

Aus der Kinderklinik und Kinderpoliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital
in Kooperation mit dem Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM)

Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München



***Der pädiatrische Notfallpatient –
eine epidemiologische Betrachtung***

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Alexander Matthias Althammer

aus

Augsburg

Jahr

2024

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Erster Gutachter: *Prof. Dr. med. Florian Hofmann*

Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Viktoria Bogner-Flatz

Dritter Gutachter: Prof. Dr. Ulrich Mansmann

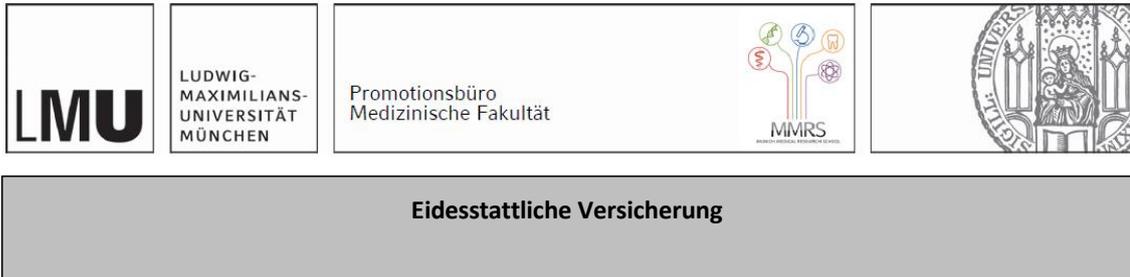
Mitbetreuung durch den

promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Heiko Trentzsch

Dekan: Prof. Dr. med. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 10.Juni.2024

Affidavit



Eidesstattliche Versicherung

Althammer Alexander

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel:

Der pädiatrische Notfallpatient – eine epidemiologische Betrachtung

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Augsburg, 25.05.2024, Althammer
Ort, Datum
Doktorand

Unterschrift Doktorandin bzw.

Inhaltsverzeichnis

Affidavit	3
Inhaltsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
Publikationsliste	6
1. Beitrag zu den Veröffentlichungen	7
1.1 Beitrag zu Paper I	7
1.2 Beitrag zu Paper II	7
2. Einleitung	9
2.1 Erstellung einer Altersklassifikation des pädiatrischen Notfalls für epidemiologische Untersuchungen	9
2.2 Epidemiologische Beschreibung des pädiatrischen Kindernotfalls einer deutschen Metropolregion	10
2.3 Limitationen	14
3. Zusammenfassung:	15
4. Abstract (English):	18
5. Paper I: Systemic review of age brackets in pediatric emergency medicine literature and the development of a universal age classification for pediatric emergency patients - the Munich Age Classification System (MACS)	
6. Paper II: Pädiatrische Notfallpatienten in den Notaufnahmen einer deutschen Metropolregion	
7. References	
Danksagung	23

Abkürzungsverzeichnis

1. Munich Age Classification System: MACS
2. Notfallzentren für Kinder und Jugendliche: KINZ
3. Integrierte Notfallzentren: INZ
4. Kassenärztliche Vereinigung: KV

Publikationsliste

Hegenberg, K.; Althammer, A.; Gehring, C.; Prueckner, S.; Trentzsch, H. Pre-Hospital Emergency Medical Services Utilization Amid COVID-19 in 2020: Descriptive Study Based on Routinely Collected Dispatch Data in Bavaria, Germany. *Healthcare* **2023**, *11*, 1983. <https://doi.org/10.3390/healthcare11141983>

1. Beitrag zu den Veröffentlichungen

1.1 Beitrag zu Paper I

Mein Beitrag zur Veröffentlichung „Systemic review of age brackets in pediatric emergency medicine literature and the development of a universal age classification for pediatric emergency patients - the Munich Age Classification System (MACS)“ bestand aus der Erstellung der grundlegenden Gliederung des Artikels, der Auswahl und Umsetzung der geeigneten Methodenauswahl zur Beantwortung der Fragestellung (PICO-Schema, PRISMA-Methode), der Verfassung des Artikels sowie Auswahl und Einreichung beim Journal.

Nach dem PICO-Schema wurde das **P**roblem gemeinsam in der Forschungsgruppe definiert. Als **I**ntervention habe ich im Rahmen der PRISMA-Methode geeignete Suchabfragen erstellt und 6226 Artikel gescreent. Davon habe ich 115 Artikel in die Studie aufgenommen und näher analysiert. Die Ergebnisse der Literaturrecherche habe ich in das methodische Gerüst der Arbeit eingefügt: Die Ergebnisse der Intervention wurden im dritten Schritt „**C**omparison“ mit zwei einschlägigen Referenzen verglichen. Im letzten Schritt „**O**utcome“ habe ich relevante physiologische und anatomische Besonderheiten des pädiatrischen Kindernotfalls identifiziert, um dadurch die medizinisch gut begründete Altersklassifikation „MACS“ erstellen zu können.

1.2 Beitrag zu Paper II

Mein Beitrag zur Veröffentlichung „Pädiatrische Notfallpatienten in den Notaufnahmen einer deutschen Metropolregion - Eine retrospektive Querschnittsstudie über einen Einjahreszeitraum“ bestand in der Mitentwicklung der Forschungsfrage, Auswahl und Durchführung der geeigneten Methoden sowie in der maßgeblichen Verfassung des Textes. Die Daten wurden vom Institut für Notfallmedizin erhoben und mir zur Verfügung gestellt.

Der Entwurf der Forschungsfrage entstand zusammen mit den Co-Autoren. Mein Schwerpunkt lag hierbei in der statistischen Durchführung der „Big-Data“-Analyse. Bereits bei der Entwicklung der Forschungsfrage habe ich auf eine statistisch korrekte Vorgehensweise geachtet. Zur Auswertung von 103.830 Fällen habe ich den Datensatz zunächst in „SQL“ und anschließend in „Microsoft Excel“ aufbereitet. Im Anschluss habe ich geeignete statistische Verfahren identifiziert und angewandt. Dazu habe ich den Datensatz zunächst als „OLAP-Cube“ formatiert, verschiedene Tests aus dem Bereich der deskriptiven Statistik angewandt und im Anschluss eine logistische Regression mit der

Software „R“ umgesetzt. Zudem habe ich die Daten selbstständig visualisiert, sodass die Kernergebnisse der Arbeit schnell und deutlich zu erkennen sind. Den Text der Arbeit habe ich mit Unterstützung der Co-Autoren verfasst. Auswahl des Journals und Einreichung des Papers übernahmen die Co-Autoren.

2. Einleitung

Übergeordnetes Ziel der Dissertation ist die Beschreibung der Epidemiologie des pädiatrischen Kindernotfalls. Dabei steht die Versorgungsforschung von Kindern in Notaufnahmen einer deutschen Metropolregion im Mittelpunkt der Arbeit. Aktueller Anlass ist eine seit Jahren steigende Inanspruchnahme der Krankenhausnotaufnahmen durch hilfesuchende Erwachsene, aber auch durch Kinder und Jugendliche [1].

2.1 Erstellung einer Altersklassifikation des pädiatrischen Notfalls für epidemiologische Untersuchungen

Bei der Erstellung der Arbeit fiel zunächst auf, dass bislang kein einheitlicher und international gültiger Standard für die Klassifizierung pädiatrischer Patienten auf der Grundlage ihres Alters existiert [2, 3]. Derzeit werden in der Literatur willkürliche, inkonsistente und nicht evidenzbasierte Altersgrenzen für die Klassifizierung pädiatrischer Notfälle verwendet. Für keine dieser Klassifizierungen gibt es eine gültige medizinische Begründung. Dies führt zu Verwirrung und schlechter Vergleichbarkeit der verschiedenen Studienergebnisse. Während die Altersklassifikation für klinische Studien gut untersucht wurde [3–5], gibt es keine detaillierte Übersicht für den Bereich der epidemiologischen Versorgungsforschung. Daher ist es schwierig, die Ergebnisse einzelner epidemiologischer Arbeiten zu vergleichen; übergreifende Meta-Analysen sind nur begrenzt möglich. Um diesem Problem zu begegnen, wird im Rahmen der Dissertation eine eigene Altersklassifikation des pädiatrischen Notfalls vorgestellt.

Die in dieser Arbeit entwickelte Klassifikation trägt den Namen „Münchener Altersklassifikationssystem (MACS)“. Das MACS steht im Einklang mit der bisherigen Literatur und basiert auf anatomischen und physiologischen Besonderheiten des Kindernotfalls. Zur Entwicklung der Klassifikation wurden altersabhängige Entwicklungsschritte in den Bereichen „Sepsis, Temperature & Immune System“, „Respiration“ und „Traumatic brain injury“ mit einbezogen. Diese Themengebiete zeigten sich besonders relevant für den pädiatrischen Notfall. Das Münchener Altersklassifikationssystem soll in Zukunft dazu führen, dass auch in epidemiologischen Untersuchungen eine einheitliche Klassifikation verwendet wird. Dies wird eine bessere Vergleichbarkeit von Studienergebnissen und studienübergreifende Meta-Analysen ermöglichen. Mithilfe der erstellten Altersklassifikation wurde auch die Analyse des Datensatzes in der zweiten Arbeit durchgeführt.

2.2 Epidemiologische Beschreibung des pädiatrischen Kindernotfalls einer deutschen Metropolregion

Mit dem Begriff des „Overcrowdings“ wurde bereits seit 1980 ein globales Problem in der Gesundheitsversorgung beschrieben [6]. Dabei wird der Begriff Overcrowding wie folgt definiert: „a situation that occurs when the identified need for emergency services exceeds available resources for patient care in ED, hospital, or both“ [7]. Overcrowding in den Notaufnahmen führt zu zahlreichen negativen Konsequenzen in der Patientenversorgung. Vor allem vulnerable Gruppen leiden besonders darunter: für schwer kranke Patienten führt eine verzögerte Verlegung von der Notaufnahme auf die Intensivstation zu einer deutlich erhöhten Mortalität [8]. Zahlreiche Untersuchungen zeigten auch für Deutschland die Relevanz des Overcrowdings in den Notaufnahmen [9] [10] [11]. Um Gründe für diese Problem zu analysieren untersuchten Löbler et.al. die Motivation und Besuchsgründe pädiatrischer Notaufnahmen [12]. Individuelle Präferenzen, die fehlende Verfügbarkeit/Erreichbarkeit ambulanter Versorgungsmöglichkeiten und die fehlende Kenntnis alternativer Notfallversorgungsstrukturen konnten von den Autoren als Gründe des Overcrowdings identifiziert werden [12]. 2022 spitze sich die Lage in den deutschen Notaufnahmen vielerorts zu [11]. Ärzte berichteten, dass auf Grund des Overcrowdings die medizinisch adäquate Versorgung der Patienten in den Notaufnahmen zeitweise nicht sichergestellt werden konnte [11]. Vor allem auch die pädiatrische Gesundheitsversorgung war zu diesem Zeitpunkt durch eine besonders starke Welle des RS-Virus von dieser Problematik betroffen [11]. Mit der „Vierten Stellungnahme und Empfehlung der Regierungskommission zur Reform der Notfall- und Akutversorgung in Deutschland“ fand das Thema „Overcrowding“ Einzug in die politische Debatte [13]. Als Lösungsansätze werden eine Anpassung der Versorgungsstrukturen und eine bessere Steuerung von Patienten in die geeigneten Behandlungsebenen unter Berücksichtigung der Dringlichkeit skizziert [13]. Als zentrales Instrument hierfür wird die Umstrukturierung der organisatorischen Einheiten in der Notfallversorgung angesehen [14]. Sogenannte „integrierte Notfallzentren“ spielen hierbei eine entscheidende Rolle. Die INZ sollen aus einer Notaufnahme des Krankenhauses, einer KV-Notfallpraxis sowie „einem Tresen“ als zentrale Entscheidungsstelle bestehen (vgl. Abbildung 1) [13]. Intelligente Steuerungsmechanismen und moderne Kommunikationsmöglichkeiten spielen darin eine zentrale Rolle [13].

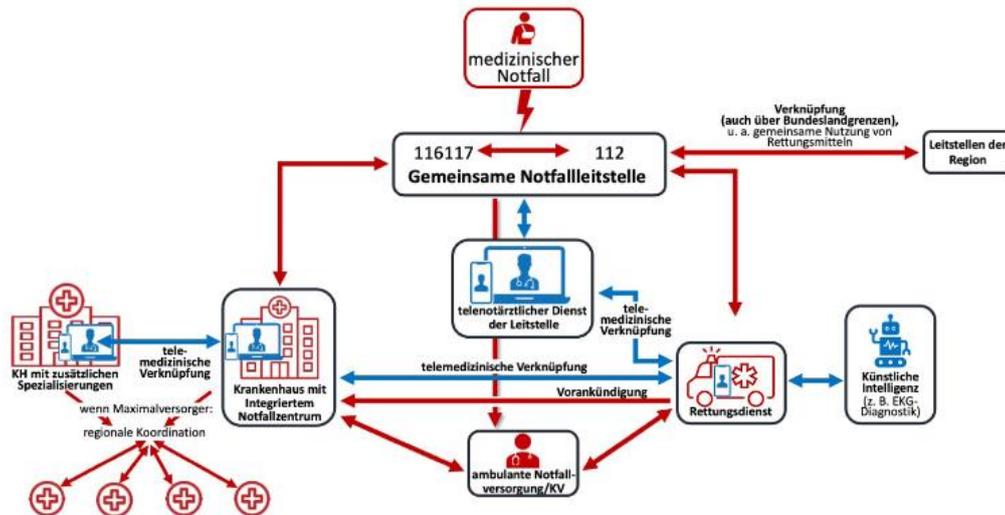


Abbildung 1: Netzwerk und telemedizinische Verknüpfung im Rettungswesen [14]

Der gemeinsame Bundesausschuss hat zur Regelung eines gestuften Systems von Notfallstrukturen verschiedene Module der Gesundheitsversorgung beschrieben [15]. Für die Notfallversorgung von Kindern ist hierbei das spezielle Modul „Notfallversorgung Kinder“ aufgeführt. Dabei werden an die verschiedenen Level der Versorgungseinheiten konkrete Anforderungen beschrieben (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Auszug des Moduls „Notfallversorgung Kinder“ nach G-BA [18]

Basisnotfallversorgung	Erweiterte Notfallversorgung	Umfassende Notfallversorgung
Das Krankenhaus verfügt über eine Fachabteilung für Kinder- und Jugendmedizin am Standort.	24-stündige Verfügbarkeit der Magnetresonanztomographie (MRT)	Verfügbarkeit eines Facharztes mit nachgewiesener Erfahrung bei Kindernarkosen in 30 Minuten am Patienten.
Das Krankenhaus verfügt über ein strukturiertes System zur Behandlungspriorisierung von Notfallpatienten (Triage).	Eine Gesundheits- und Kinderkrankenpflegekraft im Präsenzdienst (24 Stunden an sieben Tagen pro Woche) steht jederzeit für die Versorgung von Notfällen zur Verfügung	Die Klinik verfügt über eine pädiatrische Intensivstation mit mindestens 10 Betten
Jedes Kind und jeder Jugendliche erhält eine Ersteinschätzung und Behandlungspriorisierung innerhalb von 10 Minuten nach Eintreffen in der Notaufnahme.	Es ist eine Hubschrauberlandestelle vorzuhalten. Patientenverlegungen auf dem Luftwege sind ohne Zwischentransport möglich	Ständige OP-Bereitschaft: komplettes OP-Team inkl. Anästhesie mit einer an die Altersgruppe angepassten Ausstattung und Erfahrung.

