

HANDLUNGSEMPFEHLUNG



Sicherer Umgang mit konzentrierten Kaliumchloridlösungen

Eine Maßnahmensammlung zur Vorbereitung von individuellen Handlungsempfehlungen



**AKTIONSBÜNDNIS
PATIENTENSICHERHEIT**

Vorwort

Die vorliegende Handlungsempfehlung stellt eine Sammlung von möglichen Maßnahmen zum sicheren Umgang mit konzentrierten Kaliumchloridlösungen dar. Ziel dieser Handlungsempfehlung ist es, die Aufmerksamkeit für Risikosituationen im Umgang mit konzentrierten Kaliumchloridlösungen zu schärfen und einen sicheren Umgang damit zu unterstützen. Neben den hier aufgeführten Empfehlungen gelten weiterhin die allgemeinen Regeln für den sicheren Umgang mit Arzneimitteln.

Die Handlungsempfehlungen bedürfen bei der Implementierung der Anpassung an interne Vorgaben des Qualitäts- und Risikomanagements; sie wollen und können diese Vorgaben nicht ersetzen. Die Handlungsempfehlungen stehen den Gesundheitseinrichtungen und den in der Gesundheitsversorgung tätigen Fachpersonen somit als Grundlage zur Verfügung und sollen bei der Erstellung betriebsinterner Richtlinien Unterstützung geben. Die spezifische Ausgestaltung und Anwendung entsprechend den jeweils geltenden Sorgfaltspflichten liegen in der ausschließlichen Eigenverantwortung der hier fachlich geeigneten Leistungserbringer.

Das bedeutet, dass es sinnvoll und notwendig ist, dieses Dokument und die darin vorgestellten Maßnahmen an lokale Gegebenheiten anzupassen, geeignete Maßnahmen auszuwählen und inhaltlich adäquat auszugestalten.

INHALT

Vorwort	2
Zielgruppe	4
1 Kurzüberblick/Zusammenfassung	4
2 Einleitung	6
3 Empfehlungen für die Apotheke	10
4 Empfehlung für Station und Funktionsbereiche	15
(Ärzt:innen/Pflegefachpersonen/Apotheker:innen)	
5 Empfehlungen für pharmazeutische Unternehmen	19
6 Übergeordnete Empfehlungen	21
Literaturverzeichnis	23
Danksagung und Kommentierung	26
Impressum	27

Zielgruppe

Das Dokument richtet sich an alle, die konzentrierte Kaliumchloridlösungen (KCl) herstellen, verschreiben, abgeben und verabreichen: Ärzt:innen, Apotheker:innen, Pflegefachpersonen, Hebammen, pharmazeutische Unternehmen und alle weiteren am Medikationsprozess Beteiligten.

Da mit einer i.v. Kaliumgabe vorwiegend stationär zu rechnen ist, richten sich die Empfehlungen vorwiegend an die im stationären Sektor tätigen Vertreter:innen der Berufsgruppen.

1 Kurzüberblick/Zusammenfassung

Kaliumchlorid wird als Elektrolytzusatz in Infusionslösungen verwendet, um Kaliummangelzustände zu therapieren, insbesondere bei hypochlorämischer Alkalose. Auf dem deutschen Arzneimittelmarkt sind Kaliumchloridkonzentrate 14,9%ig oder 7,46%ig verfügbar, die für die periphervenöse Anwendung nur verdünnt als Zusatz zu Infusionslösungen in einer Konzentration von maximal 40mmol Kalium/l angewendet werden dürfen [Fachinformation 2021; Fachinformation 2014]. In der intensivmedizinischen Anwendung wird auch eine unverdünnte Gabe von Kaliumchloridkonzentrat 7,45% in Perfusoren praktiziert, die allerdings unter Monitoring (kontinuierliches Elektrokardiogramm (EKG) mit engmaschigen Kontrollen des Serumkaliumwerts) erfolgt. [Wilhelm 2013].

Diese konzentrierten Kaliumchloridlösungen zur intravenösen Anwendung nach Verdünnung (periphervenöse Gabe) oder unverdünnt via Infusionspumpen (Perfusor) unter intensivmedizinischer Überwachung sind Gegenstand dieser Handlungsempfehlung.

Trotz der in der Literatur beschriebenen Erkenntnis, dass intravenös zu verabreichende Kaliumchloridlösungen Hochrisikoarzneimittel darstellen, existiert noch keine deutschsprachige Handlungsempfehlung. Diese Lücke soll mit dieser Arbeit insofern geschlossen werden, als dass ausgehend von einer Literatursuche (inter-)nationale Empfehlungen zum Umgang mit konzentrierten Kaliumchloridlösungen zusammengetragen wurden. Diese Übersicht soll somit die Ableitung von institutionsspezifischen Empfehlungen zum Umgang mit KCl erleichtern.

Methodisches Vorgehen

Grundlage für diese Handlungsempfehlung war sowohl eine händische Suche in den üblichen Suchmaschinen des Internets nach bereits bestehenden Publikationen anderer Patientensicherheitsorganisationen als auch eine Schlagwortsuche in der Datenbank der US National Library of Medicine National Institutes of Health (Pubmed, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>). In der Pubmed-Suche wurden die Suchworte ‚Potassium Chloride‘ AND ‚medication errors‘ OR ‚medication error‘ OR ‚administration‘ OR ‚medication error‘ AND ‚potassium chloride‘. Die Suchstrategie ist in der nachfolgenden Abbildung 1 grafisch dargestellt.

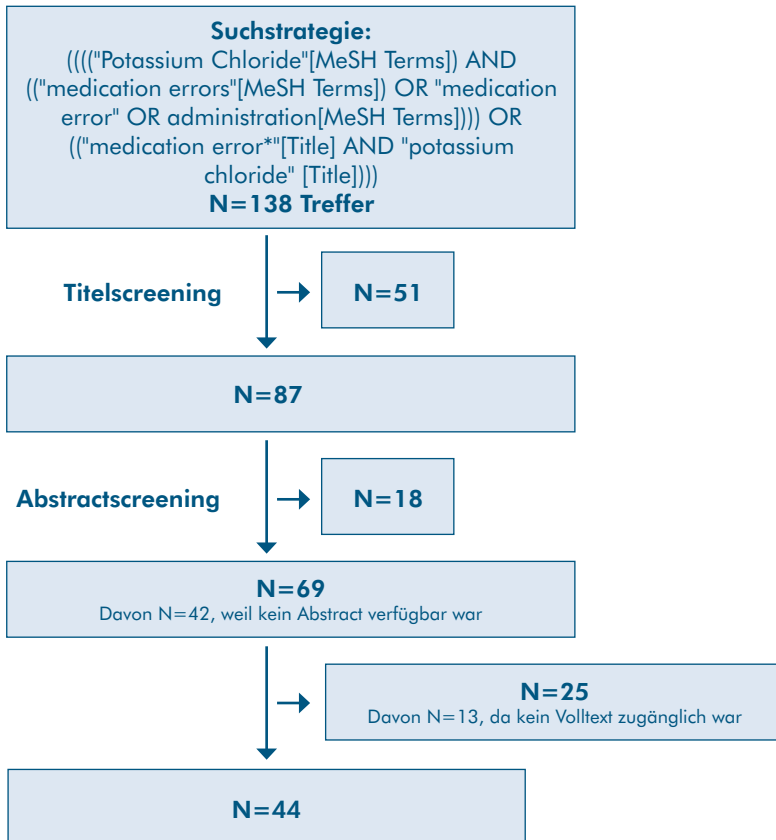


Abb. 1: Darstellung der Suchstrategie als Flussdiagramm

Von 69 Volltexten mussten 13 Volltexte ausgeschlossen werden, da kein Zugriff möglich war. Beim Lesen des Volltextes wurden weitere 12 Volltexte ausgeschlossen, da der Volltext sich beim Lesen als unpassend herausstellte. Somit wurden 44 Publikationen in die Erstellung der Handlungsempfehlung einbezogen.

