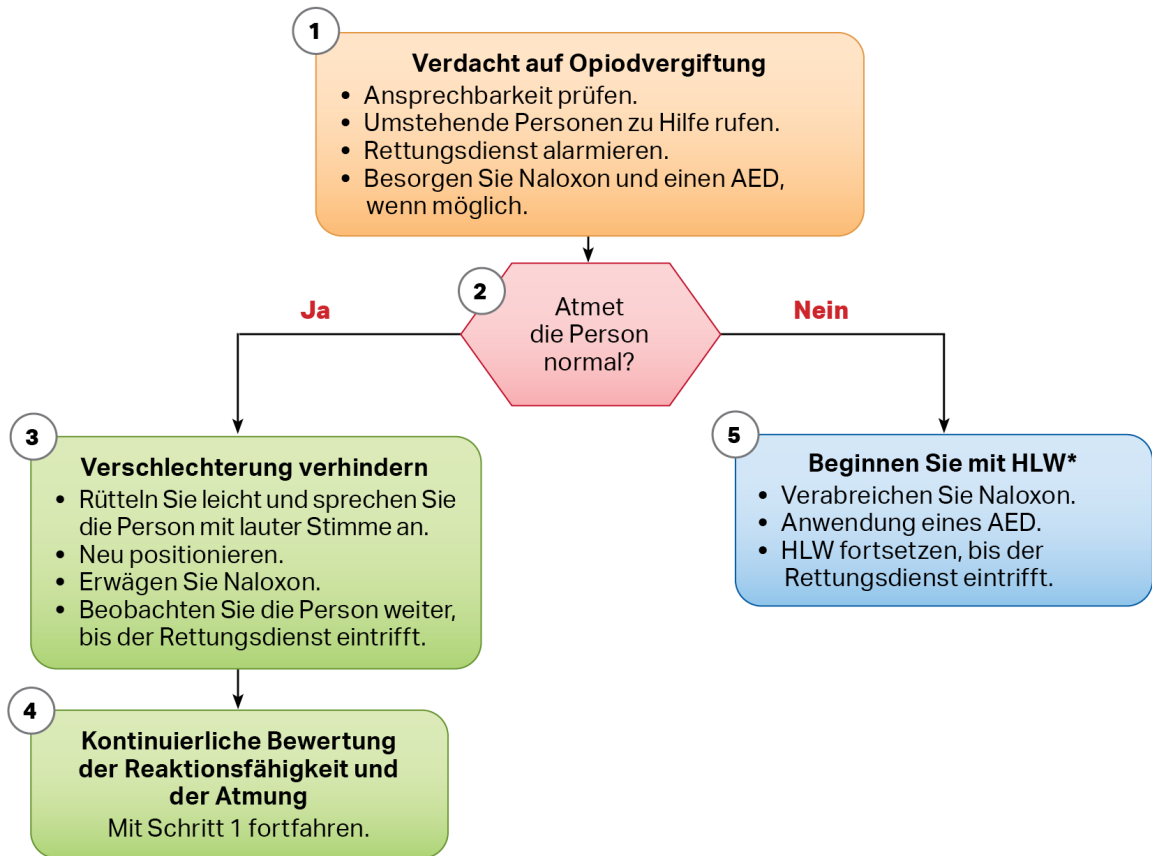
Das Notfallsystem sollte so schnell wie möglich aktiviert werden (Abbildungen 1 und 2). Bei Patienten, die definitiv einen Puls haben (d. h. Atemstillstand), sollte eine Notfallbeatmung oder eine Beutel-Masken-Beatmung durchgeführt werden, bis eine effektive Spontanatmung eintritt. Die Verabreichung von Naloxon, entweder durch Laienhelfer oder medizinisches Fachpersonal, kann die Spontanatmung, die Schutzreflexe der Atemwege und den normalen mentalen Status wiederherstellen. Menschen mit einer Opioidüberdosis, die normal atmen und über intakte Atemwegsreflexe verfügen, können auch ohne Naloxon sorgfältig beobachtet werden, unabhängig von der Schläfrigkeit.

Obwohl die Verabreichung von Naloxon bei Herzstillstand keinen bekannten oder theoretischen Nutzen hat, sollte Naloxon verabreicht werden, wenn unsicher ist, ob der Patient einen Herz- oder nur einen Atemstillstand hat.