Dem zu folge sollen auch in der Pädiatrie - für eine verbesserte Zusammenarbeit zwischen den Kassenärztlichen Vereinigungen und den Notaufnahmen - an Kliniken für Kinder- und Jugendmedizin, die die Voraussetzungen des Moduls Notfallversorgung Kinder erfüllen, integrierte Notfallzentren für Kinder und Jugendliche (KINZ) entstehen [13]. In einer gemeinsamen Stellungnahme der pädiatrischen Fachgesellschaften und Verbände stellten die Autoren folgende weiterführende Forderungen dar [16]. Unter anderem wird die Notwendigkeit der KINZ bestärkt und auf eine ausreichende Anzahl von KINZ für eine bedarfs- und ressourcengerechte und flächendeckende Versorgung hingewiesen [16].

Eine bedarfsgerechte Kapazitätsplanung sollte dabei den Anforderungen der Versorgungsrealität gerecht werden. Hierzu ist es notwendig, valide Daten zu erheben, um die realen Bedarfe zuverlässig kalkulieren zu können. Das Patientenaufkommen für Notaufnahmen, die primär erwachsene Patienten behandeln, ist diesbezüglich bereits untersucht [17] [18]. Überraschenderweise existieren für die Versorgung von pädiatrischen Patienten in deutschen Notaufnahmen keine vergleichbaren Daten. Im Rahmen einer Studie an 524.717 Fällen aus den Münchener Notaufnahmen wurde zwar das Notfallaufkommen in einer deutschen Metropolregion beschrieben und Richtzahlen für die Kapazitätsplanung errechnet [17]. Diese Arbeit unterteilte die Patienten ungeachtet des Alters nach der Art der Versorgungseinrichtung in Notaufnahmen für Erwachsene und Notaufnahmen für Kinder und Jugendliche. Damit wurden Patienten unter 18 Jahren, die nicht in rein pädiatrischen Versorgungseinrichtungen gesehen wurden, der Gruppe der Erwachsenen zugeschlagen [17].

Ziel der Arbeit ist es, auf der der gleichen Basis dieser Münchener Daten, eine Gesamtbeschreibung aller Patienten unter 18 Jahren unabhängig von der Versorgungseinrichtung vorzunehmen, um epidemiologisch belastbare Daten für die bedarfsgerechte Kapazitätsplanung der KINZ in bundesdeutschen Ballungsgebieten zu erhalten [17]. Durch die Auswertung von über 100.000 pädiatrischen Fällen der Münchner Notaufnahmen konnten konkrete Kennzahlen ermittelt werden. Das Besondere hierbei liegt in der nahezu lückenlosen Erfassung aller relevanten Münchner Notaufnahmen. Dadurch kann das Patientenaufkommen in den Notaufnahmen in Relation zur Bevölkerung gesetzt werden. Die Auswertung stellt - aufbauend auf der erarbeiteten Altersklassifikation - Zusammenhänge in der Versorgungsstruktur des pädiatrischen Notfalls dar und belegt diese erstmals mit belastbaren Zahlen.

Diese Arbeit legt mit der Vorstellung des MACS methodische Grundlagen fest und bietet durch die Auswertung der Münchener Daten einen erstmaligen Einblick in die Epidemiologie des pädiatrischen Notfalls.

2.3 Limitationen

Für den ersten Teil der Arbeit ist anzumerken, dass die größte Einschränkung des MACS die selektive Auswahl der Themen im Hinblick auf physiologische und anatomische Unterschiede ist. Der Fokus auf die Notfallmedizin ist bei der Auswahl der Themen offensichtlich. Daher wurden andere Parameter wie das Einsetzen der Geschlechtsreife, die Stoffwechselumstellung oder die hormonelle Umstellung des Körpers nicht angesprochen. Außerdem ist zu beachten, dass die Aggregation und Kategorisierung von Patienten nach Alter zwangsläufig zu Ungenauigkeiten führt und nicht alle Details dargestellt werden können. Insbesondere individuelle Merkmale oder bestimmte Details zu spezifischen Forschungsfragen können damit nicht immer abgebildet werden. Gesetzliche und administrative Vorschriften, wie etwa das Alter der Schulpflicht oder Erlangung der vollen Geschäftsfähigkeit, variieren ebenfalls national und international. Es ist daher nicht realistisch, alle relevanten Faktoren in einer allgemeingültigen Klassifizierung abzubilden. Vielmehr ist es wichtig, dass trotz dieser Einschränkungen eine einheitliche Klassifizierung verwendet wird - auch wenn diese nicht alle Details beschreibt.

Eine zentrale Limitation in der epidemiologischen Beschreibung stellt die fehlende Information zur Behandlungsdringlichkeit dar. Die vorhandenen Triagedaten wurden mit unterschiedlichen Systemen dokumentiert und waren damit nicht vergleichbar. In den meisten Fällen fehlten Triagedaten komplett. Vor allem bei den ambulanten Fällen fehlten häufig Daten zu diagnostischen und therapeutischen Prozeduren, um den Behandlungsaufwand zu quantifizieren. Triage, Bett und Zubringer dienten als weitere Größen, um den Aufwand zu modellieren, weshalb die Kategorisierung nur eine sehr grobe Annäherung für den realen Behandlungsaufwand darstellt. Es lässt sich daher nicht abschätzen, ob die Behandlung der ambulanten Fälle nicht auch in der Vertragsarztpraxis hätten erbracht werden können oder ob es sich um krankenhausspezifische Leistungen handelte. Auch ist unbekannt, ob Selbsteinweiser vom niedergelassenen Arzt gezielt eingewiesen oder aus Eigeninitiative vorstellig wurden. Durch die Anonymisierung der Patientendaten ist es unmöglich zu sagen, wie viele individuelle Patienten sich vorstellten und bei wie vielen Fällen es sich um Mehrfachvorstellungen handelte.

3. Zusammenfassung:

Zusammenfassend hat die Dissertation grundlegende Erkenntnisse für die pädiatrische Notfallversorgung erbracht.

Die erstellte Altersklassifizierung dient für weitere Forschungen als Referenz und sollte daher methodisch, als Grundlagenforschung kategorisiert werden. Von besonderer Bedeutung hierbei ist, dass die Klassifikation nicht nur Ergebnis einer Literaturübersicht ist. Vielmehr wurde die Methode der systematischen Literaturübersicht in der Arbeit verwendet, um darauf aufbauend die Altersklassifikation erstellen zu können. Erst die Identifikation und Auswertung von anatomischen und physiologischen Besonderheiten, macht das MACS zur ersten Altersklassifizierung für epidemiologische Untersuchungen, die auf medizinischen Sachverhalten basiert und diese klar darstellt.

Tabelle 2: Munich Age Classification System (MACS)

Bezeichnung	Alter	Gewicht: 50th percentile in kg [19]
Neonate	Up to the 28 th day of life	3,3 – ≤ 4,5
Infant	29 days – 12 months	4,5 – ≤ 9,9
Toddler	13 months – 2 years	9,9 – ≤ 15
Early childhood	3 years – 5 years	15 – ≤ 21
Late childhood	6 years – 11 years	21 – ≤ 41
Adolescent	12 years – 17 years	41 – ≤ 64
Adult	Older than 17 years	> 64

Die Auswertung von 103.830 pädiatrischen Notfällen in den Notaufnahmen der Stadt München in der zweiten Veröffentlichung gibt einen fundierten Einblick in die Epidemiologie des pädiatrischen Kindernotfalls. Die Arbeit ist als retrospektive multizentrische Querschnittsstudie zu klassifizieren. Es wurden durch die Arbeit grundlegende Zahlen für die Versorgungsforschung offengelegt. Neben klinisch relevanten Erkenntnissen dienen die Ergebnisse der Arbeit deshalb vor allem als Grundlage für politische Entscheidungen und für Fragestellungen auf der strategischen Entscheidungsebene. Die Besonderheit hierbei liegt in der nahezu lückenlosen Erfassung der Notfälle in den Notaufnahmen der beobachteten Region. Diese fast vollständige Erfassung der Fälle macht es erstmals möglich, Zusammenhänge zwischen den Zahlen der Notaufnahmen und der Bevölkerungs- bzw. Versorgungsstrukturen dieser Region zu ermitteln. Diese Besonderheit in der Datengrundlage begründet die Relevanz und Aussagekraft dieser Arbeit.

Durch geeignete Visualisierung und adäquate statistische Verfahren wurden die Ergebnisse methodisch valide erarbeitet.

Folgende Kernaussagen konnten durch die Auswertung getroffen werden:

- In den Notaufnahmen wurden 91,4 Fälle/Tag/100.000 Kinder versorgt.
- 9,6 bzw. 1,0 Betten/100.000 Kindern/Tag war der Bedarf auf der Normal- und Intensivstation. In den Notaufnahmen wurden folglich 80,7 Fälle/Tag/100.000 Kinder ambulant versorgt (vgl. Tabelle 2).
- Die meisten pädiatrischen Kindernotfälle werden in spezialisierten Kindernotaufnahmen versorgt (78,2 %). Aber auch Notaufnahmen für Erwachsene versorgten 16,4 % der pädiatrischen Fälle.
- Die pädiatrische Notfallversorgung weist mit 86,0 % einen besonders hohen Anteil an ambulanten Patienten auf.
- 92,7 % der Fälle kamen als Selbstzuweiser in die Klinik. Jeder 8. wurde stationär aufgenommen
- Die Heatmap der ambulanten Fälle auf Uhrzeit und Wochentage gibt einen Hinweis auf einen direkten Zusammenhang zwischen den Öffnungszeiten der niedergelassenen Pädiater und dem Aufkommen in den Notaufnahmen.

Tabelle 3: Aufteilung der Kinder (n=103.830) auf die verschiedenen Versorgungstypen, wobei zwischen Normalstation und Intensivstation unterscheiden wurde.

	Ambulant		Normalstation		Intensivstation		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Neonaten & Säuglinge	7.024	7,9	2.179	17,0	528	29,6	9.731	9,4
Kleinkinder	17.459	19,6	2.411	18,8	251	14,1	20.121	19,4
Frühe Kindheit	17.549	19,7	1.892	14,8	220	12,3	19.661	18,9
Späte Kindheit	25.537	28,6	2.711	21,1	311	17,4	28.559	27,5
Adoleszenz	21.660	24,3	3.625	28,3	473	26,5	25.758	24,8
Summe	89.229	100	12.818	100,0	1.783	100,0	103.830	100,0
Davon aus dem Stadtgebiet „München“	61.829		7.384		769		69.982	

Tabelle 4: Heatmap der durchschnittlichen Anzahl der pädiatrischen Notfälle pro Tag und Stunde

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Gesamt
00:00	5,0	4,0	4,1	4,7	4,2	6,1	6,7	34,9
01:00	2,9	2,4	2,3	1,8	2,5	4,1	4,7	20,7
02:00	1,8	1,6	2,0	2,1	1,9	2,4	2,8	14,6
03:00	1,5	1,4	1,5	1,3	1,4	2,2	2,1	11,4
04:00	1,4	1,1	1,2	1,2	1,1	1,5	1,8	9,3
05:00	1,3	0,9	1,2	1,0	0,9	1,2	2,0	8,4
06:00	1,6	1,3	1,3	1,3	1,2	2,0	1,9	10,7
07:00	4,5	4,6	4,4	4,9	4,3	3,3	3,5	29,3
08:00	10,5	11,0	11,1	10,5	12,0	7,7	7,9	70,7
09:00	17,1	15,7	16,8	14,9	17,0	14,5	12,8	109,0
10:00	17,9	17,6	17,2	15,8	16,9	21,4	18,9	125,7
11:00	15,9	14,4	15,6	15,6	18,3	22,5	23,0	125,2
12:00	17,6	14,6	16,8	17,1	17,6	20,7	21,7	126,1
13:00	20,5	17,1	19,7	19,3	17,9	19,4	18,4	132,3
14:00	20,2	19,6	21,5	17,7	19,8	18,5	19,6	136,9
15:00	17,2	15,5	18,9	15,5	20,9	18,8	18,4	125,3
16:00	15,5	13,8	18,8	15,0	21,7	20,0	19,0	123,8
17:00	18,7	16,6	20,7	16,6	22,4	20,2	19,8	135,1
18:00	21,5	19,7	21,6	19,9	22,7	18,9	20,0	144,2
19:00	21,5	20,3	21,6	19,4	22,5	19,4	20,0	144,6
20:00	19,1	18,4	18,8	18,0	20,3	20,4	19,6	134,6
21:00	13,7	12,0	12,9	13,9	15,4	15,6	14,2	97,6
22:00	9,7	8,9	10,0	8,9	8,9	12,3	10,7	69,4
23:00	13,7	12,0	12,9	13,9	15,4	15,6	14,2	97,6
Gesamt	290,2	264,6	292,9	270,1	307,1	308,8	303,8	2037,4

4. Abstract (English):

In summary, the dissertation has provided fundamental findings for paediatric emergency care.