In den üblichen Suchmaschinen des Internets wurde auf deutsch und englisch recherchiert. Daher wurden zusätzlich relevante Publikationen folgender Patientensicherheitsorganisationen berücksichtigt:

- NHS National Patient Safety Agency (UK; www.npsa.nhs.uk)
- The Australian Commission on Safety and Quality in Health Care (Australien; <http://www.safetyandquality.gov.au>)
- Institute for Safe Medication Practices (USA; www.ismp.org/MERP)
- Institute for Safe Medication Practices Canada (Canada; www.ismp-canada.org)
- Stiftung für Patientensicherheit (Schweiz; www.patientensicherheit.ch)
- Weltgesundheitsorganisation High 5's Projekt (weltweit; WHO; <https://www.who.int/patientsafety/topics/high-5s/en/>)
- International medication safety network (www.intmedsafe.net)

2 Einleitung

Seit einigen Jahren gibt es immer wieder Fallberichte zum falschen Umgang mit intravenös zu verabreichenden konzentrierten Kaliumchloridlösungen. Die möglichen Fehler sind vielschichtig und können beispielsweise durch Verwechslungen, fehlende Verdünnung oder fehlende Therapieschemata entstehen. Findet zum Beispiel eine versehentliche unverdünnte Applikation von konzentriertem Kaliumchlorid statt, ist mit schwerwiegenden Folgen für die Patientin bzw. den Patienten (Herzrhythmusstörungen, Herzstillstand, Kammerflimmern, Reanimation, ggf. tödlicher Verlauf) zu rechnen. Wie die Stiftung Patientensicherheit Schweiz in ihrem ‚Quick-Alert‘ beschreibt, so ist es meistens ‚klinisch unmöglich, die Wirkung von konzentrierten KCl-Lösungen rückgängig zu machen, weshalb häufig fatale Folgen für die Patientin bzw. den Patienten unausweichlich sind‘ [Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010].

Im internationalen Kontext wurden Kaliumkonzentrate zur Injektion als Hochrisikoarzneimittel eingestuft und u.a. auf der ‚ISMP-List of High-Alert Medications in acute care settings‘ aufgeführt [ISMP 2018].

Es gibt eine Reihe von Fallberichten in internationalen CIRS-Datenbanken. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat bereits im Jahr 2006 das Thema als eins der fünf Themen der Initiative ‚High 5s Action on Patient Safety‘ unter dem Stichwort ‚Concentrated injectable medicines‘ aufgegriffen. In diesem Projekt wurde ein ‚standardized operating protocol (SOP)‘ entwickelt, welches sich explizit, neben unfraktioniertem Heparin und injizierbarem Morphin, auf konzentrierte Kaliumchloridlösungen bezieht [WHO 2008a].

Bereits 1985 wird in ‚The Lancet‘ von Todesfällen aufgrund der Verwechslung von identisch großen Kaliumchlorid-Ampullen mit Natriumchlorid-Ampullen und versehentlichen intravenösen Anwendung von konzentriertem Kaliumchlorid berichtet. Hier wurde bereits erwähnt, dass eine Firma die Ampullen modifizierte, um die Verwechslungsgefahr zu minimieren [Hawkins 1985].

Die ‚Joint commission for the Accreditation of Healthcare Organisations‘ in den USA bezeichnet Kaliumchlorid-Konzentrat als den Arzneistoff, der am häufigsten an tödlich verlaufenden Ereignissen beteiligt war, beruhend auf einer 2-Jahres-Erhebung zu ‚clinical errors‘. Zehn Ereignisse wurden im Detail betrachtet, bei denen der Tod eines Patienten als direkte Folge einer Fehladministration von konzentriertem Kaliumchlorid eingeschätzt wurde. Im Zeitraum von 1993 bis 1996 wurden in Kanada weitere 23 Fälle untersucht – mit ähnlichen Ergebnissen [NHS 2018].

Eine Abschätzung der Inzidenz an Medikationsfehlern durch Kaliumchlorid für Deutschland ist uns nicht bekannt, es wird aber von einer hohen Dunkelziffer ausgegangen. Es finden sich jedoch Fallberichte in den Critical Incidence Reporting Systems (CIRS), von denen eine Auswahl im Folgenden exemplarisch abgedruckt sind.

Fallbericht 1

„Ein Patient wurde auf einer Intensivstation betreut und es erfolgte eine Blutentnahme aus dem zentralvenösen Katheter (ZVK). Nach der Entnahme wurde der ZVK mit 10 ml Kaliumchlorid statt Natriumchlorid vom Arzt durchgespült. Beide Glasflaschen sahen sich sehr ähnlich und standen nebeneinander am Patientenbett. Über einen entstandenen Patientenschaden wurde nicht berichtet.“

Quelle: CIRSmedical.de-Plus Fall-Nr: 35577

Fallbericht 2

„Ein Patient soll 20 mval KCl in 500 ml NaCl 0,9 % erhalten. Im Beipackzettel wird empfohlen, die Infusion mit einem Infusomaten zu verabreichen. Eine Pflegende hat auf die fehlende Laufgeschwindigkeit und die entsprechende Applikation per Infusionspumpe hingewiesen. Die Anordnung konnte vom ärztlichen Dienst korrigiert werden, bevor die Flüssigkeit infundiert wurde.“

Quelle: CIRSmedical.de-Plus Fall-Nr: 163171

Fallbericht 3

„Verwechslung von KCl und NaCl bei Vorbereitung einer Kurzinfusion, bei der eine Kurzinfusion eines Antibiotikums in 100ml KCl aufgelöst wurde. Die Verwechslung wurde erst beim Entsorgen gemerkt, führte jedoch zu keinem Schaden, da die Flasche nicht angehängt wurde.“

Quelle: KH-CIRS-Netz Deutschland 2.0. Fall des Monats Januar 2011

In mehreren Ländern wurden bereits Empfehlungen zum Umgang mit intravenös anzuwendendem Kaliumchlorid veröffentlicht, die bei der Erstellung dieser Handlungsempfehlung berücksichtigt wurden [siehe Kurzübersicht, Methodisches Vorgehen]. Für Deutschland gibt es bisher keine entsprechende Handlungsempfehlung, weshalb die AG Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS) des Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V. vom Vorstand des APS mit der Erstellung beauftragt wurde.

Nach derzeitigem Stand gibt es auf dem deutschen Arzneimittelmarkt für die intravenöse Kaliumsubstitution nur Konzentrate, die vor Applikation zwingend verdünnt werden müssen. Eine Applikation mit Infusionspumpen (Perfusoren) auf intensivmedizinischen Stationen stellt hier eine Ausnahmesituation dar, die durch ein entsprechendes Monitoring begleitet werden muss (Serumkaliumwert; EKG).

Die vorliegende Handlungsempfehlung soll für alle am Medikationsprozess Beteiligten, die konzentrierte Kaliumchloridlösungen herstellen, verschreiben, abgeben und verabreichen, Möglichkeiten aufzeigen, geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu implementieren.

Im ersten Abschnitt der Handlungsempfehlung (Kapitel 3-5) sind die Empfehlungen zum sicheren Umgang mit Kaliumkonzentraten auf die Arbeitsbereiche Apotheke, Station/Funktionsbereiche, pharmazeutische Unternehmen bezogen dargestellt. In Kapitel 6 finden sich übergeordnete Empfehlungen. Dabei können gleiche Empfehlungen mehrmals aufgeführt werden, wenn sie für den jeweiligen Fachbereich relevant sind.

