

Sicherheit beim Einsatz von intravenös appliziertem Kaliumchlorid - Eine Handlungsempfehlung zum Umgang mit Hochrisikoarzneimitteln

AG AMTS des Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V.

Veröffentlichungsreihe ‚Handlungsempfehlungen bei Einsatz von Hochrisikoarzneimitteln‘

Redaktionsgruppe: Dr. Andrea Liekweg, Dr. Kerstin Boldt, Alexandra Knisch-Wesemann, Dr. Gesine Picksak, Dr. Rebekka Lenssen

Vertreter der AG-Leitung: Prof. Dr. Hanna Seidling

Zielgruppe

Das Dokument richtet sich an alle, die konzentrierte Kaliumchloridlösungen (KCl) herstellen, verschreiben, abgeben und verabreichen: Ärzte, Apotheker, Pflegende und pharmazeutische Unternehmer.

Da mit einer intravenösen Kaliumgabe vorwiegend stationär zu rechnen ist, richten sich die Empfehlungen vorwiegend an im stationären Sektor tätigen Vertreter 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 Kaliumchlorid 14,90% Braun; Kaliumchlorid 7,45% gefärbt Braun]. In der intensivmedizinischen Anwendung wird auch eine unverdünnte Gabe von Kaliumchloridkonzentrat 7,45% in Perfusoren praktiziert, die allerdings unter EKG-Monitoring und engmaschigem Monitoring des Serumkaliumwerts verknüpft ist [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 der vorliegenden Handlungsempfehlung geschlossen werden.

Methodisches Vorgehen

Grundlage für diese Handlungsempfehlung war eine Literaturrecherche in der Datenbank der US National Library of Medicine National Institutes of Health (PubMed, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) unter Verwendung der 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.