The age classification created serves as a reference for further research and should therefore be categorised methodologically as basic research. Of particular importance here is that the classification is not just the result of a literature review. Rather, the method of systematic literature review was used in the work in order to be able to create the age classification on this basis. Only the identification and evaluation of anatomical and physiological characteristics makes the MACS the first age classification for epidemiological studies that is based on medical facts and clearly represents them.

Table 5: Munich Age Classification System (MACS)

Bezeichnung	Alter	Gewicht: 50th percentile in kg [19]
Neonate	Up to the 28 th day of life	3,3 – ≤ 4,5
Infant	29 days – 12 months	4,5 – ≤ 9,9
Toddler	13 months – 2 years	9,9 – ≤ 15
Early childhood	3 years – 5 years	15 – ≤ 21
Late childhood	6 years – 11 years	21 – ≤ 41
Adolescent	12 years – 17 years	41 – ≤ 64
Adult	Older than 17 years	> 64

The evaluation of 103,830 paediatric emergencies in the emergency departments of the city of Munich in the second publication provides a well-founded insight into the epidemiology of paediatric emergencies. The work can be classified as a retrospective multicentre cross-sectional study. The work has revealed fundamental figures for healthcare research. In addition to clinically relevant findings, the results of the study therefore primarily serve as a basis for political decisions and for questions at the strategic decision-making level. The special feature here lies in the almost complete recording of emergency cases in the emergency departments of the observed region. This almost complete recording of cases makes it possible for the first time to determine correlations between the numbers of emergency admissions and the population and care structures of this region. This special feature of the data basis explains the relevance and significance of this work. The results were methodologically validated by means of suitable visualisation and adequate statistical procedures.

The following core statements could be made from the evaluation:

- 91.4 cases/day/100,000 children were treated in the emergency departments.
- 9.6 and 1.0 beds/100,000 children/day were required in the normal and intensive care wards respectively. Consequently, 80.7 cases/day/100,000 children were treated as outpatients in the emergency departments (see Table 2).
- Most paediatric emergencies are treated in specialised paediatric emergency departments (78.2 %). However, emergency departments for adults also treated 16.4 % of paediatric cases.
- At 86.0%, paediatric emergency care has a particularly high proportion of outpatients.
- 92.7 % of cases came to the clinic as self-referrals. Every 8th was admitted as an inpatient
- The heat map of outpatient cases by time and day of the week indicates a direct correlation between the opening hours of paediatricians in private practice and the volume of cases in the emergency departments.

Table 3: Allocation of children (n=103,830) to the different types of care, whereby a distinction was made between normal wards and intensive care units.

	Ambulant		Normalstation		Intensivstation		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Neonaten & Säuglinge	7.024	7,9	2.179	17,0	528	29,6	9.731	9,4
Kleinkinder	17.459	19,6	2.411	18,8	251	14,1	20.121	19,4
Frühe Kindheit	17.549	19,7	1.892	14,8	220	12,3	19.661	18,9
Späte Kindheit	25.537	28,6	2.711	21,1	311	17,4	28.559	27,5
Adoleszenz	21.660	24,3	3.625	28,3	473	26,5	25.758	24,8
Summe	89.229	100	12.818	100,0	1.783	100,0	103.830	100,0
Davon aus dem Stadtgebiet „München“	61.829		7.384		769		69.982	

Table 4: Heatmap of the average number of paediatric emergencies per day and hour

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Gesamt
00:00	5,0	4,0	4,1	4,7	4,2	6,1	6,7	34,9
01:00	2,9	2,4	2,3	1,8	2,5	4,1	4,7	20,7
02:00	1,8	1,6	2,0	2,1	1,9	2,4	2,8	14,6
03:00	1,5	1,4	1,5	1,3	1,4	2,2	2,1	11,4
04:00	1,4	1,1	1,2	1,2	1,1	1,5	1,8	9,3
05:00	1,3	0,9	1,2	1,0	0,9	1,2	2,0	8,4
06:00	1,6	1,3	1,3	1,3	1,2	2,0	1,9	10,7
07:00	4,5	4,6	4,4	4,9	4,3	3,3	3,5	29,3
08:00	10,5	11,0	11,1	10,5	12,0	7,7	7,9	70,7
09:00	17,1	15,7	16,8	14,9	17,0	14,5	12,8	109,0
10:00	17,9	17,6	17,2	15,8	16,9	21,4	18,9	125,7
11:00	15,9	14,4	15,6	15,6	18,3	22,5	23,0	125,2
12:00	17,6	14,6	16,8	17,1	17,6	20,7	21,7	126,1
13:00	20,5	17,1	19,7	19,3	17,9	19,4	18,4	132,3
14:00	20,2	19,6	21,5	17,7	19,8	18,5	19,6	136,9
15:00	17,2	15,5	18,9	15,5	20,9	18,8	18,4	125,3
16:00	15,5	13,8	18,8	15,0	21,7	20,0	19,0	123,8
17:00	18,7	16,6	20,7	16,6	22,4	20,2	19,8	135,1
18:00	21,5	19,7	21,6	19,9	22,7	18,9	20,0	144,2
19:00	21,5	20,3	21,6	19,4	22,5	19,4	20,0	144,6
20:00	19,1	18,4	18,8	18,0	20,3	20,4	19,6	134,6
21:00	13,7	12,0	12,9	13,9	15,4	15,6	14,2	97,6
22:00	9,7	8,9	10,0	8,9	8,9	12,3	10,7	69,4
23:00	13,7	12,0	12,9	13,9	15,4	15,6	14,2	97,6
Gesamt	290,2	264,6	292,9	270,1	307,1	308,8	303,8	2037,4

RESEARCH

Open Access



Systemic review of age brackets in pediatric emergency medicine literature and the development of a universal age classification for pediatric emergency patients - the Munich Age Classification System (MACS)

Alexander Althammer^{1,2*}, Stephan Prückner¹, Geogr Christian Gehring¹, Victoria Lieftüchter³, Heiko Trentzsch¹ and Florian Hoffmann³

Abstract

Currently arbitrary, inconsistent and non-evidence-based age cutoffs are used in the literature to classify pediatric emergencies. None of these classifications have valid medical rationale. This leads to confusion and poor comparability of the different study results. To clarify this problem, this paper presents a systematic review of the commonly used age limits from 115 relevant articles. In the literature search 6226 articles were screened. To be included, the articles had to address the following three topics: “health services research in emergency medicine”, “pediatrics” and “age as a differentiator”. Physiologic and anatomic principles with reference to emergency medicine were used to solve the problem to create a medically based age classification for the first time.

The Munich Age Classification System (MACS) presented in this paper is thus consistent with previous literature and is based on medical evidence. In the future, MAC should lead to ensure that a uniform classification is used. This will allow a better comparability of study results and enable meta-analyses across studies.

Keywords Age classification, Pediatric emergency, Age limits, Classify pediatric emergencies

Introduction

Differentiation according to patient age is the most common method of distinguishing between pediatric and adult emergencies [1]. Up to now no uniform and internationally valid standard for the classification of pediatric patients on the basis of their age has been established [1, 2]. While age classification has been well studied for clinical trials [3, 2, 4], there is no detailed review for the field of epidemiological health services research. As a result, it is difficult to compare the results of individual epidemiologic papers to date and, consequently, overarching meta-analyses are possible only on a limited basis.

*Correspondence:

Alexander Althammer
Alexander.Althammer@campus.lmu.de

¹Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM), Ludwig-Maximilians-University, Schillerstr. 53, 80336 Munich, Germany

²Department of Anesthesiology, Universitätsklinikum Augsburg, Stenglinstraße 2, 86156 Augsburg, Germany

³Pediatric Intensive Care and Emergency Medicine, Dr. von Hauner Children's Hospital, Ludwig-Maximilians-University, Lindwurmstraße 4, 80337 Munich, Germany



© The Author(s) 2023. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

It is therefore imperative to agree internationally on an age classification that is as uniform as possible for future work.

The goal of this review is therefore the identification of different age groups in pediatric emergency care. We first reviewed the classifications found in the literature and identified differences. Then, based on physiological and anatomical conditions, we created our proposal for a unified classification from the previously reviewed categories. Thus, the age classification presented in this text is intended to serve as an internationally uniform reference for further studies in the future.

Methods

We conducted a systematic literature review using the PRISMA method [5]. The research question was addressed using the *PICO* scheme as follows [6]:

Problem inconsistent age classification of pediatric emergencies to date.

Intervention: relevant articles were first identified based on an extensive literature search and the age classifications used were examined in more detail. The articles had to address the three aspects of “age as a differentiator,” “health services research in emergency medicine,” and “pediatrics” to be included in the literature selection process. For this purpose, various individual terms and so-called “MESH terms” were combined into different queries of the *Pubmed* (*MEDLINE*) database. “MESH terms” are terms defined by the database to better categorize and classify individual articles. Table 1 lists all queries that were used for the literature search and indicates how many hits were found and how many articles were included in the final evaluation.

As Fig. 1 shows, the initial query produced 6,226 hits. After duplicates were removed, the texts were checked for relevance and topicality based on the publication date,

Table 1 Queries used in the literature search

Query	Date	Hits	Used
Adolescent[MeSH Terms] AND Emergency Service, Hospital/statistics and numerical data[MAJR]	April 3, 2020	4472	51
Age Factors[Mesh]) AND pediatric emergency	April 2, 2020	1321	36
(Adolescent/physiology[MeSH Terms]) AND Age Factors[MeSH Terms]	April 7, 2020	72	9
Difference*[Title/Abstract]) AND Pediatric*[Title/Abstract]) AND Adult* [Title/Abstract]) AND Emergency*[Title/Abstract]	April 7, 2020	352	15
Triage[MeSH Terms]) AND Child[MeSH Terms]) AND Intensive Care Units, Pediatric"[MeSH Terms]) AND Emergency Treatment[MeSH Terms]	April 7, 2020	9	4

the title and the abstract. Accordingly, only 217 titles were evaluated as suitable for further consideration. All 217 titles dealt with a topic that contributes to answering the initial question and were published after 1980. Only texts that defined clear age limits were used for further analysis. Thus, from an initial 6226 articles found, 115 could be filtered for final analysis.

Comparison: results from the literature search will be compared with two particularly relevant already existing proposals for age classification. The proposed age groupings of the *National Association of Statutory Health Insurance Physicians for Germany* and the *Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development NICHD* for the English-speaking world were used as a reference [3],[7].

Outcome: development of the final age classification. In order to create a generally valid classification, selected developmental steps of each child and the associated physiological and anatomical changes in childhood are examined. The aim is to use suitable examples to show fundamental differences in the emergency medical care of children and adults as a function of age. These differences will be used to establish a consistent and well-reasoned age classification of pediatric emergencies based on the results of the literature review.

Results

Intervention: analysis of the identified articles

The final 115 articles are evaluated and analyzed below. To get an overview of age limits already in use within pediatric emergency care, the age limits from the 115 articles were aggregated and examined according to their frequencies.

Figure 2 reveals a separation into five groups:

- Group 1: $\leq 1-2$ Years.
- Group 2: 3–6 Years.
- Group 3: 7–12 Years.
- Group 4: 13–17 Years.
- Group 5: ≥ 18 Years.

It should be noted that the sum of the individual characteristics exceeds the article number of 115, since in several articles not just one age was considered as a limit, but there were staggered intervals with several subgroups. To illustrate this fact, articles that consider subgroups were analyzed separately.