Hinweis:

Diese Handlungsempfehlung soll Ihnen eine Hilfestellung bieten. Sie ist **nicht als Checkliste** zu verstehen, bei der alle oder eine Mindestanzahl an Durchführungsschritten zu erfüllen sind.

Auch können je nach haus-individuellen Gegebenheiten weitere oder andere Aspekte zu berücksichtigen sein.

3 Empfehlungen für die Apotheke

Allgemeine Hinweise

Da intravenös zu verabreichendes Kaliumchlorid in den allermeisten Situationen im stationären Bereich zur Anwendung kommt, sind insbesondere Krankenhausapotheken und krankenhausversorgende Apotheken gefragt, um wirksame Sicherheitsmaßnahmen zur Fehlervermeidung zu implementieren. Hier gilt es bereits durch Maßnahmen im Einkauf, in der Logistik, Belieferung und ggf. auch Herstellung applikationsfertiger Zubereitungen den richtigen Umgang mit konzentrierten Kaliumchloridlösungen sicherzustellen.

Auch die Vermeidung von Arzneimittelverwechslungen erfordert Maßnahmen sowohl vor und nach der Zulassung von Arzneimitteln, als auch innerhalb des eigenen Apothekenbetriebs in den Herstellungsbereichen.

Sowohl das Bestellen und Einräumen von Arzneimitteln als auch die Vorbereitung von Arzneimitteln zur Applikation bedarf eines hohen Maßes an Übung und vor allem Konzentration, um Verwechslungsfehlern vorzubeugen. Das häufig in Studien genannte „Vier-Augen-Prinzip“ wird in dieser Handlungsempfehlung durch die Begriffe Einzel- bzw. Doppelkontrolle ersetzt, gemäß der Handlungsempfehlung von Pfeiffer et al. 2018 [Pfeiffer 2018].

Die Apotheke soll Meldungen von (Beinahe-)Fehlern gegenüber immer offen sein und diese an die entsprechenden Institutionen weitermelden.

Arzneimittleinkauf

- Bewertung der Produkt-Palette an in der Apotheke verfügbaren Arzneimitteln mit konzentriertem Kaliumchlorid und vorgemischten KCl-Lösungen, insbesondere Rationalisieren der verfügbaren Konzentrationen, und Sicherstellen, dass eine ausreichende Versorgung für jeden Bereich besteht [ACSQHC 2003; WHO 2008b].
- Wann immer möglich, Verwendung industriell hergestellter, einsatzbereiter/vorgemischter KCl-Infusionslösungen die bereits in typischen Stärken für eine intravenöse Kaliumsubstitution verdünnt sind (ready-to-use), sonst

Herstellung in der Krankenhausapotheke. Das Konzentrat ist für Notfälle in Notaufnahmeeinheiten und Spezial-Abteilungen verfügbar [Cousins 1996; NHS 2002; IMSN 2019; Knox 2014; Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010; Fletcher 1997; Esmail 2005; WHO 2008b].

- Um sicherzustellen, dass Kaliumchlorid-Ampullen von anderen Ampullen eindeutig unterscheidbar sind, beim Einkauf der Arzneimittel auf eine gute Differenzierung zu anderen Produkten achten (z.B. unterschiedliche Ampullengröße, eindeutige Beschriftung, Tall-Man-Lettering; gefärbte Lösung, ggf. Bezug von anderem Hersteller um sound-alike und look-alike zu vermeiden; Nutzung DIVI-Farbcodierung; Anbringen eines zusätzlichen Warnetiketts durch die Apotheke auf Umverpackung) [DIVI 2012; Johnston 2004; Knox 2014; Kothari 2012; WHO 2008 b; ISMP Canada 2005; Tubman 2005; Esmail 2005; McCoy 2005].

Logistik

- Lokale Durchführung einer Failure-Mode and Effect analysis (FMEA) zur Erarbeitung von geeigneten Lagerbedingungen [Runy 2004].
 - Analyse der Belieferungskette, Implementierung zusätzlicher Sicherheitsstandards, z.B.
 - Änderung des Bestellstatus für ein Arzneimittel von ‚gelistet‘ auf Sonderanforderung (begrenzter Zugriff, Sensibilisierung Verwechslungsgefahr),
 - Einzel- bzw. Doppelkontrolle (oft bezeichnet als „Vier-Augen-Prinzip“), z.B. bei Bestellung hochdosierter KCl-Lösungen und bei Berechnung der Konzentration. Bei Dosisberechnungen sollte immer eine Doppelkontrolle erfolgen [APS 2020b; Pfeiffer 2018],
 - Freigabe durch Apotheker:in,
 - Rücksprache mit einer Apothekerin bzw. einem Apotheker, wenn keine standardmäßigen KCl-Zubereitungen verordnet werden. Beim Verschreiben sollen die verfügbaren vorgemischten KCl-i.v.-Lösungen berücksichtigt werden [ISMP Canada 2005],
 - keine mündliche Bestellung [McCoy 2005; Dominguez 2005; White 2005].

- Evaluieren und Umsetzen geeigneter Praktiken/Maßnahmen, um KCl in der Apotheke zu bevorraten, um Substitutionsfehler auszuschließen, z.B. getrennte Lagerplätze in der Apotheke um Verwechslungen bei der Belieferung zu verhindern; optimaler Weise erfolgt eine Kontrolle der Kommissionierung über eine Erkennungseinheit [Kothari 2012; ISMP Canada 2005; ACSQHC 2003; Esmail 2005].
- Verwendung von Barcodes zur Verifizierung bei Abgabe um Lagerungs-/Beförderungsfehler zu vermeiden, Nutzung EDV-gestützter Bestellsysteme, Abkürzungen sind klar im Qualitätsmanagement-System definiert. Warnungen bei Unstimmigkeiten bei der Verifizierung sind auch in der Software implementiert [McCoy 2005; Fletcher 1997; Trooskin 2002].
- Standardisieren der Verordnungen [APS 2020a] und der Bestellungen über klar vordefinierte Bestellvorlagen für konzentrierte i.v. Medikation mit einem kompletten und eindeutigen Bestellsystem für Station/Funktionsbereich und Apotheke [WHO 2008b; White 2005; Runy 2004; Esmail 2005; Ofek 2016]. Bei nicht standardisierter Bestellung erfolgt eine Rücksprache der Apothekerin bzw. des Apothekers mit der anfordernden Stelle; Bestellung sollte Daten zur Gesamtdosis, Volumen der Verdünnung, Infusionsrate, Laufzeit, Trägerlösung usw. enthalten [Kothari 2012; APS 2020a].
- Lagerhaltung von konzentrierten KCl-Lösungen nur in der Apotheke. Eine Lagerhaltung ausserhalb der Apotheke sollte nur erfolgen, sofern spezielle Sicherungsvorkehrungen getroffen wurden und eine intravenöse Kaliumgabe notwendig und häufig ist [JCAHO 2001; JCAHO 1998].
- Bei Notfallmedikation von KCl besonderen Bestellvorgang für schnelle Bereitstellung etablieren; z.B. Entnahmeverfahren aus Notdepot; Verdünnung konzentrierter Lösungen auf Station unter Einhaltung bestimmter sichernder Maßnahmen [Zhu 2016].

Arzneimittelinformation

- Ausarbeitung eines Versorgungskonzeptes und klarer Richtlinien/Leitlinien zum Gebrauch von KCl in Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen der Einrichtung, um die Lagerung und Versorgung mit für die Abteilungen notwendigen 'vorgemischten KCl i.v. Lösungen' zu gewährleisten [ISMP Canada 2005; Kothari 2012; ACSQHC 2003].

