

## Risiken und Komplikationen beim Entfernen von regionalanästhesiologischen Schmerzkathetern – Eine systematische Literaturanalyse

### Zusammenfassung

Im Rahmen einer Mitgliederanfrage wurde die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. um eine Einschätzung gebeten, inwieweit im Rahmen der Akutschmerztherapie angelegte regionalanästhesiologische Schmerzkatheter durch nichtärztliches Personal entfernt werden können. Bei der Auseinandersetzung und Diskussion dieser Frage innerhalb der beteiligten wissenschaftlichen Arbeitskreise ergab sich dazu die Notwendigkeit der Darstellung, inwieweit das „Ziehen“ dieser Katheter mit einer besonderen „Gefährlichkeit“ verbunden ist. Ziel dieser Arbeit war es, Komplikationen im Kontext des Entfernens von neuroaxialen und peripher angelegten Schmerzkathetern anhand einer systematischen Literaturanalyse darzustellen.

Dazu wurde eine systematische Literaturrecherche in PubMed getrennt für neuroaxiale und periphere Katheterverfahren durchgeführt. Bei den neuroaxialen Kathetern wurden von ursprünglich 792 Treffern 13, bei den peripheren Schmerzkathetern von ursprünglich 3.022 Treffern 6 inhaltlich relevante Publikationen identifiziert.

Als Komplikationen nach Entfernung wurden Nachblutungen und Hämatome mit einer Inzidenz von 0–0,003 % bei neuroaxialen Kathetern und 0–0,68 % bei peripheren Kathetern berichtet. Selbst nach Entfernung unter antithrombotischer Therapie wurden, außer in Einzelfällen, keine Langzeitfolgen berichtet. Zusätzlich traten Katheterrupturen bei

### Schmerztherapie

#### Pain Therapy

#### Risks and complications associated with the removal of regional anaesthetic pain catheters – a systematic literature survey

J. Aulenkamp<sup>1,2\*</sup> · C. Miller<sup>3,4\*</sup> · T. Steinfeldt<sup>5,6</sup> · W. Koppert<sup>2,7</sup> · J. Erlenwein<sup>2,3,6</sup>

► **Zitierweise:** Aulenkamp J, Miller C, Steinfeldt T, Koppert W, Erlenwein J: Risiken und Komplikationen beim Entfernen von regionalanästhesiologischen Schmerzkathetern – Eine systematische Literaturanalyse. Anästh Intensivmed 2024;65:522–531. DOI: 10.19224/ai2024.522

neuroaxialen Verfahren mit einer Inzidenz von 0,002–0,055 % auf. Bei peripheren Kathetern wurden in 8,4 % der Fälle Rötungen und Schmerzen ohne weitere Folgen und in 0,002–0,13 % der Fälle Katheterverknotungen nach Entfernung berichtet.

Komplikationen können in seltenen Fällen bei der Entfernung von peripheren und neuroaxialen Regionalanästhesiekathetern auftreten. Wenngleich bisher nur wenige Studien zu Komplikationen nach Entfernung vorliegen, lässt die Auswertung derzeit keine besondere Gefährlichkeit erkennen. Die Entfernung regionalanästhesiologischer Katheterverfahren durch nichtärztliches Personal ist nur unter den besonderen Bedingungen der Delegation möglich.

### Summary

The German Society for Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (Deutsche Gesellschaft für Anaesthesiologie und Intensivmedizin) was asked to assess the extent to which regional anaesthetic pain catheters placed as part of acute pain management service can be removed by non-physician personnel. To support the assessment of the extent to which removal of these catheters is associated with a particular ‚risk‘, the aim of this study was to describe complications of removal of neuraxial and peripherally placed pain catheters.

A systematic literature search was performed in PubMed separately for neuraxial and peripheral catheter procedures. Of the original 792 hits for neuraxial

1 Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Essen (AÖR) (Direktor: Prof. Dr. T. Brenner)

2 Wissenschaftlicher Arbeitskreis Schmerzmedizin, Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V., Nürnberg

3 Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Göttingen (Direktor: Prof. Dr. K. Meissner)

4 Neurochirurgische Intensivmedizin, Universitätsklinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich (Direktor: Prof. Dr. C. Thomé)

5 Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerzmedizin, BG Unfallklinik Frankfurt am Main (Direktor: Prof. Dr. T. Steinfeldt)

6 Wissenschaftlicher Arbeitskreis Regionalanästhesie, Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V., Nürnberg

7 Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Medizinische Hochschule Hannover (Direktor: Prof. Dr. W. Koppert)

\* Der Autor und die Autorin haben gleichermaßen zu dieser Arbeit beigetragen.