Da die Wirkung von Opioiden länger andauern kann als die Wirkung von Naloxon, sollten Menschen, die Naloxon benötigen, so lange in einer medizinischen Einrichtung beobachtet werden, bis sich ihr Bewusstseinszustand und ihre Vitalzeichen normalisiert haben und das Risiko einer erneuten Opioidvergiftung gering ist.



Abbildung 1. Algorithmus für Laienhelfer bei einem Notfall im Zusammenhang mit Opioiden²

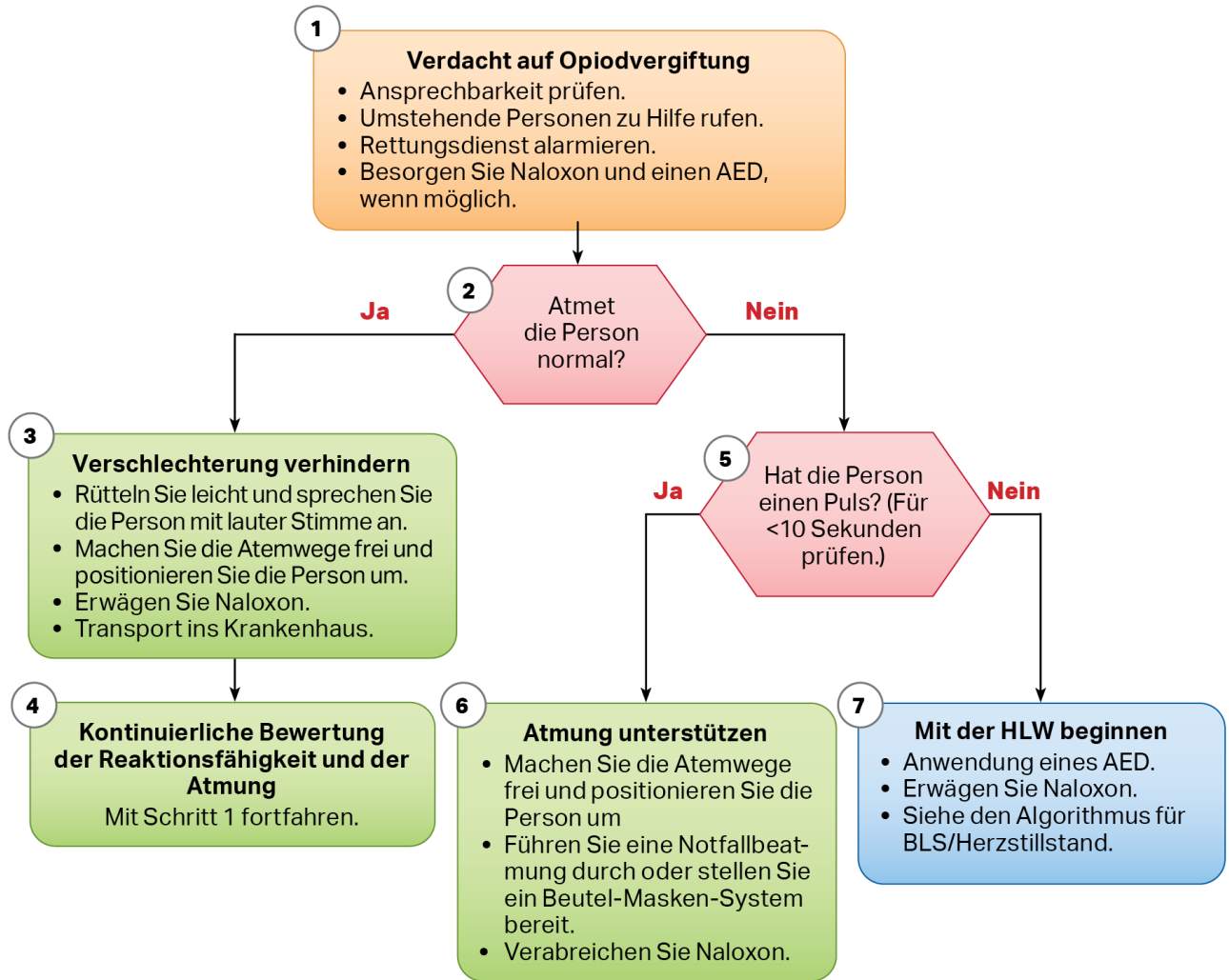


*Bei erwachsenen und jugendlichen Opfern sollten Rettungskräfte bei opioidbedingten Notfällen Herzdruckmassage und Atemspende durchführen, wenn sie dafür geschult sind, und eine praktische HLW durchführen, wenn sie nicht für die Durchführung von Atemspenden geschult sind. Bei Säuglingen und Kindern sollte die HLW eine Herzdruckmassage mit Atemspende beinhalten.