- In den Leitlinien, die interdisziplinär erstellt werden sollten, sollte definiert sein:
 - Nutzung von oralem Kalium statt i.v., wann immer klinisch möglich [ISMP Canada 2005; Tubman 2005; ISMP 2005; Zhu 2016; ACSQHC 2003],
 - Maximaldosierungen festlegen [Barras 2014; Sladdin 2006; Esmail 2005],
 - erlaubte maximale Konzentration von KCl in einer i.v. Lösung, maximale Infusionsrate und Verdünnungen festlegen [ISMP Canada 2005; Tubman 2005; ACSQHC 2003; Hadaway 2000; APS 2020a],
 - Standardisierung der Verordnungspraktiken, die zu den verfügbaren vorgemischten KCl-Lösungen passen [ISMP Canada 2005; APS 2020a],
 - bei der Verdünnung auf gute Durchmischung achten, um Pooling zu vermeiden [ISMP Canada 2005],
 - Maximale stündliche und tägliche Grenzwerte von KCl festlegen, die eine Patientin/ein Patient bekommen darf [ISMP Canada 2005],
 - Festlegung von Patientenmonitoring in Abhängigkeit von der verwendeten Infusionsrate und -konzentration [ISMP Canada 2005; Tubman 2005],
 - Evaluation der Notwendigkeit und/oder Möglichkeit einer automatischen Substitutionspolitik unter Berücksichtigung einer bevorzugten oralen Kaliumsubstitution [ISMP Canada 2005; APS 2020a],
 - die Einheit, die für eine Dosierung genutzt wird, sollte eindeutig und nicht missverständlich sein, z.B. mmol [Dominguez 2005; APS 2020a].

Eigenherstellung in der Apotheke

- Eine zweite qualifizierte Person soll bei jeder Zubereitung, die aus konzentriertem Kaliumchlorid oder anderen starken Kaliumlösungen hergestellt wird, immer eine Prüfung durchführen, ob das korrekte Produkt, Dosierung, Verdünnung, Mischung und Etikettierung während der Zubereitung verwendet wird. Unmittelbar vor intravenöser Verabreichung der Lösung soll dies erneut kontrolliert werden. Dies sollte in einer Checkliste

bzw. einem Herstellungsprotokoll dokumentiert werden. Diese Checkliste bzw. dieses Herstellungsprotokoll sollte Aufzeichnungen zu Konzentrationsberechnungen und der gewählten Infusionsgeschwindigkeit beinhalten. Einzel- bzw. Doppelkontrolle, z.B. Überprüfen ob das Produkt, die Dosis, die Konzentration, die Etikettierung, die Applikationsform, die Infusionsrate mit der ärztlichen Anordnung übereinstimmen (oft bezeichnet als „Vier-Augen-Prinzip“) [NHS 2002; Cohen 1990; Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010; APS 2020b, Pfeiffer 2018].

- Anwendungs-/Herstellungs-Leitlinien beachten [Wetherton 2003; APS 2020a].
- Bei der Verdünnung auf gute Durchmischung achten, um Pooling zu vermeiden [ISMP Canada 2005].
- Es soll eine Standardisierung der Wirkstoffkonzentrationen innerhalb der Klinik erfolgen [APS 2020a]. Diese Standardlösungen sollen bevorzugt von der pharmazeutischen Industrie hergestellt werden. Wenn vorgemischte, ready-to-use Zubereitungen in der notwendigen Konzentration nicht auf dem Arzneimittelmarkt als Fertigarzneimittel verfügbar aber absolut notwendig sind, sollen vorgemischte, ready-to-use-Zubereitungen in der Apotheke hergestellt werden. Hierzu soll ggf. das Angebot an vorgemischten Lösungen für die Stationen erweitert werden und für Stationen/Funktionsbereiche ein Hinweis auf direkte Bestellung von vorgefertigten Lösungen erfolgen; wann immer möglich soll die Bestellung von vorgefertigten Infusionen erfolgen [Tubman 2005, NHS 2002; ISMP Canada 2005; IMSN 2019; Kothari 2012; van de Vreede 2008].
 - Wo Einrichtung und Personal verfügbar, sollte die Apotheke im Rahmen der Zubereitung und Dispensierung steriler Zubereitungen vorgemischte Kaliumchloridlösungen herstellen, falls diese nicht kommerziell erhältlich sind. Andernfalls soll das Protokoll für sichere Vor-Ort-Zubereitung angewendet werden [ACSQHC 2003; IMSN 2019].
- Alle i.v. Kaliumzubereitungen (Minibags; Vials) sollen mit einem farblich auffälligen (ggf. fluoreszierenden) Warnetikett versehen werden, um diese besser unterscheiden zu können [Tubman 2005; Esmail 2005; ISMP Canada 2005; Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010].
 - Ein farblich auffälliges (ggf. fluoreszierendes) Warnetikett soll auf vorgemischten Minibags, die KCl enthalten, aufgebracht werden, die die Applikationsroute und die empfohlene Infusionsdauer beschreibt (z.B. ‚mindestens über 1 Stunde infundieren‘) enthält [ISMP Canada 2005].

4 Empfehlung für Station und Funktionsbereiche (Ärzt:innen/ Pflegefachpersonen/Apotheker:innen)

Allgemeine Hinweise

In der direkten Patientenversorgung ist die interprofessionelle Zusammenarbeit im Medikationsprozess von Ärzt:innen, Pflegefachpersonen und Apotheker:innen bedeutsam. Der ärztliche Dienst ist für die Indikationsstellung, die Verordnung und für die fortlaufende klinische Evaluation der Anwendung von Kaliumchlorid verantwortlich. Der pflegerische Dienst führt die Verabreichung (peripher venöser bzw. zentralvenöser Zugang) durch. Je nach Ablauf in der jeweiligen Institution fällt die Vorbereitung der Infusionslösung sowie die Bestellung und Lagerung von konzentriertem Kaliumchlorid in das Tätigkeitsfeld der Pflegefachperson. Im intensivmedizinischen Bereich ist eine Besonderheit, dass Pflegefachpersonen bei der fortlaufenden Evaluation einer KCl-Therapie aktiv mitwirken. Jede Krankenhausapotheke oder krankenhausesorgende Apotheke kontrolliert während der halbjährlichen Stationsbegehung, ob das Lagerungssystem übersichtlich und die vorrätige gehaltene Menge dem Bedarf angemessen sind [§ 14 Abs. 6 ApoG und § 32 ApBetrO]. In vielen Kliniken sind inzwischen Stationsapotheker:innen fester Teil des interdisziplinären Stationsteams, so dass regelmäßig die ärztlichen Anordnungen unter Beachtung der aktuellen Laborwerte, weiteren bestehenden Arzneimitteltherapien (Interaktionen, Inkompatibilitäten) sowie die Applikation überprüft werden und gegebenenfalls Änderungen zeitnah erfolgen können.

Das häufig in Studien genannte „Vier-Augen-Prinzip“ wird in dieser Handlungsempfehlung durch die Begriffe Einzel- bzw. Doppelkontrolle ersetzt, gemäß der Handlungsempfehlung von Pfeiffer et al. 2018 [Pfeiffer 2018].

