

Anaesthesist 2011 · 60:125–131  
 DOI 10.1007/s00101-010-1802-y  
 Eingegangen: 1. Juli 2010  
 Überarbeitet: 9. September 2010  
 Angenommen: 14. September 2010  
 Online publiziert: 25. Dezember 2010  
 © Springer-Verlag 2010

A. Sommer · M. Weiss · D. Deanovic · M. Dave · D. Neuhaus  
 Anästhesieabteilung, Universitäts-Kinderkliniken, Zürich

# Einsatz der intraossären Infusion im pädiatrischen Notarztdienst

## Analyse von Notarzteinsätzen 1990–2009

**Die zeitgerechte Schaffung eines peripheren Venenzugangs bei kritisch kranken oder schwer verletzten Kindern im Rettungsdienst stellt gelegentlich auch für den geübten Notarzt eine Herausforderung dar [15]. Alternative Applikationswege wie die endobronchiale, die intramuskuläre oder zentralvenöse Applikation sowie die chirurgische Venenfreilegung, bieten in Notfallsituationen keine rasche, sichere oder verlässliche Lösung. Der intraossäre Zugang (IOZ) hingegen ermöglicht es, in der Notfallmedizin [13, 21] bei Kindern mit schwierigen Venenverhältnissen sowie dringendem Bedarf an Medikamenten und Flüssigkeit, rasch einen verlässlichen Gefäßzugang zu etablieren [8, 18].**

### Ziel

Die Zuverlässigkeit der intraossären Infusion in der präklinischen, aber auch in der klinischen Notfallversorgung von Kindern wird mittlerweile durch zahlreiche Untersuchungen bestätigt [8, 23]. Im Jahr 1986 wurde der IOZ für Notfallmedizin erstmals diskutiert [16], und er wird seit 2000 in den Leitlinien der American Heart Association (AHA) als Alternative für einen intravaskulären Zugang in der Notfallsituation bei Kindern genannt [1]. In der Leitlinienrevision von 2005 ist der IOZ als fester Bestandteil für die präklinische Notfallversorgung von Kindern be-

stätigt und seine Bedeutung hervorgehoben worden [2, 10]. Entsprechend wurde damit „auf dem Papier“ bereits die endobronchiale Medikamentengabe von der „Methode der zweiten Wahl“ bei schwierigem Venenzugang zur „Methode der dritten Wahl“ umdeklariert.

Inwieweit und ob die Implementierung des IOZ in der pädiatrischen Notfallmedizin aber tatsächlich auch zu einer Veränderung der Art des Gefäßzugangs für notfallmäßige Medikamenten- und Flüssigkeitsapplikationen in der präklinischen Versorgung von kritisch kranken Kindern mit schwierigem Venenzugang geführt hat, wurde bislang noch nicht untersucht. Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, den Einfluss der Einführung der intraossären Infusionstechnik in der pädiatrischen Notfallmedizin anhand von Kindernotarztprotokollen der letzten 20 Jahre auf die Einsatzhäufigkeit von alternativen Medikamentenapplikationsarten zu untersuchen.

### Methode

Mit Einwilligung der spitalinternen Ethikkommission wurden die Kindernotarztprotokolle von boden- und luftgebundenen Primäreinsätzen der Anästhesieabteilung der Universitäts-Kinderkliniken Zürich aus den Jahren 1990–2009 analysiert. Der Kindernotarzt ist zuständig für die primäre Versorgung von Kindern ab Geburt bis zum 16. Lebensalter. Hierbei wird er auch gelegentlich zu älteren noch von

den Universitäts-Kinderkliniken betreuten Patienten mit speziellen angeborenen Erkrankungen hinzugerufen.

Die Protokolle wurden hinsichtlich des Applikationswegs von Medikamenten und Flüssigkeiten am Einsatzort und während des Transports von Kindern mit National-Advisory-Committee-for-Aeronautics- (NACA-)Index V–VII (■ Tab. 1; [22]) gesichtet. (In die NACA-VII-Gruppe wurden ausschließlich Kinder mit dokumentiert begonnenen Reanimationsmaßnahmen integriert.)

Das primäre Interesse galt dabei den Häufigkeiten des konventionellen i.v.-Zugangs, von intraossärer Medikamentenapplikation, alternativen Applikationswegen (zentralvenös, endobronchial, intramuskulär, andere) sowie Notfallversorgungen in dieser Patientengruppe ohne jegliche Medikamentenapplikation oder Möglichkeit zur Medikamentenapplikation. Erfasst wurde ebenso die Häufigkeit von Verfahrenswechseln im Verlauf der Notfallversorgung (primärer vs. endgültiger Applikationsweg). Zudem wurden demografische Patientendaten (Alter, Geschlecht, NACA-Index, Rettungsmittel, Primärdiagnose, Lokalisation der intraossären Punktion sowie applizierte Medikamente aufgenommen und gegenübergestellt.

