

U. Schmidt<sup>1</sup> · J. Geerling<sup>1</sup> · M. Fühler<sup>1</sup> · V. Hubrich<sup>2</sup> · M. Richter<sup>1</sup> · C. Krettek<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unfallchirurgische Klinik, Medizinische Hochschule Hannover

<sup>2</sup> Rettungshubschrauber „Christoph 4“, Johanniter-Unfall-Hilfe, Landesverband Niedersachsen/Bremen

# Die präklinische Versorgung des pädiatrischen Traumapatienten

## Ein retrospektiver Vergleich zwischen luft- und bodengebundener Rettung

### Zusammenfassung

Im Gegensatz zu der präklinischen Versorgung von erwachsenen Traumapatienten ist die Praxis von arztbesetzten Rettungsmitteln bei der Notfallversorgung im Kindesalter aufgrund der geringen Inzidenz begrenzt. Die Literatur bezüglich der präklinischen Versorgung von Kindern basiert im Wesentlichen auf Arbeiten aus dem angloamerikanischen Schrifttum. Das Ziel dieser Studie bestand in einer retrospektiven Analyse der Notfallversorgung von kindlichen Traumapatienten durch arztbesetzte Rettungsmittel, die im Einzugsgebiet eines Traumazentrums operieren.

Dabei wurden über einen 5-jährigen Zeitraum 104 kindliche Patienten unter 13 Jahren eingeschlossen, die präklinisch mit einem NACA-Score >3, also mit nicht ausschließbarer vitaler Bedrohung primär in das Zentrum transportiert wurden. Die Patienten wurden in 2 Gruppen eingeteilt: Transport durch Rettungshubschrauber (RTH) und Transport durch Notarzteinsetzungsfahrzeuge (NEF).

Mit einem mittleren NACA-Score von 4,6 und einem mittleren ISS von 15 des Gesamtkollektivs fanden sich keine signifikanten Unterschiede in der Verletzungsschwere und der Dauer des stationären Aufenthalts. Bei einer Mortalität von 15,4% lag die führende Todesursache bei den präklinisch nicht reanimationspflichtigen Kindern ausschließlich im schweren Schädel-Hirn-Trauma. Das präklinisch applizierte intravenöse Volumen (RTH 636 ml vs. NEF 476 ml) als auch die Anzahl der

endotrachealen Intubationen bei Kindern mit einer intubationspflichtigen Veränderung der Bewusstseinslage (RTH 39/44 vs. NEF 7/7) war nicht signifikant unterschiedlich. Die Platzierung von mehr als einem intravenösen Zugang sowie die Durchführung einer Intubation war im Mittel mit einer signifikant verlängerten Verweildauer am Unfallort verbunden (>1 i.v.-Zugang +9 min, ETI +10 min). Eine höhere Verletzungsschwere gemessen an dem ISS war nicht mit längeren präklinischen Zeiten verbunden.

Zusammenfassend ist die präklinische Versorgung von pädiatrischen Traumapatienten durch arztbesetzte Rettungsmittel mit einer hohen Rate an intravenösen Zugängen (92%), einer Volumenersatztherapie und einer hohen Rate an endotrachealen Intubationen (90%) bei Patienten mit intubationspflichtiger veränderter Bewusstseinslage verbunden. Aufgrund der infrastrukturellen Gegebenheiten wurde die Mehrzahl der verunfallten Kinder mit dem Rettungshubschrauber (87 luftgebunden vs. 17 bodengebunden/5-Jahres-Zeitraum) in das Traumazentrum transportiert. Trotz der erheblich niedrigeren Einsatzfrequenz von bodengebundenen Rettungsmitteln bei pädiatrischen Traumapatienten ist ein Unterschied in der präklinischen notärztlichen Versorgung nicht festzustellen.

### Schlüsselwörter

Präklinische Versorgung · Kind · Polytrauma · Luftrettung · Bodengebundene Rettung

Unfälle belegen den ersten Rang in der Todesursachenstatistik bei Kindern im Alter zwischen 1 und 14 Jahren [12]. Bei den Krankenhausbehandlungen machen unfallbedingte Verletzungen die zweithäufigste Ursache der stationären Aufnahme aus [11]. In der Praxis des Rettungsdienstes sind Notarzteinsetze zur Erstversorgung von verunfallten Kindern selten und werden mit einem Anteil von 1–5% im Notarztdienst angegeben [10]. Diese werden in der Fachliteratur allgemein als Herausforderung für das gesamte Rettungsdienstpersonal bezeichnet.

Gerade die anatomischen und physiologischen Besonderheiten des Kindes bedingen spezielle Kenntnisse in der Schockbehandlung, im Atemwegsmanagement und im präklinischen Zeitmanagement. Das Nichtbeachten dieser bzw. das Nichterkennen von spezifischen Problemen kann zu folgenschweren Komplikationen führen [1]. Im Schrifttum finden sich nur vereinzelte Literaturangaben, die sich mit Ergebnissen bzw. Analysen der präklinischen pädiatrischen Traumaversorgung durch Notärzte befassen [2, 12, 13, 14, 15].

Aufgrund der allgemeinen luftrettungsspezifischen Besonderheiten wird

© Springer-Verlag 2002

Priv.-Doz. Dr. med. Ulf Schmidt  
Unfallchirurgische Klinik,  
Medizinische Hochschule,  
Carl-Neuberg-Straße 1, 30623 Hannover  
E-Mail: schmidt.ulf@mh-hannover.de

U. Schmidt · J. Geerling · M. Fühler  
V. Hubrich · M. Richter · C. Krettek

## Pediatric prehospital trauma care. A retrospective comparison of air and ground transportation

### Abstract

**Objective.** In contrast to prehospital care of adult trauma victims, prehospital care providers have only limited clinical experience of pediatric trauma cases as these are relatively infrequent. Literature reports on prehospital pediatric trauma care given by paramedics are frequently found in the literature, but there are few publications analyzing the quality of prehospital trauma care provided by emergency physicians in the care of injured children. It was the goal of this study to analyze the prehospital care of the pediatric trauma victims transported to a trauma center by physician-staffed ambulances and helicopters.

