

MASTERTHESIS

Eine randomisierte kontrollierte Untersuchung
zur Anwendung der pädiatrischen Dosierungshilfe
„Kindersicher Österreich“ in pädiatrischen
Simulationstrainings.

zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Medical Simulation (MMS)

an der Medizinischen Universität Graz
ausgeführt im Rahmen des
Universitätslehrgangs Master of Medical Simulation

eingereicht von

Dr. med. univ. Raphael Schlegel

unter Anleitung von Betreuer:in

Dr. med. Katharina Bibl
Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde
Medizinische Universität Wien
Comprehensive Center for Pediatrics

Ap. Prof. Priv.Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Michael Wagner
Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde
Medizinische Universität Wien
Comprehensive Center for Pediatrics

Priv.Doz. Dr. med. univ. Mirjam Ribitsch
Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde
Pädiatrische Intensivstation und Brandverletzteneinheit
Medizinische Universität Graz

Wien, am 08.08.2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Gender-Erklärung	4
Interessenskonflikte	4
Eidesstattliche Erklärung.....	4
Zusammenfassung (Deutsch).....	5
Hintergrund.....	5
Methodik	5
Ergebnisse.....	5
Schlussfolgerung.....	6
Abstract (English)	7
Background	7
Methods.....	7
Results.....	7
Conclusion.....	8
Einleitung.....	9
Hintergrund	9
Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“	12
Simulation in der Medizin	14
Emergency Pediatric Care.....	19
Offene Fragen.....	21
Ziel der Untersuchung.....	21
Material und Methoden.....	22
Studienablauf.....	22
Initialer Fragebogen (Fragebogen 1)	22
Praxisstation	23
Abschlussfragebogen (Fragebogen 2)	26
Statistische Parameter.....	27
Einschlusskriterien.....	27
Ausschlusskriterien.....	27
Hauptmessgrößen	27
Nebemessgrößen	28
Statistische Auswertung	29
Hypothesen.....	29
Datenschutz	30

Nutzen-Risiko-Evaluierung	30
Resultate.....	31
Demographische Daten der Teilnehmenden	31
Vorerfahrung mit Kindernotfällen, Fortbildungen und Dosierungshilfen	33
Auswertung Praxisstation 1 (Reanimation).....	35
Auswertung Praxisstation 2 (Anaphylaktischer Schock).....	38
Auswertung NASA Task-Load-Index (TLI).....	40
Auswertung Abschlussfragebogen (Fragebogen 2)	41
Limitationen	42
Diskussion	43
Abkürzungsverzeichnis.....	51
Abbildungsverzeichnis.....	52
Tabellenverzeichnis.....	52
Literaturverzeichnis.....	53
Appendix.....	61
Kursplan Emergency Pediatric Care Provider	61
Initialer Fragebogen (Fragebogen 1)	63
Abschlussfragebogen (Fragebogen 2)	65

Gender-Erklärung

In dieser Arbeit werden bei personenbezogenen Bezeichnungen, wenn im jeweiligen Kontext sinnvoll und anwendbar, die genderneutralen Formulierungen verwendet. Ist dies nicht möglich, wird entweder der Gender-Doppelpunkt verwendet, der abseits von männlichen und weiblichen Menschen alle Menschen, die sich nicht in der binären Geschlechtsordnung (männlich und weiblich) verorten lassen, miteinbezieht oder es werden die vollständigen Formen (zum Beispiel „die Ärztin bzw. der Arzt“) ausgeschrieben.

Dies soll jedoch keinesfalls eine Geschlechterdiskriminierung oder eine Verletzung des Gleichheitsgrundsatzes zum Ausdruck bringen.

Interessenskonflikte

Dr. med. univ. Raphael Schlegel ist als „National Coordinator“ von „Emergency Pediatric Care Austria“ organisatorischer Leiter der Arbeitsgruppe des Bundesverband Rettungsdienst als auch Gründer und handelsrechtlicher Geschäftsführer des Unternehmens für Medizinproduktehandel, das den exklusiven Vertrieb der Dosiierungshilfe „Kindersicher Österreich“ in Österreich durchführt.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Wien, am 08. August 2024

Dr.med.univ. Raphael Schlegel e.h.

Zusammenfassung (Deutsch)

Hintergrund

Medizinische Fehler, wie zum Beispiel Fehler bei injizierbaren Medikamenten, sind im Gesundheitswesen häufig. Besonders bei Kindernotfällen können Stress und mangelnde Erfahrung des Gesundheitspersonals zu Dosierungsfehlern und Gefährdung von Patientinnen und Patienten führen. Mit dem Ziel der Fehlerreduktion wurde 2019 die Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ als Medizinprodukt in Österreich auf den Markt gebracht. Die vorliegende Studie untersuchte den Einfluss ihres Einsatzes auf Fehldosierungen, Vorbereitungszeit und subjektiven Stress während pädiatrischer Simulationen.

Methodik

Im Zeitraum von April 2021 bis März 2022 wurde im Rahmen von pädiatrischen Notfallkursen von „Emergency Pediatric Care Austria“ (EPC), der Einfluss der Verwendung einer Dosierungshilfe („Kindersicher Österreich“) auf die erbrachte Leistung von Teilnehmenden aus dem österreichischen Gesundheitswesen (Sanitäter:innen, Pflegepersonal, ärztliches Personal), während einer pädiatrischen Simulation untersucht.

Dies wurde unter randomisiert-kontrollierten Bedingungen mit einer Interventionsgruppe (Verwendung der Dosierungshilfe) sowie einer Kontrollgruppe (ohne Verwendung der Dosierungshilfe) durchgeführt. Es wurden Vorbereitungszeit der Medikamente, Abweichung von der korrekten Dosierung und der subjektive Stress der Teilnehmenden gemessen.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 144 Teilnehmende in die Studie eingeschlossen (Interventionsgruppe $n = 74$, Kontrollgruppe $n = 70$). Beide Gruppen hatten ähnliche demografische Verteilungen.

Während die Interventionsgruppe in Praxisbeispiel 1 (Kinderreanimation) signifikant mehr Zeit für die Vorbereitung der Medikamente benötigte (148,5 Sekunden vs. 121,5 Sekunden, $p = 0,005$), zeigte sich bei Praxisbeispiel 2 (anaphylaktischer Schock) kein signifikanter Unterschied in der benötigten Vorbereitungszeit ($p = 0,845$).

Beim Praxisbeispiel 1 lag die prozentuale Abweichung von der korrekten Dosierung von **L-Adrenalin** in der Interventionsgruppe im Mittel bei -2 % (-90 % bis 100 %), während sie in der Kontrollgruppe bei 25,25 % (-86,39 % bis 238,89 %) lag ($p = 0,007$). Wurde **Suprarenin** vorbereitet, lag die Abweichung der Interventionsgruppe im Mittel bei 46,11 % (-5,89 % bis 223,53 %) und in der Kontrollgruppe bei 413,77 % (-27,78 % bis 4288,89 %).

Bei **Amiodaron** lag die prozentuale Abweichung von der korrekten Dosis in der Interventionsgruppe im Median bei 0 % (Q1 -3,40 %; Q3 0 %), während sie in der Kontrollgruppe bei 5,56 % (Q1 -41,56 %; Q3 16,67 %) lag ($p = 0,076$).

Die prozentuale Abweichung von der korrekten Dosis beim anaphylaktischen Schock betrug in der Interventionsgruppe für **Suprarenin** im Mittel 0 % (Q1 0 %; Q3 0 %), während sie in der Kontrollgruppe bei 66,67 % (Q1 -16,67 %; Q3 72,22 %) lag ($p < 0,001$). Bei **Diphenhydramin** betrug die Abweichung in der Interventionsgruppe im Median 0 % (Q1 0 %; Q3 0 %), während sie in der Kontrollgruppe bei -16,67 % (Q1 -52,92 %; Q3 66,67 %) lag ($p = 0,46$).

Die weitere Analyse des NASA Task-Load-Index Fragebogens deutete darauf hin, dass die Teilnehmenden der Interventionsgruppe eine geringere geistige Anforderung, weniger Anstrengung und Frustration erlebten als die Kontrollgruppe.

Die subjektive Bewertung der Dosierungshilfe war insgesamt positiv, die Mehrheit der Teilnehmenden gab an, dass sie ihnen bei der Vermeidung von Dosierungsfehlern half und ihre Stressbelastung reduzierte.

Schlussfolgerung

Medikationsfehler bei Kindernotfällen stellen eine häufige und folgenschwere Komplikation dar. Die Nutzung der Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ kann Fehler reduzieren und den Stress für das Personal mindern, was zu einer besseren Versorgung von pädiatrischen Patientinnen und Patienten führt. Standardisierte Trainings sowie der Einsatz solcher Hilfsmittel sind essentiell für ein verbessertes Patientinnen und Patienten Outcome.

Abstract (English)

Background

Medical errors, such as dosage errors with injectable medications, are common in healthcare. Especially during pediatric emergencies outside the hospital, stress and lack of experience among healthcare providers can cause dangerous errors. To reduce errors, the dosage aid "Kindersicher Österreich" was introduced in Austria in 2019. This study examined its impact on dosage errors, preparation time of medication, and subjective stress in healthcare providers during pediatric simulations.

Methods

Between April 2021 and March 2022, we investigated the impact of the dosage aid "Kindersicher Österreich" on the performance of health care providers in the Austrian healthcare system during pediatric emergency courses by Emergency Pediatric Care Austria (EPC). In a randomized controlled setting, participants were either allowed to use the dosage aid (intervention group) during simulated pediatric emergencies, or they were not (control group). Outcome parameters were time of preparation for the medication, deviation from correct dosage, and subjective stress of healthcare providers.

Results

144 participants were included (intervention group $n = 74$, control group $n = 70$). Both groups had similar demographic distributions. The intervention group required significantly more time for practice example 1 (pediatric resuscitation) ($p = 0.005$), but there was no difference in practice example 2 (anaphylactic shock) ($p = 0.845$). The intervention group showed more accurate medication dosages compared to the control group. For the pediatric resuscitation example, the percentage deviation from the correct dosage of L-Adrenaline in the intervention group averaged -2% (-90% to 100%), while it was 25.25% (-86.39% to 238.89%) in the control group ($p = 0.007$). When preparing Suprarenin, the deviation in the intervention group averaged 46.11% (-5.89% to 223.53%) and 413.77% (-27.78% to 4288.89%) in the control group.

For Amiodarone, the percentage deviation from the correct dose in the intervention group was median 0% (Q1 -3.40%; Q3 0%), while it was 5.56% (Q1 -41.56%; Q3 16.67%) in the control group ($p = 0.076$).

The percentage deviation from the correct dose for anaphylactic shock was on average 0% (Q1 0%; Q3 0%) for Suprarenin in the intervention group, while it was 66.67% (Q1 -16.67%; Q3 72.22%) in the control group ($p < 0.001$).

For Diphenhydramine, the deviation in the intervention group was median 0% (Q1 0%; Q3 0%), while it was -16.67% (Q1 -52.92%; Q3 66.67%) in the control group ($p = 0.46$).

Data on participants stress levels (NASA Task-Load-Index) suggested that participants in the intervention group experienced lower cognitive demand, less effort, and frustration compared to the control group. The subjective evaluation of the dosage aid was overall positive, with the majority of participants stating that it helped them avoid dosage errors and reduce their stress burden.

Conclusion

Medication errors in pediatric emergencies are a serious problem. The use of the dosage aid "Kindersicher Österreich" can reduce errors and alleviate stress for healthcare providers, leading to better performance. Standardized training and tools are necessary for improved patient safety.

Einleitung

Hintergrund

Medizinische Fehler stellen laut einer aktuellen Datenanalyse die dritthäufigste Todesursache nach kardiovaskulären Ereignissen und bösartigen Tumorerkrankungen in den Vereinigten Staaten dar. Die österreichische Sozialversicherung geht von circa 245.000 Zwischenfällen und circa 2.900 bis 6.800 iatrogenen Todesfällen in österreichischen Krankenanstalten aus (1, 2).

Dafür ursächlich sind nicht nur Systemprobleme (Personalmangel, unzureichende Supervision und Fortbildungsmöglichkeiten im Arbeitsalltag, fehleranfällige Dokumentationssysteme wie analoge Fieberkurven, Fehlen von standardisierten Abläufen und Checklisten etc.) sondern allem voran auch menschliche Faktoren, wie hohe Arbeitsbelastung und schlechte Arbeitsbedingungen (3, 4).

Investitionen in Präventionssysteme und Trainings zur Erhöhung der Patientinnen- und Patientensicherheit können neben einem signifikant verbesserten Patientinnen- und Patienten-Outcome zudem auf lange Sicht auch zu finanziellen Einsparungen führen (5).

50-70% der gesundheitlichen Schäden wären durch bessere Maßnahmen der Patientinnen- und Patientensicherheit vermeidbar. Dazu zählt zum Beispiel die Implementierung von Messtools zur Patientinnen- und Patientensicherheit, die ein kontinuierliches Monitoring von „Triggern“ (Auslösern) zu „adverse events“ (Schadensereignissen) im laufenden Klinikbetrieb möglich machen, wodurch gezielte Maßnahmen zur Systemverbesserungen gesetzt werden können (6).

Um auf dieses Problem aufmerksam zu machen, Politik und Gesundheitspersonal zu sensibilisieren und gleichzeitig zu verbesserten Maßnahmen im Sinne der Patientinnen- und Patientensicherheit aufzurufen, hat die World Health Organisation (WHO) 2019 erstmals den weltweiten „*World Patient Safety Day*“ am 17. September abgehalten (7).

Fehler bei der Dosierung von Medikamenten gehören mitunter zu den häufigsten vermeidbaren Gesundheitsschäden bei Kindern (8, 9).

Pädiatrische Notfälle im präklinischen sowie im klinischen Setting sind international, als auch in Österreich, sehr selten (10, 11). Die nur unzureichende praktische Erfahrung führt bei vielen Mitarbeitenden im Gesundheitssystem zu Unsicherheiten im Umgang mit pädiatrischen Notfällen und damit zu nicht ausreichender Kompetenz,

um Handlungsabläufe in Notfallsituationen routiniert durchführen zu können. Diese Notfallsituationen führen in vielen Fällen zu erhöhtem Stresslevel des medizinischen Personals - vor allem, wenn schwer erkrankte oder verletzte Kinder involviert sind (12, 13).

Die korrekte Dosierung von Notfallmedikamenten im Kindesalter ist besonders komplex und stellt eine besondere Herausforderung dar. Bei Erwachsenen werden meist standardisierte Medikamentendosierungen verwendet. Die bei Kindern verwendeten Medikamente müssen an das individuelle Körpergewicht und an die kindliche Physiologie angepasst werden. Ebenso spielt der Applikationsweg (intravenös/intraossar, intranasal, buccal, sublingual oder rektal) eine Rolle (14).

Zusätzlich sind viele Medikamente bei Kindern oftmals nicht zugelassen bzw. nur als „off-label“ Anwendung möglich (15, 16).

Untersuchungen zeigen, dass sowohl Eltern, Angehörige, Pflegepersonal sowie ärztliches Personal bei der Schätzung des aktuellen Körpergewichts von Kindern unabhängig von Alter und Geschlecht oftmals stark (manchmal beinahe bis zum 4-fachen Gewicht) vom tatsächlichen Körpergewicht abweichen (17, 18).

Die Fehleinschätzung des Körpergewichts sowie die Notwendigkeit einer Berechnung von Medikamentendosierungen in Bezug auf das Körpergewicht können dabei zu potentiell fatalen Fehldosierungen von Notfallmedikamenten führen (9).

So wurden im Kölner Rettungsdienst alle Medikamente bei pädiatrischen Einsätzen im Median deutlich überdosiert (364% der empfohlenen Dosierung). Bei dem Katecholamin Adrenalin lag der Median der Fehldosierungen bei 882% und reichte bis über die 25-fache Dosierung der Empfehlungen, was mit einem niedrigeren Überleben assoziiert ist (19-21).

Insbesondere Rechenfehler und falsche Dezimalstellen – was zu einer Fehldosierung im Bereich einer 10er Potenz führt - sind häufig für Fehldosierungen verantwortlich und kommen regelmäßig vor (22-25).

Durch Unsicherheiten aufgrund fehlender Routine kommt es beim Gesundheitspersonal zur Zurückhaltung bei medizinischen Maßnahmen im Kindernotfall, was schlussendlich zu unzureichender medizinischer Versorgung von Kindern führen kann (13).