Verordnung

- Eindeutige, schriftlich zu fixierende, möglichst digitale Verordnung in der elektronischen Patientenakte von intravenös zu applizierenden und möglichst Ready-to-use-KCl-Zubereitungen, um Sound-Alikes zu vermeiden [Pepper 1995, Quattrin 2011; ACSQHC 2003; NHS 2002; Tubman 2005; ISMP Canada 2005; Dominguez 2005].
 - Angabe der Verordnung in mmol inklusive klarer Handlungsanweisung zur maximalen Konzentration (mmol/ml), Applikation, Infusionsrate, Patienten-Monitoring [ACSQHC 2003; DIVI 2014; Quattrin 2001; Barras 2014; Trooskin 2002; White 2005; Dominguez 2005; JCAHO 1999, Kothari 2012; ISMP Canada 2005; APS 2020a]
 - mündliche Verordnung sind zeitnah zu verschriftlichen
- Rückfragepflicht der Pflegefachperson im Sinne der Durchführungsverantwortung und der Apothekerin bzw. des Apothekers im Rahmen einer Medikationsanalyse (Plausibilitätsprüfung) bei Unklarheiten oder nicht eindeutigen Verordnungen [Zhu 2016, ISMP Canada 2005; Tubman 2005; APS 2020a; Hadaway 2001; ACSQHC 2003]
- Klinikinternen Hypokaliämie-Standard festlegen (weitere Details siehe Kapitel 3, Apotheke Arzneimittelinformation)
- Standardisierte Verordnungen mit allen relevanten Angaben [APS 2020a]

Anforderung des Arzneimittels (siehe ergänzend auch Apotheke → Logistik)

- Bestellprozess für KCl definieren [Ofek 2016; Pepper 1995]
 - Notfallbestellungen ermöglichen z.B. über die Entnahme aus einem Notdepot oder Ähnliches [Kothari 2012]
- Einsatz vorgemischter KCl-Infusionen (Ready-to-use-Formulierung) bevorzugen (industriell oder auch durch die Apotheke hergestellt) [Barras 2014; Esmail 2005; Hadaway 2001; ISMP reports 1998; JCAHO 1999; Lankshear 2005; Ofek 2016; Quattrin 2011; Runy 2004; Sheldon 2010; Trooskin 2002; van de Vreede 2008; Cousins 2006]
 - klinik- und gegebenenfalls stationsintern sorgfältige Planung der Prozessumstellung auf vorgemischte Ready-to-use-KCl-Infusionen [ACSQHC 2003]

Aufbewahrung/Umgang auf Station/Funktionseinheit

- Keine Lagerhaltung konzentrierter KCl-Lösungen auf Station
 - nur gebrauchsfertige KCl-Lösungen verwenden [ACSQHC 2003; Barras 2014; Bonvin 2009; Cohen 1991; Esmail 2005; Quattrin 2011; Hadaway 2001; Lankshear 2005; Runy 2004; Sheldon 2010; Trooskin 2002; van de Vreede 2008; Davis 1995; ISMP reports 1998; JCAHO 1998; JCAHO 1999; JCAHO 2001; Cousins 1996; Knox 2014; Kothari 2012; Zhu 2016; Tubman 2005, Lilley 1997; Rudra 2010; IMSN 2019].
 - Ausnahmen sind z.B. für die Intensivstationen zu definieren
 - eine Verfahrensanweisung/Arbeitsanweisung unterstützt die sichere Verwendung
 - z.B. die Entnahme durch autorisiertes Personal
 - Checklisten [ACSQHC 2003; ISMP Canada 2005; Runy 2004]
- Mengenbegrenzung, verbrauchsadaptiert bei vorrätig gehaltenem konzentrierten KCl auf Station
 - Schulung des Personals im Umgang damit z.B. Vorbereitung, Dokumentation [WHO 2008 b; NHS 2002]
- Entwicklung von Sicherheitsstandards zur Lagerhaltung von KCl-Lösungen [Quattrin 2011; Bonvin 2009; Cohen 1991; van de Vreede 2008; Wetherton 2003; Tubman 2005; Cousins 2006; McCoy 2005; Kelly 1997; Zhu 2016; IMSN 2019; Runy 2004]:
 - separate Lagerung, getrennt von anderen Trägerlösungen → Verwechslungsrisiko minimieren [NHS 2002]
 - verschließbare und kontrollierbare Arzneimittelschränke [Kelly 1997; Lankshear 2005; Sheldon 2010; Lakhani 1985]
 - Entnahme nur mit Ausfüllen eines Protokolls
 - Kennzeichnung des Lagerfachs, inklusive Etiketten mit Warnungen an Lagerort sowie am Produkt
 - Beobachtung von bedarfsgerechten Entnahme, Verwendung und Wiederauffüllen des Vorrats [ACSQHC 2003]
- Erfolgt eine automatisierte Belieferung beispielsweise mittels Dispensierschränke, so kann auf Warnungen bei Fehlern in der Lagerung oder bei der Kontrolle des Bestandes frühzeitig reagiert werden [McCoy 2005].

Wenn eine individuelle Zubereitung notwendig ist, dann

- sollte nach Möglichkeit die Apotheke hinzugezogen werden [ACSQHC 2003].
 - Wenn kein pharmazeutisches Personal für die Zubereitung der Elektrolyt-Lösung zur Verfügung steht, darf nur eine ausgebildete und qualifizierte Person (pflegerisches oder ärztliches Personal) diese Lösung zubereiten [Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010]
- sollten nur entsprechend ausgebildete und qualifizierte Personen z.B. Pflegefachpersonen, Ärzt:innen Zugang zu konzentriertem KCl haben und Infusionslösungen zubereiten dürfen [ISMN 2019].
 - Einzel- bzw. Doppelkontrolle (oft bezeichnet als „Vier-Augen-Prinzip“) der Zubereitung durch eine zweite ausgebildete und qualifizierte Person auf Korrektheit, Dokumentation in einer Checkliste, inklusive Aufzeichnungen zu Konzentrationsberechnungen, der gewählten Infusionsgeschwindigkeit und prüfen ob das Produkt, die Dosis, die Konzentration, die Etikettierung, Applikationsform und Infusionsrate mit der ärztlichen Verordnung übereinstimmen. [Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010; Dominguez 2005, ACSQHC 2003; NHS 2002; Kelly 1997; Lankshear 2005; Cousins 2006; Runy 2004, Lilley 1997; JCAHO 1999; APS 2020b, Pfeiffer 2018]
- sollten Störungen bei der Medikationsbereitstellung und -zubereitung vermieden werden [Esmail 2005].

Applikation

- Implementierung einer Einzel- bzw. Doppelkontrolle (oft bezeichnet als „Vier-Augen-Prinzip“)
 - lokale Regelungen orientiert an den Abläufen im Medikationsprozess z.B. Zubereitung, Berechnungen, Verabreichung, Schnittstellen erforderlich [Lakhani 1987; Tubman 2005; APS 2020b; Pfeiffer 2018; Hadaway 2001]
- Zeit für eine Einzel-bzw. Doppelkontrolle (oft bezeichnet als „Vier-Augen-Prinzip“) einplanen [APS 2020b; Pfeiffer 2018].

Monitoring

- Ein kardiologisches Monitoring erfolgt nach Therapiestandard, empfohlen wird ab > 10 mmol/h. [Barras 2014; Hadaway 2000; Hadaway 2001]
- Maßnahmen zur Therapieüberwachung werden in den hausinternen Leitlinien aufgeführt (siehe Kapitel 3, Apotheke Arzneimittelinformation)

5 Empfehlungen für pharmazeutische Unternehmen

Allgemeine Hinweise

Auf dem deutschen Arzneimittelmarkt werden bisher nur konzentrierte Kaliumchlorid-Lösungen vertrieben. Alle Kaliumchlorid-Lösungen müssen vor der peripheren Anwendung verdünnt werden und stellen damit für den Anwender keine ready-to-use-Zubereitung dar, eine Ausnahme bildet die pumpengesteuerte, zentralvenös applizierte Korrekturtherapie auf Intensivstation [Fachinformation 2014; Wilhelm 2013].