Im Jahr 1992 wurde der IOZ in der präklinischen Versorgung des Kindernotarztdienstes der Universitäts-Kinderkliniken als alternativer Gefäßzugang eingeführt. Seit 2000 ist er in den Leitlinien der AHA

**Tab. 1** Schema des National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) zur Beurteilung des Schweregrads von Verletzungen und Erkrankungen

Index	Bedeutung
0	Keine Verletzung/Erkrankung
I	Verletzungen und Erkrankungen geringfügiger Art, die keiner akuten ärztlichen Therapie bedürfen
II	Verletzungen und Erkrankungen, die zwar einer weiteren Abklärung bzw. Therapie, aber in der Regel keines stationären Krankenhausaufenthalts bedürfen
III	Verletzungen und Erkrankungen, die in der Regel einer stationären Abklärung bzw. Therapie bedürfen, bei denen jedoch akut keine Vitalgefährdung zu erwarten ist
IV	Verletzungen und Erkrankungen ohne akute Lebensgefahr, die aber eine kurzfristige Entwicklung einer Vitalgefährdung nicht ausschließen
V	<b>Verletzungen oder Erkrankungen mit akuter Vitalgefährdung, die ohne baldige Therapie wahrscheinlich letal enden. Transport in Reanimationsbereitschaft</b>
VI	<b>Verletzungen oder Erkrankungen, bei denen nach Wiederherstellung der Vitalfunktionen oder erfolgreicher Reanimation die Patienten ins Spital eingeliefert werden</b>
VII	<b>Tödliche Verletzung oder Erkrankung mit oder ohne Reanimationsversuch, auch wenn die Reanimation auf dem Transport erfolglos durchgeführt wurde</b>

Definitionen nach Notarztprotokoll „Schutz und Rettung“ Stadt Zürich und der Schweizerischen Rettungsflugwacht (REGA).

**Tab. 2** Epidemiologische Daten der Patienten mit NACA-Index V–VII zwischen 1990–2009

	NACA	Anzahl der Patienten			Alter (Jahre)		Transport	
		n	Männlich	Weiblich	Median	„Range“	Boden	Luft
1990–1999	V	82	54	28	6,41	0,04–16,75	22	60
	VI	39	22	17	3,31	0,00–19,21	12	27
	VII	61	38	23	3,18	0,05–18,80	19	42
	V–VII	182	114	68	4,65	0,00–19,21	53	129
2000–2009	V	133	79	54	5,57	0,17–16,99	35	98
	VI	36	20	16	4,35	0,02–16,75	14	22
	VII	50	26	24	2,78	0,02–16,16	26	24
	V–VII	219	125	94	4,78	0,02–16,99	75	144
1990–2009	V	215	133	82	5,88	0,04–16,99	57	158
	VI	75	42	33	3,80	0,00–19,21	26	49
	VII	111	64	47	3,03	0,02–18,80	45	66
	V–VII	401	239	162	4,65	0,00–19,21	128	273

NACA National Advisory Committee for Aeronautics. Boden via Rettungswagen, Luft mit Rettungshubschrauber.

integriert [1]. Ebenfalls seit 2000 ist das intraossäre Infusionsmaterial Bestandteil jedes Anästhesiearbeitsplatzes im Kinderspital Zürich, und die festen Mitarbeiter sowie die Weiterbildungsassistenten werden regelmäßig in der Anlage des IOZ trainiert (Workshops und „standard operating procedures“; [24]). Infolge wurden 2 Patientenkollektive gebildet: Die Zeit von 1990 bis 1999 erfasst die Jahre ohne IOZ und die „Einführungsphase“; die Zeit von 2000 bis 2009 repräsentiert die Phase der zunehmenden Etablierung und Routine mit der intraossären Infusionstechnik.

Die erhobenen Daten wurden mithilfe der deskriptiven Statistik ausgewertet und

als Mittelwert/Standardabweichung für normalverteilte Daten bzw. Median (Minimum bis Maximum) für nichtnormalverteilte Daten dargestellt. Demografische Patientendaten und Art der Medikamentenapplikationswege von 1990–1999 und 2000–2009 wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test und T-Test bzw. dem  $\chi^2$ -Test verglichen. Ein p-Wert von  $<0,05$  wurde als statistisch signifikant erachtet.

## Resultate

Insgesamt wurden 5279 Kindernotarzteinsätze von 1990 bis 2009 ausgewertet. Es hatten 847 Patienten (16%) einen NA-

CA-Index von V oder höher. Davon waren 401 Primär- und 446 Sekundäreinsätze, d. h. Verlegungen von auswärtigen Praxen und Kliniken in die pädiatrische Zentrumsambulanz. Im Folgenden beschränkt sich die Analyse, wie eingangs erwähnt, auf die Patienten aus Primäreinsätzen.

Die 401 Patienten mit NACA-Index V–VII aus Primäreinsätzen hatten ein Durchschnittsalter von 4,65 Jahren („range“ 0,00–19,2 Jahre). Während die Geschlechterverteilung, das Alter der Patienten und das Verhältnis von boden- zu luftgebundener Versorgung keine signifikanten Unterschiede zeigten, waren die NACA-Werte aus den Jahren 1990–1999 leicht höher als diejenigen aus den Jahren 2000–2009 (durchschnittlicher NACA-Index 5,88 vs. 5,62;  $p < 0,01$ ; **Tab. 2**). Die durch die behandelnden Notärzte bei Abschluss des Einsatzes gestellten Diagnosen sind in **Tab. 3** aufgelistet.

Am Einsatzort wurden bei 299 Patienten (75%) eine periphervenöse Kanüle (PVK) und in 3 Fällen ein zentraler Venenzugang (ZVK) angelegt (**Abb. 1**).