Untersuchungen zeigen, dass mehr als 72% der Kinder mit starken Schmerzen im präklinischen Setting kein Schmerzmittel erhalten und die intravenöse Schmerz-

mittelgabe in Notaufnahmen nur verzögert durchgeführt wird. Erwachsene mit dem gleichen Krankheits- oder Verletzungsbild haben doppelt so häufig eine adäquate Schmerztherapie erhalten (26-28).

Sogenannte kognitive Hilfsmittel (z.B. Dosierungstabellen, die die korrekte Dosierung eines Medikaments in Bezug auf das Körpergewicht des Kindes angeben) tragen dazu bei, solche Fehler zu reduzieren und die Zurückhaltung bei der Applikation von Medikamenten bei pädiatrischen Notfällen zu reduzieren (8, 19, 29-32).

Auch deshalb wird in einer gemeinsamen Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), der Sektion „Pädiatrische Intensiv- und Notfallmedizin“ der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI) sowie der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI) der Einsatz von kognitiven Hilfsmitteln wie Dosierungshilfen bei der Versorgung kritisch kranker Kinder klar empfohlen. Diese Empfehlung findet sich ebenfalls in der aktuellen S2k-Leitlinie zur Medikamentensicherheit bei Kinder- notfällen (24, 33, 34).

Auch in den weit verbreiteten Crisis oder Crew Resource Management Leitsätzen nach Rall und Gaba findet sich eine entsprechende Empfehlung (Leitsatz 11):

„Verwende Merkhilfen und schlage nach.“

(35, S. 151, Tab. 5)

Um diesen Forderungen auch in Österreich nachzukommen, wurde im April 2019 die Dosierungshilfe für pädiatrische Notfälle „Kindersicher Österreich“ entwickelt und als erstes CE zertifiziertes Medizinprodukt in diesem Bereich auf den österreichischen Markt gebracht. „Kindersicher Österreich“ soll helfen, das korrekte Körpergewicht des betroffenen Säuglings oder Kindes rasch zu ermitteln und die jeweils physiologischen Vitalparameter, Informationen bezüglich des Notfallequipments (z.B. Größe des Endotrachealtubus) sowie Medikamentendosierungen rasch und sicher zu erheben, um Rechenfehler zu reduzieren.

Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“

„Kindersicher Österreich“ ist eine Dosierungshilfe häufiger Medikamente im pädiatrischen Notfall. Das Ziel solcher kognitiven Hilfen ist es, Rechenfehler beim Eruiieren der auf das Körpergewicht angepassten Medikamentendosierung bei pädiatrischen Patientinnen und Patienten zu verringern.

„Kindersicher Österreich“ wurde basierend auf „Kindersicher“ (einer Dosierungshilfe für Deutschland) gemeinsam von Dr. Thomas Oliver Zugck, Dr. Christian Scheibenpflug und Dr. Raphael Schlegel erstellt. Dabei war es besonders wichtig, den Anforderungen und Gegebenheiten in Österreich zu entsprechen und hierzulande übliche Medikamente in die Dosierungshilfe aufzunehmen.

Vor der Markteinführung von „Kindersicher Österreich“ standen Anwendende oft vor dem Problem, dass die international bereits etablierten Dosierungshilfen aus zum Beispiel Deutschland oder englischsprachigen Ländern, Medikamente enthielten, die in Österreich nur mit ähnlichen Wirkstoffen, anderen Namen oder gar nicht verfügbar waren. Zudem fehlten oft Informationen zu wichtigen Medikamenten wie zum Beispiel L-Adrenalin.

Von Einzelpersonen selbst erstellte Merkhilfen hatten das Problem, dass diese oftmals als digitale Tabelle, Liste oder als Handbuch von Anwendenden ohne Prüfung auf Richtigkeit, Aktualität oder Quelle der Inhalte mit anderen Personen geteilt und unkritisch verwendet wurden, was solche selbsterstellten Merkhilfen eher unzuverlässig erscheinen lässt.

Da die Dosierungshilfe ein CE zertifiziertes Medizinprodukt (Klasse I) ist, wurde für den Vertrieb in Österreich eigens das für den Handel mit Medizinprodukten berechnete Unternehmen „Kindersicher Vertrieb Österreich“ im April 2019 gegründet. Gewerberechlicher Geschäftsführer ist Dr. Raphael Schlegel. Der Vertrieb läuft exklusiv über den Webshop <https://www.kindersicher.help>.

Kindersicher Österreich besteht aus 2 Komponenten: einem farbcodierten Maßband (Pedia-tape) und einem Heft (Infoflip) (36). Mit Hilfe des farbcodierten Maßbandes, welches den international weit verbreiteten Farbcodierungen nach Brose-low entspricht, kann durch Abmessen des Kindes von der Körperlänge auf das Gewicht des Kindes geschlossen werden. Dabei ergibt die Körperlänge eine von 11 Farbzonen, die sich im Infoflip wiederfinden.



Abbildung 1: Dosierungshilfe Kindersicher Österreich

Hier stehen, in Kategorien („Notfall/Reanimation“, „Anaphylaxie“, „Narkose/Krampf“, „Analgesie/Antiemese“, „Antibiose/Intensivtherapie“) unterteilt, die jeweils an das Körpergewicht des Kindes angepassten Medikamentendosierungen bestimmter Notfallmedikamente inkl. Applikationsweg, Konzentration und ggf. Verdünnungsschritten und die zu verabreichende Dosis inkl. Volumenangabe („Wie viele Milliliter von welchem Medikament?“).

Beispielhaft für die Dosierungstabelle von Kindersicher Österreich (4. Auflage Österreich, Oktober 2022) wird in Tabelle 1 die korrekte Dosierung von L-Adrenalin (spritzfertiges Adrenalin) sowie Amiodaron in der Reanimationssituation eines Kindes aus dem Farbreiter „Grün“ (~30-36 kg Körpergewicht) dargestellt.

Medikament	Konzentration	Patientendosis (Vol.)
L-Adrenalin CPR 2mg/20mL	0,1 mg/mL	0,33 mg (3,3 mL)
Amiodaron (Sedacoron)	50 mg/mL	165 mg (3,3 mL)

Tabelle 1: Beispielhafte Tabelle aus Kindersicher Österreich für L-Adrenalin und Amiodaron

Weiters bietet die Dosierungshilfe zusätzliche Informationen über entsprechende Normvitalparameter je nach Alter, Informationen zur Reanimation und Schockabgabe sowie zum adäquaten Equipment und Größe zum Beispiel zur Atemwegssicherung.

Zusätzlich ist in Kindersicher Österreich der pädiatrische Glasgow Coma Scale sowie die Verbrennungstafel nach Lund und Browder zur einfachen Berechnung von verbrannter Körperoberfläche (KOF) hinterlegt.

Inzwischen ist Kindersicher Österreich sehr weit verbreitet und wird in Ordinationen, Ambulanzen, Kinderstationen, Operationssälen, Intensivstationen, Rettungsdiensten, Flugrettung und diversen weiteren Gesundheitseinrichtungen und mobilen Gesundheitsdiensten in ganz Österreich sowie zu Ausbildungszwecken verwendet.

Beispielhaft werden hier neben vielen weiteren der BVRD.at - Bundesverband Rettungsdienst, Österreichisches Rotes Kreuz, Arbeiter-Samariterbund, Johanniter, Grünes Kreuz, ÖAMTC Flugrettung, Ärztekammer für Wien, Wiener Gesundheitsverbund (WIGEV), Burgenländische Krankenanstalten Gesellschaft (KRAGES), Niederösterreichische Landeskliniken-Holding, Oberösterreichische Gesundheitsholding (OÖG), Vorarlberger Landeskrankenhäuser, Medizinische Universität Wien, Medizinische Universität Graz, Medizinische Universität Innsbruck, Österreichische Hochschüler-schaft Paracelsus Medizinische Privatuniversität, St. Josef Krankenhaus Wien, Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern Ried, Tauernklinikum, Gesundheitszentrum Oberndorf, Mobile Kinderhospiz Momo, Mobile Kinderkrankenpflege Moki als Referenz genannt (36).

Simulation in der Medizin

Simulation im Gesundheitswesen ist definiert als

„Eine Technik, die eine Situation oder Umgebung schafft, die es Personen ermöglicht, eine Darstellung eines realen Ereignisses im Gesundheitswesen zum Zweck des Übens, Lernens, Auswertens, Testens oder zum Verständnis von Systemen oder menschlichen Handlungen zu erfahren (SSH).“ (37).

Die Geschichte der Simulation in der Medizin ist bereits viele Jahrhunderte alt.

Schon früh wurden medizinische Simulatoren in der medizinischen Lehre verwendet, um Anatomie und Physiologie zu lernen sowie geburtshilfliche Maßnahmen und Operationen praktisch zu üben (38).

Mitte des letzten Jahrhunderts gewann die medizinische Simulation auch durch den Fortschritt der Technik und den Wandel von didaktischen Konzepten zunehmend an Wichtigkeit in der medizinischen Aus- und Weiterbildung.

Dabei hat die Entwicklung der Reanimationspuppe „Resusci-Anne“ durch den dänischen Industriellen A. Leardal und den österreichischen Anästhesisten und „Vater der kardiopulmonalen Reanimation“, Peter J. Safar, eine bedeutende Rolle gespielt. Mit Beginn der Serienproduktion von „Resusci-Anne“ im Jahr 1960 wurde ein Meilenstein gesetzt (39).

Mit fortschreitender Technik entwickelten sich im Laufe der Jahrzehnte auch medizinische Simulatoren immer weiter, wurden lebensechter, multifunktionaler und boten realere „Patientinnen“ und „Patienten“. Abhängig von dem Realitätsgrad der Simulation kann in „low-“ und „high-fidelity“ Simulation eingeteilt werden. Dabei reicht das Spektrum von einfachen Nachbildungen von Organen ohne Feedbackmöglichkeit (low-fidelity) bis hin zu technisch komplexen Simulatoren, die motorisches, visuelles, auditives und haptisches Feedback in Form von Bewegung, Sprechen, Farbveränderungen, tastbare Pulse oder Schwitzen geben können und entsprechende situationsabhängige bzw. einstellbare Vitalparameter liefern (high-fidelity) (40).

Seit dem 21. Jahrhundert werden computergestützte Simulation und „Virtuelle Realität“ (VR) sowie „Augmentierte Realität“ (AR) zunehmend Thema in der Simulation. Dabei kommen Videobrillen zum Einsatz, die eine beliebig programmierbare Umgebung simulieren (VR). Zusätzlich kann die Simulation mit haptischem Feedback verbunden werden (AR).

Medizinische Simulation bietet unter anderem folgende Vorteile (41):

- Keine Gefahr für echte Patientinnen und Patienten
- Strukturiertes Lernen mit definierten Lernzielen
- Erlaubt ungestörtes Trainieren
- Kann zeitlich geplant werden
- Bedürfnisse einzelner Personen können berücksichtigt werden
- Anpassung der Schwierigkeit und Intensität an die Qualifikation der teilnehmenden Person
- Es können Routinesituationen aber auch sehr seltene Situationen trainiert werden
- Integration von kognitiven, technischen und Verhaltensfähigkeiten
- Möglichkeit von multidisziplinären Teamtrainings

Die Nutzungsausrichtung der Simulation kann in Part-Task-Trainings, Algorithmentrainings und Szenarientrainings unterteilt werden.

Bei Part-Task-Trainings können mit Hilfe von Simulatoren spezieller Organsystemen oder Körperregionen manuelle Fertigkeiten erlernt und trainiert werden. Zum Beispiel das Legen einer periphervenösen Kanüle oder komplexes Atemwegsmanagement.

Algorithmentrainings beschäftigen sich mit Handlungsabläufen. Zum Beispiel dem leitlinienkonformen Ablauf der kardiopulmonalen Reanimation, bei dem spezielle Arbeitsschritte bzw. Prozedere erlernt und/oder abgearbeitet werden sollen.

Szenarientrainings haben oftmals den höchsten Realitätsgrad und eignen sich besonders für das Training im Team. Dabei können zum Beispiel Kommunikation, Teamleading, Situationsbewusstsein, Human Factors oder Crew/Crisis Resource Management Werkzeuge bzw. sogenannte „nicht-technische Fertigkeiten“ (NTS, engl.: non-technical skills) möglichst alltagsgetreu erlernt und trainiert werden. Dieser Simulationsmodus eignet sich besonders, um seltene, aber kritische Notfälle im Team zu trainieren (z.B. pädiatrische Notfälle, Atemwegskomplikationen, seltene Geburtskomplikationen etc.).

Alle Formen der Simulation haben gemeinsam, dass sie in sogenannten Debriefings nachbesprochen und aufgearbeitet werden sollen. Dabei werden Debriefings im Optimalfall von Personen moderiert, die in das Simulationsszenario selbst nicht aktiv involviert waren und möglichst viel Erfahrung und Kompetenz im Bereich medizinisch-fachlichen Bereich aber auch in der medizinischen Simulation mitbringen.

Für strukturiertes Debriefing existieren mehrere Modelle, wie zum Beispiel PEARLS, Diamond, SHARP oder die 3B Technik (42-45).

Alle diese Modelle folgen grundsätzlich einer ähnlichen Struktur:



Abbildung 3: Phasen des Debriefings

Das „Warum?“, also zum Beispiel warum wurden Entscheidungen so getroffen oder wie kam es dazu, dass etwas suboptimal lief, steht dabei stets im Vordergrund und sollte von der debriefenden Person konstruktiv und wertfrei hinterfragt werden (englisch: „just culture“). Dazu ist eine „sichere Atmosphäre“, in der alle Teilnehmenden bereit sind, über Gedanken und Fehler offen zu sprechen und diese ohne Angst vor negativen Konsequenzen zu analysieren von entscheidender Bedeutung.

So kann die gemachte Erfahrung reflektiert bzw. analysiert werden, entsprechende Lösungen entwickelt und in der Praxis erneut getestet werden.

Dieses Lernprinzip der Erwachsenenbildung beschreibt der Lernzyklus nach Kolb (46).

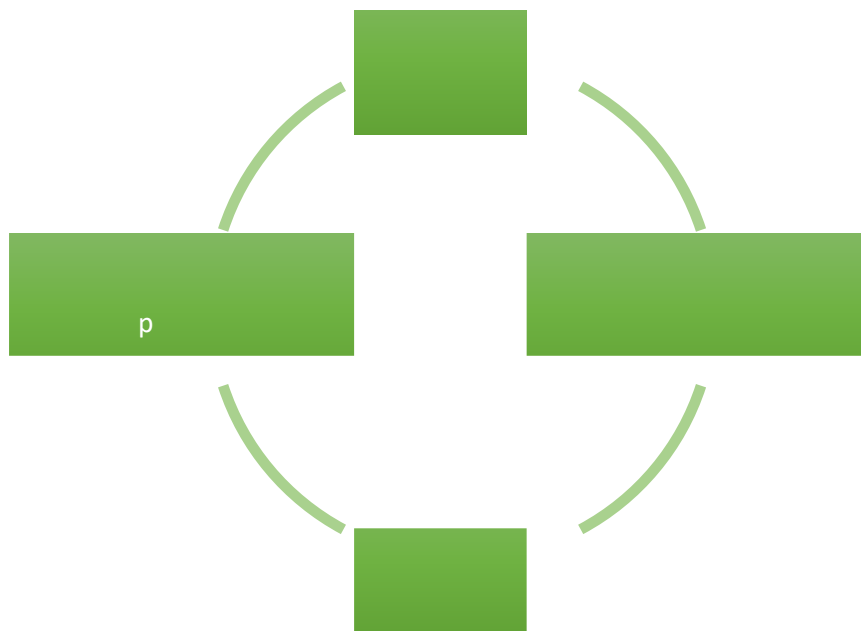


Abbildung 4: Lernzyklus nach Kolb (46)

Durch simulationsbasierte Aus- und Fortbildung konnten kognitive, aber auch technische und nicht-technische Fertigkeiten von Gesundheitspersonal signifikant verbessert werden, was zu höherer Patientinnen- und Patientensicherheit sowie einem besseren Outcome führte (47-49). Aktuelle Leitlinien empfehlen simulationsbasierte Aus- und Fortbildung (40).

Da pädiatrische Notfälle sehr selten und oftmals besonders anspruchsvoll sind, ist simulationsbasierte Fortbildung und Training gerade in diesem spezifischen Bereich ein gut geeignetes Werkzeug, um die Teamleistung des Gesundheitspersonals gezielt zu verbessern und damit das Patientinnen und Patienten Outcome positiv zu beeinflussen. Entsprechende Empfehlungen von Fachgesellschaften und Leitlinien unterstützen dies und formulieren international anerkannte Qualitätsstandards zur Durchführung von pädiatrischen Simulationen (48, 50).