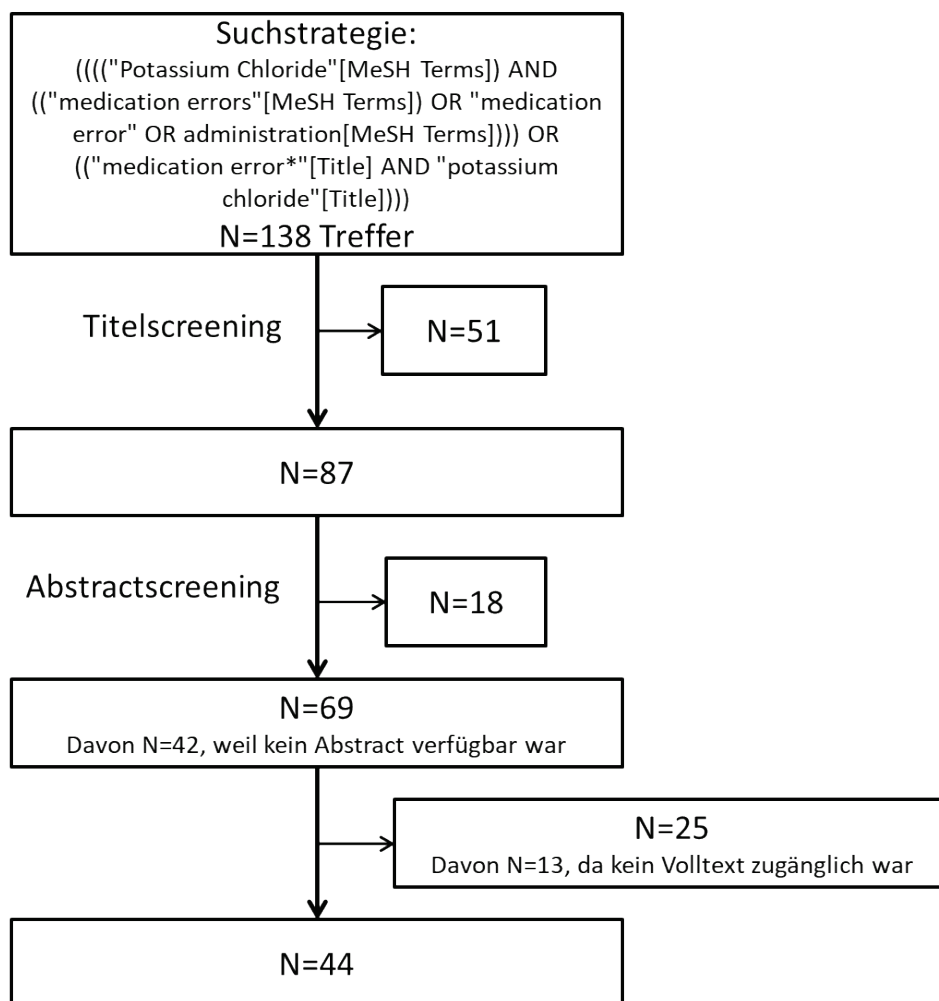


Abb. 1: Darstellung der Suchstrategie als Flussdiagramm

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.

Weiterhin wurden in den üblichen Suchmaschinen des Internets 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)

Hinweis für die Leser und Anwender:

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.

Inhaltsverzeichnis

Zielgruppe.....	2
1 Kurzübersicht/Zusammenfassung	2
2 Einleitung	6
3 Empfehlungen Apotheke.....	8
4 Empfehlungen für pharmazeutische Unternehmer	12
5 Empfehlung für Station (Ärzte/Pflegefachpersonen/Apotheker).....	14
6 Übergeordnete Empfehlungen	18
Literaturverzeichnis	20

2 Einleitung

Seit einigen Jahren gibt es immer wieder Fallberichte zum falschen Umgang mit intravenös zu verabreichenden konzentrierten Kaliumchlorid-Lösungen. 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 den Patienten (Herzrhythmusstörungen, Herzstillstand, Kammerflimmern, Reanimation, ggf. tödlicher Verlauf) zu rechnen. Wie die Stiftung Patientensicherheit der 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 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 ISMP List of High-Alert Medications in Acute Care Settings].

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 Kaliumlösungen bezieht [WHO 2008 The High 5s Project Implementation Guide].

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 Canada weitere 23 Fälle untersucht – mit ähnlichen Ergebnissen [NHS 2018 Patient safety alert].

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 in dem Infokasten 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. [KH-CIRS-Netz Deutschland 2.0. Fall des Monats Januar 2011]

Fallbericht 4

Bei einem Vorfall an der Uniklinik Hamburg-Eppendorf wurde 2005 von einem plötzlichen Herzstillstand mit tödlichem Verlauf durch einen Medikationsfehler durch das Vertauschen zweier Infusionsflaschen berichtet (vorbereitete Verdünnung wurde mit dem zur Zubereitung verwendeten Kaliumkonzentrat vertauscht). [Baehr M Krankenhauspharmazie 2007].

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 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 Empfehlung zum sicheren Umgang mit Kaliumkonzentraten auf die Arbeitsbereiche Apotheke – pharmazeutische Unternehmer – Station bezogen dargestellt. In Kapitel 6 finden sich übergeordnete Empfehlungen. Zudem wurde eine Kurzversion erstellt, in der die Empfehlungen entlang des Medikationsprozesses dargestellt werden.