Einige Kaliumkonzentrate sind in Ampullenform mit beispielsweise 20 ml Inhalt verfügbar. Dadurch besteht das Risiko eines Look-Alike, also einer Ähnlichkeit im Hinblick auf Größe des Behältnisses, Etikettierung, Menge oder Einfärbung der Lösung, was eine Verwechslungsgefahr insbesondere mit anderen, ähnlich volumigen Ampullen anderer Elektrolytlösungen darstellen können.

Zur besseren Unterscheidung konzentrierter Lösungen, insbesondere Kaliumchlorid 7,46% (oder 7,45% oder 1 Molar) von anderen Infusionszusätzen, wird auch blau eingefärbtes Kaliumchlorid 7,45% vertrieben [Kelly 1997; Fachinformation 2014], welches die Verwechslungsgefahr mit anderen ungefärbten Lösungen minimieren soll. Allerdings ist zu beachten, dass bei konzentriertem KCl in 50 oder 100ml Vials ein Verwechslungsrisiko mit Kurzinfusionen aufgrund der gleichen Flaschengröße besteht. Damit kann es zu einer Falschanwendung (fälschlicherweise unverdünnte Applikation) kommen. Die Herausforderung der korrekten Weiterverdünnung vor Anwendung besteht somit weiterhin.

Die SOP „Safe Management of concentrated injectable medicines“ der WHO empfiehlt explizit, die konzentrierten Lösungen durch „ready-to-use“ injizierbare Produkte zu ersetzen, die vor Anwendung nicht weiter verdünnt werden müssen [WHO 2008 a; WHO 2008 b].

- Herstellerinterne Prüfung der Produktpalette auf mögliche Verwechslungsrisiken (Look- und Sound-alikes) der Primär- und Sekundärverpackungen, insbesondere bei „Hochrisikowirkstoffen“ wie Elektrolytlösungen (hier z.B. Kaliumchlorid) [Lakhani 1987].
- Optimierung des Verpackungsdesigns der Arzneimittelverpackungen überwacht durch die Bundesoberbehörde (BfArM) bezüglich der
 - Farbauswahl unter Berücksichtigung der Umsetzung der DIVI-Empfehlungen und der DI-Norm [DIN26825] (Eyecatcher, auffälliges Design; DIVI-Farbcodierung) [Quattrin 2011; Lakhani 1985; Knox 2014]
 - Beschriftung = klare Deklaration (z.B. Verwendung des Tallman-Letterings, Schriftgröße [Davis, 1995]), vor allem die Dosis in den Vordergrund stellen [Knox 2014; Runy 2004; van de Vreede 2008; Wetherton 2003, Lakhani 1985; Davis 1995]
 - Verwendung unterschiedlicher Abdrehverschlüsse bei Plastikampullen
 - Berücksichtigung weiterer Signale aus den AMK-Berichtsbögen [BfArM 2019]
 - Verwendung von farblich auffälligen (ggf. fluoreszierenden) Warnetiketten [Quattrin 2011; Johnston 2004; Knox 2014; ISMP Canada 2005] wie z.B. „ACHTUNG konzentriertes KCl. Fatale Folgen bei unverdünnter Injektion. VERDÜNNEN notwendig vor Verwendung“, die auch die Applikationsroute und die empfohlene Infusionsdauer beschreibt (z.B. ‚mindestens über 1 Stunde infundieren‘) [Kothari 2012, ISMP Canada 2005].
- Ready-to-use-Kaliumchlorid-Lösung in Standardkonzentrationen (auch für die Pädiatrie) anbieten [Davis 1995; nach Romagnoni 1998; Ruda 2010; Tubmann 2005, van de Vreede 2008, ISMN 2019].
- Packungsgrößenbeschränkung, um das Risiko von Fehldosierungen zu minimieren.

6 Übergeordnete Empfehlungen

Allgemeine Hinweise

Neben den bereits beschriebenen Empfehlungen, die die einzelnen Prozessschritte betreffen, stellt sich die Frage, was die Einrichtungen tun können um den KCl-Prozess sicher(er) zu gestalten. Insbesondere das aktive Einbinden aller am Prozess beteiligten Mitarbeitenden ist ein zentrales Element um die bereits aufgeführten Empfehlungen in die tägliche Praxis umzusetzen. Nachfolgend werden daher die übergeordneten Empfehlungen ausgeführt, die auch einen Beitrag zum sicheren Einsatz von Kaliumchlorid leisten können.

Allgemein

- Einführung eines Risikomanagements inklusive Risikomanagers zur Prävention
 - gezielte Betreuung/Einarbeitung unerfahrener Mitarbeitenden zum Umgang mit KCl
 - Auffrischung von Wissen wie z.B. den Umgang mit KCl (Standards, Bestellung, Lagerung usw.) [Pepper 1995]
- Einführung und Etablierung allgemeiner Leitlinien und Empfehlungen durch nationale Gesellschaften [van de Vreede 2008]
 - Interdisziplinäre Erarbeitung einer SOP für die Verordnung von KCl-Präparaten [Runy 2004]
- (einmalig) Failure-Mode and Effect analysis (FMEA) zur Lagerung von KCl durchführen [Runy 2004]
- Jede patientenführende Abteilung/Klinik soll einem Review von Ärzt:innen, Pflegefachpersonen und Apotheker:innen unterzogen werden. Hierbei sollen folgende Ziele verfolgt werden, um potentielle Risiken aufzudecken [ISMP Canada 2005; ACSQHC 2003]:
 - Identifikation, ob konzentrierte KCl-Präparate verfügbar sind
 - Planen und organisieren, ob konzentrierte KCl-Präparate aus dem Bereich entfernt werden können

- Lagerung von vorgemischten KCl-Lösungen separat von zusatzfreien Elektrolytlösungen
- Wenn konzentrierte KCl-Präparate vorrätig gehalten werden müssen, sollen geeignete Maßnahmen umgesetzt werden, um einen sicheren Umgang damit zu gewährleisten (z.B. getrennte/abgeschlossene Aufbewahrung, doppeltes Verifizieren bei Entnahme)

Schulung/Sensibilisierung

- Alle Mitarbeitenden, die in den Medikationsprozess involviert sind (wie Pflegefachpersonen, Ärzt:innen, pharmazeutisches Personal), sollen regelmäßig in speziellen Schulungen in den 6-R(ights)-Regeln auf Risiken, die mit der Verordnung, Zubereitung und der Verabreichung von konzentrierten Elektrolyt-Lösungen (z.B. KCl) verbunden sind, hingewiesen werden [Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010; van de Vreede 2008; NHS 2002; ACSQHC 2003; Sheldon 2010; White 2005; WHO 2008 b; Esmail 2005; Lilley 1997; AWO 2018]
 - Compliance während der Schulung und die Zeit danach sollen gemonitort werden, Evaluation der eingeführten Maßnahmen [van de Vreede 2008; ACSQHC 2003]
- Ernennung/Gründung eines übergeordneten, multidisziplinären Teams, welches
 - Medikationsfehler bezüglich Kaliumchlorid reduziert,
 - Risikoevaluation und -vermeidungsstrategien (risk evaluation and mitigation strategy = REMS) implementiert
 - klinikweit Optimierungen umsetzt,
 - Probleme direkt an das Risikomanagement kommuniziert. [ISMP Canada 2005; ACSQHC 2003; Knox 2014]