Gerade durch regelmäßige in-situ-Simulationstrainings (ISST) konnte die die Rate an latenten Sicherheitsrisiken, also systembasierte Bedrohungen für die Patientinnen- und Patientensicherheit, die jederzeit auftreten können und zuvor von Gesundheitsdienstleistern, Abteilungsleitern oder der Krankenhausverwaltung nicht erkannt wurden, deutlich reduziert werden (51, 52).

Durch größeren zeitlichen Abstand zwischen den Simulationstrainings, stieg die Zahl der latenten Sicherheitsrisiken wieder. Darum werden regelmäßige Trainings in kurzen zeitlichen Abständen empfohlen (47, 52).

Emergency Pediatric Care

Emergency Pediatric Care (EPC) ist ein internationales Kursformat der NAEMT (National Association of Emergency Medical Technicians), welches in Österreich durch den BVRD.at – Bundesverband Rettungsdienst lizenziert ist.

EPC bietet circa 10 bis 12 mal pro Jahr an unterschiedlichen Orten in ganz Österreich kostenpflichtige zweitägige Kurse für medizinisches Personal (Rettungssanitäter:in, Notfallsanitäter:in, Diplompflege, Medizinstudierende, ärztliches Personal) an, in denen theoretische Inhalte sowie praktische Skillstationen zum Thema Kindernotfall behandelt werden. Außerdem werden mit Hilfe von Simulationsszenarien Algorithmen und Handlungsabläufe trainiert.

Die theoretischen Inhalte umfassen Vorträge zu den Themen „Kinder verstehen“ (Entwicklungsstadien, Kommunikation mit Kindern und Angehörigen), „Pädiatrisches Assessment und Management“ (Crisis/Crew Resource Management Grundprinzipien, Vorbereitung für den Notfall, Beurteilung nach dem Pädiatrischen Beurteilungsdreieck, Assessment nach pädiatrischem ABCDE) und medizinische Inhalte zu den Themen „respiratorische Notfälle“, „Traumabehandlung“, „Schockformen“, „Krampfanfälle und Fieber“ sowie weitere medizinische Notfallsituationen.

Die Praxiseinheiten finden im Rotationsprinzip in vier Kleingruppen (Rot, Gelb, Grün, Blau) mit 4 bis 6 Teilnehmenden pro Gruppe statt, die jeweils von ein bis zwei erfahrenen und zertifizierten InstruktorInnen bzw. InstruktorInnen geleitet werden.

Am ersten Kurstag werden folgende praktische Skillstationen durchgeführt:

- Airwaymanagement:
Atemwegsmanagement und Beatmung mit diversen Hilfsmitteln wie Beatmungsbeutel, Naso-/Oropharyngealtuben, supraglottischen Atemwegshilfen
- Zugänge und Medikamente:
intravenöse, intraossäre sowie intranasale Zugangswege, Applikation von Flüssigkeit, Vorbereitung und Dosierung von wichtigen Notfallmedikamenten der pädiatrischen Notfallmedizin

- **Assessment und Management:**
strukturiertes Vorgehen, Grundprinzipien Crew/Crisis Ressource Management (CRM)
- **Critical Thinking:**
Wiederbelebung, Kommunikation, CRM, Entscheidungsfindung

Am zweiten Kurstag werden die erlernten theoretischen und praktischen Skills von Tag eins in realitätsnahen Simulationsszenarien (Fallbeispielen) trainiert, weiter vertieft und gefestigt (siehe Kursplan im Appendix). Dabei folgt jedem Szenario ein Debriefing.

EPC verwendet seit seiner Einführung in Österreich im Jahr 2015 Dosierungshilfen und seit April 2019 die Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ als Teil der Kursunterlagen. D.h. alle Teilnehmenden bekommen zu Kursbeginn ein Exemplar zur Verfügung gestellt.

Offene Fragen

Dosierungstabellen und -hilfen zur Anwendung von Medikamenten stellen eine Stütze dar, um Dosierungsfehler in stressigen Situationen zu minimieren (8, 32, 53). Offen bleibt, ob der theoretische Mehrwert von „Kindersicher Österreich“ auch im klinischen Alltag umgesetzt werden kann und ob dies tatsächlich zu einer Reduktion von Dosierungsfehlern und Optimierung der Vorbereitungszeit führt. Wissenschaftlich fundierte Daten darüber, ob Dosierungshilfen auch zu einer allgemeinen Stressreduktion und einem subjektiven Sicherheitsgefühl der Anwendenden beitragen, gibt es zurzeit nicht.

Ziel der Untersuchung

Die Studie soll untersuchen, ob die Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ in pädiatrischen Simulationstrainings tatsächlich zu einer Reduktion der Fehldosierung führt und ob eine schnellere Vorbereitung der Medikation/Verdünnung im Vergleich zu einer Vorbereitung ohne Dosierungshilfe möglich ist.

Zusätzlich soll der subjektiv empfundene Stress der Teilnehmenden während der Dosisrechnung sowie die Zufriedenheit der Anwendenden mit der Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ erhoben werden.

Material und Methoden

Die Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien hat dieser Studie im Mai 2023 ein positives Votum erteilt (1096/2023).

Die Daten wurden während der Emergency Pediatric Care (EPC) Kurse zwischen April 2021 und März 2022 in Österreich erhoben. Alle Kursteilnehmenden wurden vor Kursbeginn über die stattfindende Studie informiert. Die Teilnahme daran war freiwillig und hatte keinen Einfluss auf den Ablauf oder Abschluss der Kurse.

Studienablauf

Alle EPC Kursteilnehmenden wurden standardmäßig bereits während der Kursplanung mehrere Wochen vor Kursbeginn einer farblich gekennzeichneten Kleingruppe (Rot, Gelb, Grün, Blau) zugeordnet. Diese Zuteilung erfolgte automatisch, wobei der Zeitpunkt der Kursbuchung bzw. Kursanmeldung ausschlaggebend war: die erste Anmeldung wurde Gruppe Rot zugeordnet, die zweite Gruppe Gelb, die dritte Gruppe Grün, die vierte Gruppe Blau. Dieses Prinzip wiederholte sich bei den folgenden Anmeldungen.

Während der Kursregistrierung am Morgen des ersten Kurstages wurden alle Teilnehmenden über den Hintergrund, das Ziel, den Ablauf sowie Risiken der Studie informiert und hatten Gelegenheit, Fragen zu stellen.

Nach Unterzeichnung der Einverständniserklärung wurden die Teilnehmenden entsprechend der Farbe ihrer Kleingruppe des EPC Kurses in der Interventions- oder der Kontrollgruppe eingeteilt. Dabei waren die Gruppen Rot und Gelb die Kontrollgruppen, die Gruppen Grün und Blau die Interventionsgruppen.

Diese Einteilung ergibt sich aus dem EPC Stundenplan, da alle Teilnehmenden zum Zeitpunkt der Studie (Station 2) möglichst unbeeinflusst von anderen im Rotationsprinzip bereits absolvierten Stationen sein sollten. Insbesondere die Kontrollgruppe sollte für die Schätzung des Körpergewichts des verwendeten Simulators keine Vorinformationen von anderen Kursstationen haben.

Initialer Fragebogen (Fragebogen 1)

Unmittelbar vor Beginn des Kurses haben die Probandinnen und Probanden einen Fragebogen (Fragebogen 1, siehe Anhang) zu Alter, Geschlecht, Ausbildung und Berufserfahrung, Vorerfahrung im Bereich des Kindernotfalls bzw. Simulation und Dosierungshilfen erhalten und diesen ausgefüllt.

Praxisstation

Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen des üblichen EPC Kursablaufes (siehe EPC Stundenplan im Appendix) in Station 2 (Zugänge & Medikamente).

Die Interventionsgruppe absolviert die Station **mit** Kindersicher Österreich, die Kontrollgruppe **ohne** die Dosierungshilfe.

Die Personen der Interventionsgruppe erhielten zu Beginn der Station 2 eine kurze (circa 5-minütige) allgemeine Einschulung auf die Verwendung der Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“.

Sowohl den Personen der Interventions- als auch der Kontrollgruppe wurde erklärt, dass sie in Kürze eine praktische Aufgabe zu lösen haben. Diese soll sowohl den zeitlichen Aufwand als auch die Durchführung selbst betreffend so realitätsgetreu als möglich durchgeführt werden. Absprachen unter den Teilnehmenden waren untersagt. Jeder Person wurde ein eigener Arbeitsplatz zu Verfügung gestellt, auf dem sich folgende beschriftete Übungsmedikamente (mit Wasser gefüllte Glasampullen) befanden:

- L-Adrenalin 1:10.000 (2 mg/20 ml)
- Suprarenin 1:1000 (1 mg/1 ml)
- Amiodaron (150 mg/3 ml)
- Dibondrin (30 mg/2 ml)
- NaCl 0,9 % (10 ml) oder Aqua a.i. (10 ml)

Außerdem fanden sich jeweils eine digitale Stoppuhr, eine Aufziehkanüle und Spritzen (2 x 1 ml, 2 x 2 ml, 1 x 5 ml), Tupfer und Handschuhe an jedem Arbeitsplatz.



Abbildung 5: Arbeitsplatz der Teilnehmenden während der Praxisstation

Nun wurde durch die Instruktorinnen und Instruktoren von EPC ein Reanimationsszenario (Basic Life Support) an dem vorbereiteten Simulator (Gaumard Pedi Simulator S155, 5-jährig, siehe Abbildung 7, Seite 26) und zeitgleich die jeweiligen Stoppuhren der Teilnehmenden gestartet.

Alle Teilnehmenden bekamen die Anweisung, die für dieses Szenario in Frage kommenden Medikamente für die (nächste) Einmalgabe aus den vorliegenden Ampullen auszuwählen und spritzfertig aufzuziehen. Das gesamte Volumen aus der Spritze wurde vollständig verabreicht. Die titrierte Gabe war nicht zulässig.

Die Auswahl, welche/s der vorliegenden Medikamente vorbereitet und verabreicht werden sollte, mussten die Teilnehmenden selbst treffen. Hat die Person die Aufgabe nach eigenem Ermessen vollständig gelöst, sollten alle Spritzen abgelegt und die Stoppuhr gestoppt werden. Ein Zeitlimit wurde nicht genannt. Es wurden keine weiteren Informationen zu Alter oder Gewicht des Simulationspatienten gegeben. Die Kontrollgruppe musste das Gewicht des Simulators also jeweils schätzen, die Interventionsgruppe sollte den Simulator mit Hilfe des farbcodierten Maßbandes abmessen.

Nachdem alle Teilnehmenden die Stoppuhr gestoppt hatten, wurde die benötigte Zeit, der verwendete Farbcode bzw. das angenommene Körpergewicht des Simulationspatienten sowie die vorbereiteten Medikamente mit tatsächlich in der Spritze befindlichen Volumina und ggf. Verdünnungen durch die EPC Instruktorinnen und Instruktoren dokumentiert. Danach wurde der Arbeitsplatz wieder in den Ursprungszustand gebracht (alle verwendeten Übungsmedikamente nachbestückt) und es folgte Aufgabe 2.

In Aufgabe 2 wurden die Stoppuhren der Teilnehmenden wieder gleichzeitig gestartet und sie sollten einen nun einsetzenden anaphylaktischen Schock mit den erneut zur Verfügung gestellten Medikamenten (siehe oben) behandeln. Wieder galt, dass die Medikamente spritzfertig zur Einmalgabe aufgezogen werden mussten und die Stoppuhr der jeweiligen Person nach Beendigung angehalten wurde.

Nach Absolvierung dieser Aufgabe wurden wieder benötigte Zeit, angenommenes Körpergewicht des Simulators bzw. der verwendete Farbcode sowie die vorbereiteten Medikamente kontrolliert und dokumentiert.

Unmittelbar im Anschluss wurde der subjektive Stresslevel der Teilnehmenden während der Praxisstation in der Interventions- als auch der Kontrollgruppe mittels „NASA Task Load Index“ abgefragt. Dabei werden 6 Fragen mit einer stufenlosen Skala von „gering“ bis „hoch“ beantwortet. Dieses Tool hat sich im Bereich der medizinischen Simulation in den letzten Jahren gut etabliert (54).

ID: _____

Bedingung: _____

Setzen sie ein Kreuz auf der Linie um Ihre Erfahrung mit der Aufgabe zu verdeutlichen.

1. Geistige Anforderung war: gering _____ hoch

2. Körperliche Anforderung war: gering _____ hoch

3. Zeitliche Anforderung war: gering _____ hoch

4. Meine Leistung war: gut _____ schlecht

5. Meine Anstrengung war: gering _____ hoch

6. Meine Frustration war: gering _____ hoch

Abbildung 6: NASA Task Load Index (55)

Nachdem der NASA Task Load Index ausgefüllt wurde, bekamen die Teilnehmenden noch Feedback, welche Dosierungen korrekt waren. Danach wurden weitere Lehrinhalte der Station 2 („Zugänge und Medikamente“) gemäß des EPC Curriculums behandelt.

Nach Absolvierung dieser Station war es allen Teilnehmenden möglich, die Dosierungshilfe für den weiteren Kursablauf zu verwenden.



Abbildung 7: Gaumard Pedi Simulator S155, 5-jährig

Abschlussfragebogen (Fragebogen 2)

Am Ende des zweitägigen Kurses wurden die Teilnehmenden zu ihrer allgemeinen Zufriedenheit mit der Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ befragt, ob sie die Dosierungshilfe auch im beruflichen Alltag verwenden würden und ob die Dosierungshilfe Stress reduziert bzw. ob kognitive Ressourcen durch die Verwendung der Dosierungshilfe anders gebunden werden können (Fragebogen 2, siehe Anhang). Die ersten drei Fragen hatten einen Bezug zu den Fragen aus Fragebogen 1 und ließen daher einen Vergleich **vor** und **nach** dem Einsatz der Dosierungshilfe während des Kurses zu.

Statistische Parameter

Einschlusskriterien

- Teilnahme an einem Emergency Pediatric Care Providerkurs in Österreich zwischen April 2021 und Mai 2022

Ausschlusskriterien

- Loss of Data (unvollständige Fragebögen)
- Abweichungen vom Studienprotokoll (z.B. Dosierungshilfe nicht verwendet)

Hauptmessgrößen

Hauptuntersuchungsparameter sind die Genauigkeit der Dosierung (Abweichung von Guidelines) sowie die benötigte Zeit, um die korrekte Dosis zu eruieren und die spritzfertige Medikation vorzubereiten.

Als korrekte Dosis galt in der Interventionsgruppe die Dosierung, die in der von den Teilnehmenden gewählten Farbtabelle angegeben war, wobei dabei die Farbcodes Weiß und Blau als korrekt galten, da die Länge des Simulators grenzwertig zwischen den beiden Farbcodes lag.

Die Grundlage für die Berechnung der korrekten Dosierung in der Kontrollgruppe boten aktuelle Daten zu Körpergröße und Körpergewicht von Kindern in Österreich, wobei unter Berücksichtigung der Länge und des Geschlechts (männlich) des Simulators im Median von circa 18 Kilogramm Körpergewicht ausgegangen werden konnte (56, 57).

Dementsprechend sollten die Medikamente nach den aktuellen ERC (European Resuscitation Council) Leitlinien vorbereitet werden (50):

Korrekte Medikamente und Dosierungen für Praxisbeispiel 1 (Reanimation):

	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
L-Adrenalin (1:10.000) 2 mg / 20 mL	Farbcode Weiß: 0,17 mg (1,7 mL) Farbcode Blau: 0,21 mg (2,1 mL)	0,01 mg / kg KG i.v. = 0,18 mg (1,8 mL)
Suprarenin (1:1.000) 1 mg / 1 mL	Farbcode Weiß: 0,17 mg (0,17 mL) Farbcode Blau: 0,21 mg (0,21 mL)	0,01 mg / kg KG i.v. = 0,18 mg (0,18 mL)
Amiodaron 150 mg / 3 mL	Farbcode Weiß: 82,5 mg (1,7 mL) Farbcode Blau: 105 mg (2,1 mL)	5 mg / kg KG i.v. = 90 mg (1,8 mL)

Tabelle 2: Korrekte Medikamente und Dosierungen Praxisbeispiel 1 (Reanimation)

Korrekte Medikamente und Dosierungen für Praxisbeispiel 2 (Anaphylaxie):

	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Suprarenin (1:1.000) 1 mg / 1 mL	Farbcode Weiß: 0,17 mg (0,17 mL) Farbcode Blau: 0,21 mg (0,21 mL)	0,01 mg / kg KG i.m. = 0,18 mg (0,18 mL)
Diphenhydramin 30 mg / 2 mL	Farbcode Weiß: 16,5 mg (1,1 mL) Farbcode Blau: 21 mg (1,4 mL)	1 mg / kg KG i.v. = 18 mg (1,2 mL)

Tabelle 3: Korrekte Medikamente und Dosierungen Praxisbeispiel 2 (Anaphylaxie)

Nebenmessgrößen

Nebenmessgrößen waren der von Teilnehmenden empfundene Stresslevel während der Aufgabenstellung, der mittels „NASA Task Load Index“ (siehe S. 25, Abbildung 6) erfasst wurde, sowie das subjektive Empfinden in Bezug auf das Arbeiten mit der Dosierungshilfe.