3 Empfehlungen 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.

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

Arzneimittleinkauf

- Bewertung der Palette an verfügbaren Arzneimitteln mit konzentriertem Kaliumchlorid und vorgemischten KCl-Lösungen, insbesondere Rationalisieren des Bereichs an Konzentrationen, und Sicherstellen, dass eine ausreichende Versorgung für jeden Bereich besteht. [Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003; WHO 2008 The High 5s Project – Standard Operating Protocol for Safe Management of Concentrated Injectable Medicines]

- wann immer möglich, Verwendung industriell hergestellter, einsatzbereiter/vorgemischter KCI-Infusionslösungen die bereits in typischen Stärken für eine intravenöse Kaliumsubstitution verdünnt sind (ready-to-use), sonst Herstellung in Krankenhausapotheke. Das Konzentrat ist für Notfälle in Notaufnahmeeinheiten und Spezial-Abteilungen verfügbar. [Cousins and Upton 1996; NHS 2002; IMSN, 2019; Knox 2014; Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010; Fletcher 1997; Esmail 2005; WHO 2008 The High 5s Project – Standard Operating Protocol for Safe Management of Concentrated Injectable Medicines]
- 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 The High 5s Project – Standard Operating Protocol for Safe Management of Concentrated Injectable Medicines; 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]
 - o Analyse der Belieferungskette, Implementierung zusätzlicher Sicherheitsstandards, z.B.
 - Änderung des Bestellstatus für ein Arzneimittel von ‚gelistet‘ auf Sonderanforderung (begrenzter Zugriff, Sensibilisierung Verwechslungsgefahr),
 - Vier-Augen-Prinzip, z.B. bei Berechnung der Konzentration und bei Bestellung hochdosierter KCI-Lösungen,
 - Freigabe durch Apotheker;
 - Rücksprache mit einem Apotheker, wenn nicht-standard-KCI-Zubereitungen verordnet werden. Beim Verschreiben müssen die verfügbaren vorgemischten KCI-i.v.-Lösungen berücksichtigt werden [ISMP Canada 2005]
 - keine mündliche Bestellung [McCoy 2005; Dominguez 2005; White 2005]
- Evaluieren und Umsetzen geeigneter Praktiken/Maßnahmen, um KCI 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 Kontrolle der

Kommissionierung über eine Erkennungseinheit [Kothari 2012; ISMP Canada 2005; Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003; Esmail 2005]

- Verwendung von Barcodes zur Verifizierung bei Abgabe um Lagerungs-/Belieferungsfehler zu vermeiden, Nutzung EDV-gestützter Bestellsysteme, Abkürzungen sind klar im QM-System definiert. Warnungen bei Unstimmigkeiten bei der Verifizierung sind auch in Software implementiert [McCoy 2005; Fletcher 1997; Trooskin 2002]
- Standardisieren der Verschreibungen und der Bestellungen über klar vordefinierte Bestellvorlagen für konzentrierte i.v. Medikation mit einem kompletten und eindeutigen Bestellsystem für Pflege und Apotheke [WHO 2008 The High 5s Project – Standard Operating Protocol for Safe Management of Concentrated Injectable Medicines; White 2005; Runy 2004; Esmail 2005; Ofek 2016].
Bei nicht standardisierter Bestellung erfolgt Rücksprache des Apothekers mit anfordernder Stelle; Bestellung muss Daten zur Gesamtdosis, Volumen der Verdünnung, Infusionsrate, usw. enthalten [Kothari 2012]
- Lagerhaltung von konzentrierten KCl-Lösungen nur in der Apotheke. Eine Verfügbarkeit außerhalb der Apotheke soll nur gegeben sein, sofern spezielle Sicherungsvorkehrungen getroffen wurden und eine intravenöse Kaliumgabe notwendig und häufig ist. [(2001). "Medication error prevention: potassium chloride." Int J Qual Health Care 13(2): 155.; (1998). "Medication error prevention--potassium chloride." Sentinel Event Alert(1): 1-2.].
- Bei Notfallmedikation von KCl besonderer 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 IV Lösungen' zu gewährleisten [ISMP Canada 2005; Kothari 2012; Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003].