**Methods.** The study took the form of a retrospective 5-year review of pediatric trauma patients admitted to a trauma center. The inclusion criteria were age younger than 13 years and a NACA score higher than 3. In all, 104 patients were included, and these were divided into two groups, those transported to hospital by helicopter (RTH,  $n=87$ ) and those taken to hospital by road ambulance (NEF,  $n=17$ ).

**Results.** With a mean NACA score of 4.6 and a mean ISS of 15, no significant differences were found between the two groups in either severity of injury or length of hospital stay. The mortality of the total patient population was 15.4%, with no evidence of preventable deaths in patients who were admitted to the trauma center with vital signs.

Analysis of prehospital therapy showed no differences in the volume of intravenous fluids administered (RTH 636 ml vs NEF 476 ml) or in the proportion of children with a  $GCS < 9$  in whom endotracheal intubation was implemented (RTH 39/44 vs NEF 7/7). Placement of more than one i.v. line and endotracheal intubation were associated with longer times at the scene of the accident before patients were taken to hospital ( $>1$  i.v. corresponded to 9 min longer, and endotracheal intubation, to 10 min longer).

**Conclusions.** Prehospital pediatric trauma care delivered by physician-staffed ambulances or rescue helicopters is associated with a high rate of i.v. line placement (92%) and high intubation rates (90%) in patients with an altered level of consciousness

( $GCS < 9$ ). The prehospital care provided by helicopter or ground ambulance personnel was not different and was not associated with longer stays in the intensive care unit or longer overall stays in hospital. Scene times became longer with increasing number of i.v. line placements and with endotracheal intubation, but was not prolonged by a greater severity of injury as determined by the ISS. Preventable deaths were not observed in the patient population. In summary, owing to the local infrastructure, pediatric trauma patients are more frequently transported to the trauma center by air (87 by air vs. 17 by road per 5-year time period). However, despite being less frequently involved in the case of pediatric trauma, the quality of care provided by road ambulance staff is similar to that in air ambulances.

### Keywords

Pediatric trauma · Polytrauma ·  
Prehospital care · Ground transport ·  
Air transport

das Rettungspersonal von Rettungshubschraubern mit einem erheblich höheren Anteil an verunfallten Kindern frequentiert als das von bodengebundenen Rettungsmitteln [2].

Ziel dieser Untersuchung war es, die Qualität der notärztlichen präklinischen Versorgung pädiatrischer Traumapatienten im Einzugsgebiet eines Traumazentrums zu analysieren. Ein besonderes Ziel dieser Analyse war die getrennte Betrachtung der Erstversorgung durch boden- und luftgebundene Rettungsmittel.

### Patienten und Methodik

Die Erfassung aller pädiatrischer Traumapatienten in dem Studienzeitraum von 1995–1999 erfolgte anhand der Aufnahmedokumentation der Zentralen Notaufnahme der Medizinischen Hochschule Hannover. Die Selektion des Studienkollektivs wurde durch Sichtung der Krankenakten und der Rettungsdienstprotokolle durchgeführt. Dabei wurde, um den Fokus der Studie auf schwerverletzte Kinder zu setzen, als wesentliches Aufnahmekriterium für den Einschluss in dieser Studie die notärztliche Einschätzung „akute Lebensgefahr nicht auszuschließen“ bestimmt.

Zusammengefasst wurden alle Kinder in die Studie aufgenommen, die

- ▶ präklinisch mit einem NACA-Score  $>3$  eingestuft waren,
- ▶ zum Zeitpunkt des Unfalls ein Alter bis zu 12 Jahren hatten,
- ▶ primär vom Unfallort in die Medizinische Hochschule transportiert wurden.

Die Erhebung der demographischen Daten, Unfallursachen, präklinischen Maßnahmen und Einsatzzeiten erfolgte aus den Notarztprotokollen bzw. stationären Akten. Einsatztaktische Daten wurden aus den Datenbanken der einzelnen Rettungsmittel erhoben. Die Verletzungen wurden anhand des Injury Severity Scores klassifiziert.

Dabei wurde die Qualität der präklinischen Versorgung an den im Studienzeitraum existenten Behandlungsprotokollen gemessen. Diese basierten in diesem Zeitraum auf den Behandlungsrichtlinien des Advanced Trauma Life Support® Manuals [1].

### Statistik

Die erhobenen Daten wurden mithilfe der SPSS Software für MS Windows (Version 10) statistisch analysiert, unter Benutzung des Student-T-Tests, des  $\chi^2$ -Tests und des Fisher-Tests. Ein p-Wert von kleiner als 0,05 wurde als statistisch signifikant bezeichnet.

### Ergebnisse

#### Patientengut

In dem Studienzeitraum von 1995–1999 konnten insgesamt 104 Patienten in die Studie eingeschlossen werden, die die oben angegebenen Kriterien erfüllten. Hierunter waren 67 Jungen (64,4%) und 37 Mädchen (35,6%). 34 Patienten befanden sich zum Zeitpunkt des Unfalls im Vorschulalter (bis 5 Jahre), 70 Patienten im Schulkindalter (6–12 Jahre). Der Altersdurchschnitt lag bei 7,3 Jahren.