Statistische Auswertung

Die Datenauswertung erfolgt in Zusammenarbeit mit Oberrat Mag.rer.nat. Gerold Schwantzer vom Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Dokumentation der Medizinischen Universität Graz.

Für die weitere Datenverarbeitung wurden folgende Programme verwendet: Microsoft Excel für Mac, Version 16.43 und IBM SPSS Statistics für Mac, Version 24 sowie G*Power Version 3.1.9.6.

Bei der durchgeführten Fallzahlanalyse wurde eine erforderliche Fallzahl von je 64 pro Gruppe und gesamt 128 errechnet (zwei Stichproben t-test, effect size 0.5, alpha 0.05, power 0.8). Bei einem erwarteten Ausfall durch „loss of data“ von circa 20% wurde die zu erreichende Fallzahl auf 150 festgesetzt.

Für kategoriale Daten (z.B. Geschlecht, Berufsgruppe etc.) werden immer absolute Häufigkeiten und Häufigkeiten in % angegeben.

Normalverteilte metrische Daten werden mit Mittelwert und Standardabweichung angegeben. Unterschiede zwischen zwei normalverteilten metrischen Daten werden mittels zweiseitigem T-Test geprüft.

Nicht-Normalverteilte Daten werden mit Median + IQR angegeben und Unterschiede mittels Mann-Whitney-U-Test ermittelt.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt mit Mitteln der deskriptiven Statistik.

Das Signifikanzniveau wird mit $p < 0,05$ festgesetzt, das Konfidenzintervall liegt bei 95%.

Hypothesen

Fragestellung: Kann die Dosierungshilfe für pädiatrische Notfälle „Kindersicher Österreich“ Dosierungsfehler in realistischen Simulationsszenarien reduzieren?

Nullhypothese (H0): Die Verwendung der Dosierungshilfe ist nicht mit einer niedrigeren Fehlerquote der Dosierungen assoziiert.

Alternativhypothese (H1): Die Verwendung der Dosierungshilfe ist mit einer niedrigeren Fehlerquote der Dosierungen assoziiert.

Datenschutz

Nur autorisierte Personen (RS, KB, MW, MR, GS) haben Zugriff auf die Daten.
Der Zugang zu den Daten ist passwortgeschützt.

Nutzen-Risiko-Evaluierung

Die eingeschlossenen Personen hatten keinen direkten Nutzen von der Studie.

Die Kontrollgruppe hatte im Gegensatz zur Interventionsgruppe den Nachteil, eine Station des Kurses nicht mit der Dosierungshilfe Österreich üben zu können, was aber dem normalen Kursablauf entspricht.

Das einzig mögliche Risiko, das Bekanntwerden der Personendaten, wurde durch die Pseudonymisierung und Zugriffsbeschränkung minimiert.

Die Ergebnisse dieser Studie können als Grundlage für Ausrüstungsentscheidungen von Rettungsmitteln und Notaufnahmen dienen.

Resultate

Insgesamt haben 148 Personen an der Studie teilgenommen, wobei 4 Personen aufgrund unvollständiger Daten bzw. des Abweichens vom Studienprotokoll ausgeschlossen wurden. Folglich wurden Daten von 144 Personen ausgewertet.

Davon wurden

- 51,4 % (n = 74) der Interventionsgruppe und
- 48,6 % (n = 70) der Kontrollgruppe

zugeordnet.

Demographische Daten der Teilnehmenden

Von den 144 eingeschlossenen Personen ordneten sich 41 % (n = 59) dem weiblichen und 59 % (n = 85) dem männlichen Geschlecht zu. Keine Personen identifizierten sich als divers.

Die Altersverteilung der teilnehmenden Personen ergab sich wie folgt:

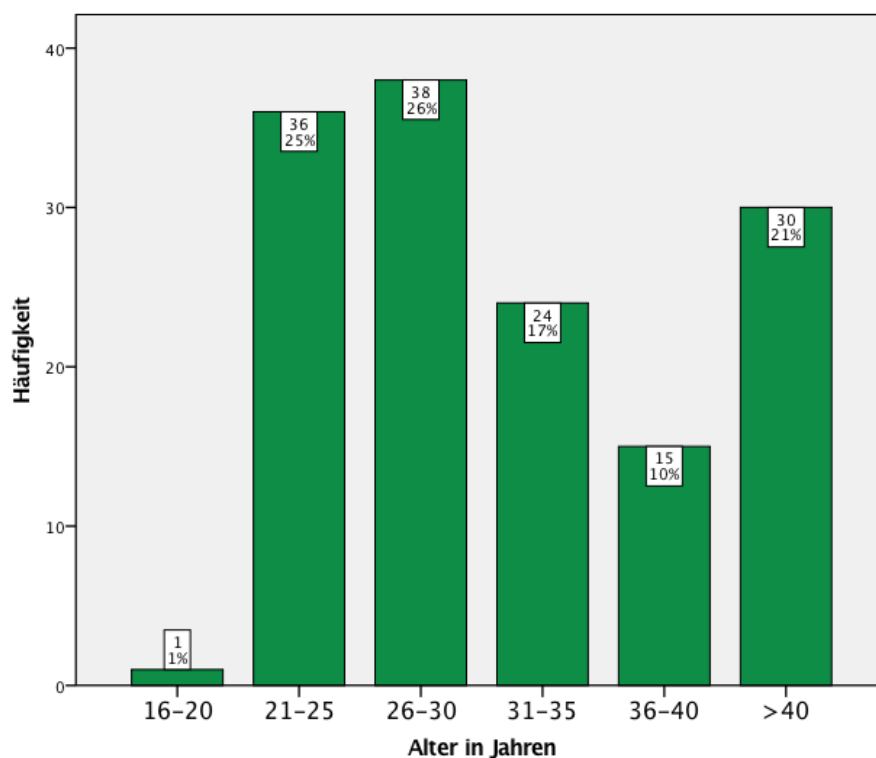


Abbildung 8: Alter der Teilnehmenden

Angaben zur höchsten Ausbildung wurden von 142 Personen gemacht.

2 Personen machten dazu keine Angabe.

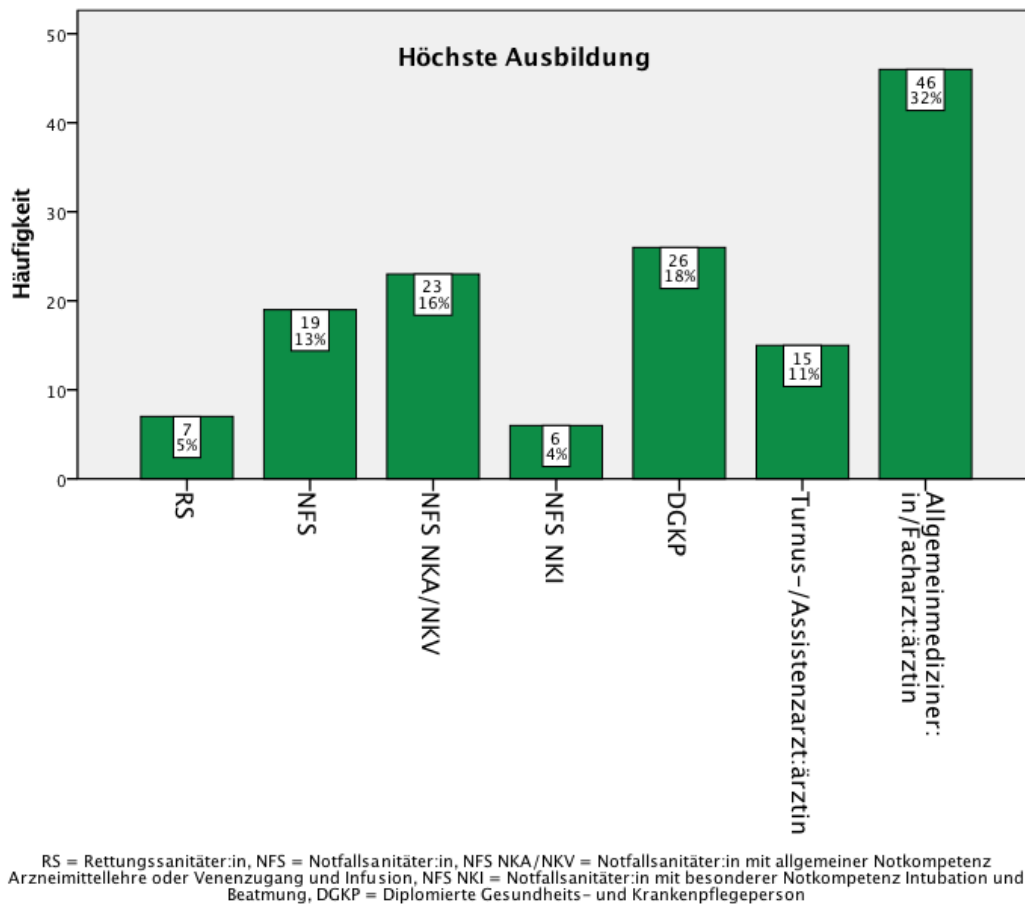


Abbildung 9: Höchste Ausbildung der Teilnehmenden

Die Verteilung der unterschiedlichen Professionen und Ausbildungsstände war in der Interventions- und der Kontrollgruppe annähernd vergleichbar:

	Interventionsgruppe (n = 74)	Kontrollgruppe (n = 70)
Rettungssanitäter:in	4,1 % (n = 3)	5,7 % (n = 4)
Notfallsanitäter:in	13,5 % (n = 10)	12,9 % (n = 9)
NFS NKA/NKV	13,5 % (n = 10)	18,6 % (n = 13)
NFS NKI	4,1 % (n = 3)	4,3 % (n = 3)
DGKP	18,9 % (n = 14)	17,1 % (n = 12)
Turnus-/Assistenzarzt:ärztin	10,8 % (n = 8)	10 % (n = 7)
Allgemeinmediziner:in/Facharzt:ärztin	33,8 % (n = 25)	30 % (n = 21)
Keine Angabe	1,4 % (n = 1)	1,4 % (n = 1)

Tabelle 4: Ausbildung der Teilnehmenden in Interventions- bzw. Kontrollgruppe

Zur Berufserfahrung machten die Teilnehmenden folgende Angaben:

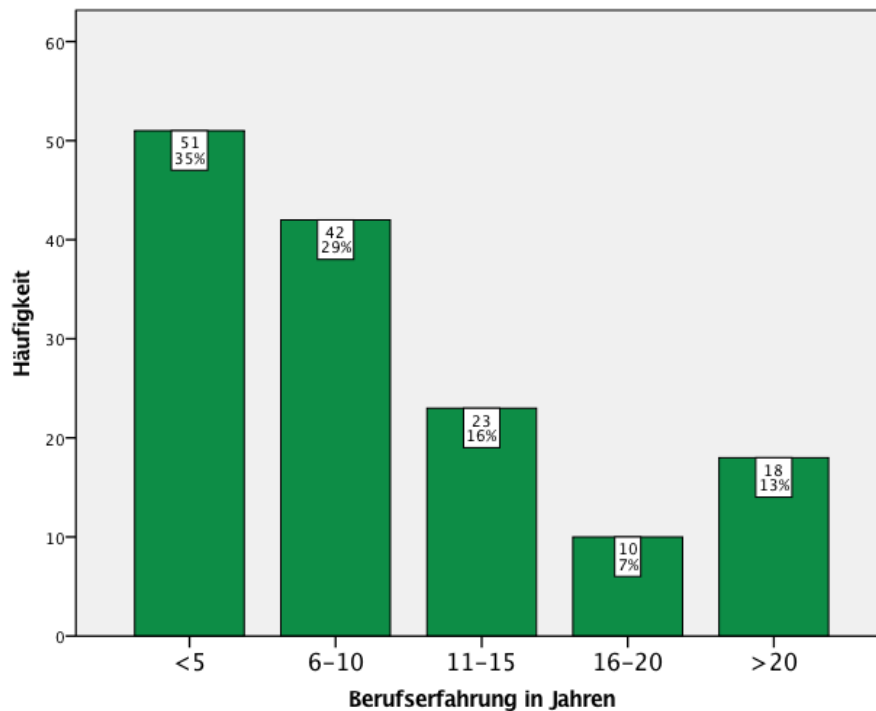


Abbildung 10: Berufserfahrung der Teilnehmenden

Vorerfahrung mit Kindernotfällen, Fortbildungen und Dosierungshilfen

Auf die Frage „*Wieviel Erfahrung haben Sie mit Kindernotfällen?*“ kamen folgende Angaben:

- 8,3 % (n = 12) keine
- 51,4 % (n = 74) wenig
- 31,9 % (n = 46) moderat
- 7,6 % (n = 11) erfahren
- 0,7 % (n = 1) routiniert

Die Antworten auf die Frage „*Haben Sie Ausbildungen/Fortbildungen/Simulationen zu Kindernotfällen (Kurse etc.) absolviert?*“ ergaben sich wie folgt:

- 67,4 % (n = 97) bislang keine
- 22,2 % (n = 32) internationales Kursformat (EPC/EPALS etc.)
- 1,4 % (n = 2) pflegerische Sonderausbildung
- 8,3 % (n = 12) entsprechende fachärztliche Ausbildung
- 0,7 % (n = 1) keine Angabe

In 11,1 % (n = 16) lag das letzte Kindernotfalltraining weniger als 6 Monate zurück, 14,6 % (n = 21) absolvierten das letzte Kindernotfalltraining innerhalb der letzten 6-11 Monate, 33,3 % (n = 48) innerhalb der letzten 1-3 Jahre, 11,1 % (n = 16) innerhalb der letzten 3-5 Jahre, bei 4,9 % (n = 7) lag das letzte Kindernotfalltraining mehr als 5 Jahre zurück und 24,3 % (n = 35) gaben an, noch kein Kindernotfalltraining absolviert zu haben. 0,7 % (n = 1) machten dazu keine Angaben.

14,6 % (n = 21) gaben an, als Instruktor/Lehrperson im notfallmedizinischen/pädiatrischen Bereich tätig zu sein. 84,7 % (n = 122) gaben an, keine Lehrtätigkeit in dem Bereich auszuüben. 0,7 % (n = 1) machten dazu keine Angaben.

Zur Vorerfahrung mit Dosierungshilfen machten die teilnehmenden Personen folgende Angaben:

- 33,3 % (n = 48) keine
- 44,4 % (n = 64) wenig (z.B. einmaliges Training)
- 12,5 % (n = 18) moderat (regelmäßige Trainings)
- 9 % (n = 13) viel Erfahrung (Einsatz im Berufsalltag)
- 0,7 % (n = 1) keine Angabe

33,3 % (n = 48) der bereits verwendeten Dosierungshilfen waren in rein analoger, 11,8 % (n = 17) in rein digitaler Form. 31,3 % (n = 45) verwendeten analoge und digitale Dosierungshilfen und 21,5 % (n = 31) gaben an, keine Dosierungshilfen zu verwenden. 2,1 % (n = 3) machten dazu keine Angaben.

91 % (n = 131) der teilnehmenden Personen gaben an, dass sie Dosierungshilfen als sinnvoll erachten. 6,9 % (n = 10) antworteten mit eher sinnvoll, 1,4 % (n = 2) mit mittelmäßig und 0,7 % (n = 1) dachten, dass Dosierungshilfen wenig sinnvoll sind.