Figure 3 illustrates the distribution of these subgroups graphically. Most of the articles do not form subgroups, but commit themselves to a fixed age limits for differentiating between childhood and adulthood. Only 35 of the 115 articles examined considered further subdivisions in their work. Of these 35 articles, 15 in turn use only one subdivision using two age groups. Figure 3 primarily shows that no uniform approach can be identified with regard to age limits. It can be seen that patient ages of

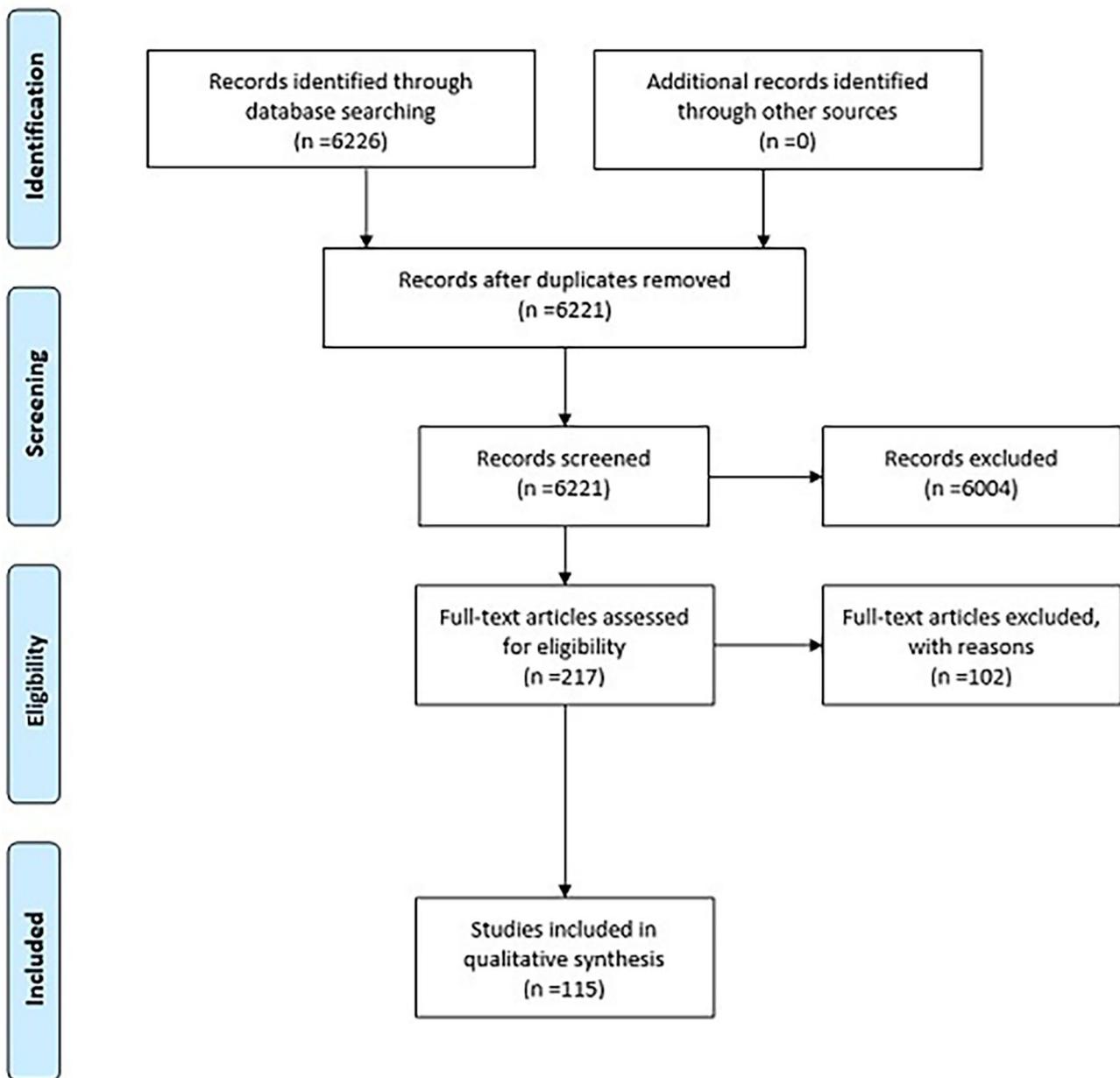


Fig. 1 PRISMA flowchart for the literature search

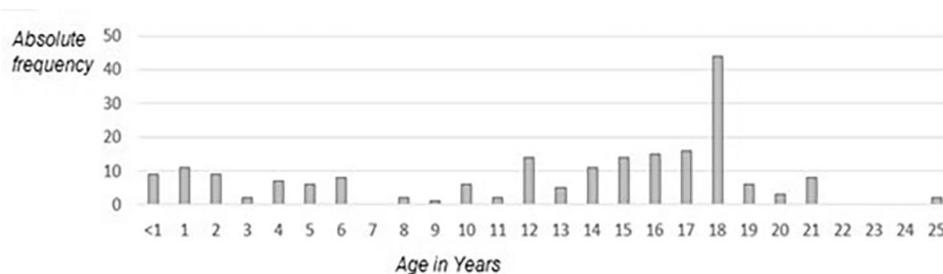


Fig. 2 Age distribution within the literature search

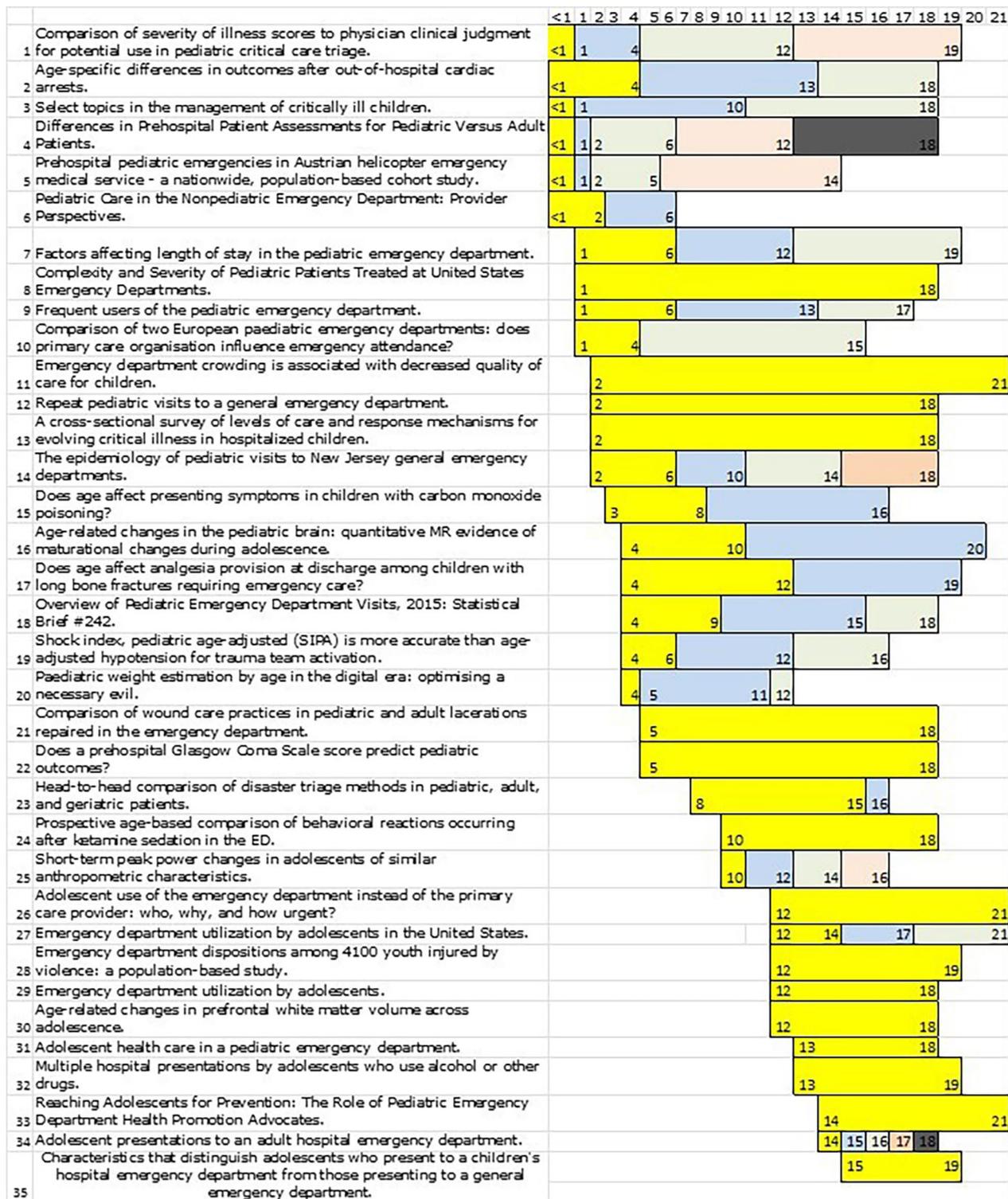


Fig. 3 Subgroups from the literature

<1, 2, 6, 12 and 18 years were used particularly often for classification.

Comparison: Comparison between the result of the literature review and national recommendations.

The following classification is one of the most common used in Germany [7].

- Newborn: up to the completed 28th day of life.
- Infant: 29 days – 12 months.
- Toddler: 2–3 years.

- Child: 4–12 years.
- Adolescent: 13–18 years.
- Adult: from the beginning of the 19th year,

while the classification of the Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development (NICHD) frequently used in the U.S. and Australia: [3]

- Infancy: Birth – 12 months.
- Toddler: 13 months – 2 years.
- Early childhood: 3–5 years.
- Middle childhood: 6–11 years.
- Early adolescence: 12–18 years.
- Late adolescence: 19–21 years.

While the NICHD's recommendation differentiates in some respects in more detail than the common used classification in Germany, significant similarities nevertheless emerge: First, the termination of infant status at 12 months is consistent. Similarly, the age limit of 18 years is present in both cases. The difference in middle childhood is interesting. The recommendation from the U.S. provides for separation at 6 years. The National Health

Table 2 Summary of the relevant age limits

Special features in pediatric emergency		
Sepsis, Temperature & Immune System	Greater body surface & thinner skin, heat generation by brown adipose tissue [13]	Newborn
	Special diagnostic scheme for elevated temperature [13]	Newborn
	Postoperative muscle tremor for heat generation [13]	Starting from 6 years
	Monocytes restricted to few cytokines [14]	Newborn
	Immune system more in an anti-inflammatory mode [14]	Up to 3 years
	Differentiation of B lymphocytes [15]	Up to 5 years
Respiration	Differentiation of the innate immune system [14]	Starting from 5 years of age - approx. 13 years of age
	Greatest formation of new alveoli [16]	Up to the age of 2
Traumatic brain injury	Completion of alveolar formation [16]	Starting from 12 years
	Unclear oncogenic effect unsuitable for initial assessment [17]	Up to 2 years
	Glasgow coma scale unsuitable for initial assessment [18]	Up to 3 years
	Immature cranial calvaria, higher water content, heavy head & weak musculature [19]	Up to 5 years
	Often different accident mechanism - often involved as pedestrian in the accident [20]	Up to 6 years
	"Kennard-Principle" Better outcome with traumatic brain injury [21]	Up to 12 years

Insurance Association includes this age group undifferentiated with the interval of 4–12. It is also not clear from Fig. 2 whether differentiation is more common in the existing literature for 6- to 11-year-olds or for 4- to 12-year-olds.

Outcome: development of the final age classification

This part of our work addresses particularly relevant aspects in the treatment of pediatric emergency patients. Together with the basic physiological and anatomical characteristics presented below, the proposed new age classification was established. For the following reasons, we focus on the following three topics:

- The clinical picture of sepsis is found at the top of the most common causes of death in children worldwide [8]. Fever as a leading symptom of sepsis in childhood serves as a motivation to go into more detail on the development of the immune system [9].
- Respiratory emergencies are among the most common emergency situations, especially in children [10].
- In 2014, 56,800 deaths related to traumatic brain injury were recorded in the USA, 2,529 of which involved children [11]. Epidemiological studies for Germany showed that the incidence of traumatic brain injuries is above average, especially in patients under 16 years of age [12]. Furthermore, it was found that patients who had not yet completed their first year of life had a twice as high incidence of traumatic brain injury compared to the general population [12].

Table 2 briefly summarizes the most important age limits from the selected examples. It can be seen that newborns represent a group of their own. Children up to 2 years of age also show some distinctive features. At the age of 5, the next clear developmental step can be seen, before puberty begins at around 11. It is clear that in a generally valid age classification a demarcation within the age of 4–12 years is indispensable. By the age of 18, most vital signs and anatomical conditions are at the level of an average adult.

Discussion

Our literature review shows that currently mostly an arbitrary and often insufficiently justified classification of the studied population is made on the basis of age.

The aim of this work was therefore to establish an internationally applicable age classification for pediatric emergencies. Although Clark et al. [3] primarily referred to the exact terminology of the child within medicine and Williams et al. dealt with the age classification for clinical studies [2], the aim of this work was to clearly review the classifications used so far in the literature for the first time. The basic physiological and anatomical differences that are instrumental in differentiating patients,

Table 3 Munich Age Classification System (MACS)

Term	Age	Weight 50th percentile in kg [22]
Neonate	Up to the 27th day of life	3,3 – ≤ 4,5
Infant	30 days – 12 months	4,5 – ≤ 9,9
Toddler	13 months – 2 years	9,9 – ≤ 15
Early childhood	3 years – 5 years	15 – ≤ 21
Late childhood	6 years – 11 years	21 – ≤ 41
Adolescent	12 years – 17 years	41 – ≤ 64
Adult	Older than 17 years	> 64

particularly in emergency medicine, were used to create and justify a reasonable classification.

The following classification of the different pediatric ages, shown in Table 3, is proposed as the Munich Age Classification System:

Particular attention should be drawn to the differentiation between early and late childhood. This subdivision is not found in the recommendation of the Association of Statutory Health Insurance Physicians. However, as in Table 2 could be seen we have been able to determine treatment-relevant age-dependent differences exactly for this period. The immune system reaches a new physiological developmental stage (differentiation of B-lymphocytes) at around 5 years of age. This leads to the immune system being able to work more specifically and no longer having to respond to known pathogens with a generalized immune response. The anatomy of the skull changes in a way that results in relevant differences in treatment in case of trauma, and the mechanisms of accidents also differ from each other at around 6 years of age.

Furthermore, the weight distribution of MACS reveals significant differences in weight within the two age categories. As medication dosages are weight dependent, this provides further justification for stratification within the age range of 3–11 years.

A differentiation is therefore strongly recommended at this point. Our research presents a unified classification based on the existing literature as well as selected anatomical and physiological peculiarities. Existing clinical recommendations are often described inconsistently and use different distinguishing features. The relevance of the MACS to individual clinical procedures (such as resuscitation, intubation, analgesia, ventilation, wound care, clinical imaging) represents a research prospect for further studies. It is recommended to decide the assignment of the patient to the appropriate category either according to the age of the MACS or according to the corresponding weight as shown in Table 3.