87 Patienten wurden durch die Luftrettung (RTH), 17 durch bodengebundene arztbesetzte Rettungsmittel (Notarzteinsatzfahrzeuge, NEF) in die Medizinische Hochschule Hannover transportiert. Der Vergleich der Kollektive luft- vs. bodengebundene Patienten-transporte zeigte keine Unterschiede be-

**Tabelle 1**  
**Unfallursachen des Kollektivs**  
**von 104 Patienten**

| Unfallursache              | n   | %    |
|----------------------------|-----|------|
| Verkehrsunfall (Beifahrer) | 27  | 26,0 |
| Verkehrsunfall (Fußgänger) | 23  | 22,1 |
| Verkehrsunfall (Fahrrad)   | 18  | 17,3 |
| Verkehrsunfall (Sonstige)  | 5   | 4,8  |
| Unfall (Häuslicher/Schule) | 7   | 6,7  |
| Sturz                      | 19  | 18,3 |
| Reitunfall                 | 5   | 4,8  |
| Gesamt                     | 104 | 100  |

zügig des Altersdurchschnitts und der Geschlechtsverteilung. Im Kollektiv des RTH waren 56 Jungen (64,4%) und 31 Mädchen (35,6%), im Kollektiv des NEF waren es 11 Jungen (64,7%) und 6 Mädchen (35,3%).

**Unfallursache**

Bei dem Patientengut von 104 Kindern bestand ausschließlich ein stumpfer Unfallmechanismus. Als Unfallursache überwog in 73 Fällen (70,2%) der Verkehrsunfall, gefolgt vom Sturz mit 19 Fällen (18,3%). Sonstige Unfälle (häusliche, Schule, Sport) und Reitunfälle machten mit insgesamt 12 Fällen 11,5% der Unfallursachen aus (Tabelle 1).

**Verletzungsschwere**

**NACA-Score**

Der Durchschnittswert des NACA-Score lag im gesamten Patientengut bei 4,6 (NACA 4–6) und war im Mittelwert zwischen beiden Kollektiven nicht unterschiedlich (4,6, CI 95% 4,5–4,8 vs. 4,7, CI 95% 4,3–5,2; p=0,593). Ein Score von 7 lag in keinem der Kollektive vor, d. h. eine Todesfeststellung ist während der präklinischen Behandlung nicht erfolgt (Abb. 1).

**Schädel-Hirn-Trauma**

Die Erfassung der Verletzungsschwere eines Schädel-Hirn-Traumas erfolgte nach dem durch den Notarzt eingeschätzten Glasgow-coma-scale-Score und dem Abbreviated-injury-scale-Score (AIS) Kopf. Bei Eintreffen der Rettungsmittel waren im Kollektiv des Rettungshubschraubers 17 Patienten (19,5%) orientiert, im Kollektiv des NEF 4 (23,5%). Insgesamt bestand

im gesamten Kollektiv bei 68 Patienten (65,4%) eine veränderte Bewusstseinslage (n=57 ~65,5% RTH, n=11~64,7% NEF). Bei Eintreffen des RTH waren 10 Patienten (11,5%) bereits durch bodengebundene Rettungsmittel sediert, im Falle des NEF ein Patient.

**Glasgow Coma Scale (GCS)**

Die mittlere GCS-Punktzahl lag bei dem Gesamtkollektiv bei 8,6. 51 Patienten (49%) hatten entsprechend der Einschätzung der Notärzte ein schweres SHT mit einer GCS-Punktzahl zwischen 3 und 8. Bei der Aufschlüsselung nach dem GCS liegt diese im Kollektiv des RTH bei 44 Patienten (50,6%) zwischen 3 und 8. Beim NEF sind es 7 Patienten (41,2%). In dem Bereich von 9 bis 12 finden sich in dem Patientenkollektiv des RTH 11 Patienten (12,6%), 3 (17,6%) beim NEF. Eine GCS-Punktzahl zwischen 13 und 15 wurde beim RTH bei 28 Kindern (32,2%), beim NEF bei 4 Kindern (23,5%) festgestellt. Bei insgesamt 7 Patienten (4 RTH, 3 NEF) wurde notärztlicherseits keine Einschätzung der Bewusstseinslage nach dem GCS vorgenommen (Abb. 2).

**Abbreviated Injury Scale Kopf (AIS Kopf)**

Zur Objektivierung der Verletzungsschwere wurde anhand der stationären Behandlungsakten, insbesondere der CCT-Befunde eine Klassifizierung des AIS Kopf durchgeführt.

Dieser lag im Gesamtkollektiv bei 3,3, wobei 41 Patienten einen AIS Kopf >3 hatten (Abb. 3).

Die vergleichende Analyse des Patientenguts RTH und NEF zeigte einen vergleichbaren Anteil an schweren Schädel-

Hirn-Verletzungen (3,2±1,1; CI 95% 2,9–3,6 vs. 3,5±1,2, CI 95% 2,8–4,1 p=0,462).

**Verletzungsschwere nach dem Injury Severity Score (ISS)**

Kopfverletzungen und Verletzungen der Extremitäten überwiegen in dem gesamten Patientengut. Dabei ist bei der Beurteilung der Verletzungsschwere ein ISS im Durchschnitt von 15,2 zu verzeichnen, auch hier zeigt die vergleichende Analyse keine signifikante Differenz zwischen beiden Kollektiven (p=0,238). Hierbei lag der Mittelwert bei dem bodengebundenen Rettungsmittel bei 18,8±10,2(CI 95%, 13,6–24,0), bei dem luftgebundenem bei 15,7±9,3 (CI 95%, 13,1–18,2).

**NACA-Score und ISS**

Die Gegenüberstellung der beiden Scores zeigte, dass bei der Mehrzahl der Patienten mit einem ISS-Wert unter 16 ein NACA-Score von 4 oder 5 bestand. Bei Patienten mit einem ISS-Wert zwischen 16 und 25 war am häufigsten der NACA-Score 5 zu verzeichnen. Bei einem ISS-Wert von mehr als 25 zeigte sich ein Überwiegen des NACA Scores von 5 und 6 (Tabelle 2).