Die Frage „Wie sicher fühlen Sie sich in Bezug auf korrekte Dosierungen bei pädiatrischen Notfällen ohne Hilfsmittel?“ wurde wie folgt beantwortet:

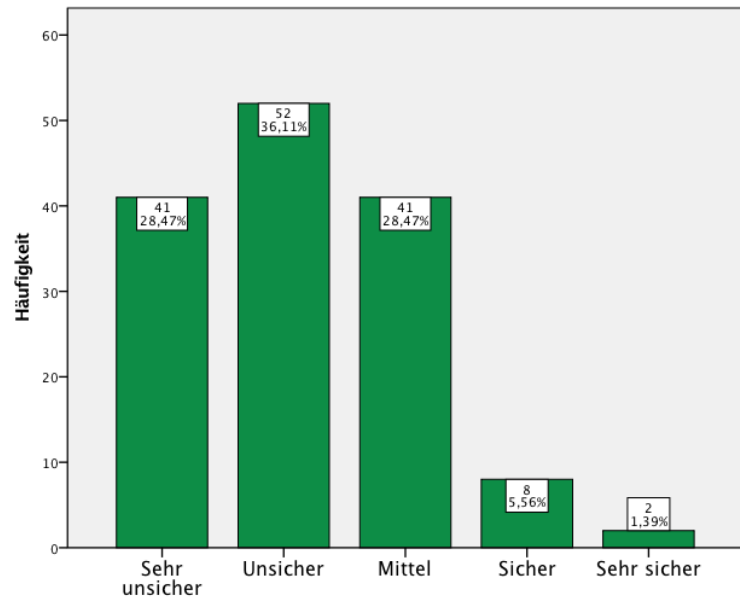


Abbildung 11: Sicherheit bei pädiatrischen Dosierungen ohne Dosierungshilfe

Auswertung Praxisstation 1 (Reanimation)

Für die Auswertung der benötigten **Zeit**, um die Aufgabenstellung in Praxisbeispiel 1 (Kinderreanimation) zu lösen, konnten in der Interventionsgruppe 100% (n = 74) und in der Kontrollgruppe 97,1% (n = 68) der Personen ausgewertet werden. 2,9 % (n = 2) führten keine korrekte Zeitmessung durch.

Die Interventionsgruppe benötigte im Median 148,5 Sekunden (Q1 121,75; Q3 182), die Kontrollgruppe benötigte im Median 121,5 Sekunden (Q1 83,5; Q3 169,5). Die beiden Vergleichsgruppen zeigten einen signifikanten Unterschied (p = 0,005).

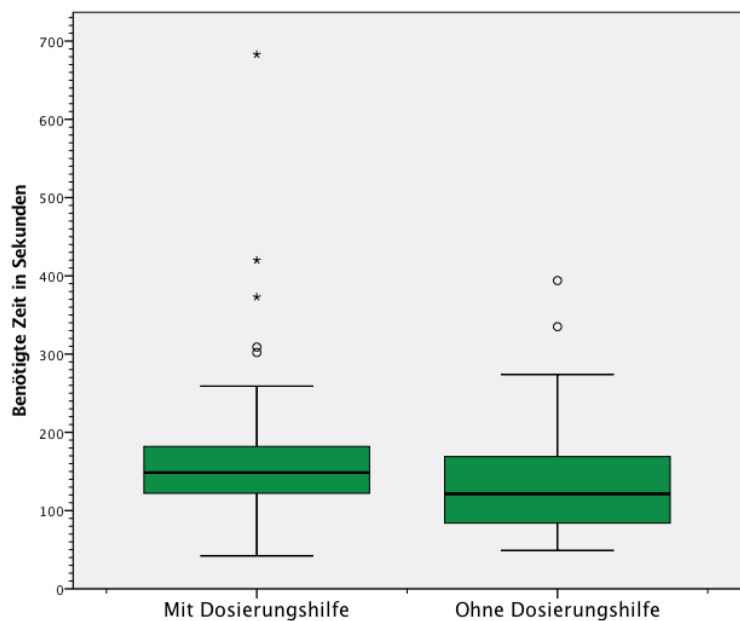


Abbildung 12: Benötigte Zeit für Praxisbeispiel 1

Die Personen der Kontrollgruppe mussten das **Körpergewicht** des fiktiven Patienten schätzen, um eine entsprechende Dosierung errechnen zu können. Unter Berücksichtigung aktueller biometrischer Daten aus Österreich wurde bei dem verwendeten Simulator von einem korrekten Körpergewicht von 18 kg ausgegangen (56, 57).

99,3 % (n = 69) der Personen in der Kontrollgruppe gaben eine Schätzung ab. Im Mittel wurde das Körpergewicht um 13,77 % überschätzt (-72 % bis 178 %). 0,7 % (n = 1) der Kontrollgruppe gab keine Gewichtsschätzung ab.

In der Interventionsgruppe haben 97,3 % (n = 72) den korrekten Farbcode (Blau oder Weiß) gewählt. 2,7 % (n = 2) haben sich für den Farbcode „Orange / 121,5 cm bis 131 cm Körpergröße / 24-29 kg Körpergewicht“ entschieden.

In der Interventionsgruppe mit Dosierungshilfe haben sich 98,6 % (n = 73) und in der Kontrollgruppe ohne Dosierungshilfe 78,6 % (n = 55) der Personen dazu entschieden **L-Adrenalin** aufzuziehen (alle vorliegenden Medikamente waren frei wählbar).

Wurde L-Adrenalin vorbereitet, lag die prozentuelle Abweichung von der korrekten Dosierung in der Interventionsgruppe im Mittel bei -2 % (-90 % bis 100 %), in der

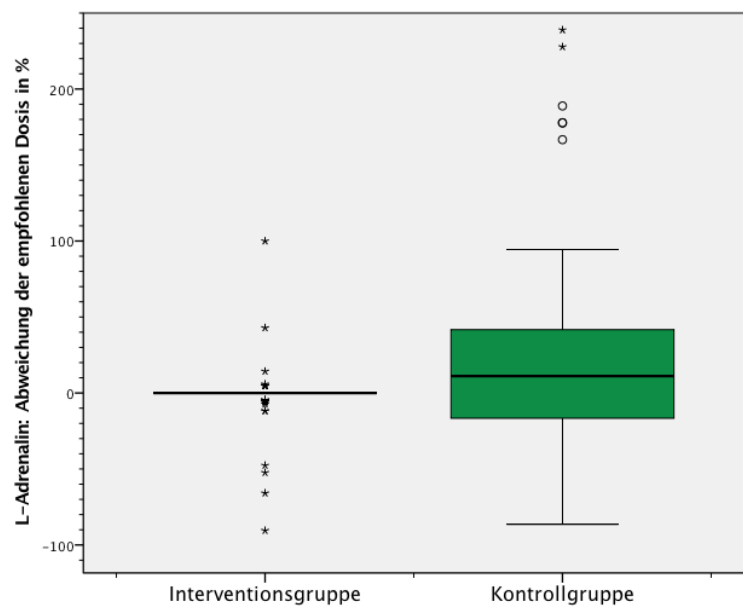


Abbildung 13: Abweichung der empfohlenen Dosis bei L-Adrenalin

Kontrollgruppe bei 25,25 % (-86,39 % bis 238,89 %) (p=0,007).

Suprarenin wurde in der Interventionsgruppe von 6,8 % (n = 5) und in der Kontrollgruppe von 32,9 % (n = 23) der Personen aufgezogen.

Die prozentuelle Abweichung von der korrekten Suprarenin-Dosierung lag in der Interventionsgruppe im Mittel bei 46,11 % (-5,89 % bis 223,53 %), in der Kontrollgruppe bei 413,77 % (-27,78 % bis 4288,89 %) (p=0,359).

In den Fällen, in denen Suprarenin vorbereitet wurde, hat in der Interventionsgruppe in 20 % (n = 1) und in der Kontrollgruppe in 17,39 % (n = 4) der Fälle eine Verdünnung mittels Aqua a.i. oder Natrium-Chlorid (NaCl 0,9%) stattgefunden.

In der Interventionsgruppe mit Dosierungshilfe haben sich 94,6 % (n = 70) und in der Kontrollgruppe ohne Dosierungshilfe 64,3 % (n = 45) der Personen dazu entschlossen, das in den Guidelines empfohlene Medikament **Amiodaron** vorzubereiten. Die prozentuelle Abweichung von der korrekten Amiodaron-Dosierung lag in der Interventionsgruppe im Median bei 0 % (Q1 -3,40; Q3 0,00), in der Kontrollgruppe bei 5,56 % (Q1 -41,67; Q3 16,67) (p = 0,076).

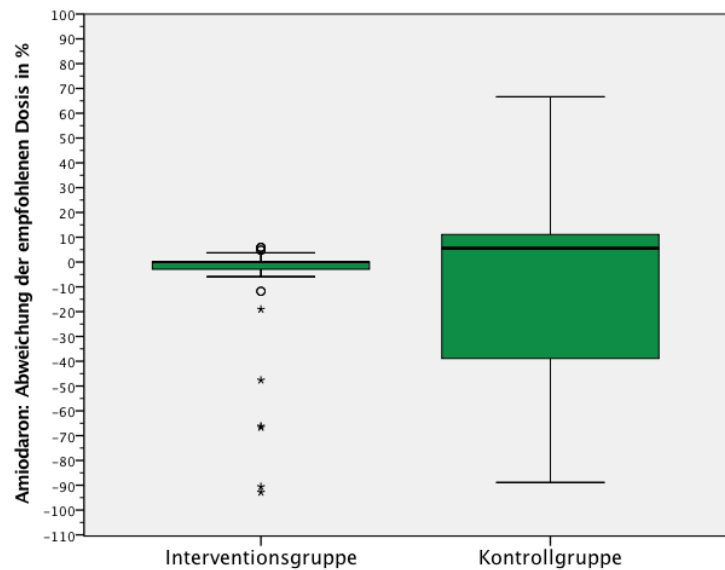


Abbildung 14: Abweichung der empfohlenen Dosis bei Amiodaron

	Interventionsgruppe (n = 74)	Kontrollgruppe (n = 70)	p
Häufigkeit vorbereitetes L-Adrenalin (n = 128)	98,6 % (n = 73)	78,6 % (n = 55)	
Mittlere Abweichung von korrekter Dosis (%, Min. bis Max.)	-2 % (-90 % bis 100 %)	25,25 % (-86,39 % bis 238,89 %)	p = 0,007
Häufigkeit vorbereitetes Suprarenin (n = 28)	6,8 % (n = 5)	32,9 % (n = 23)	
Mittlere Abweichung von korrekter Dosis (%, Min. bis Max.)	46,11 % (-5,89 % bis 223,53 %)	413,77 % (-27,78 % bis 4288,89 %)	p = 0,359
Häufigkeit vorbereitetes Amiodaron (n = 115)	94,6 % (n = 70)	64,3 % (n = 45)	
Abweichung von korrekter Dosis (Median in %)	0 % (Q1 -3,40 %; Q3 0 %)	5,56 % (Q1 -41,67 %; Q3 16,67 %)	p = 0,076

Tabelle 5: Übersicht über die von den Teilnehmenden vorbereiteten Medikamente inklusive Abweichung von der korrekten Dosierung bei pädiatrischer Reanimation (Praxisstation 1)

Auswertung Praxisstation 2 (Anaphylaktischer Schock)

Die von den Teilnehmenden benötigte **Zeit** für Praxisbeispiel 2 lag in der Interventionsgruppe sowie in der Kontrollgruppe im Median bei 102 Sekunden (Interventionsgruppe Q1 75,25; Q3 143 und Kontrollgruppe Q1 76; Q3 131,25, $p = 0,845$).

Da in Praxisstation 2 der gleiche Simulator wie in

Praxisstation 1 verwendet wurde, fand keine erneute Schätzung des Körpergewichtes statt.

Das empfohlene und hier als korrekt gewertete Medikament **Suprarenin** (1:1.000)

wurde in der Interventionsgruppe von 91,9 % ($n = 68$) der Teilnehmenden und in der Kontrollgruppe von 72,9 % ($n = 51$) der Teilnehmenden zur Applikation vorbereitet.

Die Abweichung von der empfohlenen Dosis lag in der Interventionsgruppe im Median bei 0 % (Q1 0 %; Q3 0 %) und in der Kontrollgruppe bei 66,67 %

(Q1 -16,67 %; Q3 72,22 %) ($p < 0,001$).

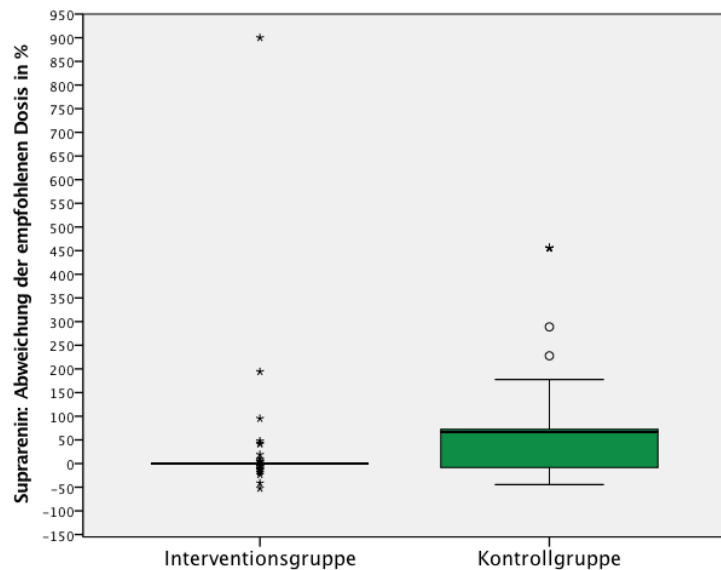


Abbildung 15: Benötigte Zeit für Praxisbeispiel 2

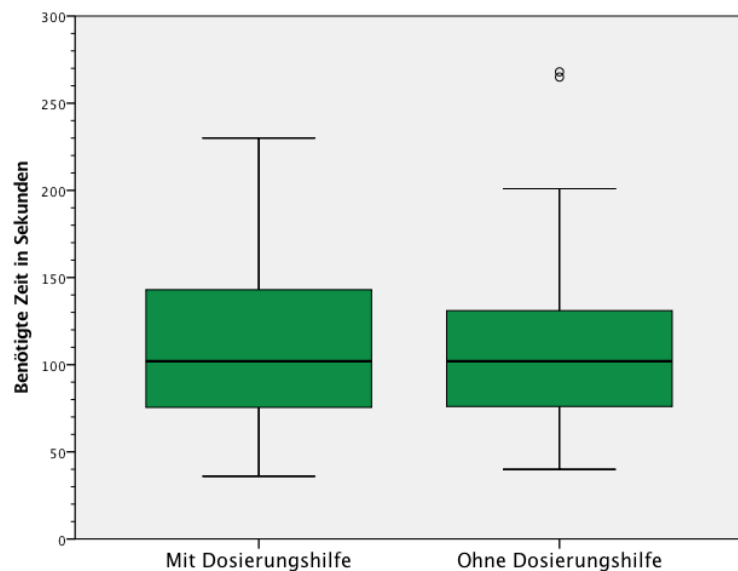


Abbildung 16: Abweichung der empfohlenen Dosis bei Suprarenin

Das deutlich niedriger konzentrierte (= höheres Volumen) und damit nicht klar empfohlene Medikament zur intramuskulären Verabreichung **L-Adrenalin** wurde in der Interventionsgruppe von 9,5 % ($n = 7$) und in der Kontrollgruppe von 24,3 % ($n = 17$)

der Personen vorbereitet und wird hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt (siehe Tabelle 3 auf Seite 28).

Das Antihistaminikum **Diphenhydramin** wurde in der Interventionsgruppe von 89,2 % (n = 66) und in der Kontrollgruppe von 54,3 % (n = 38) der teilnehmenden Personen vorbereitet. Dabei betrug die Abweichung von der empfohlenen Dosis in der Interventionsgruppe im Median 0 % (Q1 0 %; Q3 0 %) und in der Kontrollgruppe - 16,67 % (Q1 -52,92 %; Q3 66,67 %) (p = 0,46).