© 2020 American Heart Association

Abkürzungen: AED: automatisierter externer Defibrillator; EMS: medizinischer Notdienst.

Abbildung 2. Algorithmus für Gesundheitsdienstleister bei einem Notfall im Zusammenhang mit Opioiden²



© 2020 American Heart Association

Abkürzungen: AED: automatisierter externer Defibrillator; BLS: Basic Life Support.

Organophosphate und Carbamate

Organophosphate und Carbamate sind in Pestiziden, Nervengiften und einigen Medikamenten enthalten. Diese Chemikalien hemmen die Acetylcholinesterase und verursachen parasymphatische Wirkungen (Bradykardie, Bronchospasmus, Bronchorrhoe, Miosis, Hypersalivation, Tränenfluss, Urinieren, Durchfall, Erbrechen, Diaphoresis), nikotinische Wirkungen (Tachykardie, Mydriasis, Faszikulationen bis hin zur Lähmung) und Wirkungen auf das zentrale Nervensystem (veränderter mentaler Status, Apnoe, Krampfanfälle). Eine frühzeitige und wirksame Behandlung kann eine Verschlechterung bis hin zum Atem- und Herzstillstand verhindern.

Zu den Eckpfeilern der Behandlung gehören Dekontamination, Atropin, Benzodiazepine und Oxime. Die Dekontamination der Haut durch Entfernen der kontaminierten Kleidung und ausgiebiges Abspülen mit Wasser und Seife, die von Personen durchgeführt wird, die Schutzmasken tragen, trägt dazu bei, die weitere Aufnahme von Chemikalien zu verhindern und die Menschen in der Pflegeumgebung

zu schützen. Atropin blockiert die Überstimulierung des Parasympathikus und behandelt Bronchorrhoe, Bradykardie, Bronchospasmus und Auswirkungen auf das zentrale Nervensystem, hebt aber die Lähmung nicht auf. Eine frühzeitige endotracheale Intubation kann erforderlich sein. Benzodiazepine werden zur Vorbeugung und Behandlung von Krampfanfällen eingesetzt. Bei frühzeitiger Verabreichung bei Organophosphatvergiftungen reaktivieren Oxime (wie Pralidoxim) das Enzym Acetylcholinesterase und kehren die nikotinischen Wirkungen um, wodurch sich die Atmungs- und Skelettmuskelkraft langsam verbessert.

Natriumkanalblocker

Viele Gifte, wie zum Beispiel trizyklische Antidepressiva, blockieren kardiale Natriumkanäle mit ähnlichen Eigenschaften wie Vaughan-Williams-Antidysrhythmika der Klasse Ia oder Ic. Eine Vergiftung mit Natriumkanalblockern führt zu QRS-Verlängerung, Hypotonie, Krampfanfällen, ventrikulären Herzrhythmusstörungen und kardiovaskulärem Kollaps. Die wichtigste

Behandlungsmaßnahme ist die intravenöse Verabreichung von Natriumbicarbonat. Vaughan-Williams-Medikamente der Klasse Ib (z.B. Lidocain) können ebenfalls hilfreich sein. Eine intravenöse Fettemulsion kann zur Behandlung einer lebensbedrohlichen Vergiftung mit Natriumkanalblockern eingesetzt werden, die auf andere Therapien nicht anspricht.