**Präklinische Therapie**

**Volumenersatz**

Eine Volumenersatztherapie wurde bei allen transportierten Patienten durchgeführt. Die durchschnittliche Menge lag bei 610 ml. Die Infusionen wurden bei 90 Patienten (86,5%) über peripher-venöse Zugänge appliziert, wobei 55 Patienten einen Zugang, 35 zwei Zugänge oder mehr erhielten.

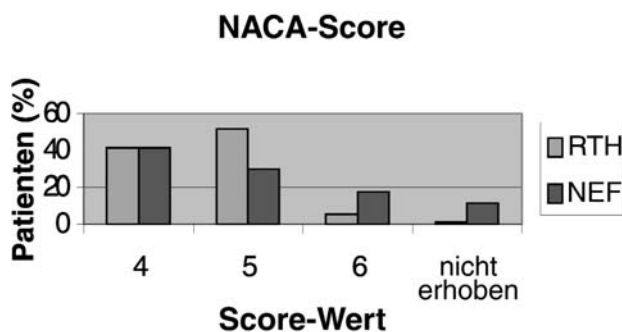


Abb. 1 ▲ **NACA-Score.** Bei dem Vergleich beider Kollektive ergibt sich keine signifikanter Unterschied bei der Verteilung der Gruppen 4–6. Mehr als 50% der Verletzten wurden mit einem NACA-Score von 5 und mehr eingeschätzt

## Glasgow-Coma-Scale

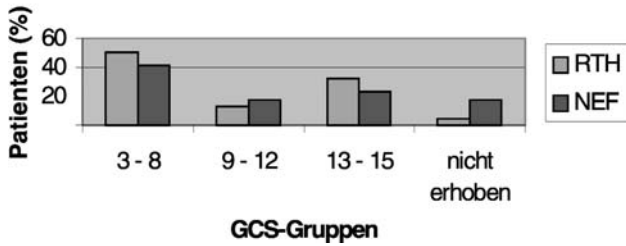


Abb. 2 ▲ GCS-Score. Der Vergleich der Kollektive zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Bei insgesamt 7 Patienten (6,7%) wurde notärztlicherseits keine Einschätzung der Bewusstseinslage nach dem GCS vorgenommen

Zentralvenöse Zugänge wurden zusätzlich bei 6 Patienten (5,8%) gelegt. Bei 9 Patienten wurde kein intravenöser Zugang gelegt, bei 5 Patienten waren aus den Protokollen keine Angaben zu erheben. Das durchschnittlich präklinisch applizierte Volumen war für beide Gruppen nicht unterschiedlich (RTH  $636 \pm 734$  ml, CI 95% 478–795 vs. NEF  $636 \pm 734$  ml, CI 95% 478–795 vs. NEF  $476 \pm 755$  ml, CI 95% 88–865;  $p=0,415$ ).

### Intubation und Beatmung

Die Anzahl der Intubationen war nicht signifikant unterschiedlich, wobei eine erhöhte Anzahl an Beatmungen im Kollektiv des RTH auf eine Übernahme von Patienten von einem bodengebundenen Rettungsmittel basiert.

Die Korrelation der intubierten und beatmeten Patienten mit der Gruppe der Kinder mit einem intubationspflichtigen GCS kleiner als 9 ( $n=51$ ) zeigt, dass der überwiegende Teil ( $n=46$ , 90,2%) intubiert und beatmet worden ist. Im Kollektiv des RTH waren 39 von 44 Kindern mit einem GCS-Score  $<9$  intubiert, in dem Kollektiv des NEF 7 von 7 Kindern, ohne signifikante Unterschiede zwischen den Kollektiven RTH und NEF ( $p=0,656$ ).

### Thoraxdekompression

In dem Patientenkollektiv wurden 4 Thoraxdekompressionen vorgenommen, bei insgesamt 6 Patienten mit einem AIS Thorax größer als 3. Dabei wurden alle Thoraxdekompressionen durch den RTH durchgeführt. 3 Patienten wurden einseitig mit einer Thoraxdrainage behandelt, ein Patient erhielt eine Entlastung durch eine Nadeldekompression.

### Transport unter kardiopulmonaler Reanimation

Bei 12 (11,5%) Patienten wurden am Unfallort oder während des Transports kardiopulmonale Reanimationsmaßnahmen durchgeführt. Bei allen Patienten, bei denen präklinisch Reanimationsmaßnahmen durchgeführt wurden, wurde der Transport in die Medizinische Hochschule Hannover abgeschlossen.

Zehn der präklinisch reanimierten Kinder verstarben in der Zentralen Notaufnahme, wo die Einstellung der Reanimationsmaßnahmen und die Todesfeststellung erfolgte. Zwei der 12 Kinder, deren präklinische Behandlung mit Reanimationsmaßnahmen verbunden waren, überlebten ihre Verletzungen.

### Zeitpunkt des Unfallereignisses

Bei der Untersuchung der Unfallzeit zeigte sich, dass sich die Unfälle nahezu ausschließlich tagsüber ereigneten, mit einem Häufigkeitsgipfel in der Mittags- und Nachmittagszeit (Abb. 4)

### Distanz Unfallort – Klinik

Entsprechend der einsatztaktischen Bestimmung der Rettungsmittel zeigt sich die wesentlich größere Distanz des Einsatzorts zum Traumazentrum beim Rettungshubschrauber. Die durchschnittliche Distanz zum Einsatzort lag beim RTH bei 32,3 km, beim NEF bei 7,8 km (Abb. 5).