- In den Leitlinien, die interdisziplinär erstellt werden, soll definiert sein:
 - Nutzung von oralem Kalium statt i.v., wann immer klinisch möglich [ISMP Canada 2005; Tubman 2005; ISMP 2005; Zhu 2016; Australian Council for Safety and Quality in Health Care 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; Australian Council for Safety and Quality in Health Care; 2003 Hadaway 2000]
 - Standardisierung der Verschreibungspraktiken die zu den verfügbaren vorgemischten KCl-Lösungen passen [ISMP Canada 2005]
 - Bei der Verdünnung auf gute Durchmischung achten, um Pooling zu vermeiden [ISMP Canada 2005]
 - Maximale stündliche und tägliche Grenzwerte von KCl festlegen, die ein Patient bekommen darf [ISMP Canada 2005]
 - Festlegung von Patientenmonitoring in Abhängigkeit vom 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]
 - Die Einheit, die für eine Dosierung genutzt wird, sollte eindeutig und nicht missverständlich sein. Z.B. mmol [Dominguez 2005]

Eigenherstellung in der Apotheke

- Eine zweite qualifizierte Person soll bei jeder Zubereitung, die aus konzentriertem Kaliumchlorid oder anderen starken Kaliumlösungen hergestellt werden, 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 dokumentiert werden. Diese Checkliste sollte Aufzeichnungen zu Konzentrationsberechnungen und der gewählten Infusionsgeschwindigkeit beinhalten. (Vier-Augen-Prinzip: Zwei Personen prüfen und dokumentieren, ob das Produkt, die Dosis, die Konzentration, die Etikettierung, die Applikationsform und die Infusionsrate mit der ärztlichen Verordnung übereinstimmen) [NHS 2002; Cohen 1990; Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010]
- Anwendungs-/Herstellungs-Leitlinien beachten [Wetherton, 2003]

- Bei der Verdünnung auf gute Durchmischung achten, um Pooling zu vermeiden [ISMP Canada 2005]
- Es soll eine Standardisierung der Wirkstoffkonzentrationen innerhalb der Klinik erfolgen. Diese Standardlösungen sollen bevorzugt von der Pharm. 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 ein Hinweis auf direkte Bestellung von vorgefertigten Lösungen durch Pflege und Apotheke erfolgen; Bestellung von vorgefertigten Infusionen, wenn möglich [Tubman 2005, NHS 2002; ISMP Canada 2005; IMSN 2019; Kothari 2012; van de Vreede 2008]
 - o Wo Einrichtung und Personal verfügbar, soll 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 [Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003; IMSN 2019]
- Alle i.v. Kaliumzubereitungen (Minibags; Vials) sind mit einem Warnetikett zu versehen, um diese besser unterscheiden zu können (ggf. fluoreszierender Warnhinweise) [Tubman 2005; Esmail 2005; ISMP Canada 2005; Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010]
 - o Ein 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 Empfehlungen für pharmazeutische Unternehmer

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; 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 Kaliumchlorid gefärbt 7,45% BBraun], welches die Verwechslungsgefahr mit anderen ungefärbten Lösungen minimieren soll. Allerdings ist zu beachten, dass bei Darreichungsformen in 50 oder 100 ml Vials das Risiko besteht, dass aufgrund der Ähnlichkeit zu anderen Kurzinfusionen das zwingend notwendige Verdünnen vor periphervenöser Applikation nicht durchgeführt wird und es damit zu einer Falschanwendung (fälschlicherweise unverdünnte Applikation) kommen kann. 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 The High 5s Project Implementation Guide; WHO 2008 The High 5s Project Standard Operating Protocol].

Pharmazeutischer Unternehmer

- 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 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 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]

überwacht durch die Bundesoberbehörde (BfArM)

- Ready-to-use-Kaliumchlorid-Lösung in Standardkonzentrationen anbieten (auch für die Pädiatrie) anbieten [Davis 1995; nach Romagnoni 1998; Ruda 2010; Tubmann 2005, van de Vreede 2008, ISMN]
- Packungsgrößenbeschränkung, um das Risiko von Fehldosierungen zu minimieren [Memo AG Sitzung 28.06.2019]

5 Empfehlung für Station (Ärzte/Pflegefachpersonen/Apotheker)

Allgemeine Hinweise

In der direkten Patientenversorgung ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit im Medikationsprozess von Ärzten, Pflegefachpersonen und Apothekern 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 Pflegefachperson bei der fortlaufenden Evaluation einer KCl-Therapie aktiv mitwirken. Jede Krankenhausapotheke oder krankenhausversorgende 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 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.