Bei 77 Patienten (19%) wurde ein intraossärer Infusionszugang zur Primärversorgung gesetzt. Es verstarben 44 dieser 77 Patienten (57%) am Einsatzort oder nach Aufnahme in der Klinik (NACA VII), 17 weitere Patienten wurden als NACA VI, 16 als NACA V klassifiziert. Aufgrund der vorliegenden Daten konnten keine Rückschlüsse auf die Art des IOZ (z. B. Cook®-Nadel, EZ-IO®, BIG® etc.) gezogen werden. In 47 Fällen wurde die intraossäre Infusion an der Tibia angelegt, einmal am Oberarm (Teilamputation beider unterer Extremitäten), und bei 29 Patienten fehlt eine Angabe zur Lokalisation. Alle medizinisch notwendigen Medikamente konnten patientenadaptiert ohne Vermerk von technischen Problemen über den IOZ appliziert werden (Reanimationsmedikamente, Analgetika, Sedativa, i.v.-Anästhetika, Antibiotika bei Meningokokkensepsis und Volumenersatzmittel).

Am Einsatzort und auf dem Transport in die Klinik wurden 22 Patienten (5,4%) ohne jeglichen Gefäßzugang versorgt (13-mal NACA VII, 2-mal NACA VI, 7-mal NACA V). Im Median waren diese Patienten 1,03 Jahre (Range 0,02–6,89 Jah-

A. Sommer · M. Weiss · D. Deanovic · M. Dave · D. Neuhaus

### Einsatz der intraossären Infusion im pädiatrischen Notarztdienst. Analyse von Notarzteinsätzen 1990–2009

#### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Ziel der Studie war es, den Einfluss der Einführung des intraossären Zugangs (IOZ) auf die Art der Medikamentenapplikation im Rahmen der Primärversorgung schwer kranker oder verletzter Kinder [National-Advisory-Committee-for-Aeronautics- (NACA)-Index V–VII] in einem zentrumgebundenen Kindernotarztdienst zu evaluieren.

**Methode.** Hinsichtlich des Vorhandenseins und der Art des Gefäßzugangs im Rahmen der Primärversorgung wurden 5279 pädiatrische Kindernotarztprotokolle aus den Jahren 1990–2009 retrospektiv analysiert. Von primärem Interesse waren die Häufigkeit der IOZ-Anlage, die Häufigkeit alternativer Appli-

kationswege für Medikamente sowie Primärversorgungen ohne Gefäßzugang.

**Ergebnisse.** Als NACA-Index V–VII wurden 401 Patienten (7,6%) klassifiziert. Am Einsatzort wurde 299-mal (75%) eine periphere Venenverweilkanüle (PVK) und 3-mal (0,7%) ein zentraler Venenkatheter (ZVK) angelegt. In 77 Fällen (19%) wurde eine intraossäre Nadel (IOZ) gesetzt. Bei 22 Patienten (5,4%) konnte bis zur Klinikeinlieferung kein Gefäßzugang angelegt werden. Bei 48 Patienten (12%) wurden Medikamente endobronchial oder alternativ appliziert. Im Beobachtungszeitraum kam der IOZ stetig häufiger zum Einsatz; dagegen wurden fehlende oder alternative Applikationswege seltener. Innerhalb der

letzten 3 Jahre wurde keine endobronchiale Medikamentengabe mehr berichtet.

**Schlussfolgerung.** Die Einführung der intraossären Infusionstechnik in der präklinischen Kindernotfallmedizin hat die Zahl kritisch kranker oder schwer verletzter Kinder ohne Gefäßzugang oder mit unzuverlässigen alternativen Medikamentenapplikationswegen in den letzten 20 Jahren deutlich reduziert.

#### Schlüsselwörter

Notfälle · Pädiatrie · Infusionen, intraossäre · Katheterisierung, zentralvenöse · Endobronchial

### Intraosseous infusion in the pediatric emergency medical service. Analysis of emergency medical missions 1990–2009

#### Abstract

**Background.** Timely establishment of venous access in infants and toddlers during emergency medical care can be a particularly challenging task. Alternative routes for drug and fluid administration, such as endobronchial, intramuscular, central venous or venous cut-down do not offer reliable solutions. Intraosseous infusion (IOI) has become established as an effective alternative intravascular access for rapid and efficient drug delivery. IOI was introduced in our local emergency medical service (EMS) in 1993 and was assigned a high priority in international guidelines for pediatric emergency medical care in 2000 and 2005. The aim of this study was to review the impact of the introduction of IOI on drug administration routes during prehospital emergency treatment of critically ill or severely injured pediatric patients (NACA index V–VII) in our tertiary medical care centre over a period of 20 years.

**Methods.** Pediatric prehospital emergency medical protocols from 1990 to 2009 were analyzed with respect to the administration routes for fluids and medications in severely injured or critically ill children with NACA severity scores V–VII. The frequency and mode of vascular access during prehospital treatment including IOI, endobronchial administration, central venous catheterization (CVC) and intramuscular administration as

well as prehospital treatment and transportation without vascular access were analyzed. Two groups were compared: the introduction phase of IOI between 1990 and 1999 and the phase of growing IOI routine after introducing guidelines and regular staff IOI technique training between 2000 and 2009. Demographic data and drug administration routes in the two different time periods were analyzed using the Mann-Whitney-u test and t-test or  $\chi^2$ -test, respectively. A p-value <0.05 was regarded as significant.