### Verweildauer am Unfallort

Aufgrund der durch die Datenbank des Luftrettungsmittels aufgezeichneten präklinischen Daten konnte eine exakte Analyse der Verweildauer am Unfallort nur bei dem RTH-Kollektiv ( $n=87$ ) erhoben werden. Die durchschnittliche Verweildauer ist im Hubschrauberkollektiv mit 22 min (14–92) festzustellen, wobei bei 24 Patienten (27,8%) eine Verweildauer von über 30 min am Einsatzort dokumentiert ist (Abb. 6).

Die Korrelation der Verweildauer mit den durchgeführten präklinischen Maßnahmen zeigte:

- Die Anzahl der periphervenösen Zugänge war mit einer signifikant län-

## Verletzungsschwere AIS

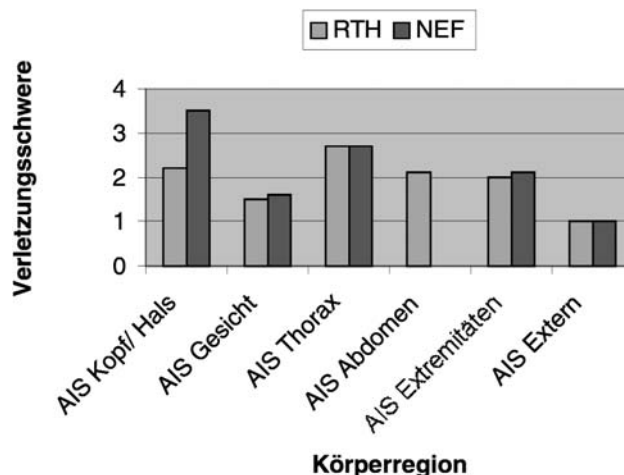


Abb. 3 ▲ AIS-Werte. Die Verteilung der Verletzungen nach den einzelnen Körperregionen zeigt im im gesamten Kollektiv ein Überwiegen der Kopfverletzungen, dann folgen Verletzungen der Extremitäten



Tabelle 2

Bei dem Vergleich der beiden Scores zeigt sich eine Korrelation der Einschätzung der Verletzungsschwere durch die Notärzte mit der definitiven Verletzungsschwere nach dem ISS-Wert

| ISS   | NACA |    | RTH  |   | NEF |      |
|-------|------|----|------|---|-----|------|
|       | n    | %  | n    | % | n   | %    |
| <16   | 4    | 28 | 32,2 |   | 6   | 35,3 |
|       | 5    | 18 | 20,7 |   | 2   | 11,8 |
|       | 6    | 1  | 1,15 |   | 0   | 0,0  |
| 16–25 | 4    | 7  | 8,05 |   | 1   | 5,9  |
|       | 5    | 17 | 19,5 |   | 0   | 0,0  |
|       | 6    | 2  | 2,3  |   | 1   | 5,9  |
| >25   | 4    | 1  | 1,15 |   | 0   | 0,0  |
|       | 5    | 9  | 10,3 |   | 3   | 17,6 |
|       | 6    | 2  | 2,3  |   | 1   | 5,9  |

geren präklinischen Verweildauer am Unfallort von 9 min bei Patienten mit >1 Zugang bzw. zentralvenösen Kathetern (n=35) im Vergleich zu Patienten mit einem oder ohne intravenösen Zugang (n=43) verbunden (29±14 vs. 20±13 min, p=0,012).

- Intubierte Patienten (n= 39) hatten eine durchschnittlich um 10 min verlängerte Verweildauer als nicht intubierte (n=48) (26±16 vs. 16±8 min, p=0,002). Bei reanimierten Kindern war im Vergleich zu nicht reanimierten keine signifikant längere Verweildauer festzustellen (24±7 vs. 21±14 min, p=0,203).

Eine Korrelation der präklinischen Verweildauer zu der Verletzungsschwere nach dem NACA-Score fand sich zwischen den Gruppen der Kinder mit einem NACA-Score von 4 und 5 (17±11 min NACA 4 vs. 24±16 min NACA 5, p=0,041). Keine signifikante Differenz bestand zwischen den Gruppen NACA 4 und 6 (17±11 min NACA 4 vs. 27±5 min NACA 6, p=0,055), als auch zwischen den Gruppen NACA 5 und 6 (p=0,684).

Ein ähnliches Bild zeigte sich bei dem ISS. Keine Korrelation der Verweildauer am Unfallort zu dem ISS fand sich zwischen den Gruppen der Kindern mit einem ISS-Score kleiner als 16 (24±15 min) und 16–25 (22±11 min) (p=0,753). Der Vergleich der Gruppe ISS <16 mit der ISS >25 war signifikant unterschiedlich (24±15 min vs. 15±4 min, p=0,020), ebenfalls bestand zwischen den Gruppen ISS 16–25 und ISS >25 ein signifikanter zeitlicher Unterschied (p=0,036).

### Notfallmaßnahmen bei Aufnahme im Krankenhaus

Die Indikation zur Intubation in der Notaufnahme wurde bei 9 Patienten (10,3%) aus der RTH-Gruppe und bei 3 Patienten (17,6%) aus der NEF-Gruppe durchgeführt. Thoraxdekompressionen durch Thoraxdrainagen waren bei 4 Patienten (4,6%) aus der RTH-Gruppe bei der Indikation Pneumothorax und bei keinem Patienten aus der NEF Gruppe durchgeführt worden. Notfallchirurgische Eingriffe zur Reanimation bzw. Atemwegssicherung waren bei keinem der Patienten bei der Aufnahme im Krankenhaus erforderlich.

### Klinischer Verlauf und Letalität

96,2% der Kinder wurden nach stationärer Aufnahme bzw. operativer Versorgung auf die kinderchirurgische Intensivstation aufgenommen. Im Vergleich der Verweildauer auf der Intensivstation zeigt sich zwischen den beiden Rettungsmittelgruppen kein Unterschied. Eine Behandlung auf der Intensivstation bis zu einer Aufenthaltsdauer von 14 Tagen ergab sich bei 74 Patienten (85,1%) der Gruppe, die durch den Rettungshubschrauber primär versorgt wurde, und bei 16 Patienten (94,1%), die per NEF eingeliefert wurden.