VERORDNUNG

- Eindeutige, schriftlich zu fixierende, möglichst digitalisierte Verordnung in der elektronischen Patientenakte von intravenös zu applizierenden möglichst Ready-to-use-KCI-Zubereitungen, um Sound-Alikes zu vermeiden [Pepper 1995, Quattrin 2011; Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003; NHS 2002; Tubman 2005; ISMP Canada 2005; Dominguez 2005].
 - o Angabe der Verordnung in mmol inklusive klarer Handlungsanweisung zur maximalen Konzentration (mmol/ml), Applikation, Infusionsrate, Patienten-Monitoring [Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003; DIVI 2014; Quattrin 2001; Barras 2014; Trooskin 2002; White 2005; Dominguez 2005; Sentinel Event Alert(11): 1-3 1999, Kothari 2012; ISMP Canada]
 - o mündliche Verordnungen sind zeitnah zu verschriftlichen
- Rückfragepflicht der Pflegefachperson im Sinne der Durchführungsverantwortung und des Apothekers im Rahmen einer Medikationsanalyse (Plausibilitätsprüfung) bei Unklarheiten, nicht eindeutigen Verordnungen [Zhu 2016, ISMP Canada 2005; Tubman, 2005; APS 2020; Hadaway 2001; Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003]
- Klinikinternen Hypokaliämie-Standard festlegen (weitere Details siehe Apotheke Arzneimittelinformation)
- Standardisierte Verordnungen mit allen relevanten Angaben [APS 2020]

Anforderung des Arzneimittels (siehe ergänzend auch Apotheke-> Logistik)

- Bestellprozess für KCI definieren [Ofek 2016; Pepper 1995]
 - o Notfallbestellungen ermöglichen z.B. über die Entnahme aus einem Notdepot o.ä. [Kothari 2012]
- Einsatz vorgemischter KCI-Infusionen („Ready to use“ Formulierung) bevorzugen (industriell oder auch durch die Apotheke hergestellt) [Barras 2014; Esmail 2005; Hadaway 2001; 1998 ISMP reports Am J Health Syst Pharm; 1999 Sentinel Event Alert (11); Lankshear 2005; Ofek 2016; Quattrin 2011; Runy 2004; Sheldon 2010; Trooskin 2002; van de Vreede 2008; Cousins 2006].
 - o klinik- und gegebenenfalls stationsintern sorgfältige Planung der Prozessumstellung auf vorgemischte Ready-to-use-KCI-Infusionen [Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003]