The greatest limitation of this work is the selective choice of topics with respect to physiological and anatomical differences. The focus on emergency medicine is evident in the selection of topics. Therefore, other

parameters such as the onset of sexual maturity, the change in metabolism or the hormonal transition of the body were not addressed. Furthermore, it should be noted that the aggregation and categorization of patients based on age inevitably leads to inaccuracies and not all details can be represented. In particular, individual characteristics or certain details of specific research questions cannot always be mapped with this. Willimans et al. showed, at least for clinical studies, how a generally applicable age classification could best be adapted to individual research questions [2]. Legal and administrative regulations, such as age of compulsory education or attainment of full legal capacity, also vary both nationally and internationally. It is therefore not realistic to map all relevant factors in a universally valid classification. However, it is much more important that a uniform classification is used despite of these limitations - even if this does not describe all details. Only in this way is it possible to evaluate research results as efficiently as possible and without diminishing their significance, even across international boundaries. Consequently, it is not important that the classification used represents reality in its entirety, but rather that there is international agreement on a uniform standard. The age classification of this work can thus contribute to counteracting the current practice of strongly varying and often arbitrary classifications of patients.

Acknowledgements

Not applicable.

Author contributions

AA conducted a structured literature research, extracted available data for the review and wrote the manuscript. SP and CG helped with the technical implementation e.g. graphic representation and critically reviewed the manuscript. HT, FH and VL formulated the research question, provided scientific advice in designing the analysis and participated in the preparation of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Funding

Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Data availability

All data generated or analysed during this study are included in this published article.

Declarations

Competing interests

The authors declare no competing interests.

Ethics approval and consent to participate

Not applicable.

Consent for publication

Not applicable.

Received: 19 July 2022 / Accepted: 14 July 2023

Published online: 25 July 2023

References

1. Dobson JV, Bryce L, Glaeser PW, Losek JD. Age limits and transition of health care in pediatric emergency medicine. *Pediatr Emerg Care*. 2007;23(5):294–7. <https://doi.org/10.1097/01.pec.0000248701.87916.05>.
2. Williams K, Thomson D, Seto I, Contopoulos-Ioannidis DG, Ioannidis JPA, Curtis S, Constantine E, Batmanabane G, Hartling L, Klassen T. Standard 6: age groups for pediatric trials. *Pediatr* 129 Suppl. 2012;3153–60. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-00551>.
3. Clark R, Locke M, Bialocerkowski A. Paediatric terminology in the Australian health and health-education context: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2015;57(11):1011–8. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12803>.
4. Job KM, Gamalo M, Ward RM. Pediatric Age Groups and Approach to Studies. *Therapeutic Innov Regul Sci*. 2019;53(5):584–9. <https://doi.org/10.1177/2168479019856572>.
5. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
6. Miller SA, Forrest JL. Enhancing your practice through evidence-based decision making: PICO, learning how to ask good questions. *J Evid Based Dent Pract*. 2001;1(2):136–41. [https://doi.org/10.1016/S1532-3382\(01\)70024-3](https://doi.org/10.1016/S1532-3382(01)70024-3).
7. Kassenärztliche B. (2020) 4.3.5 - Altersgruppen. https://www.kbv.de/tools/ebm/html/4.3.5_162395004446927562274884.html. Accessed 17 Sep 2020.
8. Emr BM, Alcamo AM, Carcillo JA, Aneja RK, Mollen KP. Pediatric Sepsis Update: how are children different? *Surg Infect*. 2018;19(2):176–83. <https://doi.org/10.1089/sur.2017.316>.
9. Ishimine P. Fever without source in children 0 to 36 months of age. *Pediatr Clin North Am*. 2006;53(2):167–94. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2005.09.012>.
10. Hoffmann F, Nicolai T. Algorithmus zum Vorgehen bei häufigen respiratorischen Notfällen im Kindesalter. *Notfall Rettungsmed*. 2009;12(8):576–82. <https://doi.org/10.1007/s10049-009-1197-y>.
11. TBI-related Deaths | Concussion | Traumatic Brain Injury | CDC Injury Center. (2020). <https://www.cdc.gov/traumaticbraininjury/data/tbi-deaths.html>. Accessed 18 Aug 2020.
12. Rickels E, von Wild K, Wenzlaff P. Head injury in Germany: a population-based prospective study on epidemiology, causes, treatment and outcome of all degrees of head-injury severity in two distinct areas. *Brain Injury*. 2010;24(12):1491–504. <https://doi.org/10.3109/02699052.2010.498006>.
13. Jöhr M. (2019) *Kinderanästhesie*, 9. Auflage.
14. Ygberg S, Nilsson A. (2012) The developing immune system - from foetus to toddler. *Acta paediatrica* (Oslo, Norway: 1992) 101(2):120–127. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2011.02494.x>.
15. Walker JC, Smolders MAJC, Gemen EFA, Antonius TAJ, Leuvenink J, de Vries E. Development of lymphocyte subpopulations in preterm infants. *Scand J Immunol*. 2011;73(1):53–8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3083.2010.02473.x>.
16. Burri PH. Structural aspects of postnatal lung development - alveolar formation and growth. *Biol Neonate*. 2006;89(4):313–22. <https://doi.org/10.1159/000092868>.
17. Leidel BA, Peiser C, Wolf S, Kanz K-G. Kleiner Sturz, großer Schaden? (emergency department management of mild traumatic brain injury in children - an evidencebased algorithmic approach). *MMW Fortschr der Medizin*. 2016;158(8):56–9. <https://doi.org/10.1007/s15006-016-8149-0>.
18. DiBrito SR, Cerullo M, Goldstein SD, Ziegfeld S, Stewart D, Nasr IW. Reliability of Glasgow Coma score in pediatric trauma patients. *J Pediatr Surg*. 2018;53(9):1789–94. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.12.027>.
19. Zimmer A, Reith W. Schädel-Hirn-Trauma bei Kindern (Head injuries in children). *Radiologe*. 2009;49(10):918–25. <https://doi.org/10.1007/s00117-009-1838-7>.
20. Laurer H, Wutzler S, Wyen H, Westhoff J, Lehnert M, Lefering R, Marzi I. Prä- und frühklinische Versorgungsqualität pädiatrischer Traumapatienten im Schulalter im Vergleich mit dem Erwachsenenkollektiv. Matched-pair-analyse an 624 Patienten aus dem Traumaregister der DGU (Quality of prehospital and early clinical care of pediatric trauma patients of school age compared to an adult cohort. A matched-pair analysis of 624 patients from the DGU trauma registry). *Der Unfallchirurg*. 2009;112(9):771–7. <https://doi.org/10.1007/s00113-009-1589-y>.
21. Dennis M. Margaret Kennard (1899–1975). *Cortex*. 2010;46(8):1043–59. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2009.10.008>. not a 'principle' of brain plasticity but a founding mother of developmental neuropsychology.
22. Growth Charts - Data Table of Infant Weight-for-age Charts. (2023). https://www.cdc.gov/growthcharts/html_charts/wtageinf.htm. Accessed 28 Apr 2023.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Med Klin Intensivmed Notfmed
<https://doi.org/10.1007/s00063-023-01064-1>
Eingegangen: 11. Juli 2023
Überarbeitet: 11. Juli 2023
Angenommen: 10. August 2023

© The Author(s) 2023

Redaktion

Michael Buerke, Siegen



Pädiatrische Notfallpatienten in den Notaufnahmen einer deutschen Metropolregion

Eine retrospektive Querschnittsstudie über einen 1-Jahres-Zeitraum

Alexander Althammer^{1,2} · Heiko Trentzsch¹ · Stephan Prückner¹ · Christian Gehring¹ · Florian Hoffmann³

¹ Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM), Klinikum der LMU München, München, Deutschland

² Universitätsklinikum Augsburg, Augsburg, Deutschland

³ Kinderklinik und Kinderpoliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital, LMU Klinikum München, Kinderintensiv- und Notfallmedizin, München, Deutschland

Zusammenfassung

Hintergrund: Bisher existiert keine detaillierte Analyse von pädiatrischen Notfällen, die in Notaufnahmen versorgt werden. Im Rahmen der Kapazitätsplanung und anstehenden Reform der Notfallversorgung werden diese Daten aber dringend benötigt.

Methode: Retrospektive multizentrische Querschnittsstudie für den Zeitraum vom 01.07.2013 bis zum 01.06.2014 der pädiatrischen Fälle in den Notaufnahmen Münchens.

Ergebnisse: Es wurden insgesamt 103.830 Fälle analysiert (Alter: $6,9 \pm 5,4$ Jahre, Jungen/Mädchen 55%/45 %). Es konnten 85,9 % der Fälle ambulant versorgt werden, 12,4 % (9,6 pro 100.000 Kinder) wurden auf die Normal- und 1,7 % (1,0 pro 100.000 Kinder) auf die Intensivstation aufgenommen. Der real benötigte Bettenbedarf überstieg jedoch diese Richtzahlen mit absolut benötigten 4,9 Intensiv- und 35,1 Normalstationsbetten pro Tag. Es zeigten sich Belastungsspitzen an den Nachmittagen des Mittwochs und des Freitags sowie an den Wochenenden. Jeder 8. Patient, der in einer Notaufnahme als Selbstzuweiser vorgestellt wurde, wurde stationär behandelt.

Schlussfolgerung: Für die Kapazitätsplanung der stationären Notfallversorgung pädiatrischer Patienten müssen mehr Betten eingeplant werden als bevölkerungsbezogen zu erwarten sind. Die Verfügbarkeit der kassenärztlichen Versorgung beeinflusst das Patientenaufkommen in den Notaufnahmen (NA). Zur Verteilung der Patienten werden Instrumente zur medizinischen Ersteinschätzung des Behandlungsbedarfs und der Behandlungsdringlichkeit benötigt. Die im Rahmen der aktuellen Reform der Notfallversorgung geplanten Kindernotfallzentren müssen personell und finanziell angemessen ausgestattet werden, um – in enger Zusammenarbeit mit der kassenärztlichen Versorgung – den zu erwartenden Versorgungsbedarf bewältigen zu können.

Schlüsselwörter

Pädiatrischer Notfall · Notfallversorgung Deutschland · Kindernotaufnahmen · Bedarfsanalyse Kindernotfälle · Epidemiologie des Kindernotfalls · Pädiatrische Notfallmedizin · Querschnittsstudien · Gesundheitssystemforschung · Gesundheitsreform

Zusatzmaterial online

Zusätzliche Informationen sind in der Onlineversion dieses Artikels (<https://doi.org/10.1007/s00063-023-01064-1>) enthalten.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

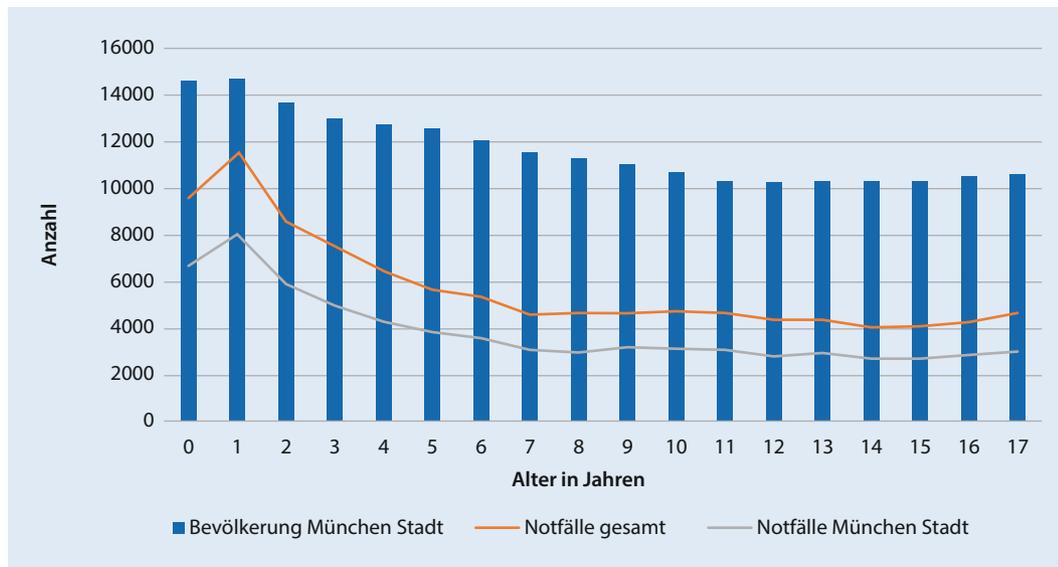


Abb. 1 ◀ Anzahl der Bevölkerung und der Notaufnahmefälle in Abhängigkeit des Alters

Die Epidemiologie des pädiatrischen Notfalls in Notaufnahmen in Deutschland ist bisher kaum untersucht. Gerade im Hinblick auf das bevorstehende Reformkonzept für die Notfallversorgung ist eine Kenntnis darüber jedoch von großer Bedeutung. Valide Planungsgrößen zu Bedarfen der pädiatrischen Notaufnahmen in Abhängigkeit der Bevölkerungsgröße, Auslastungsspitzen im Tages- und Wochenverlauf und Zusammenhänge in der Versorgungsstruktur zwischen dem niedergelassenen Sektor und der Inanspruchnahme klinischer Leistungen sind dabei von zentraler Bedeutung.

Einleitung

Die Krankenhausnotaufnahmen verzeichnen seit Jahren eine steigende Inanspruchnahme durch hilfesuchende Erwachsene, aber auch durch Kinder und Jugendliche.

In der „Vierten Stellungnahme und Empfehlung der Regierungskommission zur Reform der Notfall- und Akutversorgung in Deutschland“ werden daher eine Anpassung der Versorgungsstrukturen und eine bessere Steuerung von Patienten in die geeigneten Behandlungsebenen unter Berücksichtigung der Dringlichkeit gefordert. Für eine verbesserte Zusammenarbeit zwischen den kassenärztlichen Vereinigungen und den Notaufnahmen (NA) sollen an Kliniken für Kinder- und Jugendmedizin, die die Voraussetzungen

des Moduls Notfallversorgung Kinder erfüllen, integrierte Notfallzentren für Kinder und Jugendliche (KINZ) entstehen [1].