Auch bei der Betrachtung der gesamten stationären Aufenthaltsdauer gleichen sich die beiden untersuchten Gruppen (Mittelwert 16 Tage, 1–289). Eine Behandlungsdauer von bis zu 2 Wochen ergab sich bei 60 Patienten (69%) bei der RTH-Gruppe und bei 12 Patienten (70,6%) bei der NEF-Gruppe (Abb. 7).

Insgesamt verstarben 16 (15,4%) Kinder nach der Aufnahme in der Klinik, wobei in dieser Gruppe 10 Kinder, die unter Reanimationsbedingungen eingeliefert wurden und bei denen die Einstellung der Reanimationsmaßnahmen und Todesfeststellung noch in der Notaufnahme erfolgte, miteingeschlossen sind.

Bei den übrigen 6 Kindern, die nach stationärer Aufnahme an den Verletzungsfolgen verstarben, lag der Todeszeitpunkt im Mittel 5,4 Tage (6 h-19 Tage) nach der Aufnahme. Todesursache bei

### Tageszeitlicher Verlauf der Unfallereignisse

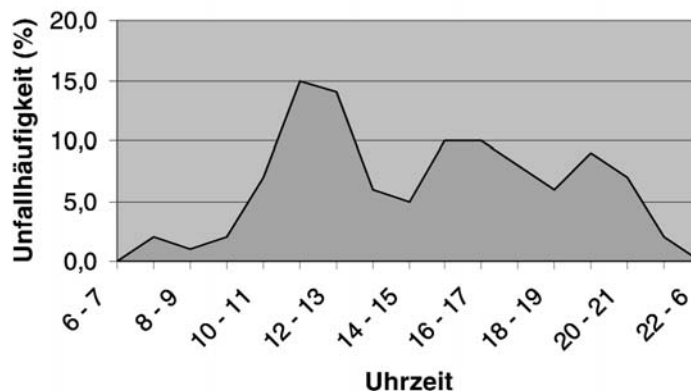


Abb. 4 ▲ Tageszeitliche Verteilung der Unfallereignisse. Bei der Untersuchung der Unfallereignisse nach ihrem tageszeitlichen Verlauf zeigte sich eine Spitze in der Mittagszeit und auch am Nachmittag

## Distanz Einsatzort-Traumazentrum

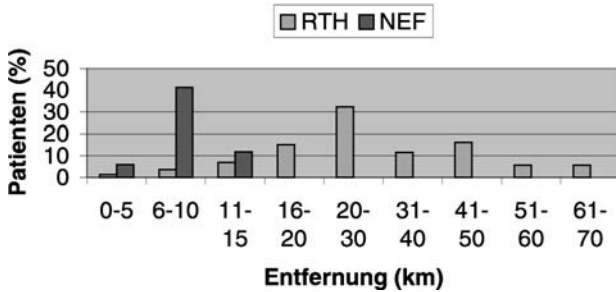


Abb. 5 ▲ Die Erhebung der Distanz des Unfallortes zum Traumazentrum zeigt, entsprechend der einsatztaktischen Bestimmung, einen signifikanten Unterschied zwischen den Rettungsmitteln

diesen Kindern war ausnahmslos das schwere Schädel-Hirn-Trauma. Nach Aktenlage ist kein Patient an den Folgen eines traumatisch-hämorrhagischen Schocks oder vermeidbaren Todesursachen, d. h. an nicht erkannten lebensbedrohlichen Verletzungen verstorben.

## Diskussion

Die Medizinische Hochschule Hannover ist für das pädiatrische Trauma ein Zentrum der Maximalversorgung. Das pädiatrische Patientengut rekrutiert sich im Wesentlichen aus dem Stadtgebiet der Landeshauptstadt und des Landkreises Hannover. Die präklinische notärztliche Versorgung in diesem Bereich wird durch ein dichtes Netz an Notarzt-Einsatzfahrzeugen und durch die Luftrettung sichergestellt.

In dieser retrospektiven Studie wurde ein umschriebenes pädiatrisches Patientengut analysiert, welches innerhalb eines 5-jährigen Zeitraums in diesem Zentrum aufgenommen und vom erstversorgenden Notarzt in einem Zustand mit nicht ausschließbarer Lebensgefahr (NACA > 3) eingeschätzt worden ist.

84 Notfalleinsätze bei pädiatrischen Traumapatienten mit einem NACA-Score > 3 entsprechen einem Anteil am Gesamtaufkommen der Rettungshubschrauber-Einsätze des am Zentrum stationierten Hubschraubers von 1%. In Bezug auf das Gesamteinsatzaufkommen des am Standort stationierten NEFs machen 17 Einsätze einen Anteil von 0,13% am Gesamteinsatzaufkommen aus.

Über 70% der betroffenen Kinder in unserer Studie waren älter als 6 Jahre. Der Altersdurchschnitt des betroffenen Patientenguts korreliert mit den Angaben von vergleichbaren Studien aus dem deutschsprachigen Raum, entsprechend auch der Verkehrsunfall als führende Unfallursache [2, 4, 6]. In diesem Kollektiv

zeigte sich, dass nahezu die Hälfte der Verkehrsunfälle auf die aktive Teilnahme im Straßenverkehr (Fußgänger, Radfahrer) zurückzuführen ist.

Im deutschen Schrifttum finden sich im Wesentlichen epidemiologische bzw. deskriptive Analysen der notärztlichen Versorgung beim pädiatrischen Trauma [2, 4, 6, 9, 15, 16]. Präklinische Studien, die über die präklinische Versorgung hinausgehende Daten, sog. Outcome-Daten miteinschließen, finden sich nicht.