Literaturverzeichnis

ACSQHC (Australian Commission on Safety and Quality in Health Care; former: Australian Council for Safety and Quality in Health Care) (2003). Medication alert. Intravenous POTASSIUM CHLORIDE can be fatal if given inappropriately. Verfügbar unter: <https://www.safetyandquality.gov.au/sites/default/files/2021-08/high-risk-medication-alert-intravenous-potassium-chloride-2003.pdf>

Aktionsbündnis Patientensicherheit (2020a). Handlungsempfehlung Gute Verordnungspraxis in der Arzneimitteltherapie. Verfügbar unter: https://www.aps-ev.de/wp-content/uploads/2020/06/HE_AMTS_Verordnungspraxis_Langfassung_02.pdf

Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V. (Hrsg) (2020b). „Vier-Augen-Prinzip“ oder welche Kontrolle ist im akutstationären Medikationsprozess sinnvoll? Verfügbar unter: https://www.aps-ev.de/wp-content/uploads/2020/11/APS-Arbeitsmittel_Vier-Augen-Prinzip_AMTS.pdf

ApoG (Apothekengesetz). Apothekengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Oktober 1980 (BGBl. I S. 1993), das zuletzt durch Artikel 8 Absatz 4 des Gesetzes vom 27. September 2021 (BGBl. I S. 4530) geändert worden ist. Verfügbar unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/apog/ApoG.pdf>

ApBetrO (Apothekenbetriebsordnung). Apothekenbetriebsordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 1995 (BGBl. I S. 1195), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 12. April 2022 (BGBl. I S. 681) geändert worden ist. Verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/apobetro_1987/ApBetrO.pdf

AWO Bundesverband e.V. (2018). Handlungsempfehlung Medikamentenmanagement AWO. Verfügbar unter: https://www.awo.org/sites/default/files/2018-05/AWO_Handlungsempfehlung_Medikamentenmanagement

Baehr M (2007). Vermeidung von Medikationsfehlern mit konzentrierten Kaliumlösungen. *Krankenhauspharmazie* 2007; 28:323-327

Barras M et al. (2014). Reducing the risk of harm from intravenous potassium: a multi-factorial approach in the haematology setting. *J Oncol Pharm Pract* 20(5): 323-331.

Bonvin A et al. (2009). [Accidental intravenous injection of potassium chloride: analysis of contributing factors and barriers to risk reduction]. *Ann Fr Anesth Reanim* 28(5): 436-441.

Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (2019). Bulletin zur Arzneimittelsicherheit – Medikationsfehler in der Praxis: Die Bedeutung von Look- und Soundalikes als Mitursache von Medikationsfehlern. Verfügbar unter: https://www.bfarm.de/DE/Aktuelles/Publikationen/Bulletin/Archiv/_node.html;jsessionid=13316D7CBAEE8131489C9912B901C6E7.intranet671 (zuletzt eingesehen am 25.07.2021)

Cohen MR (1987). Medication errors. Improperly mixed i.v. additives. *Nursing* 17(5): 16

Cohen MR (1990). Potassium chloride injection mix-up. *Am J Hosp Pharm* 47(11): 2457-2458

Cohen, MR (1991). Keep potassium chloride off your unit. *Nursing* 21(12): 10.

Cousins D and Upton D (1996). Drug administration: that dreaded moment. *Nurs Times* 92(38): 48-49

Davis NM (1995). Med errors. Potassium perils. *Am J Nurs* 95(3): 14

Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) (2012). Farben für DIVI-Standard-Spritzenetiketten. Verfügbar unter: <https://www.divi.de/empfehlungen/publikationen/empfehlung-spritzenetiketten> (zuletzt eingesehen am 25.07.2021)

Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) (2014). Beschriftungsstandard für Spritzenetiketten. Verfügbar unter: <https://www.divi.de/empfehlungen/publikationen/empfehlung-spritzenetiketten> (zuletzt eingesehen am 25.07.2021)

Deutsche Industrie Norm (DIN) (2009): DIN-Norm 26825.

Dominguez TE and Portnoy JD (2005). A request means less. *Pediatr Crit Care Med* 6(1): 88-89

Esmail R et al. (2005). Using Healthcare Failure Mode and Effect Analysis tool to review the process of ordering and administrating potassium chloride and potassium phosphate. *Healthc Q 8 Spec No:* 73-80.

Fachinformationsverzeichnis Deutschland. Fachinfo-Service. Fachinformation Kaliumchlorid 7,45 % gefärbt Konzentrat zur Herstellung einer Infusionslösung. BBraun. Stand: Juli 2014. Verfügbar unter: www.fachinfo.de

Fachinformationsverzeichnis Deutschland. Fachinfo-Service. Kaliumchlorid 14,90% Braun Konzentrat zur Herstellung einer Infusionslösung. Stand: März 2021. Verfügbar unter: www.fachinfo.de

Fletcher CE (1997). Failure mode and effects analysis. An interdisciplinary way to analyze and reduce medication errors. *J Nurs Adm* 27(12): 19-26.

Hadaway LC (2000). Managing i.v. therapy: "high-alert" drugs keep nurse managers ever watchful. *Nurs Manage* 31(10): 38-40.

Hadaway LC (2001). How to safeguard delivery of high-alert i.v. drugs. *Nursing* 31(2): 36-41; quiz 42.

Hanisak J (1991). Similar packaging for heparin, potassium chloride, and 1% lidocaine by one drug manufacturer causes concern. *J Emerg Nurs* 17(6): 367-368

Hawkins C (1985). Hazard of potassium chloride solution. *Lancet* 2(8454): 552

Hawkins C (1987). Hazard of potassium chloride solution. *Br Med J (Clin Res Ed)* 294(6563): 54

Irvin A (2003). A potentially fatal mistake. *Am J Nurs* 103(12): 14; author reply 14.

IMSN (2019). Global Targeted Medication Safety Best Practice 3: Remove potassium concentrate injection from all inpatient drug storage nursing units. Available from: <https://www.intmedsafe.net/imsn-global-targeted-medication-safety-best-practices/global-targeted-medication-safety-best-practice-3/>

ISMP Canada (2005). Potassium Chloride Safety Recommendations. Available from: <https://www.ismp-canada.org/download/PotassiumChlorideSafetyRecommendations2005.pdf>

ISMP Institute for Safe Medication Practices (2018). ISMP List of High-Alert Medications in Acute Care Settings. Available from: <https://www.ismp.org/sites/default/files/attachments/2018-08/highAlert2018-Acute-Final.pdf> (zuletzt eingesehen am 25.07.2021)

ISMP reports (1998). Most hospitals removing KCl concentrate from patient units. *Am J Health Syst Pharm* 1;55(11):1098. doi: 10.1093/ajhp/55.11.1098. PMID: 9626365

JCAHO (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations) (1998). Medication error prevention--potassium chloride. *Sentinel Event Alert*(1): 1-2

JCAHO (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations) (1999). High-alert medications and patient safety. *Sentinel Event Alert*(11): 1-3.

JCAHO (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations) (2001). Medication error prevention: potassium chloride. *Int J Qual Health Care* 13(2): 155. doi: 10.1093/intqhc/13.2.155.