Aufbewahrung / Umgang auf Station/Funktionseinheit

- Keine Lagerhaltung konzentrierter KCI-Lösungen auf Station

- nur gebrauchsfertige KCI-Lösungen verwenden [Australian Council for Safety and Quality in Health Care; 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; (1998). "Most hospitals removing KCI concentrate from patient units, ISMP reports." Am J Health Syst Pharm 55(11): 1098; (1998). "Medication error prevention-potassium chloride." Sentinel Event Alert(1): 1-2; (1998). "High-alert medications and patient safety." Sentinel Event Alert(11): 1-3; (1999).; (2001) "Medication error prevention: potassium chloride." Int J Qual Health Care 13(2): 155; Cousins Upton 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 Verfahrensweisung/Arbeitsanweisung unterstützt die sichere Verwendung
 - z.B. die Entnahme durch autorisiertes Personal
 - Checklisten [Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003; ISMP Canada 2005; Runy 2004]
- Mengengrenzung, verbrauchsadaptiert bei vorrätig gehaltenem konzentrierten KCI auf Station
 - Schulung des Personals im Umgang damit z.B. Vorbereitung, Dokumentation [WHO 2008 The High 5s Project – Standard Operating Protocol for Safe Management of Concentrated Injectable Medicines; NHS 2002]
- Entwicklung von Sicherheitsstandards zur Lagerhaltung von KCI-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 bedarfsgerechter Entnahme, Verwendung und Wiederauffüllen des Vorrats [Australian Council for Safety and Quality in Health Care 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 [Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003].
 - o 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. Pflegefachfrau-/ mann, Ärzte Zugang zu konzentriertem KCl haben und Infusionslösungen zubereiten dürfen [ISMN 2019].
 - o Überprüfung der Zubereitung durch eine zweite ausgebildete und qualifizierte Person auf Korrektheit (Vier-Augen-Prinzip) Dokumentation in einer Checkliste inklusive Aufzeichnungen zu Konzentrationsberechnungen und der gewählten Infusionsgeschwindigkeit --> Vier-Augen-Prinzip: Zwei Personen prüfen und dokumentieren bestenfalls vor der Applikation, ob das Produkt, die Dosis, die Konzentration, die Etikettierung, die Applikationsform und die Infusionsrate mit der ärztlichen Verordnung übereinstimmen [Stiftung Patientensicherheit Schweiz 2010; Dominguez 2005, Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003; NHS 2002; Kelly 1997; Lankshear 2005; Cousins 2006; Runy 2004, Lilley 1997; (1999) "High-alert medications and patient safety." Sentinel Event Alert(11): 1-3].
- Sollten Störungen bei der Medikationsbereitstellung und –zubereitung vermieden werden [Esmail 2005]

Applikation

- Implementierung eines "Vier-Augen-Prinzips" bzw. einer Doppelkontrolle
 - o lokale Regelungen orientiert an die Abläufe im Medikationsprozessen z.B. Zubereitung, Berechnungen, Verabreichung, Schnittstellen erforderlich [Lakhani 1987; Tubman 2005; APS 2020 b; Hadaway 2001]
- Zeit für ein „Vier-Augen-Prinzip“ oder eine Doppelkontrolle einplanen.

Monitoring

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

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 KCI-Prozess sicher(er) zu gestalten. Insbesondere das aktive Einbinden aller am Prozess beteiligten Mitarbeiter ist ein zentrales Element um die bereits aufgeführten Empfehlungen in die tägliche Praxis umzusetzen. Nachfolgend werden daher die übergeordneten Empfehlungen ausgeführt, die einen Beitrag zum sicheren Einsatz von Kaliumchlorid leisten können.