In dieser Studie wurden neben den einsatztaktischen und medizinischen Daten der Rettungsmittel Daten aus der klinischen Behandlung miteingeschlossen, d. h. Krankenhausverweildauer, Mortalität, Todesursachen, sowie die definitive Analyse und Beurteilung der Verletzungsschwere.

In dem beschriebenen Patientengut überwog unter Berücksichtigung aller Einzelverletzungen das schwere Schädel-Hirn-Trauma. Bei 49% (n=51) wurde präklinisch ein schweres SHT angenommen, die Analyse der definitiven Verletzungen bestätigte das Vorliegen einer schweren intrakraniellen Verletzung mit einem AIS > 3 bei 41 der 51 Patienten mit einem GCS-Score < 9. Die Intubationsindikation

bei einer GCS < 9 wurde bei 90% (n=46) der betroffenen Kinder (n=51) gestellt. Dabei erreichten alle Patienten, die präklinisch intubiert worden sind (n=46), auch richtig, d. h. endotracheal, intubiert die Klinik.

Im Vergleich zu Angaben in der nordamerikanischen Literatur [5], wo erfolgreiche Intubationsversuche bei Paramedics mit Raten zwischen 50 und 89% in der Literatur beziffert werden, entspräche dieses einer Erfolgsrate von 100% bei durchgeführten Intubationen. Einschränkend berücksichtigt werden muss jedoch, dass Komplikationen der präklinischen Phase nur retrospektiv erfasst wurden und 10% der Patienten mit einer Intubationsindikation präklinisch nicht intubiert wurden.

Eine Volumenersatztherapie wurde bei allen verunfallten Kindern durchgeführt, wobei der peripher-venöse Zugang in 86% der Fälle überwog. Die Anlage von mehr als einem peripheren Zugang als auch die Anlage von zentralen Venekathetern war mit einer signifikant höheren Verweildauer am Einsatzort verbunden. Ebenfalls war die präklinische Intubation mit einer signifikant längeren Verweildauer am Einsatzort verbunden.

Bei einer durchschnittlichen Verweildauer von 22 min (14–92 min) ist festzustellen, dass die Durchführung von erweiterten Maßnahmen am Unfallort, die sog. „Advanced-life-support-Maßnahmen“, wie auch beim Erwachsenen [3, 7] mit einer signifikant längeren Verweildauer am Unfallort verbunden ist.

Ein einheitliches Bild zeigte sich bei der Korrelation der Verletzungsschwere zu der präklinischen Verweildauer nicht. Kinder mit einem NACA-Score 6 (Reanimation) hatten kürzere Verweildauern

## Verweildauer am Unfallort (RTH -n=87)

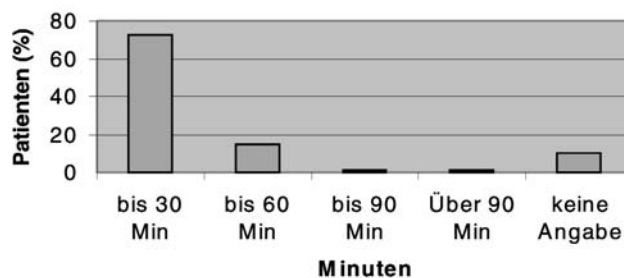


Abb. 6 ▲ Verweildauer am Unfallort. Diese konnte nur in dem Patientenkollektiv des RTH erhoben werden. Bei über 70% der verunfallten Kinder konnte innerhalb von 30 min die Versorgung an der Unfallstelle abgeschlossen werden und der Transport in das Traumazentrum initiiert werden

## Stationärer Aufenthalt

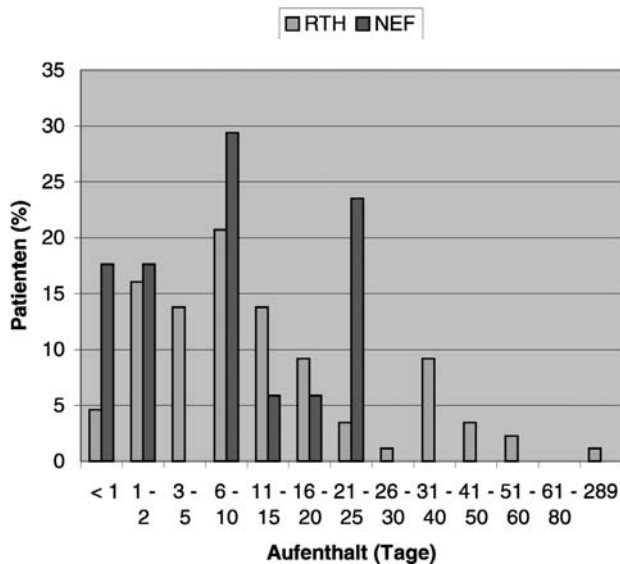


Abb. 7 ◀ **Stationärer Aufenthalt. Im Vergleich der beiden Gruppen ergibt sich kein signifikanter Unterschied der stationären Verweildauer der Patienten**

als wenig schwer verletzt eingeschätzte Kinder. Nach dem in der Klinik erhobenen ISS waren hohe Verletzungsschweren (ISS>25) mit signifikant kürzeren Verweildauern verbunden.

Zusammengefasst geben die hier festgestellten präklinischen Einsatzzeiten Anlass, Protokolle, aber auch Qualitätssicherungsmaßnahmen zu optimieren, um die präklinischen Zeiten bei diesem kritischen Patientengut weiter zu reduzieren.

Die hier festgestellte Mortalität bei einem mittleren ISS 15 entspricht einer Überlebensrate von 88%. Schließt man die Patienten (n=10) aus, die unter Reanimationsbedingungen in die Klinik transportiert worden sind und bei denen die Todesfeststellung in der Zentralen Notaufnahme erfolgte, ergibt sich eine Überlebensrate von 94,6%.