Johnston RV et al. (2004). Responding to tragic error: lessons from Foothills Medical Centre. *CMAJ* 170(11): 1659-1660

Kelly DJ et al. (1997). Dispensing with the KCl dispensing problem. *Anesth Analg* 84(2): 467

- KH-CIRS-Netz Deutschland 2.0 (2011). Fall des Monats „Januar 2011“: Verwechslung von KCl und NaCl bei Vorbereitung von Kurzinfusion. 2011. Available from: <https://kh-cirs.de/faelle/januar11.html>
- Knox CA et al. (2014). Potassium chloride for injection concentrate: time for a risk evaluation and mitigation strategy. *Am J Health Syst Pharm* 71(3): 238-242
- Kothari D et al. (2012). Potassium chloride: A high risk drug for medication error. *Indian J Anaesth* 56(1): 90-91
- Lakhani M (1987). Hazard of potassium chloride solution. *Br Med J (Clin Res Ed)* 294(6566): 248
- Lakhani M and Stewart WK (1985). Hazards of potassium chloride solution. *Lancet* 2(8452): 453
- Lankshear AJ et al. (2005). Evaluation of the implementation of the alert issued by the UK National Patient Safety Agency on the storage and handling of potassium chloride concentrate solution. *Qual Saf Health Care* 14(3): 196-201.
- Lilley LL and Guanci R (1997). Persistent potassium problems. *Am J Nurs* 97(6): 14
- McCoy LK (2005). Look-alike, sound-alike drugs review: include look-alike packaging as an additional safety check. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 31(1): 47-53.
- NHS (2018). Patient safety alert. Verfügbar unter: <https://www.sps.nhs.uk/wp-content/uploads/2018/02/2002-NRLS-1051-Potassium-PSA-2002-10-31-v1.pdf>
- Ofek F et al. (2016). Introducing a change in hospital policy using FMEA methodology as a tool to reduce patient hazards. *Isr J Health Policy Res* 5: 30
- Quattrin R et al. (2011). Evaluation of the adherence to a new potassium chloride storage and handling hospital protocol: an observational study. *Ann Ig* 23(1): 63-70
- Pepper GA (1995). Errors in drug administration by nurses. *Am J Health Syst Pharm* 52(4): 390-395
- Pfeiffer Y, Zimmermann C, Schwappach D (2018): (Doppel-) Kontrolle von Hochrisiko Medikation: eine Empfehlung Schweizer Spitäler [Hrsg.] Stiftung Patientensicherheit Schweiz, Schriftenreihe Nr. 10, S.1-106. Verfügbar unter: https://www.patientensicherheit.ch/fileadmin/user_upload/2_Forschung_und_Entwicklung/DOKO/Doppelkontrolle_Empfehlung_DE.pdf
- Romagnoni M et al. (1998). Life-threatening hyperkalaemia during a haemodialysis session: an avoidable risk. *Nephrol Dial Transplant* 13(10): 2480-2481
- Rudra P et al. (2010). NPSA recommendations on intravenous fluids. *Anaesthesia* 65(3): 307-308
- Runy LA (2004). A guide to the safer use of dangerous medications. High-Alert medications. *Hosp Health Netw* 78(9): 67-73, 62
- Shastay A (2014). ISMP medication errors. *Home Healthc Nurse* 32(7): 442
- Sheldon T (2010). Safety alerts on drugs--how trusts follow the rules. *J Health Serv Res Policy* 15 Suppl 1: 44-47
- Sladdin C and Lee G (2006). Safely treating hypokalaemia in high dependency cardiac surgical patients. *Nurs Crit Care* 11(6): 267-272
- Stiftung für Patientensicherheit (Schweiz) (2010). Quick-Alert: Gefahr bei Elektrolyt-Infusionen (speziell mit KCl-Zusätzen). Verfügbar unter: https://www.patientensicherheit.ch/fileadmin/user_upload/Publikationen/Quick-Alert/Quick-Alert_Nr13_E-lyte_20100322_dt.pdf
- Trooskin SZ (2002). Low-technology, cost-efficient strategies for reducing medication errors. *Am J Infect Control* 30(6): 351-354
- Tubman M et al. (2005). Best practices for safe handling of products containing concentrated potassium. *BMJ* 331(7511): 274-277

Van de Vreede MA et al. (2008). Intravenous potassium chloride prescribing and administration practices in Victoria: an observational study. *Med J Aust* 189(10): 575-577

Wetherton AR et al. (2003). Fatal intravenous injection of potassium in hospitalized patients. *Am J Forensic Med Pathol* 24(2): 128-131

Wilhelm W [Hrsg.]. *Praxis der Intensivmedizin*. Springer Berlin Heidelberg. 2. Auflage 2013

White JR et al. (2005). Preventing adverse events in the pediatric intensive care unit: prospectively targeting factors that lead to intravenous potassium chloride order errors. *Pediatr Crit Care Med* 6(1): 25-32

WHO (2008a). The High 5s Project Implementation Guide. Safe management of concentrated injectable medicines. Verfügbar unter: https://www.who.int/patientsafety/implementation/solutions/high5s/cim_guide.pdf?ua=1

WHO (2008b). The High 5s Project Standard Operating Protocol. Safe management of concentrated injectable medicines. Verfügbar unter: <https://www.who.int/patientsafety/implementation/solutions/high5s/cim-sop.pdf?ua=1>

Zhu LL and Zhou Q (2016). Quality improvements in potassium replenishment in intensive critical care units. *Intensive Crit Care Nurs* 36: 24-25

Danksagung und Kommentierung

Diese Handlungsempfehlung wurde vor Veröffentlichung von Experten und Praktikern aus unterschiedlichen Berufsfeldern gelesen und kommentiert. Für ihre wertvollen Hinweise danken wir allen Kommentatoren. Die Dokumentation der Kommentierung finden Sie auf: www.aps-ev.de/kommentierung/.

Die APS-Handlungsempfehlungen sind Instrumente zur Verbesserung der Patientensicherheit. Das APS strebt an, mit seinen Produkten aktuelle und praxisorientierte Empfehlungen bereitzustellen, die auf einem breiten Konsens der beteiligten Personen und ihrer Expertise basiert. Das beinhaltet auch, dass die Produkte des APS in regelmäßigen Abständen auf Aktualität überprüft werden. Ihre Fragen, Anregungen und Rückmeldungen richten Sie bitte an: Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V., info@aps-ev.de.

Dank gilt folgenden Institutionen, Fachgesellschaften und Berufsverbänden, die die Erstellung der Empfehlung unterstützt haben:

- Berufsverband deutscher Krankenhausapotheker e.V. (ADKA)
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM)

Impressum

Herausgeber

Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V.
Alte Jakobstr. 81
10179 Berlin

Ansprechpartner

Dr. Rebekka Lenssen
Alexandra Knisch-Wesemann
Dr. Gesine Picksak

Diese Arbeit ist im Rahmen der

Arbeitsgruppe Arzneimitteltherapiesicherheit entstanden.

Leitung: Prof. Dr. Hanna Seidling und Dr. Ronja Woltersdorf
Vertreter des Vorstandes: Dr. Peter Gausmann

Konzept und Redaktion

Dr. Rebekka Lenssen
Alexandra Knisch-Wesemann
Dr. Gesine Picksak
Dr. Kerstin Boldt DIP Clin Pharm
Dr. Andrea Liekweg
Prof. Dr. Hanna Seidling

Wir danken Leonie Marquart für die Unterstützung bei der Pubmed-Literatursuche und Datenextraktion aus den Primärquellen.

Layout und Grafik: Alice Golbach, APS

Titelbild: Adobe Stock

Urheber- und Nutzungsrechte

Diese Handlungsempfehlung finden Sie zum kostenlosen Download unter <https://www.aps-ev.de/handlungsempfehlungen/>. Die Broschüre ist urheberrechtlich geschützt und darf in keiner Weise – weder in der Gestaltung noch im Text – verändert werden. Eine kommerzielle Nutzung ist ausgeschlossen.

Zitation: APS e.V. (Hrsg) 2023: „Sicherer Umgang mit konzentrierten Kaliumchloridlösungen“, Berlin. 1. Auflage, Februar 2023

DOI: 10.21960/202305



AKTIONSBÜNDNIS
PATIENTENSICHERHEIT