Eine bedarfsgerechte Kapazitätsplanung sollte den Anforderungen der Versorgungsrealität gerecht werden. Das Patientenaufkommen für NA, die primär erwachsene Patienten behandeln, ist bereits untersucht [2, 3]. Überraschenderweise existieren für die Versorgung von pädiatrischen Patienten in deutschen NA keine vergleichbaren Daten.

Im Rahmen einer Studie an 524.717 Fällen aus den Münchener NA wurde das Notfallaufkommen in einer deutschen Metropolregion beschrieben und Richtzahlen für die Kapazitätsplanung errechnet [2]. Diese Arbeit unterteilte die Patienten ungeachtet des Alters nach der Art der Versorgungseinrichtung in NA für Erwachsene und NA für Kinder und Jugendliche. Damit wurden Patienten unter 18 Jahren, die nicht in rein pädiatrischen Versorgungseinrichtungen gesehen wurden, der Gruppe der Erwachsenen zugeschlagen [2].

Ziel dieser Arbeit ist es, auf der Basis der Münchener Daten eine Gesamtbeschreibung aller Patienten unter 18 Jahren unabhängig von der Versorgungseinrichtung vorzunehmen, um epidemiologisch belastbare Daten für die bedarfsgerechte Kapazitätsplanung der KINZ in bundesdeutschen Ballungsgebieten zu erhalten.

Methode

Im Rahmen einer retrospektiven multizentrischen Querschnittsstudie wurden die Behandlungsfälle in den NA von 14 Münchener Krankenhäusern im Zeitraum vom 01.07.2013 bis zum 30.06.2014 ausgewertet. Das umfasste 4 rein pädiatrische NA an Kinderkliniken (NA Kinder) und 10 weitere Krankenhausnotaufnahmen (NA Erwachsene). Manche Häuser führten eigenständige Notfallversorgungseinrichtungen für spezielle Versorgungsangebote (z. B. Augenklinik oder HNO; NA-Spezial). Methodik und Ergebnisse sind andernorts publiziert [2].

In diese Analyse wurden alle pädiatrischen Notfälle, definiert durch das Alter bei Vorstellung von unter 18 Jahren, eingeschlossen. Diese Gruppe wird im Folgenden als „Kinder“ bezeichnet und umfasst je nach Alter die Subgruppen: Neonaten und Säuglinge (< 1. Lebensjahr), Kleinkinder (1–2 Jahre), frühe Kindheit (3–5 Jahre), späte Kindheit (6–11 Jahre) und Adoleszente (12–17 Jahre).

Die Einwohnerzahl der Stadt München betrug im Beobachtungszeitraum durchschnittlich 1.465.307 Einwohner, davon durchschnittlich 209.863 (14,3%) Kinder.

Rettungsdiensteseinsätze waren definiert als jeder Transport zu einer Krankenhausnotaufnahme mit Krankentransportwagen (KTW), Rettungstransportwagen (RTW), Notarztwagen (NAW) oder Notarztzeitsfahrzeug (NEF). Bei Fällen, die nicht mit

Tab. 1 Aufteilung der Kinder ($n = 103.830$) auf die verschiedenen Versorgungstypen, wobei zwischen Normalstation und Intensivstation unterschieden wurde

	Ambulant		Normalstation		Intensivstation		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Neonaten und Säuglinge	7024	7,9	2179	17,0	528	29,6	9731	9,4
Kleinkinder	17.459	19,6	2411	18,8	251	14,1	20.121	19,4
Frühe Kindheit	17.549	19,7	1892	14,8	220	12,3	19.661	18,9
Späte Kindheit	25.537	28,6	2711	21,1	311	17,4	28.559	27,5
Adoleszenz	21.660	24,3	3625	28,3	473	26,5	25.758	24,8
Summe	89.229	100	12.818	100,0	1783	100,0	103.830	100,0
Davon aus dem Stadtgebiet „München“	61.829	–	7384	–	769	–	69.982	–

den Leitstellendaten verknüpft werden konnten, wurde eine Vorstellung ohne Inanspruchnahme des Rettungsdienstes angenommen (Selbstzuweiser).

Die Planungsgröße „Aufwand“ wurde anhand der codierten diagnostischen und therapeutischen Prozeduren (z. B. anhand des Operationen- und Prozedurenschlüssels [OPS] Version 2015 oder des einheitlichen Bewertungsmaßstabs [EBM] nach der Methodik für den Münchener Notfallscore) bestimmt [2]. In dem 4-stufigen Modell steht die Stufe 1 für den geringsten und die Stufe 4 für den höchsten Aufwand.

Es wurden die Versorgungstypen „ambulant“ und „stationär“ unterschieden. Als ambulant galten alle Fälle, die nicht stationär aufgenommen wurden. Als stationär galten Fälle, die auf eine Normal- oder Intensivstation aufgenommen wurden. Diese Gruppen wurden getrennt untersucht. Die Unterscheidung der High-care-Betten in Intensiv- oder Überwachungsbett erfolgte nicht.

Zur Charakterisierung des ambulanten Patientenanteils wurden diese Fälle mit den stationären Fällen verglichen, wobei Normal- und Intensivstationsfälle zusammengefasst wurden. Für diesen Teil der Auswertung wurden Fälle aus NA-Spezial ausgeschlossen, weil die speziellen Angebote dieser Einrichtungen nur lokal angeboten werden und für die ambulante Versorgung nicht relevant erscheinen.

Die Krankenhausauptdiagnosen war nach ICD-10 codiert und die Art der Diagnose nach ICD-10-Kapiteln kategorisiert in „Trauma“ (Kapitel „Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen“) und Non-Trauma (alle anderen Kapitel).

Das Studienprotokoll sowie das Datenschutzkonzept wurden der Ethikkommission

am Klinikum der Universität München vorgelegt, die die Beratungspflicht nach Fakultätsrecht aussetzte (Projekt-Nr. 17–530 UE).

Statistische Analyse

Die Daten wurden deskriptiv ausgewertet. Soweit nicht anders angegeben handelt es sich um Absolutwerte, Mittelwerte \pm Standardabweichung oder den Anteil von 100 (%).

Um das Risiko einer stationären Aufnahme gegenüber der ambulanten Behandlung in Abhängigkeit des Zubringers zu schätzen, wurde eine logistische Regression durchgeführt. Das Risiko der abhängigen Variable „Versorgungstyp“ (stationär vs. ambulant) wurde dabei durch die unabhängigen Variablen „Alter“, „Geschlecht“, „Art des Zubringers“, „Art der Notaufnahme“, „Art der Diagnose“ und der „Wochentage“ geschätzt. Zur Interpretation der Ergebnisse wurden die Odds-Ratio (OR) mit zugehörigem 95%-Konfidenzintervall (95%-KI) angegeben. Die statistische Auswertung wurde mit R Development Core Team (2008; „R: A language and environment for statistical computing“, R Foundation for Statistical Computing, Wien Österreich) durchgeführt.

Ergebnisse

Im Beobachtungszeitraum wurden 103.830 Kinder versorgt (mittleres Alter: $6,9 \pm 5,4$ Jahre; 55,0% Jungen, 45% Mädchen). Davon lebten 69.982 (67,4%) im Stadtgebiet München. **Abb. 1** stellt die Anzahl der Notfälle der jeweiligen Bevölkerungsanzahl gegenüber. Die übrigen Fälle kamen aus dem Landkreis München oder anderen geografischen Regionen.

NA-Kinder versorgten 81.185 Fälle (78,2%); in NA-Erwachsene und NA-Spezial stellten sich 17.023 (16,4%) bzw. 5622 (5,4%) Fälle vor. Die Inzidenz beträgt somit 32.239 Notfallzuweisungen pro 100.000 Kinder.

Die häufigsten Diagnosegruppen nach ICD-10 für die jeweilige Altersgruppe und den Versorgungstyp sind im zusätzlichen Onlinematerial der Tabelle Z1 (Non-Trauma) und der Tabelle Z2 (Trauma) zu entnehmen.

Knapp 50% der Fälle sind unter 6 Jahre alt. Die meisten Fälle konnten ambulant versorgt werden (85,9%). Stationär wurden 12,4% auf die Normalstation und 1,7% auf die Intensivstation aufgenommen (**Tab. 1**). Relativ gesehen zeigte sich mit 5,4% ein hoher Bedarf an intensivmedizinischen Ressourcen für die Altersgruppe Neonaten und Säuglinge (528/9731) im Gegensatz zu 1,2% (251/20.121) für Kleinkinder, 1,2% für frühe Kindheit (220/19661), 1,1% für späte Kindheit (311/28.559) und 1,8% für Adoleszente (473/25.758). **Abb. 2** stellt den Anteil der ambulanten Fälle in Abhängigkeit des Patientenalters dar. Auch hier hatten Neonaten und Säuglinge einen hohen Anteil stationär versorgter Fälle.

Richtzahlen für Kapazitätsplanung

Der Gesamtbedarf von 1783 Kindern, die im einjährigen Beobachtungszeitraum über die Notaufnahmen auf Intensivstationen aufgenommen wurden, ergibt eine durchschnittliche Neuaufnahme von 4,9 Fällen pro Tag auf den Intensivstationen bzw. von 1 Neuaufnahme pro 100.000 Kinder (bezogen auf die 209.863 Kinder und vorliegenden Daten aus dem Stadtgebiet München). Die entsprechen-

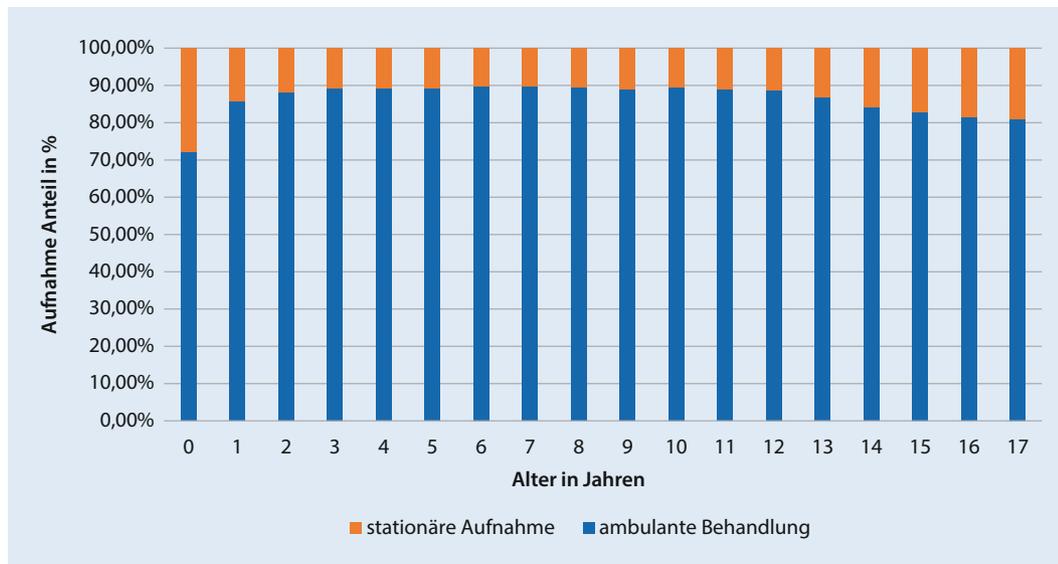


Abb. 2 ◀ Altersabhängige Darstellung des Anteils ambulanter Fälle am Gesamtaufkommen in der Notaufnahme

den Werte für die Normalstationen betragen durchschnittlich 35,1 stationäre Aufnahmen pro Tag bzw. 9,6 stationäre Fälle pro 100.000 Kinder und pro Tag. Die ambulante Versorgung in den klinischen Notaufnahmen umfasste durchschnittlich 244,5 Fälle pro Tag (80,7 pro 100.000 Kinder).

Subanalyse und logistische Regression zur Beschreibung des hohen Anteils der ambulanten Patienten

▣ **Tab. 2** zeigt die Daten der Subanalyse und ▣ **Tab. 3** zeigt die Ergebnisse der logistischen Regression.

Zubringer

92,7% der Fälle stellen sich selbstständig in den NA vor. Der Anteil der Fälle, die mit dem Rettungsdienst kamen, macht nur 7,4% aus, die meisten davon mit dem RTW (4,4%). Es zeigte sich, dass das Risiko der stationären Aufnahme bei Selbstzuweisern am niedrigsten und beim Zubringer Notarzt am höchsten war (siehe Onlinematerial Abbildung Z3).

Art der Diagnose

59,6% der Fälle konnten der Gruppe „Trauma“ und 40,4% der Gruppe „Non-Trauma“ zugewiesen werden. Die meisten Traumafälle kamen als Selbstzuweiser (94,3%).

Wochentage

Es wurden 70,2% der Fälle unter der Woche und 29,8% am Wochenende (Samstag und Sonntag) versorgt. Dabei war der Anteil an ambulant behandelten Fällen an Samstagen und Sonntagen mit 88,6% bzw. 88,5% am höchsten. An den restlichen Tagen wurden durchschnittlich 85,6% ambulant behandelt.

▣ **Abb. 3** zeigt die durchschnittliche Anzahl an Fällen, die pro Tag und Stunde behandelt wurden. Im Durchschnitt wurden pro Stunde 12,1 Fälle behandelt. Auffällig ist das hohe Patientenaufkommen mittwochs und freitags von 14.00 Uhr bis 20.00 Uhr sowie am Wochenende.