**Results.** A total of 5,279 pediatric prehospital emergency charts were analyzed and 401 patients (7.6%) were scored as NACA V–VII. At the emergency scene 299 patients (75%) received a peripheral intravenous access, 3 (0.7%) a central venous line access, 77 (19%) an intraosseous needle and in 22 (5.4%) no vascular or intraosseous access was used during the course of prehospital treatment (NACA VII – 13 patients, NACA VI – 2 patients, NACA V – 7 patients). Of the NACA VII patients 3 were transported under continuous cardiopulmonary resuscitation without vascular access. After 2002 all patients with NACA index VII were treated with vascular or intraosseous access. In 48 patients (12%) at least initial medication was given by the endobronchial or alternative route but within the last 3 years endobronchial drug administration was no

longer reported. Thus, in 124 critically ill patients (31%) routine peripheral venous access could not be established initially or until the end of treatment (77 times IOI, 22 times no access over the course of treatment, 3 times CVC and 22 times initial endobronchial followed by peripheral venous access). Over the reviewed period the use of IOI increased significantly ( $p < 0.001$ ), while the incidence of lacking vascular access ( $p < 0.05$ ) and alternative drug administration routes ( $p < 0.001$ ) continuously decreased.

**Conclusion.** The IOI technique has not only been assigned a high priority in the guidelines for pediatric emergency care of critically ill children with difficult or failed venous access but has also significantly influenced current prehospital care. The introduction of the IOI technique in our prehospital pediatric emergency system has markedly reduced the number of critically ill or severely injured pediatric patients without vascular access or with less reliable alternative administration routes in the last 20 years.

#### Keywords

Emergencies · Pediatrics · Infusions, intraosseous · Catheterization, central venous · Endobronchial

**Tab. 3** Verteilung der Diagnosen nach NACA-Index zwischen 1990–2009

Diagnosen	NACA V	NACA VI	NACA VII	Total
Polytrauma	36	9	20	65
Schädelhirntrauma isoliert	92	12	8	112
Trauma (übrige)	Gesamt 11 - Thorax 2 - Abdomen 5 - Wirbelsäule 3 - Larynx 1	Gesamt 3 - Schuss 1 - Strangulation 2	Gesamt 6 - Strangulation 4 - Larynx 1 - Schuss 1	20
Beinahe-/Ertrinken	8	22	17	47
Fremdkörperaspiration	4	1	7	12
Trauma, thermisch/Rauchgas	2	3	4	9
SIDS/respiratorische Insuffizienz	Gesamt 20 - Insuffizienz 12 - Pneumonie 6 - Asthma 1 - „Near SIDS“ 1	Gesamt 4 - Insuffizienz 2 - SIDS 2	Gesamt 31 - SIDS 31	55
Neurologische Probleme	Gesamt 26 - Epilepsie 10 - Fieber 7 - Tumor 3 - Unklar 6	Gesamt 2 - Epilepsie 2	0	28
Kardiale Probleme	1	14	18	33
Exsikkose	3	1	0	4
Diverse Infekte	Gesamt 9 - Meningokokken 3 - Meningitis 3 - Epiglottitis 2 - Sepsis 1	Gesamt 2 - Meningitis 1 - Epiglottitis 1	0	11
Verschiedenes	Gesamt 3 - Verätzung 1 - Tonsillenblutung 1 - Intoxikation 1	Gesamt 2 - Intoxikation 2	0	5
<b>Total</b>	<b>215</b>	<b>75</b>	<b>111</b>	<b>401</b>

NACA National Advisory Committee for Aeronautics, SIDS „sudden infant death syndrome“.

**Tab. 4** Vergleich der Medikamentenapplikationswege nach NACA-Index 1990–1999 vs. 2000–2009

Applikationsweg	1990–1999 n=182 Patienten				2000–2009 n=219 Patienten			
	NACA V–VII	NACA V	NACA VI	NACA VII	NACA V–VII	NACA V	NACA VI	NACA VII
Periphervenöser Katheter	147	78	34	35	152*	113	22	17
Intraossärer Zugang	20	3	4	13	57**	13	13	31
Keine Leitung	13	1	1	11	9*	6	1	2
Zentralvenöser Katheter	2	0	0	2	1	1	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>182</b>	<b>82</b>	<b>39</b>	<b>61</b>	<b>219</b>	<b>133</b>	<b>36</b>	<b>50</b>
Davon endobronchial	36	1	8	27	12**	0	4	8

Endobronchiale Medikamentenapplikation trat entweder allein oder gefolgt von einem peripheren Venenkatheter oder einem intraossären Zugang auf. NACA National Advisory Committee for Aeronautics. \*p<0,05; \*\*p<0,001.

re) alt. Bei 10 der 13 Kinder mit NACA-Index VII wurden die lebensrettenden Maßnahmen nach endobronchialer Applikation von Inotropika und mechanischer Reanimation am Einsatzort eingestellt, die 3 weiteren Patienten verstar-

ben auf dem Transport unter fortgesetzter mechanischer Reanimation oder nach Eintreffen in der Klinik. Nach 2002 wurden bei NACA-VII-Patienten keine Notarzteinsetze ohne Gefäßzugang mehr dokumentiert.