	Interventionsgruppe (n = 74)	Kontrollgruppe (n = 70)	p
Häufigkeit vorbereitetes Suprarenin (n = 119)	91,9 % (n = 68)	72,9 % (n = 51)	
Abweichung von korrekter Dosis (Median in %)	0 % (Q1 0 %; Q3 0 %)	66,67 % (Q1 -16,67 %; Q3 72,22 %)	p < 0,001
Häufigkeit vorbereitetes Diphenhydramin (n = 104)	89,2 % (n = 66)	54,3 % (n = 38)	
Abweichung von korrekter Dosis (Median in %)	0 % (Q1 0 %; Q3 0 %)	16,67 % (Q1 -52,92 %; Q3 66,67 %)	p = 0,46

Tabelle 6: Übersicht über die von den Teilnehmenden vorbereiteten Medikamente inklusive Abweichung von der korrekten Dosierung bei anaphylaktischem Schock im Kindesalter (Praxisbeispiel 2)

Auswertung NASA Task-Load-Index (TLI)

Die Auswertung des NASA Task Load Index Fragebogens, dessen Antworten auf der stufenlosen Skala in Prozent der Maximalstrecke gemessen wurden, ergab folgende Ergebnisse:

	Interventionsgruppe (n = 74)	Kontrollgruppe (n = 70)	p
Geistige Anforderung (gering – hoch)	45,36 % (Q1 19,74 %; Q3 63,92 %)	77,84 % (Q1 63,80 %; Q3 90,98 %)	p < 0,001
Körperliche Anforderung (gering – hoch)	7,73 % (Q1 2,06 %; Q3 18,81 %)	6,19 % (Q1 2,09 %; Q3 15,46 %)	p = 0,539
Zeitliche Anforderung (gering – hoch)	30,20 % (Q1 16,49 %; Q3 68,04 %)	47,18 % (Q1 27,36 %; Q3 66,15 %)	p = 0,096
Meine Leistung (gut – schlecht)	34,56 % (Q1 15,21 %; Q3 57,99 %)	65,46 % (Q1 45,98 %; Q3 87,47 %)	p < 0,001
Meine Anstrengung (gering – hoch)	44,56 % (Q1 16,50 %; Q3 59,02 %)	56,70 % (Q1 36,14 %; Q3 74,48 %)	p = 0,003
Meine Frustration (gering – hoch)	14,43 % (Q1 3,09 %; Q3 39,54 %)	60,93 % (Q1 43,30 %; Q3 85,79 %)	p < 0,001

Tabelle 7: Auswertung des NASA TLI

Auswertung Abschlussfragebogen (Fragebogen 2)

Die Auswertung des Abschlussfragebogen (Fragebogen 2) zu Kursende am zweiten Kurstag ergab folgende Ergebnisse:

97,2 % (n = 140) der Personen gaben an, dass ihnen die Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ hilft, Fehler bei Medikamentendosierungen zu verhindern.

0,7 % (n = 1) gaben an, dass ihnen „Kindersicher Österreich“ nicht hilft, Fehldosierungen zu vermeiden. 2,1 % (n = 3) machten keine Angabe.

92,4 % (n = 133) der Befragten gaben an, dass die Dosierungshilfe Stress reduziert. 4,2 % (n = 6) gaben an, durch die Dosierungshilfe keine Stressreduktion zu empfinden. 3,5 % (n = 5) machten keine Angabe dazu.

92,4 % (n = 133) bestätigten, dass mit der Dosierungshilfe kognitive Ressourcen anders gebunden werden können. 4,9 % (n = 7) verneinten dies.

2,8 % (n = 4) machten keine Angabe.

Die Frage „Würden Sie die Dosierungshilfe auch im beruflichen Alltag anwenden?“, wurde von 93,1 % (n = 134) Personen positiv beantwortet (Ja: 75,7 %, n = 109; Eher schon: 17,4 %, n = 25).

2,8 % (n = 4) antworteten mit „Eher nicht“ und 2,1 % (n = 3) antworteten mit „Nein“. 2,1 % (n = 3) machten keine Angabe.

94,5 % (n = 136) Befragte fühlten sich mit „Kindersicher Österreich“ sehr gut (51,4 %, n = 74) oder eher gut (43,1 %, n = 62) vorbereitet. 3,5 % (n = 5) antworteten mit „Mittel“. Keine Personen antworteten mit „Eher schlecht vorbereitet“ oder „Sehr schlecht vorbereitet“. 2,1 % (n = 3) machten keine Angabe.

93,1 % (n = 134) der Teilnehmenden zeigten sich mit „Kindersicher Österreich“ zufrieden (sehr zufrieden: 63,9 %, n = 92; eher zufrieden: 29,2 %, n = 42).

3,5 % (n = 5) gaben an, nur „mittelmäßig“ zufrieden zu sein und 1,4 % (n = 2) waren nur „wenig zufrieden“. Keine Person antwortete mit „Gar nicht zufrieden“.

2,1 % (n = 3) machten keine Angabe.

Limitationen

Da die Daten im Zuge eines Simulationstrainings erhoben wurden, das zwar möglichst realistisch gestaltet wurde, können die Erkenntnisse nicht uneingeschränkt auf reale Situationen umgelegt werden. Ein relevanter Punkt in der Vorbereitung von Medikamenten ist auch das Auffinden des Equipments sowie der Ampullen im Notfallsetting (z.B. Rucksack), was ebenfalls zu deutlichen zeitlichen Verzögerungen führen kann. Diese wurden hier aufgrund des vorbereiteten Settings nicht mitberücksichtigt.

Zudem wurden nur einige wenige Medikamente getestet, deren Applikation auf fixen Standarddosierungen basiert und damit eine eher einfache Dosierungsgrundlage bietet bzw. die getesteten Dosierungen nicht das gesamte Spektrum der teilweise sehr komplexen medizinischen Möglichkeiten abdecken.

Wie bei EPC üblich, haben die Teilnehmenden dieser Studie im Zuge der Kursvorbereitung bereits circa 4-6 Wochen vor Kursbeginn Lernunterlagen zugesandt bekommen. Möglicherweise führte dies zu einer Verbesserung der Ergebnisse (insbesondere ohne Dosierungshilfe).

Bei Fehldosierungen blieb unklar, ob es zu ungewollt falschen Dosierungen durch Aufziehfehler in den teils sehr kleinen und für die Teilnehmenden vielleicht ungewohnten Spritzen durch z.B. in der Spritze befindliche Luftblasen etc. kam, oder ob von einer falschen Dosis ausgegangen wurde. Da aber eben genau das vorbereitete Volumen inkl. Aufzieh- oder Dosis- bzw. Rechenfehlern in Realität verabreicht worden wäre, ist trotzdem von einer hohen Datenvalidität auszugehen.

Diskussion

Medikationsfehler bei injizierbaren Medikamenten stellen laut Weltgesundheitsorganisation WHO eines der größten Sicherheitsprobleme in der Medizin dar (58). Insbesondere bei pädiatrischen Patientinnen und Patienten gibt es eine hohe Dunkelziffer an potentiellen oder tatsächlichen Fehlern mit gesundheitsschädlichen Folgen, welche aber durchaus vermeidbar wären (8, 9, 13).

Das Aufdecken medizinischer Fehler darf nicht als Vorwurf an einzelne Personen im Gesundheitswesen verstanden und kommuniziert werden. Vielmehr ist der Umgang des Systems mit der Tatsache, dass Menschen unvermeidbar Fehler machen („To err is human“), ein wichtiger Aspekt der Patientinnen- und Patientensicherheit. Die (derzeit teilweise noch fehlende) Einsicht von Fehlbarkeit durch Gesundheitspersonal ist Grundvoraussetzung für die Verbesserung von Sicherheitskonzepten (59, 60).

Dabei spielt die Dauer der bisherigen beruflichen Tätigkeit, also die Berufserfahrung, von präklinischem Personal sowie von diplomiertem Pflegepersonal im Zusammenhang mit Fehldosierungen keine wichtige Rolle (32, 61).

Selbst erfahrenes fachärztliches Personal zeigt ohne Dosierungshilfe (die vielleicht aufgrund von mangelnder Einsicht der eigenen Fehlbarkeit nicht zur Verwendung kam) Schwächen in der pädiatrischen Medikamentendosierung (53).

Neben der Verankerung von Merkhilfen in den CRM-Leitsätzen nach Gaba und Rall gibt es großen Konsens der einschlägigen Fachgesellschaften und Leitlinien über die Verwendung von Dosierungshilfen bei pädiatrischen Notfällen, was als klare Empfehlung oder sogar Forderung im Sinne einer State of the Art Therapie gesehen werden kann (24, 29, 33-35).

„Solche Systeme enthalten häufig eine vorberechnete Dosierungsempfehlung für Notfallmedikamente, von der gezeigt wurde, dass sie Verabreichungsfehler reduziert.“

Aus ERC Leitlinien 2021: *Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern*,
(50, S. 673)

Diese Arbeit konnte zeigen, dass auch in Österreich prä- als auch innerklinisch tätiges Gesundheitspersonal insgesamt keine (8,3 %, n = 12) bis wenig (51,4 %, n = 74) Erfahrung im Umgang mit Kindernotfällen hat.

Umso wichtiger sind spezielle Kindernotfalltrainings, in denen kritische Situationen ausreichend geübt bzw. das bestehende Wissen vertieft und praktische Fertigkeiten erworben bzw. erhalten werden können.

Ein Großteil der Personen (67,4 %, n = 97) hat angegeben, bislang keine Aus- oder Fortbildung bzw. Simulationen oder Kurse zu Kindernotfällen absolviert zu haben. Da die Befragung während eines kostenpflichtigen pädiatrischen Notfalltrainings durchgeführt wurde und damit ein Selektionsbias im Sinne von Teilnehmenden, die ohnedies hohen Wert auf (selbst kostenpflichtige) Aus- und Fortbildung legen, möglich ist, ist davon auszugehen, dass die Dunkelziffer an Gesundheitspersonal ohne entsprechende Schulungen vermutlich noch wesentlich höher ist.

Gerade die Ausbildung von präklinisch tätigem Personal ist in Österreich in Dauer und Umfang (vgl. §§ 9, 10, 11, 12 SanG. bzw. § 40 ÄrzteG.) oftmals sehr eingeschränkt und bietet daher kaum zeitliche Ressourcen, um auf spezielle Themen wie Kindernotfälle in Theorie und Praxis ausreichend einzugehen (62, 63).

Oftmals ist eine Vertiefung in die Thematik nur über sehr kostenintensive Fortbildungen und Simulationstrainings möglich - was eine große Hürde darstellt.

Selbst wenn die Befragten im Zuge ihrer Berufsausbildung oder des Arbeitsalltages an entsprechenden Lehreinheiten teilgenommen haben, lag die letzte Schulung in fast drei Viertel der Befragten (74,3 %, n = 107) mehr als ein Jahr zurück.

Liegt ein solches Training mehr als drei bis zwölf Monate zurück, kommt es zu einem signifikanten Wissens- und Fertigkeitenverlust, weshalb von Expertinnen und Experten regelmäßige – im besten Fall monatliche – Trainingseinheiten empfohlen werden. Regelmäßig in-situ Simulationstrainings können maßgeblich zu einer Reduktion von Sicherheitsbedrohungen im Sinne der Patientinnen- und Patientensicherheit führen und sollten von Rettungsorganisationen und Krankenhausträgern im Routinebetrieb etabliert werden (47, 52).

Entsprechend der oben genannten Ergebnisse bezüglich der Ausbildung und Erfahrung von Gesundheitspersonal mit Kindernotfällen, zeigen auf die Frage nach „sicherem Umgang mit Kinderdosierungen“ knapp 65% aller Befragten, deutlich ihre Bedenken („Sehr unsicher“ 28,5 %, n = 41; „Unsicher“ 36,1 %, n = 52).

Obwohl die Dosierung von Medikamenten offenbar mit teils großer Unsicherheit assoziiert ist und die Befragten in 91% (n = 131) angaben, dass sie Dosierungshilfen als sinnvoll erachten, hatten mehr als drei Viertel (77,7 %, n = 112) der Personen keine oder nur sehr wenig Vorerfahrung in der tatsächlichen Anwendung mit Dosierungshilfen.

Offenbar ist zwar Bewusstsein für das heikle Thema der pädiatrischen Dosierungen vorhanden, es scheint aber kaum Lösungen im Sinne von vorhandenen Dosierungshilfen bzw. entsprechenden Trainings mit diesen Dosierungshilfen zu geben.

Hier sind auch klar die jeweiligen Organisationen wie Spitäler oder Rettungsdienste gefragt, solche Tools im Sinne einer State of the Art Therapie (Forderung diverser einschlägiger Fachgesellschaften sowie Leitlinien) zu implementieren und Schulungen bzw. Trainings damit anzubieten. Sie sind als wichtiger Teil des Systems für die Patienten- aber auch die Arbeitnehmer:innensicherheit (Stichwort zufriedene Arbeitnehmer:innen) in die Verantwortung zu nehmen (24, 29, 33-35).

Gerade weil Dosierungshilfen oftmals den lokalen Gegebenheiten bezüglich Auswahl der Medikamente und weiteren Spezifitäten des regionalen Systems nachkommen, ist es essentiell, ein für das jeweilige Umfeld passendes Hilfsmittel vorzuhalten.

Die Leitlinien empfehlen, sich mit der vorliegenden Dosierungshilfe vorab zu beschäftigen (im besten Fall direkt via Simulation), um das Hilfsmittel im Notfall problemlos anwenden zu können (24).

Diese Aussage wird in dieser Arbeit durch die Erhebung der benötigten **Zeit** in Praxisbeispiel 1 (Reanimation) und Praxisbeispiel 2 (Anaphylaxie) gestützt. Benötigte die Interventionsgruppe **mit** Dosierungshilfe bei Fallbeispiel 1 im Median noch etwas länger als die Kontrollgruppe **ohne** Dosierungshilfe (Interventionsgruppe 148,5 Sekunden, Q1 121,75 Q3 182; Kontrollgruppe 121,5 Sekunden, Q1 83,5 Q3 169,5), so war schon bei der zweiten Anwendung der Dosierungshilfe (Praxisbeispiel 2: Anaphylaxie) kein Zeitunterschied in den beiden Gruppen mehr erhebbar (Median beider Gruppen 121 Sekunden).

Denkbar wäre, dass eine weitere regelhafte Anwendung einer Dosierungshilfe (auch in Trainings) und die damit einhergehende Routine mit dem Tool in weiterer Folge sogar einen Zeitvorsprung beim Ermitteln der korrekten Medikamentendosierung im Kindernotfall bringen könnte. Diese Annahme deckt sich mit bisherigen Studien (32).

In der Gruppe ohne Dosierungshilfe wurde das **Körpergewicht** des Patienten im Mittel um knapp 14 % überschätzt. Dabei gingen die Schätzungen aber weit auseinander und reichten bis zum beinahe dreifachen Körpergewicht (-72% bis 178%). Da im Curriculum von EPC die APLS Formel zur Schätzung des Körpergewichts bei Kindern ($(\text{Alter in Jahren} + 4) \times 2$) bereits vor den Praxisstationen in Lehreinheiten unterrichtet wurde, liegt die Vermutung nahe, dass die Schätzungen ohne EPC Kurs vom tatsächlichen Körpergewicht noch weiter abweichen würden (17, 18).

Die längenbasierte Erhebung des Körpergewichts mittels „Kindersicher Österreich“ hingegen scheint einfach anwendbar zu sein. 97,3 % (n = 72) aller Teilnehmenden haben den korrekten Farbcode gewählt. Längenbasierte Tools sind laut aktuellen Daten nach elterlichen Angaben (nicht auf Aufforderung geschätzt) auch die genaueste Methode, um das korrekte Körpergewicht zu erheben. Altersbasierte Formeln sind ungenauer (64).

In dieser Untersuchung wurden mit der Reanimation und der Anaphylaxie zwei relativ einfache und klare (dadurch gut messbare) Algorithmen zur Erhebung der Dosierungsfehler der Medikamente herangezogen. Bei komplizierteren Abläufen und Medikationen (wie zum Beispiel Analgosedierung oder Narkose bzw. Medikamente, die seltener verwendet werden) kommt es ohne Dosierungshilfe zu noch höheren Fehldosierungsraten und Fehldosierungen (32).

In **Praxisbeispiel 1 (Reanimation)** haben sich beinahe alle Teilnehmenden mit Dosierungshilfe (98,6 %, n = 73) zur Vorbereitung von spritzfertigem Adrenalin (also L-Adrenalin 1:10.000) entschieden. Dabei lag die Abweichung von der korrekten Dosierung im Mittel bei nur -2 %, also einer fast vernachlässigbaren Unterdosierung, die am ehesten durch Luftblasen in der Spritze erklärbar ist.

Ohne Dosierungshilfe haben sich nur gut drei Viertel der Teilnehmenden (78,6 %, n = 55) zur Vorbereitung von L-Adrenalin entschieden. Die Fehldosierung lag ohne Dosierungshilfe im Mittel bei 25,25 % und reichte bis über die 3-fache Überdosierung

(bis 238,89 %). Eine Überdosierung (hier in der Kontrollgruppe ohne Dosierungshilfe mehr als 3-fach) des Medikaments Adrenalin ist im Gegensatz zu einer Dosierung nach aktuellen Leitlinien mit einem niedrigeren 24h Überleben assoziiert und muss daher vermieden werden (20, 21).