Stationäre Aufnahmen

Von insgesamt 90.996 Patienten, die als Selbstzuweiser die Klinik aufsuchten, wurden 11.091 stationär behandelt. Im Schnitt wurde somit jeder 8. Selbstzuweiser zur stationären Behandlung aufgenommen. Demgegenüber war das Risiko für eine stationäre Aufnahme bei Fällen, die mit dem Rettungsdienst kamen, erhöht. Beim Zubringer Notarzt zeigte sich das höchste Risiko und war 6,3-mal höher als bei Fällen, die ohne Rettungsdienst kamen. Vorstellungen am Mittwoch, Freitag sowie am Wochenende hatten ein geringeres Risiko für eine stationäre Aufnahme. Für Fälle, die in einer NA-Erwachsene behandelt wurden, sank das Risiko für eine

stationäre Behandlung (OR: 0,7; 95%-KI: 0,6–0,7). Für die Diagnoseart „Trauma“ verringerte sich das Risiko auf knapp die Hälfte.

Limitationen

Folgenden Limitationen sind zu berücksichtigen:

- Eine zentrale Limitation dieser Arbeit stellt die fehlende Information zur Behandlungsdringlichkeit dar. Die vorhandene Triage-Daten wurden mit unterschiedlichen Systemen dokumentiert und waren damit nicht vergleichbar. In den meisten Fällen fehlten Triage-Daten komplett.
- Vor allem bei den ambulanten Fällen fehlten häufig Daten zu diagnostischen und therapeutischen Prozeduren, um den Behandlungsaufwand zu quantifizieren. Triage, Bett und Zubringer dienten als weitere Größen, um den Aufwand zu modellieren, weshalb die Kategorisierung nur eine sehr grobe Annäherung für den realen Behandlungsaufwand darstellt. Es lässt sich daher nicht abschätzen, ob die Behandlung der ambulanten Fälle nicht auch in der Vertragsarztpraxis hätten erbracht werden können oder ob es sich um krankenhausspezifische Leistungen handelte.
- Auch ist unbekannt, ob Selbstzuweiser vom niedergelassenen Arzt gezielt

Tab. 2 Charakterisierung der Fälle nach Versorgungstyp ohne Spezialkliniken						
	Ambulante Behandlung	%	Stationäre Aufnahme	%	Gesamt	%
Gesamt	84.950	–	13.258	–	98.208	–
<i>Geschlecht</i>						
m	47.206	56,8	7139	54,4	54.345	56,4
w	35.964	43,2	5995	45,6	41.959	43,6
<i>Alter (Jahre)</i>	6,9 ± 5,2	–	7,0 ± 5,8	–	6,9 ± 5,3	–
<i>Aufwand</i>						
Gering	22.787	26,8	622	4,7	23.409	23,8
Mittel	55.675	65,5	6369	48,0	62.044	63,2
Hoch	6248	7,4	5421	40,9	11.669	11,9
Sehr hoch	240	0,3	846	6,4	1086	1,1
<i>Art der Notaufnahme</i>						
NA-Erwachsene	15.426	18,2	1597	12,0	17.023	17,3
NA-Kinder	69.524	81,8	11.661	88,0	81.185	82,7
<i>Zubringer</i>						
Selbstzuweiser	79.905	94,1	11.091	83,7	90.996	92,7
KTW	525	0,6	316	2,4	841	0,9
RTW	3464	4,1	869	6,6	4333	4,4
Notarzt	1056	1,2	982	7,4	2038	2,1
<i>Art der Diagnose^a (Top 3)</i>						
<i>Trauma insgesamt</i>	49.401	58,2	9105	68,7	58.506	59,6
Verletzungen des Kopfes	9864	61,8	2227	78,3	12.091	64,3
Verletzungen des Ellenbogens und des Unterarmes	4497	28,2	390	13,7	4887	26,0
Verletzungen der Schulter und des Oberarmes	1594	10,0	226	7,9	1820	9,7
<i>Non-Trauma insgesamt</i>	35.549	41,8	4153	31,3	39.702	40,4
Akute Infektionen der oberen Atemwege	6369	51,2	561	28,2	6930	48,1
Infektiöse Darmkrankheiten	4205	33,8	1026	51,7	5231	36,3
Symptome, die das Verdauungssystem und das Abdomen betreffen	1855	14,9	399	20,1	2254	15,6
<i>Wochentag</i>						
Montag	11.905	14,0	2084	15,7	13.989	14,2
Dienstag	10.846	12,8	1979	14,9	12.825	13,1
Mittwoch	12.228	14,4	1985	15,0	14.213	14,5
Donnerstag	11.103	13,1	1852	14,0	12.955	13,2
Freitag	12.980	15,3	2007	15,1	14.987	15,3
Samstag	13.075	15,4	1687	12,7	14.762	15,0
Sonntag	12.813	15,1	1664	12,6	14.477	14,7

^aDetaillierte Beschreibung der Diagnosen siehe Anhang
NA Notaufnahme, KTW Krankentransportwagen, RTW Rettungswagen

eingewiesen oder aus Eigeninitiative vorstellig wurden.

- Durch die Anonymisierung der Patientendaten ist es unmöglich zu sagen, wie viele individuelle Patienten sich vorstellten und bei wieviel Fällen es sich um Mehrfachvorstellungen handelte.

Diskussion

Durch die flächendeckende Erfassung über ein Jahr lässt diese Studie Rückschlüsse auf die Epidemiologie des pädiatrischen Notfalls in einer deutschen Metropolregion schließen und liefert wichtige Richtzahlen für die Planung der notwendigen Behandlungskapazitäten für pädiatrische Notfallpatienten. Anders als in der Vorstudie [2] wurden hier alle Fälle unter 18 Jahre ein-

geschlossen. Dadurch ergibt sich ein epidemiologisch vollständiges Bild, bei dem 16,2% der Fälle aus NA-Erwachsene und 5,4% aus NA-Spezial eingeschlossen wurden. Die Verteilung auf ambulante und stationäre Fälle wurde dadurch allerdings kaum verändert.

Der in dieser Studie ermittelten Bedarf an Normal- und Intensivstationsbetten beträgt 9,6 bzw. 1,0 Betten/100.000 Kindern und Tag. Der tatsächlich beob-

Tab. 3 Risikofaktoren für eine stationäre Behandlung: Daten der logistischen Regression					
Variable	Kategorie	Koeffizient	z-Value	Stationäre Aufnahme	
				OR	95 %-KI
Geschlecht	m (Ref)	–	–	1	–
	w	0,1	4,4	1,1*	1,0–1,1
Alter	–	0,0	7,8	1,0*	1,0–1,0
	Neonaten und Säuglinge (Ref)	–	–	1	–
	Kleinkinder	–0,5	–15	0,6*	0,6–0,6
	Frühe Kindheit	–0,7	–19,3	0,5*	0,5–0,5
	Späte Kindheit	–0,7	–19,2	0,5*	0,5–0,6
	Adoleszent	–0,2	–5	0,8*	0,8–0,9
Art der Notaufnahme	NA-Kinder (Ref)	–	–	1	–
	NA-Erwachsene	–0,4	–12,2	0,7*	0,6–0,7
Zubringer	Selbstzuweiser (Ref)	–	–	1	–
	KTW	1,4	19,6	3,6*	3,1–4,1
	RTW	0,8	21,0	2,3*	2,1–2,4
	Notarzt	1,8	38,2	6,3*	5,7–6,9
Art der Diagnose	Non-Trauma (Ref)	–	–	1	–
	Trauma	–0,5	–26,0	0,6*	0,6–0,6
Wochentag	Montag (Ref)	–	–	1	–
	Dienstag	0,0	1,3	1,0	1,0–1,1
	Mittwoch	–0,1	–2,6	0,9	0,9–1,0
	Donnerstag	0,0	–1,2	1,0	0,9–1,0
	Freitag	–0,1	–3,7	0,9*	0,8–0,9
	Samstag	–0,3	–8,3	0,7*	0,7–0,8
	Sonntag	–0,3	–8,2	0,7*	0,7–0,8

Signifikanz: * $p \leq 0,001$
 Ref Referenz, KTW Krankentransportwagen, RTW Rettungswagen

achtete Bedarf lag aber mit 4,9 Intensiv- und 35,1 Normalstationsbetten pro Tag, die ausschließlich über die NA aufgenommen wurden, deutlich höher. Wahrscheinlichster Grund dafür könnte der große Einzugsbereich der Münchner Kinderkliniken sein. Wegen der insgesamt geringen Zahl von Kinderkliniken könnten solche Effekte auch in anderen Regionen zum Tragen kommen. Bedenken muss man, dass zu den Fällen aus der NA noch elektive Aufnahmen und direkte Einweisungen, die nicht über die NA laufen, hinzukommen. Für die Kalkulation von Kinderintensivbetten müssen zusätzlich innerklinische Notfälle aus dem eigenen Haus und aus peripheren Kinderkliniken, die direkt von Intensiv- zu Intensivstation verlegt wurden, berücksichtigt werden. Der reale Bettenbedarf einer Kinderklinik liegt also vermutlich deutlich höher. Ein internationaler Vergleich für die Planung der intensivmedizinischen Versorgungskapazitäten zeigt, dass der Bedarf pädiatrischer Intensivbet-

ten aufgrund zunehmender medizinischer Komplexität zwischen 2001 und 2016 um 42% von 5,7 pro 100.000 Kindern auf 8 pro 100.000 zugenommen hat [4].

Von besonderem Interesse für die Planung der zukünftigen Notfallversorgung pädiatrischer Patienten sind die ambulanten Fälle. Der bereits in der Voranalyse festgestellte höhere Anteil ambulanter Fälle in Kinder-NA von 85,3% im Vergleich zu 60,2% bei den Erwachsenen [2] war mit 86% sogar noch geringfügig höher.

Hegenberg et al. konnten bereits zeigen, dass das Alter einen unabhängigen Risikofaktor für ambulante Behandlung bei Notaufnahmepatienten darstellt. Sie zeigten, dass ein Patientenalter kleiner 15 Jahre den stärksten Einflussfaktor für eine ambulante Behandlung ergab [5]. Für die USA wurde ein ähnlicher Zusammenhang beobachtet [6]. Mögliche Erklärungen dafür könnten eine geringe Krankheitschwere, hoher emotionaler Druck, geringe Erfahrung im Umgang mit kranken Kindern

bzw. fehlende Versorgungskapazitäten im Bereich der vertragsärztlichen Versorgung sein. Riva et al. werteten für das Jahr 2012 insgesamt 1.640.713 pädiatrische Fälle aus NA in Italien aus [7]. 59% hiervon suchten die NA aus nichtdringlichen Gründen auf. Besonders hervorzuheben ist, dass speziell für diese Gruppe ein Zusammenhang zwischen einer schlechten niedergelassenen Versorgung und dem hohen Aufkommen in der NA gezeigt werden konnte [7]. In einer Studie von Löber et al. [8] konnte gezeigt werden, dass es sich bei mehr als der Hälfte der behandelten Patienten nach objektiver Dringlichkeitseinschätzung der Eltern nicht um einen akuten Notfall handelte. Eine Querschnittsstudie aus Deutschland zeigte, dass insbesondere junge Patienten die bessere Verfügbarkeit der NA im Vergleich zur Verfügbarkeit von niedergelassenen Ärzten als Motivation zur Inanspruchnahme der NA angeben [9, 10]. Zudem war ein besonders hoher Anteil der nichtdringlichen Patienten im Kindesalter [11].

Unsere Arbeit zeigt ein erhöhtes Patientenaufkommen in der NA im Zusammenhang zu den Öffnungszeiten der vertragsärztlichen Versorgung an den Nachmittagen des Mittwochs und des Freitags sowie an den Wochenenden. In diesen Zeiten sind Kinderarztpraxen meistens geschlossen. Am Wochenende ist das Risiko für eine stationäre Aufnahme über die NA besonders niedrig. Dies kann als Hinweis für den systemrelevanten Einfluss der niedergelassenen Ärzte auf die Auslastung der pädiatrischen NA gewertet werden. Wenn die Auslastung der NA derart von der Verfügbarkeit der kassenärztlichen Versorgung beeinflusst wird, muss man die Frage stellen, ob die Behandlungskapazitäten im niedergelassenen Bereich ausreichend bemessen sind.

Der festgestellte Aufwand war in 65,5% mittel und in 26,8% gering. Jedoch wurde jeder 8. Fall der Kategorie Selbstzuweiser stationär behandelt. Dies deckt sich mit Daten aus der Erwachsenenmedizin, wo bei jedem 6. Patienten eine stationäre Weiterbehandlung notwendig wurde [3], und zeigt gleichzeitig, dass in dieser Patientengruppe Fälle enthalten sind, deren Krankheitschwere eine stationäre Aufnahme erfordert. Es scheint also nicht so zu sein, dass die ambulanten Fälle generell

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Gesamt
00:00	5,0	4,0	4,1	4,7	4,2	6,1	6,7	34,9
01:00	2,9	2,4	2,3	1,8	2,5	4,1	4,7	20,7
02:00	1,8	1,6	2,0	2,1	1,9	2,4	2,8	14,6
03:00	1,5	1,4	1,5	1,3	1,4	2,2	2,1	11,4
04:00	1,4	1,1	1,2	1,2	1,1	1,5	1,8	9,3
05:00	1,3	0,9	1,2	1,0	0,9	1,2	2,0	8,4
06:00	1,6	1,3	1,3	1,3	1,2	2,0	1,9	10,7
07:00	4,5	4,6	4,4	4,9	4,3	3,3	3,5	29,3
08:00	10,5	11,0	11,1	10,5	12,0	7,7	7,9	70,7
09:00	17,1	15,7	16,8	14,9	17,0	14,5	12,8	109,0
10:00	17,9	17,6	17,2	15,8	16,9	21,4	18,9	125,7
11:00	15,9	14,4	15,6	15,6	18,3	22,5	23,0	125,2
12:00	17,6	14,6	16,8	17,1	17,6	20,7	21,7	126,1
13:00	20,5	17,1	19,7	19,3	17,9	19,4	18,4	132,3
14:00	20,2	19,6	21,5	17,7	19,8	18,5	19,6	136,9
15:00	17,2	15,5	18,9	15,5	20,9	18,8	18,4	125,3
16:00	15,5	13,8	18,8	15,0	21,7	20,0	19,0	123,8
17:00	18,7	16,6	20,7	16,6	22,4	20,2	19,8	135,1
18:00	21,5	19,7	21,6	19,9	22,7	18,9	20,0	144,2
19:00	21,5	20,3	21,6	19,4	22,5	19,4	20,0	144,6
20:00	19,1	18,4	18,8	18,0	20,3	20,4	19,6	134,6
21:00	13,7	12,0	12,9	13,9	15,4	15,6	14,2	97,6
22:00	9,7	8,9	10,0	8,9	8,9	12,3	10,7	69,4
23:00	13,7	12,0	12,9	13,9	15,4	15,6	14,2	97,6
Gesamt	290,2	264,6	292,9	270,1	307,1	308,8	303,8	2037,4
Ø24std	12,1	11,0	12,2	11,3	12,8	12,9	12,7	84,9
Ø 8:00 – 18:00	17,5	16,0	18,1	16,2	18,8	18,4	18,1	123,1
Ø 14:00 – 20:00	19,1	17,7	20,3	17,4	21,5	19,5	19,5	134,9

Abb. 3 ▲ Heatmap der durchschnittlichen Anzahl der pädiatrischen Notfälle pro Tag und Stunde

in den Bereich der Niedergelassenenversorgung verwiesen werden können. Um diese Fälle zeitnah und adäquat dem richtigen Versorgungssektor zuzuleiten, werden validierte Instrumente zur medizinischen Ersteinschätzung des Behandlungsbedarfs und der Behandlungsdringlichkeit benötigt, die derzeit weder für Erwachsene noch

für Kinder zur Verfügung stehen und die für die Reformierung der Notfallversorgung dringend so schnell wie möglich benötigt werden. Hier besteht dringend weiterer Forschungsbedarf und die Notwendigkeit, aussagekräftige Daten bereitzustellen.