Insgesamt wurden 46 Kinder (11,5%) am Einsatzort initial mithilfe der endobronchialen Medikamentengabe versorgt. Bei einem weiteren Patienten wurde zur Intubation Pancuronium i.m. appliziert (1991), und in einem anderen Patienten wurde die intrakardiale Injektion von Adrenalin bei Herzkreislaufstillstand angewendet (1992). Von diesen insgesamt 48 Patienten mit primär endobronchialer oder alternativer Medikamentenapplikation wurden bei 22 (46%) im Verlauf ein PVK (12-mal NACA VII, 9-mal NACA VI, 1-mal NACA V) und bei einem ein ZVK (NACA VII) angelegt. Es wurden 15 Kinder (31%) anschließend mit einem IOZ versorgt (12-mal NACA VII, 3-mal NACA VI; ■ Tab. 4; ■ Abb. 1).

Somit war es bei insgesamt 124 der 401 untersuchten Patienten (31%) nicht möglich, initial oder im Verlauf des Rettungseinsatzes, eine „konventionelle“ periphere Leitung zu legen (77-mal IOZ, 22-mal keine Leitung, 3-mal ZVK, 22-mal endobronchial/alternativ gefolgt von PVK; ■ Abb. 1). Mit im Median 1,87 Jahren (Range 0,02–13,9 Jahren) lagen diese Patienten deutlich unter dem Durchschnittsalter der untersuchten Population.

Die Zahl der angelegten IOZ in der Beobachtungsperiode 2000–2009 war trotz geringerem NACA-Index signifikant größer als in der Zeit von 1990–1999. Ebenso ist der prozentuale Anteil der peripheren Venenzugänge im selben Zeitraum im Kollektiv statistisch signifikant kleiner geworden. Betrug dieser 1990–1999 noch 81%, waren in den Jahren 2000–2009 gerade noch 70% der Patienten bei Abschluss des Notarzteinsetzes mit einem PVK versorgt (p<0,05). Gleichzeitig ist insbesondere die Zahl der schwerstkranken Patienten, die ohne Gefäßzugang behandelt oder transportiert wurden, zurückgegangen (■ Tab. 4). Zudem sind die endobronchialen oder alternativen Medikamentenapplikationen seit 2007 nahezu verschwunden (■ Tab. 4, 5).

## Diskussion

Die vorgestellte Arbeit hat untersucht, ob die Einführung der intraossären Infusionstechnik in der pädiatrischen Notfallmedizin am Standort Zürich zu Veränderungen in der Technik der Me-

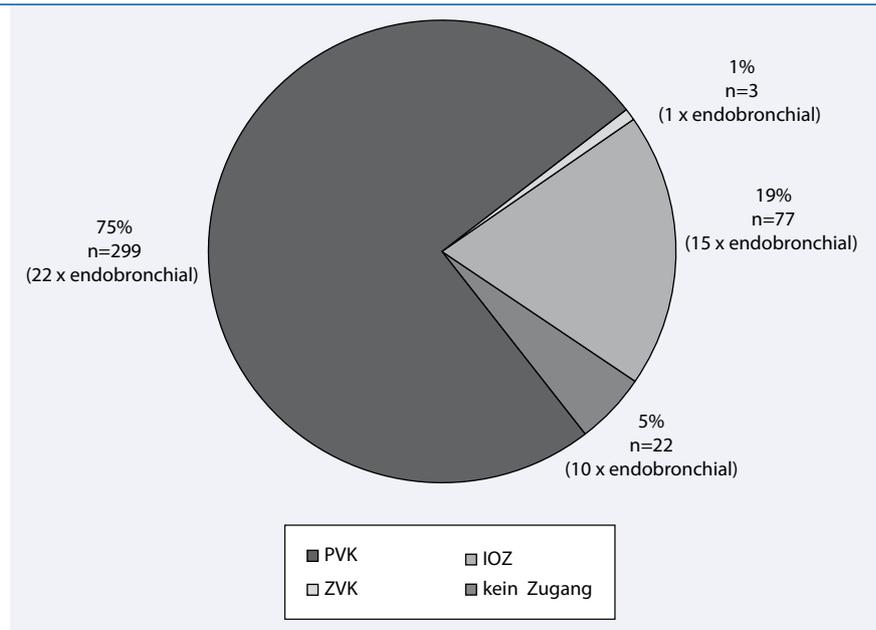
dikamentenapplikation bei der präklinischen Versorgung von pädiatrischen Patienten mit NACA-Index V–VII geführt hat. Die Daten zeigen deutlich, dass im Verlauf der letzten 20 Jahre eine konstante Zunahme der Einsatzhäufigkeit des IOZ im Notarzdienst der pädiatrischen Zentrumsambulanz stattgefunden hat. Dabei ist gleichzeitig die Zahl derjenigen Patienten, die in Ermangelung eines peripheren Gefäßzugangs über weniger effektive Medikamentenapplikationswege oder ganz ohne Gefäßzugang versorgt wurden, stetig zurückgegangen.

Die zeitnahe Applikation dringend benötigter Medikamente und Flüssigkeiten in lebensbedrohlichen Situationen stellt insbesondere in der Versorgung von schwer kranken oder schwer verletzten Kleinkindern ein nichtunerhebliches Problem dar. Für eine effektive Wirkung müssen zahlreiche Medikamente schnell über die systemische Zirkulation das Zielorgan erreichen können. Alternative Applikationswege wie die sublinguale, intramuskuläre oder rektale Medikamentengabe sind aufgrund der verzögerten und unzuverlässigen Resorption insbesondere beim schockierten Kind nicht geeignet, die intrakardiale Applikation aufgrund des Verletzungsrisikos und der Unzuverlässigkeit generell kontraindiziert [5, 12].