Das ebenso vorliegende Suprarenin (Adrenalin 1:1.000) eignet sich aufgrund der hohen Konzentration und dem damit nötigen Verdünnungsschritt mit NaCl (1 mL Suprarenin + 9 mL NaCl) weniger zur Anwendung bei der Reanimation, gilt aber grundsätzlich nicht als falsch. Da auch beim Verdünnen Fehler passieren können und zusätzliche Arbeitsschritte bzw. Zeit benötigt wird, sollte im Notfall das in Österreich übliche spritzfertige L-Adrenalin verwendet werden (32).

Mit Dosierungshilfe haben sich lediglich 6,8 % (n = 5), ohne Dosierungshilfe immerhin knapp ein Drittel (32,9 %, n = 23) der Personen zur Vorbereitung von Suprarenin in der Reanimationssituation entschieden. Die Dosierungshilfe hat also essentiell zur Auswahl des vorzuziehenden Medikaments beigetragen.

Wurde Suprarenin vorbereitet, lag die Abweichung von der korrekten Dosierung in der Gruppe mit Dosierungshilfe im Mittel deutlich niedriger als die der Gruppe ohne Dosierungshilfe (Interventionsgruppe 46,11 % VS Kontrollgruppe 413,77 %). Auch hier ist auf das niedrigere 24h Überleben bei einer höheren (hier über 5-fachen) Adrenalindosierung zu verweisen (20, 21).

Auch bei Amiodaron haben sich in der Gruppe mit Dosierungshilfe fast alle Personen zur Vorbereitung des evtl. benötigten Antiarrhythmikums entschieden (mit Dosierungshilfe 94,6 %, n = 70). Ohne Dosierungshilfe wurde Amiodaron nur von knapp zwei Drittel (64,3 %, n = 45) vorbereitet.

Aufgrund der großen therapeutischen Breite des Medikaments ist die nur geringe Abweichung von der korrekten Dosis in beiden Gruppen zu vernachlässigen (mit Dosierungshilfe im Median 0% Abweichung, ohne Dosierungshilfe 5,56 %).

Generell dürfte Amiodaron in der pädiatrischen Reanimationssituation aber im Gegensatz zu Adrenalin nur eine untergeordnete Rolle spielen, da nur ca. 7% der Kinder im Kreislaufstillstand in der ersten Rhythmusanalyse einen (mit Amiodaron-gabe verbundenen) schockbaren Rhythmus zeigen. Das lässt den Einsatz von Amiodaron als selten gelten und hebt die Wichtigkeit der korrekten Adrenalindosierung hervor (65).

Auch in **Praxisbeispiel 2 (Anaphylaxie)** haben sich knapp 92 % (n = 68) der Personen mit Dosierungshilfe für das in den Leitlinien priorisierte Medikament Adrenalin (Suprarenin 1:1.000) entschieden. Ohne Dosierungshilfe waren es nur knapp drei Viertel (72,9 %, n = 51) der Personen (50).

In der Interventionsgruppe konnten Fehldosierungen vollständig vermieden werden. In der Kontrollgruppe kam es zu Fehldosierungen des Katecholamins um das über 1,6-fache der empfohlenen Dosis (66,67 %).

Da im Falle einer Anaphylaxie Adrenalin primär intramuskulär zu verabreichen ist, spielt auch hier die Konzentration der Präparate eine wichtige Rolle. Die Leitlinien empfehlen das deutlich höher konzentrierte Suprarenin (1:1.000), da durch das niedrigere Volumen eine schmerzärmere intramuskuläre Verabreichung möglich ist (50). Mit Dosierungshilfe haben sich knapp 10 % (n = 7) aller Personen dazu entschieden L-Adrenalin (1:10.000) aufzuziehen, ohne Dosierungshilfe wurde L-Adrenalin von knapp einem Viertel aller Personen (24,3 %, n = 17) aufgezogen.

Die Dosierungshilfe hat also auch hier zu einer Reduktion der falschen Konzentration geführt.

Auch bei Diphenhydramin haben sich mit Dosierungshilfe deutlich mehr Personen (knapp 90 %, n = 66) zur Vorbereitung dieses Medikaments entschieden als ohne Dosierungshilfe (knapp 55%, n = 38). Es konnte eine Reduktion der Fehldosierung von im Median 16,67 % auf 0 % beobachtet werden.

Die Auswertung des **NASA Task-Load-Index (TLI)** zeigt eine deutliche Reduktion der geistigen Anforderung durch Verwendung von „Kindersicher Österreich“ (Interventionsgruppe im Median 45,36 %, Kontrollgruppe im Median 77,84 %).

Das lässt den Schluss zu, dass die Dosierungshilfe auch – oder insbesondere – dann eingesetzt werden kann, wenn ohnehin schon ein hoher Workload herrscht oder anspruchsvolle Situationen (wie es Kindernotfälle meist sind) gelöst werden müssen. Diese Entlastung der Kognition führt zu einer geringeren Fehleranfälligkeit des Personals (31).

Auch, dass die zeitliche Anforderung mit Dosierungshilfe (30,2 %) geringer als ohne Dosierungshilfe (47,18 %) eingestuft wurde, obwohl die benötigte Zeit in

Praxisbeispiel 1 (Reanimation) mit Dosierungshilfe noch etwas höher war als ohne Dosierungshilfe und die benötigte Zeit in Praxisbeispiel 2 (Anaphylaxie) ausgeglichen war, kann als Hinweis verstanden werden, dass die Dosierungshilfe bei regelmäßiger Anwendung einen Zeitvorteil bringen könnte. Diese Annahme wird durch bestehende Daten gestützt (32).

In der Einschätzung der eigenen Leistung wurde diese mit Dosierungshilfe deutlich besser geschätzt als ohne. Auch die Anstrengung war mit Dosierungshilfe niedriger als ohne.

Entsprechend deutlich ist auch der Unterschied der Frustration der Teilnehmenden. Die Gruppe mit Dosierungshilfe hatte kaum Frustration angegeben (14,43 %), wohingegen das Frustrationslevel der Gruppe ohne Dosierungshilfe hoch eingestuft wurde (60,93 %). Die Verwendung der Dosierungshilfe dürfte also auch einen starken Einfluss auf die Gesamtzufriedenheit mit der eigenen Leistung haben, was im Arbeitsalltag ein wichtiger Faktor für Mitarbeitende im Gesundheitssystem sein kann.

Die in **Fragebogen 2** zu Kursende erhobenen Antworten zeigten, dass die Personen nach 2 Tagen Fortbildung/Simulation auch subjektiv das Gefühl hatten, mit „Kindersicher Österreich“ Fehler bei Medikamentendosierungen vermeiden zu können (97,2 %, n = 140), Stress reduziert wird und kognitive Ressourcen anders gebunden werden konnten (92,4 %, n = 133).

Mit gut 93 % war die Quote derer, die „Kindersicher Österreich“ auch im beruflichen Alltag verwenden würden, entsprechend hoch. Vergleicht man die Angaben zu Fragebogen 1, in dem gut 75 % (n = 110) angeben, eine Dosierungshilfe in analoger und/oder digitaler Form in Verwendung zu haben, ist dies eine deutliche Steigerung um knapp 20%.

Die mit etwa 93 % vorherrschende Unsicherheit in Bezug auf Dosierungen im Kindernotfall („Sehr unsicher“ 28,47 % n = 41; „Unsicher“ 36,11 % n = 52; „Mittel“ 28,47 % n = 41; siehe Abbildung 11 auf Seite 35) konnte mit der Dosierungshilfe in nur 2 Tagen Anwendung beinahe eliminiert werden. Nur 3,5 % (n = 5) antworteten, sie fühlten sich mit der Dosierungshilfe „Mittel“ gut vorbereitet. Niemand fühlte sich „Schlecht“ oder „Sehr schlecht“ vorbereitet.

Weiters gaben knapp 95 % aller teilnehmenden Personen an, mit der Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ sehr gut oder eher gut vorbereitet zu sein.

Entsprechend der eindrucksvollen Ergebnisse aus dem Vergleich von Fragebogen 1 zu Kursbeginn und Fragebogen 2 am Kursende war auch die allgemeine Zufriedenheit mit der Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ zu werten. Gut 93 % gaben an, sehr oder eher zufrieden zu sein, was für den alltäglichen Einsatz einer kognitiven Hilfe entscheidend sein kann. Solche Tools (wie z.B. Checklisten) müssen sinnvoll und leicht verständlich aufgebaut sein, um den anwendenden Personen tatsächlich eine Hilfe zu sein (66).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ nicht nur bei der Auswahl der richtigen Medikamente und deren Dosierung einen deutlichen Vorteil für pädiatrische Notfälle bringt, sondern auch das Stresslevel der Anwendenden deutlich gesenkt werden kann und die Zufriedenheit mit „Kindersicher Österreich“ extrem hoch ist.

Da Dosierungshilfen hilfreich sind, sollten diese im österreichischen Gesundheitssystem standardisiert eingesetzt werden. Es muss ein Umdenken von „Dosierungen nachschlagen zeigt Unwissenheit und Inkompetenz“ hin zu **„Dosierungen nachschlagen zeigt Professionalität“** stattfinden.

Abkürzungsverzeichnis

AR	Augmentierte Realität
BVRD	Bundesverband Rettungsdienst
CRM	Crew/Crisis Ressource Management
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
EPALS	European Pediatric Advanced Life Support
EPC	Emergency Pediatric Care
ERC	European Resuscitation Council
GNPI	Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin
ISST	In-situ Simulationstrainings
KOF	Körperoberfläche
KRAGES	Burgenländische Krankenanstalten Gesellschaft
NAEMT	National Association of Emergency Medical Technicians
NFS	Notfallsanitäter:in
NKA	Notfallsanitäter:in mit allgemeiner Notkompetenz Arzneimittellehre
NKI	Notfallsanitäter:in mit besonderer Notkompetenz der endotrachealen Intubation und Beatmung
NKV	Notfallsanitäter:in mit allgemeiner Notkompetenz Venenzugang und Infusion
NTS	Non-technical skills / nicht-technische Fertigkeiten
ÖAMTC	Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touringclub
OÖG	Oberösterreichische Gesundheitsholding
RS	Rettungssanitäter:in
SSH	Society for Simulation in Healthcare
TLI	Task Load Index
VR	Virtuelle Realität
WHO	World Health Organisation
WIGEV	Wiener Gesundheitsverbund

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Dosierungshilfe Kindersicher Österreich	13
Abbildung 2: Dosierungshilfe Kindersicher Österreich	13
Abbildung 3: Phasen des Debriefings	16
Abbildung 4: Lernzyklus nach Kolb (46)	17
Abbildung 5: Arbeitsplatz der Teilnehmenden während der Praxisstation	23
Abbildung 6: NASA Task Load Index (55).....	25
Abbildung 7: Gaumard Pedi Simulator S155, 5-jährig.....	26
Abbildung 8: Alter der Teilnehmenden	31
Abbildung 9: Höchste Ausbildung der Teilnehmenden.....	32
Abbildung 10: Berufserfahrung der Teilnehmenden.....	33
Abbildung 11: Sicherheit bei pädiatrischen Dosierungen ohne Dosierungshilfe	35
Abbildung 12: Benötigte Zeit für Praxisbeispiel 1	35
Abbildung 13: Abweichung der empfohlenen Dosis bei L-Adrenalin.....	36
Abbildung 14: Abweichung der empfohlenen Dosis bei Amiodaron.....	37
Abbildung 15: Benötigte Zeit für Praxisbeispiel 2	38
Abbildung 16: Abweichung der empfohlenen Dosis bei Suprarenin.....	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispielhafte Tabelle aus Kindersicher Österreich für L-Adrenalin und Amiodaron	13
Tabelle 2: Korrekte Medikamente und Dosierungen Praxisbeispiel 1 (Reanimation)	28
Tabelle 3: Korrekte Medikamente und Dosierungen Praxisbeispiel 2 (Anaphylaxie)	28
Tabelle 4: Ausbildung der Teilnehmenden in Interventions- bzw. Kontrollgruppe.....	32
Tabelle 5: Übersicht über die von den Teilnehmenden vorbereiteten Medikamente inklusive Abweichung von der korrekten Dosierung bei pädiatrischer Reanimation (Praxisstation 1)	37
Tabelle 6: Übersicht über die von den Teilnehmenden vorbereiteten Medikamente inklusive Abweichung von der korrekten Dosierung bei anaphylaktischem Schock im Kindesalter (Praxisbeispiel 2)	39
Tabelle 7: Auswertung des NASA TLI	40

Literaturverzeichnis

1. Makary MA, Daniel M. Medical error-the third leading cause of death in the US. *Bmj*. 2016;353:i2139.
2. Patientensicherheit und medizinische Fehler: Österreichische Sozialversicherung. Verfügbar unter: <https://www.sozialversicherung.at/cdscontent/?contentid=10007.844144&portal=svportal>. Abgerufen am 24.06.2024
3. WHO. Key facts about medication errors (MEs) in the WHO european region: World Health Organisation; 2022. Verfügbar unter: <https://cdn.who.int/media/docs/librariesprovider2/country-sites/medication-error-wpsd-final.pdf>. Abgerufen am 22.04.2023
4. WHO. Medication without harm: global patient safety challenge on medication safety. Geneva: World Health Organization; 2017. Verfügbar unter: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIS-SDS-2017.6>. Abgerufen am 22.04.2023
5. Slawomirski L AA, Klazinga N. Strengthening a value-based approach to reducing patient harm at national level Paris: OECD; 2017. Verfügbar unter: <https://www.oecd.org/els/health-systems/The-economics-of-patient-safety-March-2017.pdf>. Abgerufen am 22.04.2023
6. Adler L, Denham C, McKeever M, Purinton R, Guilloteau F, Moorhead J, et al. Global Trigger Tool: Implementation Basics. *Journal of Patient Safety*. 2008;4:245-9.
7. WHO. WHO calls for urgent action to reduce patient harm in healthcare: World Health Organisation. Verfügbar unter: <https://www.who.int/news/item/13-09-2019-who-calls-for-urgent-action-to-reduce-patient-harm-in-healthcare>. Abgerufen am 22.04.2023
8. Higi L, Schmitt R, Käser K, Wälti M, Grotzer M, Vonbach P. Impact of a clinical decision support system on paediatric drug dose prescribing: a randomised within-subject simulation trial. *BMJ Paediatr Open*. 2023;7(1).

9. Kaushal R, Bates DW, Landrigan C, McKenna KJ, Clapp MD, Federico F, et al. Medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *Jama*. 2001;285(16):2114-20.
10. Berufsrettung der Stadt Wien. Kindernotfälle im Wiener Rettungsdienst. 2015.
11. Riva B, Clavenna A, Cartabia M, Bortolotti A, Fortino I, Merlino L, et al. Emergency department use by paediatric patients in Lombardy Region, Italy: a population study. *BMJ Paediatr Open*. 2018;2(1):e000247.
12. Guise JM, Hansen M, O'Brien K, Dickinson C, Meckler G, Engle P, et al. Emergency medical services responders' perceptions of the effect of stress and anxiety on patient safety in the out-of-hospital emergency care of children: a qualitative study. *BMJ Open*. 2017;7(2):e014057.
13. Cushman JT, Fairbanks RJ, O'Gara KG, Crittenden CN, Pennington EC, Wilson MA, et al. Ambulance personnel perceptions of near misses and adverse events in pediatric patients. *Prehosp Emerg Care*. 2010;14(4):477-84.
14. Bartelink IH, Rademaker CM, Schobben AF, van den Anker JN. Guidelines on paediatric dosing on the basis of developmental physiology and pharmacokinetic considerations. *Clin Pharmacokinet*. 2006;45(11):1077-97.
15. Di Paolo ER, Stoetter H, Cotting J, Frey P, Gehri M, Beck-Popovic M, et al. Unlicensed and off-label drug use in a Swiss paediatric university hospital. *Swiss Med Wkly*. 2006;136(13-14):218-22.
16. Schrier L, Hadjipanayis A, Stiris T, Ross-Russell RI, Valiulis A, Turner MA, et al. Off-label use of medicines in neonates, infants, children, and adolescents: a joint policy statement by the European Academy of Paediatrics and the European society for Developmental Perinatal and Pediatric Pharmacology. *Eur J Pediatr*. 2020;179(5):839-47.
17. Harris M, Patterson J, Morse J. Doctors, nurses, and parents are equally poor at estimating pediatric weights. *Pediatr Emerg Care*. 1999;15(1):17-8.