Eine Bewertung dieser Überlebensrate ist schwierig, weil im Gegensatz zu Erwachsenen die Korrelation zwischen dem ISS und der Mortalität beim pädiatrischen Trauma nicht validiert ist. Als Referenz können hier nur vereinzelte Literaturangaben herangezogen werden. Schall et al.[8] analysierten ein Patientengut von 9730 Kindern mit einem überwiegend stumpfen Unfallmechanismus (88%). Beschrieben ist bei dieser Gruppe (ISS im Mittel von 11,2, GCS im Mittel von 13) eine Mortalität von 4,4%.

Obwohl die Analyse der vermeidbaren Todesfälle sich ausschließlich auf die Erhebung übersehener lebensbedrohlicher Verletzungen beschränkt hat und

damit retrospektiv nur eine äußerst eingeschränkte Aussagekraft besitzt, ist festzuhalten, dass bei allen Kindern, bei denen die Erstdiagnostik in der Klinik durchgeführt wurde, ein Spannungspneumothorax oder auch eine Perikardtamnade als präklinische Ursache eines vital bedrohlichen Zustandes ausgeschlossen werden konnte.

Die Ergebnisse dieser Studie machen deutlich, dass bei der Erstversorgung und dem Transport pädiatrischer Traumapatienten im Einzugsgebiet des beschriebenen Traumazentrums überwiegend die Luftrettung eingesetzt wurde. In dieser infrastrukturellen Besonderheit liegt auch klar eine der Limitationen der Studie begründet, die ungleiche Fallzahl zwischen den Gruppen der luft- und bodengebunden transportierten Kinder, die durch die Anwendung statistischer Tests für kleine Fallzahlen verglichen wurden.

## Fazit für die Praxis

**Zusammenfassend stellt die Luftrettung die überwiegende Zubringerfunktion von pädiatrischen Traumapatienten im Einzugsgebiet des Traumazentrums dar. Bei einer Verweildauer am Unfallort von durchschnittlich 22 min sind totale präklinische Zeiten (Alarm bis Eintreffen Traumazentrum im Mittel von 46 min (15 bis 112 min) anzunehmen.**

**Präklinische Maßnahmen wie mehrere peripher-venöse Zugänge (+9 min) als auch die**

**endotracheale Intubation (+10 min) sind mit einer signifikant längeren Verweildauer am Unfallort verbunden. Trotz der erheblich niedrigeren Einsatzfrequenz der bodengebundenen Rettungsmittel bei pädiatrischen Traumapatienten ist ein Unterschied in der Qualität der präklinischen notärztlichen Versorgung nicht festzustellen.**

## Literatur

1. Committee on Trauma of the American College of Surgeons (1993) Advanced Trauma Life Support® student manual. In: American College of Surgeons (ed), 5th ed, Chicago/IL, USA
2. Helm M, Hauke J, Frey W, Lamp L (1999) Der pädiatrische Traumapatient im Luftrettungsdienst. Notfall & Rettungsmedizin 2: 150–157
3. Libermann M, Mulder D, Sampalis J (2000) Advanced or basic life support for trauma: meta-analysis and critical review of the literature. J Trauma 49: 584–599
4. Nagele P, Kroesen G (2000) Kindernotfälle im Notarzteinsatz. Anästhesist 49: 725–731
5. Paul, TR, Marias M, Pons P, Pons K, Moore EE (1999) Adult vs. pediatric prehospital trauma care: is there a difference? J Trauma 47: 455–459
6. Remmers D, Regel G, Neumann C, Pape H-C, Post-Stanke A, Tscherne H (1998) Das polytraumatisierte Kind. Unfallchirurg 101: 388–394
7. Sampalis JS, Tamim H, Denis R, Boukas S et al. (1997) Ineffectiveness of on-site intravenous lines: is pre-hospital time the culprit? J Trauma 43: 608–615
8. Schall LC, Potka DA, Ford HR (2002) A new method for estimating probability of survival in pediatric patients using revised TRISS methodology based on age-adjusted weights. J Trauma 52:235–241
9. Schmittenebecher PP, Fiedler A, Hierl C (2001) Epidemiology of hospital admitted traumatic head injuries of children in a rural district of Germany. Intensivmed 38: 484–489
10. Sefrin P (1997) Vorwort. In: Sefrin P (Hrsg) Pädiatrische Notfälle im Rettungsdienst II. Zuckerschwerdt, München S 7–9
11. Statistisches Bundesamt Wiesbaden (1999) Krankenhausstatistik Teil 2. Fachserie 12, Reihe 6.2. In: Statistisches Bundesamt Wiesbaden (Hrsg), Metzler-Poerschel, Stuttgart
12. Statistisches Bundesamt Wiesbaden (2000) Todesursachen in Deutschland. Fachserie 12, Reihe 4. In: Statistisches Bundesamt Wiesbaden (Hrsg), Metzler-Poerschel, Stuttgart
13. Suominen P, Silvast T, Korpela R, Erosuo J (1996) Pediatric prehospital care provided by a physician staffed emergency medical helicopter unit in Finland. Pediatric Emerg Care 12: 169–172
14. Suominen P, Baillie C, Kivioja A, Korpela R et al. (1998) Prehospital care and survival of pediatric patients with blunt trauma. J Pediatric Surg 33: 1388–1392
15. Überall MA, Heining U, Schmitt-Grohe S, Cherry JD, Stehr K. Unfallbedingte Hospitalisierungen im frühen Kindesalter. Monatsschr Kinderheilkd 147: 458–464
16. Ummenhofer W, Frei A, Kern C, Frei F (1996) Helikoptereinsätze der schweizerischen Rettungswacht für Kinder. Schweiz Med Wochenschr 126: 1785–1791