Mittlerweile ist in vielen Rettungsorganisationen der IOZ nicht mehr aus dem klinischen Alltag wegzudenken [7, 18]. Dies haben zahlreiche Studien sowohl für den boden- [6, 18] als auch für den luftgebundenen [8, 9] Einsatz bei traumatischen und nichttraumatischen pädiatrischen Patienten gezeigt. Die boden- und luftgebundenen Rettungsmittel der Universitäts-Kinderkliniken Zürich werden von Notärzten (Fachärzte und Assistenzärzte mit Facharztstufe), die Rettungsdienst erfahrung haben und unmittelbar zuvor mindestens 4 Wochen in der Kinderanästhesie und im „pediatric advanced life support“ (PALS) ausgebildet wurden, besetzt.

Die intraossäre Infusionstechnik ist seit 2000 Bestandteil der Kinderanästhesiearbeitsplatzausrüstung und damit auch des pädiatrisch-anästhesiologischen Trainings aller Mitarbeiter der Abteilung [24].

Es zeigt sich anhand der erhobenen Daten, dass von der Option, bei schwie-



**Abb. 1** ▲ Primärzugang am Einsatzort bei 401 pädiatrischen Patienten mit NACA-Index V–VII. Angabe in Klammern Anteil an initialer alternativer (endobronchial, intramuskulär, intrakardial) Applikation vor Verfahrenswechsel, IOZ intraossärer Zugang, n absolute Zahl, NACA National Advisory Committee for Aeronautics, PVK periphervenöser Katheter, ZVK zentraler Venenkatheter

rigen Venenverhältnissen in kritischen Situationen einen IOZ anzulegen, in der Notfallmedizinischen Praxis auch tatsächlich immer häufiger Gebrauch gemacht wird. So wurden in der zweiten Beobachtungsperiode gerade noch 70% des untersuchten Kollektivs mit einem periphervenösen Zugang versorgt. Hingegen fand sich bei jedem 4. schwer verletzten oder kritisch kranken Patienten ein IOZ.

Noch in der ersten Hälfte der neunziger Jahre war die endobronchiale Gabe von Medikamenten die zweithäufigste Applikationsform im Patientengut der Universitäts-Kinderkliniken Zürich. Aus dieser Zeit finden sich unterschiedliche wissenschaftliche Aussagen bezüglich der Effektivität der endobronchialen Applikation vasoaktiver Substanzen [12, 14, 20]. Obwohl die intraossäre Infusionstechnik zu dieser Zeit bereits regelmäßig in der Literatur diskutiert wurde [11, 16], galten häufig noch beide Verfahren als gleichwertig beim schwierigen Venenzugang in der Notfallversorgung [14, 20].

Entsprechend vorangegangener Studien decken sich die Zahl der präklinischen Primärversorgungen sowie die demografischen Daten der Patienten mit IOZ gut mit den Beobachtungen anderer deutschsprachiger Zentren mit pädiatrischer Notfallversorgung [6, 19]. Die

Häufigkeiten der präklinischen Anwendung des IOZ in diesen Langzeitstudien bei pädiatrischen Patienten variieren zwischen 0,55 und 2,6% [6, 8, 18]. In der Regel handelt es sich auch hier überwiegend um schwer kranke oder verletzte Kinder mit einem medianen NACA-Index von VI [8].

Die vorgestellte Untersuchung zeigt erstmals einen Zusammenhang zwischen dem Wiederaufkommen bzw. der Einführung der intraossären Infusion in die präklinische Kindernotfallmedizin und dem stetigen Rückgang der präklinischen endobronchialen Medikamentenapplikation. Ebenso ist parallel dazu die „Notlösung“ einer Versorgung kritisch kranker Kinder ohne Gefäßzugang vor Ort und während des Transports zurückgegangen. Des Weiteren hat der IOZ einen zunehmend größer werdenden Anteil am Gesamtaufkommen aller Gefäßzugänge in dieser Patientenpopulation eingenommen. Ob diese Beobachtung im Sinne einer „Reduktion der Hemmschwelle“, einen IOZ anzulegen, interpretiert werden kann, muss dahingestellt bleiben. Ebenso ist den vorgestellten Daten nicht zu entnehmen, ob es damit auch tatsächlich zu einer Minimierung der Verzögerung der Medikamenten- und Flüssigkeitsapplikation gekommen ist.