Fazit für die Praxis

- Trotz eines hohen Anteils an ambulanten Fällen werden zur Versorgung pädiatrischer Notfälle in München mehr Betten benötigt, als dies bevölkerungsbezogen zu erwarten ist. Dies könnte am Einzugsbereich der Kliniken und an der Verfügbarkeit stationärer Behandlungseinrichtungen in der Fläche liegen.

- Wegen der vermehrten Inanspruchnahme der Notaufnahme (NA) zu Zeiten, in denen Kinderarztpraxen oft geschlossen sind, ist zu vermuten, dass die Kapazitäten der vertragsärztlichen Versorgung nicht ausreichen, um dem Bedarf gerecht zu werden.
- Perspektivisch müssen dringend Instrumente zur medizinischen Ersteinschätzung des Behandlungsbedarfs und der Behandlungsdringlichkeit für den pädiatrischen Bereich entwickelt und validiert werden, um die Patienten dem richtigen Versorgungssektor zuordnen zu können.
- Die im Rahmen der aktuellen Reform der Notfallversorgung geplanten Kindernotfallzentren müssen personell und finanziell angemessen ausgestattet werden, um – in enger Zusammenarbeit mit der kasernenärztlichen Versorgung – den zu erwartenden Versorgungsbedarf bewältigen zu können.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Florian Hoffmann

Kinderklinik und Kinderpoliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital, LMU Klinikum München, Kinderintensiv- und Notfallmedizin Lindwurmstr. 4, 80337 München, Deutschland
florian.hoffmann@med.uni-muenchen.de

Danksagung. Wir danken allen Kolleginnen und Kollegen der Münchner Kliniken für die Bereitstellung der Daten.

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Althammer, H. Trentzsch, S. Prückner, C. Gehring und F. Hoffmann geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. Die Untersuchung wurde durch das Städtische Klinikum München beauftragt und finanziert. Gelder wurden über Drittmittelkonto des Instituts für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) angenommen.

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

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Pediatric emergency patients in the emergency departments of a German metropolitan region. A retrospective cross-sectional study over a one-year period

Background: To date, no detailed analysis of pediatric emergencies treated in emergency departments (ED) exists. However, in the context of capacity planning and upcoming emergency care reform in Germany, these data are urgently needed.

Methods: Retrospective, multicenter cross-sectional study for the period 01 July 2013 to 01 June 2014 of pediatric cases in emergency departments in Munich.

Results: A total of 103,830 cases were analyzed (age: 6.9 ± 5.4 years, boys/girls 55%/45%). A total of 85.9% of cases were treated as outpatients, 12.4% (9.6 per 100,000 children) were admitted to normal and 1.7% (1.0 per 100,000 children) to intensive care. However, the real bed requirements exceeded these guideline numbers, with an absolute requirement of 4.9 ICU beds and 35.1 normal ward beds per day. Load peaks were seen on Wednesday and Friday afternoons and on weekends. Every 8th patient who presented to an ED as a self-referral was treated as an inpatient.

Conclusion: Capacity planning for inpatient emergency care of pediatric patients requires planning for more beds than can be expected on a population basis. The availability of panel physician care influences patient volume in the EDs. Initial medical assessment tools for treatment need and urgency are needed to distribute patients. The pediatric emergency centers planned as part of the current reform of emergency care must be adequately staffed and financed in order to be able to handle—in close cooperation with statutory health insurance-accredited medical care—the expected demand for care.

Keywords

Pediatric emergency medicine · Needs assessment · Epidemiology · Cross-sectional studies · Public health systems research · Health care reform · Pediatric emergency department · Emergency medicine

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- (2023) Neues Reformkonzept für Notfallversorgung – Lauterbach: Patienten in Not schnell und effektiv helfen. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/K/Krankenhausreform/Vierte_Stellungnahme_Regierungskommission_Notfall_ILS_und_INZ.pdf. Zugegriffen: 20. März 2023
- Trentzsch H, Dodt C, Gehring C, Vesper A, Jauch K-W, Prückner S (2019) Analyse der Behandlungszahlen in den Münchener Notaufnahmen des Jahres 2013/2014 (Analysis of Treatment Figures in the Munich Emergency Rooms 2013–2014). Gesundheitswesen. <https://doi.org/10.1055/a-0925-8989>
- Gries A, Schimpf AM, von Dercks N (2022) Hospital emergency departments. Dtsch Arztebl Int 119(38):640–646. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0276>
- Horak RV, Griffin JF, Brown A-M, Nett ST, Christie LM, Forbes ML, Kubis S, Li S, Singleton MN, Verger JT, Markovitz BP, Burns JP, Chung SA, Randolph AG (2019) Growth and changing characteristics of pediatric intensive care 2001–2016. Crit Care Med 47(8):1135–1142. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003863>
- Hegenberg K, Trentzsch H, Prückner S (2019) Differences between cases admitted to hospital and discharged from the emergency department after emergency medical services transport. BMJ Open 9(9):e30636. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-030636>
- Rasooly IR, Mullins PM, Alpern ER, Pines JM (2014) US emergency department use by children, 2001–2010. Pediatr Emer Care 30(9):602–607. <https://doi.org/10.1097/PEC.000000000000204>
- Riva B, Clavenna A, Cartabia M, Bortolotti A, Fortino I, Merlino L, Biondi A, Bonati M (2018) Emergency department use by paediatric patients in Lombardy Region, Italy: a population study. BMJ Paediatr Open 2(1):e247. <https://doi.org/10.1136/bmjpo-2017-000247>
- Löber N, Kranz G, Berger R, Gratopp A, Jürgensen JS (2019) Inanspruchnahme einer pädiatrischen Notaufnahme. Notfall Rettungsmed 22(5):386–393. <https://doi.org/10.1007/s10049-018-0462-3>
- Scherer M, Lühmann D, Kazek A, Hansen H, Schäfer I (2017) Patients attending emergency

- departments. Dtsch Ärztebl Int 114(39):645–652. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0645>
10. Cheek JA, Braitberg G, Craig S, West A (2017) Why do children present to emergency departments? Exploring motivators and measures of presentation appropriateness for children presenting to a paediatric emergency department. J Paediatr Child Health 53(5):451–457. <https://doi.org/10.1111/jpc.13482>
 11. Michael M, Al Agha S, Böhm L, Bosse HM, Pohle AN, Schürmann J, Hannappel O, Tengg E, Weiß C, Bernhard M (2021) Alters- und geschlechtsbezogene Verteilung von Zuführung, Ersteinschätzung, Entlassart und Verweildauer in der zentralen Notaufnahme. Notfall Rettungsmed. <https://doi.org/10.1007/s10049-021-00895-9>

5. References

1. Hummel K, Mohler MJ, Clemens CJ, Duncan B (2014) Why parents use the emergency department during evening hours for nonemergent pediatric care. *Clinical pediatrics* 53(11):1055–1061. doi: 10.1177/0009922814540988
2. Dobson JV, Bryce L, Glaeser PW, Losek JD (2007) Age limits and transition of health care in pediatric emergency medicine. *Pediatric emergency care* 23(5):294–297. doi: 10.1097/01.pec.0000248701.87916.05
3. Williams K, Thomson D, Seto I, Contopoulos-Ioannidis DG, Ioannidis JPA, Curtis S, Constantin E, Batmanabane G, Hartling L, Klassen T (2012) Standard 6: age groups for pediatric trials. *Pediatrics* 129 Suppl 3:S153-60. doi: 10.1542/peds.2012-00551
4. Clark R, Locke M, Bialocerkowski A (2015) Paediatric terminology in the Australian health and health-education context: a systematic review. *Developmental medicine and child neurology* 57(11):1011–1018. doi: 10.1111/dmcn.12803
5. Job KM, Gamalo M, Ward RM (2019) Pediatric Age Groups and Approach to Studies. *Therapeutic innovation & regulatory science* 53(5):584–589. doi: 10.1177/2168479019856572
6. Savioli G, Ceresa IF, Gri N, Bavestrello Piccini G, Longhitano Y, Zanza C, Piccioni A, Esposito C, Ricevuti G, Bressan MA (2022) Emergency Department Overcrowding: Understanding the Factors to Find Corresponding Solutions. *Journal of Personalized Medicine* 12(2). doi: 10.3390/jpm12020279
7. (2008) Emergency department crowding: high-impact solutions
8. Chalfin DB, Trzeciak S, Likourezos A, Baumann BM, Dellinger RP (2007) Impact of delayed transfer of critically ill patients from the emergency department to the intensive care unit. *Critical care medicine* 35(6):1477–1483. doi: 10.1097/01.CCM.0000266585.74905.5A
9. Otto R, Blaschke S, Schirrmeister W, Drynda S, Walcher F, Greiner F (2022) Length of stay as quality indicator in emergency departments: analysis of determinants in the German Emergency Department Data Registry (AKTIN registry). *Intern Emerg Med* 17(4):1199–1209. doi: 10.1007/s11739-021-02919-1
10. Trzeciak S (2013) Überfüllte Notaufnahme. *Notfall Rettungsmed* 16(2):103–108. doi: 10.1007/s10049-012-1625-2
11. Deutscher Ärzteverlag GmbH, Redaktion Deutsches Ärzteblatt (2022) Notfallmediziner mahnen Lösungen für Belastungen der Notaufnahmen an. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/139839/Notfallmediziner-mahnen-Loesungen-fuer-Belastungen-der-Notaufnahmen-an>. Accessed 08 Oct 2023
12. Löber N, Kranz G, Berger R, Gratopp A, Jürgensen JS (2019) Inanspruchnahme einer pädiatrischen Notaufnahme. *Notfall Rettungsmed* 22(5):386–393. doi: 10.1007/s10049-018-0462-3
13. Neues Reformkonzept für Notfallversorgung - Lauterbach: Patienten in Not schnell und effektiv helfen (2023). https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Daten/3_Downloads/K/Krankenhausreform/Vierte_Stellungnahme_Regierungskommission_Notfall_ILS_und_INZ.pdf. Accessed 20 Mar 2023

14. Schwerpunkt Krankenhausreform | BMG (2023). <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/krankenhaus/regierungskommission-krankenhausversorgung>. Accessed 08 Oct 2023
15. Gemeinsamer Bundesausschuss (2018) Regelung des Gemeinsamen Bundesausschusses zu einem gestuften System von Notfallstrukturen in Krankenhäusern gemäß § 136c Absatz 4 des Fünften Buches Sozialgesetzbuch (SGB V). https://www.g-ba.de/downloads/39-261-3301/2018-04-19_Not-Kra-R_Erstfassung.pdf. Accessed 10 Feb 2023
16. Professor Dr. Dominik T. Schneider Gemeinsame_StN_der_paediatrischen_Fachgesellschaften_RefEntwurf_Notfallversorgg_StellungnahmeKinderundJug
17. Trentzsch H, Dodt C, Gehring C, Veser A, Jauch K-W, Prückner S (2019) Analyse der Behandlungszahlen in den Münchener Notaufnahmen des Jahres 2013/2014 (Analysis of Treatment Figures in the Munich Emergency Rooms 2013-2014). *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*. doi: 10.1055/a-0925-8989
18. Gries A, Schrimpf AM, Dercks N von (2022) Hospital Emergency Departments. *Deutsches Arzteblatt international* 119(38):640–646. doi: 10.3238/arztebl.m2022.0276
19. Growth Charts - Data Table of Infant Weight-for-age Charts (2023). https://www.cdc.gov/growthcharts/html_charts/wtageinf.htm. Accessed 28 Apr 2023

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen beteiligten Personen danken, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. med. Florian Hoffmann für die ausgezeichnete Betreuung bei der Durchführung der gesamten Arbeit.

Außerdem möchte ich Dr. med. Heiko Trentzsch meinen Dank aussprechen, der mich Rahmen meines Studiums mit Anregungen und produktiven Gesprächen begleitet hat.

Nicht zuletzt danke ich meiner Familie und meinen Freunden für ihr Verständnis und ihre Geduld, die sie mir stets entgegengebracht haben.