18. Partridge RL, Abramo TJ, Haggarty KA, Hearn R, Sutton KL, An AQ, et al. Analysis of parental and nurse weight estimates of children in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care*. 2009;25(12):816-8.
19. Kaufmann J, Uhl S, Singer E, Eifinger F, Klein T, Lechleuthner A, et al. Improving Pediatric Drug Safety in Prehospital Emergency Care-10 Years on. *J Patient Saf*. 2021;17(8):e1241-e6.
20. Perondi MB, Reis AG, Paiva EF, Nadkarni VM, Berg RA. A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004;350(17):1722-30.
21. Sharman M, Meert KL. What is the right dose of epinephrine? *Pediatr Crit Care Med*. 2005;6(5):592-4.
22. Potts MJ, Phelan KW. Deficiencies in calculation and applied mathematics skills in pediatrics among primary care interns. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1996;150(7):748-52.
23. Kozer E, Scolnik D, Keays T, Shi K, Luk T, Koren G. Large errors in the dosing of medications for children. *N Engl J Med*. 2002;346(15):1175-6.
24. (DGKJ) DGfK-uJeV. S2k-Leitlinie Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen AWMF online2021. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/027-071>. Abgerufen am 21.11.2023
25. Hoyle JD, Jr., Ekblad G, Hover T, Woodwyk A, Brandt R, Fales B, et al. Dosing Errors Made by Paramedics During Pediatric Patient Simulations After Implementation of a State-Wide Pediatric Drug Dosing Reference. *Prehosp Emerg Care*. 2020;24(2):204-13.
26. Ballnus S, Möller JC, Friedrich HJ. Evaluation der dokumentierten notärztlichen Versorgung von Kindern im Einzugsgebiet des Universitätsklinikums Lübeck. *Der Notarzt*. 2002;18(5):187-91.
27. Borland ML, Clark LJ, Esson A. Comparative review of the clinical use of intranasal fentanyl versus morphine in a paediatric emergency department. *Emerg Med Australas*. 2008;20(6):515-20.

28. Schechter NL, Allen DA, Hanson K. Status of pediatric pain control: a comparison of hospital analgesic usage in children and adults. *Pediatrics*. 1986;77(1):11-5.
29. Rall M, Gaba D, Howard S, Dieckmann P. Human Performance and Patient Safety. 2010. S. 93-149.
30. Kerner T, Schmidbauer W, Tietz M, Marung H, Genzwuerker HV. Use of checklists improves the quality and safety of prehospital emergency care. *Eur J Emerg Med*. 2017;24(2):114-9.
31. Luten R, Wears RL, Broselow J, Croskerry P, Joseph MM, Frush K. Managing the Unique Size-related Issues of Pediatric Resuscitation: Reducing Cognitive Load with Resuscitation Aids. *Academic Emergency Medicine*. 2002;9(8):840-7.
32. Siebert JN, Bloudeau L, Combescure C, Haddad K, Hugon F, Suppan L, et al. Effect of a Mobile App on Prehospital Medication Errors During Simulated Pediatric Resuscitation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2021;4(8):e2123007.
33. Wirtz S, Eich C, Becke K, Brenner S, Callies A, Harding U, et al. [Use of cognitive aids in pediatric emergency care : Interdisciplinary consensus statement]. *Anaesthesist*. 2017;66(5):340-6.
34. Landsleitner B, Heinzl O, Eich C, Gräsner JT, Jung P, Schaumberg A, et al. Medizinische Ausrüstung zur Versorgung von Kindernotfällen im Rettungsdienst. *Notfall + Rettungsmedizin*. 2019;22(5):430-41.
35. Moecke H, Gausmann P, Marung H, Oppermann S. Praxishandbuch Qualitäts- und Risikomanagement im Rettungsdienst: Planung, Umsetzung, Zertifizierung: Med.-Wiss. Verlag-Ges.; 2013.
36. Kindersicher Vertrieb Österreich Onlineshop. Verfügbar unter: <https://www.kindersicher.help>. Abgerufen am 03.11.2023
37. Healthcare Simulation Dictionary - German Translation: The Society for Simulation in Healthcare (SSH). Second Edition:[Verfügbar unter:

https://www.ssih.org/Portals/48/Dictionary-German%20v2_0.pdf. Abgerufen am 01.05.2023

38. Owen H. Early use of simulation in medical education. *Simul Healthc*. 2012;7(2):102-16.
39. St.Pierre M, Breuer G. *Simulation in der Medizin*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag; 2018.
40. Greif R, Lockey A, Breckwoldt J, Carmona F, Conaghan P, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Education for resuscitation. *Resuscitation*. 2021;161:388-407.
41. Halamek LP. The simulated delivery-room environment as the future modality for acquiring and maintaining skills in fetal and neonatal resuscitation. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2008;13(6):448-53.
42. Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS): development and rationale for a blended approach to health care simulation debriefing. *Simul Healthc*. 2015;10(2):106-15.
43. Jaye P, Thomas L, Reedy G. 'The Diamond': a structure for simulation debrief. *Clin Teach*. 2015;12(3):171-5.
44. The London Handbook for Debriefing: Imperial College London. Verfügbar unter: https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/surgery-cancer/pstrc/lw2222ic_debrief_book_a5.pdf. Abgerufen am 03.05.2023
45. Hackstein A, Hagemann V, von Kaufmann F, Regener H, Christiansen F, Desczka A, et al. *Handbuch Simulation: S+K*, Verlagsgesellschaft Stumpf+Kossendey mbH; 2016.
46. Kolb DA. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*: FT press; 2014.
47. Wagner M, Mileder LP, Aspalter G, Bachmann A, Berger R, Bibl K, et al. Training von Basisreanimationsmaßnahmen (Newborn Life Support, Paediatric Basic Life Support). *Monatsschrift Kinderheilkunde*. 2022;170(2):153-9.

48. Löllgen RM, Heimberg E, Wagner M, Bibl K, Paulun A, Rupp J, et al. Recommendations of the Netzwerk Kindersimulation for the Implementation of Simulation-Based Pediatric Team Trainings: A Delphi Process. *Children (Basel)*. 2023;10(6).
49. Schmutz J, Manser T. Do team processes really have an effect on clinical performance? A systematic literature review. *Br J Anaesth*. 2013;110(4):529-44.
50. Van de Voorde P, Turner NM, Djakow J, de Lucas N, Martinez-Mejias A, Biarent D, et al. [Paediatric Life Support]. *Notf Rett Med*. 2021;24(4):650-719.
51. Patterson MD, Geis GL, Falcone RA, LeMaster T, Wears RL. In situ simulation: detection of safety threats and teamwork training in a high risk emergency department. *BMJ Qual Saf*. 2013;22(6):468-77.
52. Mileder LP, Schwabegger B, Baik-Schneditz N, Ribitsch M, Pansy J, Raith W, et al. Sustained decrease in latent safety threats through regular interprofessional in situ simulation training of neonatal emergencies. *BMJ Open Qual*. 2023;12(4).
53. Kaufmann J, Engelhardt T, Steinwegs I, Hinkelbein J, Piekarski F, M L, et al. Der Einfluss von Ausbildung und Erfahrung auf Dosierungsfehler bei pädiatrischen Notfallmedikamenten – eine interventionelle Fragebogen-Studie mit tabellarischer Hilfe. *Anästh Intensivmed*. 2019;60:164–72.
54. Hart SG. Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 2006;50(9):904-8.
55. NASA Task Load Index: NASA - National Aeronautics and Space Administration. Verfügbar unter: <https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/>. Abgerufen am 13.05.2020
56. Gleiss A, Lassi M, Blümel P, Borkenstein M, Kapelari K, Mayer M, et al. Austrian height and body proportion references for children aged 4 to under 19 years. *Ann Hum Biol*. 2013;40(4):324-32.

57. Mayer M, Gleiss A, Häusler G, Borkenstein M, Kapelari K, Köstl G, et al. Weight and body mass index (BMI): current data for Austrian boys and girls aged 4 to under 19 years. *Ann Hum Biol.* 2015;42(1):45-55.
58. Leotsakos A, Zheng H, Croteau R, Loeb JM, Sherman H, Hoffman C, et al. Standardization in patient safety: the WHO High 5s project. *Int J Qual Health Care.* 2014;26(2):109-16.
59. Institute of Medicine Committee on Quality of Health Care in A. In: Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. *To Err is Human: Building a Safer Health System.* Washington (DC): National Academies Press (US), Copyright 2000 by the National Academy of Sciences. All rights reserved.; 2000.
60. Sexton JB, Thomas EJ, Helmreich RL. Error, stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *Bmj.* 2000;320(7237):745-9.
61. Siebert JN, Ehrler F, Combescure C, Lovis C, Haddad K, Hugon F, et al. A mobile device application to reduce medication errors and time to drug delivery during simulated paediatric cardiopulmonary resuscitation: a multicentre, randomised, controlled, crossover trial. *Lancet Child Adolesc Health.* 2019;3(5):303-11.
62. Bundesgesetz über Ausbildung, Tätigkeiten und Beruf der Sanitäter (Sanitätäergesetz – SanG): RIS - Rechtsinformationssystem des Bundes; 2002. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20001744>. Abgerufen am 21.11.2023
63. Bundesgesetz über die Ausübung des ärztlichen Berufes und die Landesvertretung der Ärzte (Ärztegesetz 1998 – ÄrzteG 1998): RIS - Rechtsinformationssystem des Bundes; 1998. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011138>. Abgerufen am 21.11.2023
64. Wells M, Goldstein LN, Bentley A. The accuracy of emergency weight estimation systems in children-a systematic review and meta-analysis. *Int J Emerg Med.* 2017;10(1):29.

65. Fukuda T, Ohashi-Fukuda N, Kobayashi H, Gunshin M, Sera T, Kondo Y, et al. Public access defibrillation and outcomes after pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2017;111:1-7.
66. Jain D, Sharma R, Reddy S. WHO safe surgery checklist: Barriers to universal acceptance. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2018;34(1):7-10.

Appendix

Kursplan Emergency Pediatric Care Provider

Emergency Pediatric Care Provider



Datum & Location

Tag 1		28.11.20 13:40			
Dozent	Vortragsraum	Raum 1	Raum 2	Raum 3	Raum 4
	Anmeldung für Teilnehmer und Registrierung				
08:00	Begrüßung und Vorstellung				
08:30	Einführung - Kinder verstehen		Training der Faculty		
09:00					
09:10		Kaffeepause			
09:10	Pädiatrische Untersuchung & CRM		Training der Faculty		
10:10	Demonstration Initial Herangehensweise/ Instruktor: Teamleiter: Teamleiter 1; Teamleiter 2:				
10:30	Respiratorische Notfälle				
11:15					
11:30		Kaffeepause			
11:30		Einführung Notfallassche	Einführung Notfallassche	Einführung Notfallassche	Einführung Notfallassche
11:40		Arway & Breathing	Zugänge & Medikamente	Assessment & Management	Critical Thinking 1
12:30	Workshops	Arway & Breathing	Zugänge & Medikamente	Assessment & Management	Critical Thinking 1
13:20		Mittagspause			
13:20					
14:20	Schock				
15:05	Trauma				
15:50					
16:05		Kaffeepause			
16:05		Arway & Breathing	Zugänge & Medikamente	Assessment & Management	Critical Thinking 1
16:55	Workshops	Arway & Breathing	Zugänge & Medikamente	Assessment & Management	Critical Thinking 1
17:45	Gemeinsamer Tagesabschluss				
18:00		Faculty - Meeting			
19:30					

Emergency Pediatric Care Provider



Datum & Location

Tag 2	Dozent	Vortragsraum	Raum 1	Raum 2	Raum 3	Raum 4
06:00		Treffen in den Mentorengruppen mit Kliffse				
06:25		Anfälle & Fieber				
09:05		Medizinische Notfälle	Vorbereitung Stationen	Vorbereitung Stationen	Vorbereitung Stationen	Vorbereitung Stationen
09:45			Kaffeepause			
10:00			Entführung Simulation	Entführung Simulation	Entführung Simulation	Entführung Simulation
10:10			Falbespiele I	Falbespiele II	Falbespiele III	Falbespiele IV (CRM) Critical Thinking 2
11:00	Zeitnahme: CC	Praktische Übungen in Falbespielen	Falbespiele I	Falbespiele II	Falbespiele III	Falbespiele IV (CRM) Critical Thinking 2
11:50			Kaffeepause			
12:05			Falbespiele I	Falbespiele II	Falbespiele III	Falbespiele IV (CRM) Critical Thinking 2
12:55	Zeitnahme: CC	Praktische Übungen in Falbespielen	Falbespiele I	Falbespiele II	Falbespiele III	Falbespiele IV (CRM) Critical Thinking 2
13:45			Mittagsessen			
14:45			Falbespiel V	Falbespiel IV	Falbespiel V	Falbespiel IV
15:45	Zeitnahme: CC	Praktische Übungen in Falbespielen	Falbespiel VI	Falbespiel V	Falbespiel VI	Falbespiel VI
16:00	Zeitnahme: CC	Praktische Übungen in Falbespielen	Falbespiel VI	Falbespiel V	Falbespiel VI	Falbespiel VI
16:15	MCD	Gedächtnis-Prüfung	Vorbereitung Prüfung / Stationsabbau	Vorbereitung Prüfung / Stationsabbau	Vorbereitung Prüfung / Stationsabbau	Vorbereitung Prüfung / Stationsabbau
17:15	CC	SCO Test / Prüfungs-Quiz	Kaffeepause			
17:30						
18:00		Kursabschluss				
19:30						

Faculty	
	Kurskoordinator
	Medizinischer Direktor
	Instruktor
	Instruktor
	Instruktor
	Instruktor
	Instruktor
	Instruktor
	Instruktor
	Instruktor

Initialer Fragebogen (Fragebogen 1)

Alter (in Jahren)	16-20
	21-25
	26-30
	31-35
	36-40
	>40
Geschlecht	M
	D
	W
Welche Ausbildung/en haben Sie abgeschlossen? (Mehrfachantwort möglich)	<i>RettungssanitäterIn</i>
	<i>NotfallsanitäterIn</i>
	<i>NKA/NKV</i>
	<i>NKI</i>
	<i>Diplompflegepersonal</i>
	<i>Turnusarzt/Assistenzarzt</i>
<i>Facharzt</i>	
Berufserfahrung in Jahren	<5
	6-10
	11-15
	16-20
	>20 Jahre
Wieviel Erfahrung haben Sie mit Kindernotfällen?	keine
	wenig
	moderat
	erfahren
	routiniert
Haben Sie Ausbildungen/Simulationen zu Kindernotfällen (Kurse etc.)?	Keine
	Internationales Kursformat (EPC/EPALS etc.)
	Sonderausbildung der Pflege
	Fachärztin/Facharzt

Wie lange ist ihr letztes Kindernotfalltraining her?	<ul style="list-style-type: none"> < 6 Monate 6 -11 Monate 1-3 Jahre 3-5 Jahre >5 Jahre Keines absolviert
Sind Sie Instructor/Lehrender in einem notfallmedizinischem/pädiatrischen Bereich?	<ul style="list-style-type: none"> Ja Nein
Haben Sie bereits Erfahrung mit Dosierungshilfen für Kindernotfälle?	<ul style="list-style-type: none"> Keine Wenig (z.B. einmaliges Training) Moderat (Regelmäßige Trainings) Viel (Einsatz im Berufsalltag)
Sind die verwendeten Dosierungshilfen in Analog oder digitaler Form?	<ul style="list-style-type: none"> Analog Digital Beides Keine
Denken Sie, dass Dosierungshilfen sinnvoll sind?	<ul style="list-style-type: none"> Nein Wenig Mittelmäßig Eher schon Ja
Wie sicher fühlen Sie sich in Bezug auf korrekte Dosierungen bei pädiatrischen Notfällen ohne Hilfsmittel?	<ul style="list-style-type: none"> Sehr unsicher Unsicher Mittel Sicher Sehr sicher

Abschlussfragebogen (Fragebogen 2)

Wie zufrieden sind Sie mit der Dosierungshilfe „Kindersicher Österreich“ im allgemeinen?	Gar nicht Wenig Mittelmäßig Eher zufrieden Sehr zufrieden
Würden Sie die Dosierungshilfe auch im beruflichen Alltag anwenden?	Nein Eher nicht Eher schon Ja
Fühlen Sie sich damit gut vorbereitet?	Sehr schlecht vorbereitet Eher schlecht vorbereitet Mittel Eher gut vorbereitet Sehr gut vorbereitet
Hilft es Ihnen Medikamentendosierungsfehler zu vermeiden?	Ja Nein
Reduziert die Dosierungshilfe den Stress?	Ja Nein
Hilft es Ihnen, kognitive Ressourcen anders zu binden?	Ja Nein