**Tab. 5** Veränderung der Medikamentenapplikationswege nach Einführung des intraossären Zugangs im Jahr 1992 bei Primäreinsätzen im Verlauf von 20 Jahren

Jahr	NA-CAV-VII	Patienten		Transport		Applikationsweg			
		Männlich	Weiblich	Luft	Boden	Intra-ossärer Zugang	Keine Leit-ung	Zentral-venöser Katheter	Endobronchiale Ap-plikation <sup>a</sup>
1990	16	9	7	8	8	0	3	0	5
1991	14	10	4	10	4	0	1	1	4
1992	19	9	10	11	8	1	2	0	8
1993	26	18	8	20	6	2	5	1	7
1994	9	3	6	6	3	2	0	0	2
1995	19	14	5	13	6	1	1	0	3
1996	15	10	5	12	3	3	0	0	3
1997	24	15	9	21	3	6	0	0	2
1998	22	14	8	17	5	1	1	0	2
1999	18	12	6	11	7	4	0	0	0
2000	27	15	12	11	16	8	2	0	3
2001	28	16	12	12	16	7	3	0	4
2002	19	11	8	16	3	6	0	0	1
2003	10	6	4	4	6	0	1	0	0
2004	24	18	6	16	8	7	0	0	1
2005	17	9	8	15	2	2	0	0	2
2006	27	17	10	24	3	6	1	0	1
2007	21	9	12	13	8	10	1	0	0
2008	14	8	6	13	1	1	0	1	0
2009	32	16	16	20	12	10	1	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>401</b>	<b>239</b>	<b>162</b>	<b>273</b>	<b>128</b>	<b>77</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>48</b>

NACA National Advisory Committee for Aeronautics. **Boden** via Rettungswagen, **Luft** mit Rettungshubschrauber. <sup>a</sup>Mehrfachnennung möglich, da endobronchiale Applikation entweder allein auftrat oder von peripheren Katheter oder intraossärem Zugang gefolgt wurde.

Mittlerweile haben neue Entwicklungen (z. B. EZ-IO®-Bohrer) die Anwendung der intraossären Infusion wesentlich vereinfacht [4, 17]. Zusammen mit einem gesteigerten Problembewusstsein um den schwierigen Venenzugang beim kleinen Kind, der klaren und verbindlichen Regelung der Einsatzindikationen für den IOZ im Notarztendienst [3] sowie der intensivierten Schulung des Rettungsdienstpersonals in diesen neuen Techniken ist davon auszugehen, dass in Zukunft der IOZ nach initialem ca. „90- bis 120-s-Venen-suchen“ oder etwa 3 erfolglosen Venenpunktionen, häufiger eingesetzt werden wird [3].

Die aktuelle Untersuchung gibt keine Auskunft darüber, ob der Einsatz des IOZ bei dem Patientengut über die untersuchten 20 Jahre zu einem verbesserten Outcome der Patienten geführt hat. Die Tatsache, dass in den letzten Jahren kaum mehr schwer kranke oder schwer verletzte Säuglinge und Kinder ohne intravas-

kulären Zugang primärbehandelt wurden, erlaubte mit dem IOZ eine frühzeitige und damit adäquatere Versorgung dieses Patientenguts mit Medikamenten oder Infusionslösungen und hat damit per se die Qualität der Patientenversorgung in der pädiatrischen Notfallmedizin verbessert [8].

### Fazit für die Praxis

**Die intraossäre Infusionstechnik hat nicht nur in den Richtlinien der pädiatrischen Notfallmedizin, sondern auch in der präklinischen Primärversorgung kritisch kranker und schwer verletzter Kinder die endobronchiale Medikamentenapplikation in die hinteren Reihen verwiesen. Anhand des untersuchten pädiatrischen Patientenguts mit den NA-CA-Schweregraden V–VII konnte gezeigt werden, dass die älteren, weniger effizienten Alternativverfahren zur Applikation von Notfallmedikamenten ab-**

gelöst worden sind und kaum noch kritisch kranke oder schwer verletzte Kinder ohne vaskulären Zugang primärversorgt werden. Die intraossäre Infusionstechnik stellt heute den alternativen Standardgefäßzugang dar, wenn bei pädiatrischen Patienten in der Notfallsituation nicht innerhalb einer nützlichen Frist ein peripherer Venenzugang angelegt werden kann.

### Korrespondenzadresse

Dr. D. Neuhaus



Anästhesieabteilung,  
Universitäts-Kinderkliniken  
Steinwiesstraße 75,  
8032 Zürich, Schweiz  
diego.neuhaus@kispi.uzh.ch  
www.kispi.uzh.ch

**Interessenkonflikt.** Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Literatur

1. American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation (2000) Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Part 10: pediatric advanced life support. *Circulation* 102 [8 Suppl]:291–342
2. American Heart Association (2006) Guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiovascular care (ECC) of pediatric and neonatal patients: pediatric advanced life support. *Pediatrics* 117:e1005–e1028
3. Bernhard M, Gräsner J-T, Gries A et al (2010) Die intraossäre Infusion in der Notfallmedizin. *Anaesth Intensivmed* 51:615–620
4. Brenner T, Bernhard M, Helm M et al (2008) Comparison of two intraosseous infusion systems for adult emergency medical use. *Resuscitation* 78:314–319
5. Donati F, Guay J (2001) No substitute for the intravenous route. *Anesthesiology* 94:1–2
6. Eich C, Russo SG, Heuer JF et al (2009) Characteristics of out-of-hospital paediatric emergencies attended by ambulance- and helicopter-based emergency physicians. *Resuscitation* 80:888–892
7. Helm M, Fischer S, Hauke J et al (2008) Invasive Techniken in der Notfallmedizin. *Notfall Rettungsmed* 11:317–324
8. Helm M, Hauke J, Bippus N, Lampl L (2007) Die intraossäre Punktion in der präklinischen Notfallmedizin. 10-jährige Erfahrung im Luftrettungsdienst. *Anaesthesist* 56:18–24
9. Helm M, Hauke J, Frey W, Lampl L (1999) Der pädiatrische Traumapatient im Luftrettungsdienst. *Notfall Rettungsmed* 2:150–157
10. International Liaison Committee on Resuscitation (2006) The International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) consensus on science with treatment recommendations for pediatric and neonatal patients: pediatric basic and advanced life support. *Pediatrics* 117:e955–e977