Allgemein

- Einführung eines Risikomanagements inklusive Risikomanagers zur Prävention
 - gezielte Betreuung/ Einarbeitung unerfahrener Mitarbeiter zum Umgang mit KCI
 - Auffrischung von Wissen wie z.B. den Umgang mit KCI (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 KCI-Präparaten [Runy 2004]
- (einmalig) Failure-Mode and Effect analysis (FMEA) zur Lagerung von KCI durchführen [Runy 2004]
- Jede patientenführende Abteilung/ Klinik soll einem Review von Ärzten, Pflegekräften und Apothekern unterzogen werden. Hierbei sollen folgende Ziele verfolgt werden, um potentielle Risiken aufzudecken [ISMP Canada 2005; Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003]:
 - Identifikation, ob konzentrierte KCI-Präparate verfügbar sind
 - Planen und organisieren, ob konzentrierte KCI-Präparate aus dem Bereich entfernt werden können
 - Lagerung von vorgemischten KCI-Lösungen separat von zusatzfreien Elektrolytlösungen
 - Wenn konzentrierte KCI-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 Mitarbeiter, die in den Medikationsprozess involviert sind (wie Pflegefachfrau/-mann, Ärzte, pharmazeutisches Personal), sollen regelmäßig in speziellen Schulungen in den 6 Rights, auf Risiken, die mit der Verschreibung, 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; Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003; Sheldon 2010; White 2005; WHO (2008) – The High 5s Project – Standard Operating Protocol for Safe Management of Concentrated Injectable Medicines; Esmail 2005; Lilley 1997; Handlungsempfehlung Medikamentenmanagement AWO https://www.awo.org/sites/default/files/2018-05/AWO_Handlungsempfehlung_Medikamentenmanagement]
 - Compliance während der Schulung und die Zeit danach sollen gemonitort werden, Evaluation der eingeführten Maßnahmen [van de Vreede 2008; Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003]
- Ernennung/ Gründung eines übergeordneten, multidisziplinären Teams, welches
 - Medikationsfehler bezüglich Kaliumchlorid reduziert,
 - Implementierung von Risikoevaluation und -vermeidungsstrategien (risk evaluation and mitigation strategy = REMS)
 - klinikweit Optimierungen umsetzt,
 - Probleme direkt an den Risikomanager kommuniziert,[ISMP Canada 2005; Australian Council for Safety and Quality in Health Care 2003; Knox 2014]

Danksagung

Dank gilt der Koordinierungsgruppe zur Umsetzung und Fortschreibung des Aktionsplans des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) zur Verbesserung der Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS) in Deutschland, und folgenden Institutionen, Fachgesellschaften und Berufsverbänden, die die Empfehlung maßgeblich unterstützt haben:

- Bundesinstitut für Arzneimittel- und Medizinprodukte (BfArM)
-

Kommentierung

Diese Handlungsempfehlung wurde vor dem Druck von Experten und Praktikern aus unterschiedlichen Berufsfeldern gelesen und kommentiert. Für ihre wertvollen Hinweise danken wir allen Kommentatoren.

Folgende Fachgesellschaften unterstützen die Inhalte dieser Broschüre:

- ...

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

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

Layout und Grafik: Alice Golbach, APS

Bilder: xxxxxxxx

Urheber- und Nutzungsrechte

Diese Handlungsempfehlung finden Sie zum kostenlosen Download im Internet unter www.aps-ev.de.
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) 2021: ...???

Literaturverzeichnis

(1998). Medication error prevention--potassium chloride. Sentinel Event Alert(1): 1-2

(1998). Most hospitals removing KCl concentrate from patient units, ISMP reports. Am J Health Syst Pharm 55(11): 1098

(1999). High-alert medications and patient safety. Sentinel Event Alert(11): 1-3

(2001). Medication error prevention: potassium chloride. Int J Qual Health Care 13(2): 155

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

AWO (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 administering potassium chloride and potassium phosphate. Healthc Q 8 Spec No: 73-80.

Fachinformationsverzeichnis Deutschland. Fachinfo-Service. Verfügbar unter: www.fachinfo.de

Fachinformationsverzeichnis Deutschland. Fachinfo-Service. Fachinformation Kaliumchlorid 7,45 % gefärbt BBraun. Stand: Juli 2014. 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)

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. Available from: <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

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). Available from: https://www.patientensicherheit.ch/fileadmin/user_upload/Publikationen/Quick-Alert/Quick-Alert_Nr13_E-lyte_20100322_dt.pdf

The Australian Commission on Safety and Quality in Health Care (2003). Medication Alert! Intravenous POTASSIUM CHLORIDE can be fatal if given inappropriately Available from: <https://www.safetyandquality.gov.au/sites/default/files/migrated/kcalertfinal1.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 (2008). The High 5s Project Implementation Guide. Safe management of concentrated injectable medicines. Available from: https://www.who.int/patientsafety/implementation/solutions/high5s/cim_guide.pdf?ua=1

WHO (2008). The High 5s Project Standard Operating Protocol. Safe management of concentrated injectable medicines. Available from:
<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