Symphathomimetika

Das Kennzeichen einer symphathomimetischen Vergiftung ist eine erhöhte Aktivität des adrenergen Nervensystems. Amphetamine, Cathinone und einige synthetische Cannabinoid-Rezeptor-Agonisten verursachen symphathomimetische Vergiftungen. Kliniker sind nur selten in der Lage, festzustellen, welche spezifische Substanz verwendet wurde, und die Behandlung muss auf der Grundlage der vorliegenden Anzeichen und Symptome und der begrenzten verfügbaren Anamnese erfolgen. Symphathomimetische Vergiftungen können Tachykardie, Bluthochdruck, Unruhe, Krampfanfälle, Hyperthermie,



Rhabdomyolyse, metabolische Azidose, Myokardinfarkt, Stresskardiomyopathie (Takotsubo) und Herzstillstand verursachen. Sofortige Behandlung für lebensbedrohliche sympathomimetische Vergiftungen ist die Sedierung zur Behandlung der Unruhe. Obwohl eine vorübergehende Fixierung oft erforderlich ist, ist eine längere Fixierung ohne Sedierung potenziell schädlich.

Patienten mit lebensbedrohlicher Hyperthermie sollten schnell von außen gekühlt werden. Eintauchen und Verdunstungskühlung sind effektiver als Kühldecken, das Anlegen von Kältepacks oder endovaskuläre Kühlgeräte. Vasodilatoren (z. B. Phentolamin und/ oder Nitrite) können verwendet werden, um koronare Vasospasmen zu behandeln, die nach der Sedierung fortbestehen. Patienten mit refraktärem kardiogenem Schock benötigen möglicherweise eine mechanische Kreislaufunterstützung, wie z. B. eine intra-aortale Ballonpumpe oder VA-ECMO.

Venoarterielle extrakorporale Membranoxygenierung

VA-ECMO ist eine Wiederbelebungsmaßnahme, die sowohl das Herz als auch die Lunge unterstützt. Bei Vergiftungen behandelt die VA-ECMO den refraktären kardiogenen Schock, indem sie den Kreislauf mechanisch unterstützt, während das schädliche Gift eliminiert wird. Vergiftete Patienten können ideale Kandidaten für eine vorübergehende VA-ECMO-Unterstützung sein, da der natürliche Verlauf einer Medikamentenüberdosierung in Ermangelung einer dauerhaften Schädigung der Endorgane eine Erholung durch die renale, hepatische oder extrakorporale Clearance des Toxins ist.

Der Einsatz der VA-ECMO bei vergifteten Patienten wird durch die Verfügbarkeit, die Logistik des Transports, die Komorbiditäten des Patienten und die mit dem Verfahren verbundenen erheblichen Risiken eingeschränkt. Sowohl die Pathophysiologie der spezifischen Vergiftung als auch die klinischen Merkmale des Patienten müssen bei der Entscheidung über die Einleitung der VA-ECMO berücksichtigt werden. Insbesondere korrigiert die VA-ECMO in der Regel nicht den distributiven Schock oder kehrt die zelluläre Schädigung um. Ein multidisziplinärer Ansatz, einschließlich der Konsultation einer Giftnotrufzentrale oder eines medizinischen Toxikologen, ist hilfreich, um die Angemessenheit der VA-ECMO in bestimmten Fällen zu bestimmen.

Literatur

1. Lavonas EJ, Akpunonu PD, Arens AM, et al; for the American Heart Association. 2023 American Heart Association focused update on the management of patients with cardiac arrest or life-threatening toxicity due to poisoning: an update to the American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. Published online September 18, 2023. doi: 10.1161/CIR.0000000000001161
2. Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, et al. Part 3: adult basic and advanced life support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020;142(16 suppl 2):S366-S468. doi: 10.1161/CIR.0000000000000916
3. Topjian AA, Raymond TT, Atkins D, et al. Part 4: pediatric basic and advanced life support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020;142(16 suppl 2):S469-S523. doi: 10.1161/CIR.0000000000000901
4. Chan BS, Isbister GK, Chiew A, Isoardi K, Buckley NA. Clinical experience with titrating doses of digoxin antibodies in acute digoxin poisoning (ATOM-6). *Clin Toxicol (Phila)*. 2022;60(4):433-439. doi: 10.1080/15563650.2021.1968422
5. Dezfulian C, Orkin AM, Maron BA, et al. Opioid-associated out-of-hospital cardiac arrest: distinctive clinical features and implications for health care and public responses: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143(16):e836-e870. doi: 10.1161/cir.0000000000000958