11. Kerz T, Dick W (1996) Zugangswege für die Medikamentenapplikation beim Herzkreislaufstillstand. *Anaesthesist* 45:550–565
12. Orłowski JP (1994) Emergency alternatives to intravenous access. Intraosseous, intratracheal, sublingual, and other-site drug administration. *Pediatr Clin North Am* 41:1183–1199
13. Orłowski JP (1984) My kingdom for an intravenous line. *Am J Dis Child* 138:803
14. Orłowski JP, Gallagher JM, Porembka DT (1990) Endotracheal epinephrine is unreliable. *Resuscitation* 19:103–113
15. Rapp HJ, Luiz T, Kuner S, Waschke KF (1997) Anästhesiologisches Management des kindlichen Polytraumas. *Anaesth Intensivmed* 4:191–206
16. Redmond AD (1986) Intraosseous infusion. *Arch Emerg Med* 3:217–219
17. Shavit I, Hoffmann Y, Galbraith R, Waisman Y (2009) Comparison of two mechanical intraosseous infusion devices: a pilot, randomized crossover trial. *Resuscitation* 80:1029–1033
18. Smith R, Davis N, Bouamra O, Lecky F (2005) The utilisation of intraosseous infusion in the resuscitation of paediatric major trauma patients. *Injury* 36:1034–1038; discussion 1039
19. Stenke C (2004) Der Münchner Kinderarzt. Dissertation der medizinischen Fakultät der Universität München, Deutschland
20. Tibballs J (1992) Endotracheal and intraosseous drug administration for paediatric CPR. *Aust Fam Physician* 21:1477–1480
21. Turkel H (1983) Intraosseous infusion. *Am J Dis Child* 137:706
22. Weiss M, Bernoulli L, Zollinger A (2001) Der NACA-Index. Aussagekraft und Stellenwert des modifizierten NACA-Indexes in der präklinischen Schweregraderfassung von Unfallpatienten. *Anaesthesist* 50:150–154
23. Weiss M, Gächter-Angehrn J, Neuhaus D (2007) Intraossäre Infusionstechnik. *Notfall Rettungsmed* 10:99–116
24. Weiss M, Gerber A (2001) The substitute for the intravenous route. *Anesthesiology* 95:1040–1041

Jens Hollmann

### Führungskompetenz für Leitende Ärzte

Motivation, Teamführung, Konfliktmanagement im Krankenhaus

Heidelberg: Springer 2010, 199 S., 30 Abb., (ISBN 978-3-642-05264-4), 44.95 EUR



Das Buch vermittelt einen umfassenden und zugleich detailliert fundierten Ein- und Überblick zu zentralen Themenbereichen ärztlichen Führungshandelns in der Klinik. Der

Autor Jens Hollmann hat die Herausforderungen sauber herausgearbeitet. Die Entwicklung und das Führen eines Teams mit Blick auf die sich ständig verändernden Anforderungen an die Zukunftsfähigkeit von Kliniken einerseits sowie die Ausbildung und Motivation junger Kollegen andererseits werden im Klinikalltag oft beiseite gedrängt. Die Bereitschaft, Konflikte als solche zu erkennen und diese aktiv anzugehen, ist eine Kultur, die in Kliniken wenig entwickelt ist. Die ehemals stark autoritär geprägte Führungskultur hat ihre Spuren hinterlassen: Im gegenwärtigen Wettbewerb ist es schwer geworden, engagierte und verantwortliche Mitarbeiter zu finden. Die Professionalisierung in der Mitarbeiterführung wird somit zu einer entscheidenden Variablen im Überleben einer Abteilung oder einer Klinik. Das Buch richtet sich bewusst an alle leitenden Ärzte, die ihre Führungskompetenz erarbeiten müssen. Sie fällt nicht mehr wie früher als Heiligenschein auf den Kopf des Chefs. Beeindruckt hat mich die Lebendigkeit der Beispiele aus dem Klinikalltag, die das Buch nicht nur kurzweilig gestalten, sondern auch den unmittelbaren Zugang zu den dahinterstehenden arbeitspsychologischen Thesen eröffnen. Mir persönlich haben sich durch die Analyse der beispielhaften Situationen, die jede für sich treffsicher die Klinikrealität widerspiegeln, vollkommen neue Perspektiven auf meinen Arbeitsalltag eröffnet. Die Checklisten und Tests, die die theoretischen Ausführungen sehr sinnvoll ergänzen, sind als Denkanstöße und als

Grundlage eines bewussteren Führens gut geeignet. Jens Hollmann ist es gelungen, den klinischen Alltag und die arbeitspsychologische Perspektive zu praktisch verwertbaren Wissens-Clustern zu modellieren. Ein tolles Standardwerk hoher didaktischer und sprachlicher Güte mit besonderer Klinikrelevanz. Das Buch trifft wirklich eine Lücke.

*Dr. Michael Schmidt  
(Bad Bergzabern)*