### Schlüsselwörter

Regionalanästhesie – Lokalanästhesie – Schmerzkatheter – Katheterentfernung – Risiko-einschätzung – Nichtärztliches Personal – Delegation

### Keywords

Anesthesia, Regional – Anesthesia, Local – Neuraxial Catheters – Device Removal – Risk Assessment – Healthcare Assistants – Professional Delegation

catheters, 13 publications with relevant content were identified; of the original 3,022 hits for peripheral pain catheters, 6 publications with relevant content were identified.

Post-removal complications were reported as haemorrhage and haematoma with an incidence of 0–0.003 % for neuraxial catheters and 0–0.68 % for peripheral catheters. Even after removal under antithrombotic therapy, no long-term consequences have been reported except in individual cases. In addition, catheter rupture occurred in neuraxial procedures with an incidence of 0.002–0.055 %. For peripheral catheters, redness and pain were reported in 8.4% of cases, and catheter knotting after removal in 0.002–0.13 % of cases.

In rare cases, complications may occur during the removal of peripheral and neuroaxial regional anaesthetic catheters. Although there are only a few studies on complications after removal, there is currently no evidence to suggest any particular risk. Any delegation of

regional anaesthetic catheter removal procedures to non-physician personnel should proceed under specific conditions only.

## Einleitung

Mehr denn je sind medizinische Prozesse heutzutage durch Arbeitsteilung verschiedener Professionen (ärztlicher und pflegerischer Dienst) und Disziplinen (Fachabteilungen) gekennzeichnet. Dies setzt eine gute und vertrauensvolle sowie klar strukturierte Zusammenarbeit aller Beteiligten voraus. Die Abgrenzung von ärztlichen Leistungen, die trotz des in Deutschland geltenden Arztvorbehaltes nicht immer unbedingt durch die Ärztin oder den Arzt persönlich erfolgen müssen, ergibt im klinischen Alltag zwischen den Professionen immer wieder Fragestellungen, durch wen und unter welchen Voraussetzungen eine spezifische Leistung, wie in diesem Fall das Ziehen von regionalen Schmerzkathetern, erfolgen kann.

Grundsätzlich besteht für die Ausübung der Heilkunde in Deutschland der sogenannte Arztvorbehalt [1]. Somit sind medizinische Leistungen, wenn die Erbringung dieser Leistungen spezifische ärztliche Kenntnisse und Fähigkeiten voraussetzt, der approbierten Ärztin oder dem approbierten Arzt vorbehalten. Ein Teil der ärztlichen Leistungen kann jedoch an nicht-ärztliches Personal delegiert werden, und somit kann bei der Frage nach Delegationsfähigkeit zwischen Leistungen verschiedener Art unterschieden werden. Bestimmte Tätigkeiten sind unter bestimmten Umständen delegierbar und andere Leistungen des sogenannten ärztlichen Kernbereichs sind grundsätzlich nicht delegierbar. Diese sind von der Ärztin oder dem Arzt persönlich zu erbringen (z. B. ärztliche Untersuchung, medizinische Aufklärung, Diagnose- und Indikationsstellung, Therapieplanung, Festlegung (Auswahl, Dosierung von Medikamenten) und Überwachung einer medikamentösen Therapie) [1]. Delegation setzt dabei voraus, dass die Ärztin oder der Arzt nach erfolgter

persönlicher Anamnese und Aufklärung die Leistungen 1) anordnet, 2) beaufsichtigt und 3) die Umsetzung überwacht. Bei der Frage nach Delegationsfähigkeit von Leistungen steht mit im Vordergrund, dass die Delegation stets „unter dem strikten Vorbehalt [steht], dass mit ihr keinerlei zusätzliche Risikoerhöhung für den Patienten verbunden sein darf“ [2]. Bei der Frage der grundsätzlichen Delegierbarkeit steht somit zunächst im Fokus, inwieweit die Leistung im **speziellen Fall** ein besonderes Risiko aufweist und die unmittelbare Anwesenheit der Ärztin oder des Arztes erfordert. Bei der **allgemeinen Einschätzung**, ob eine Leistung delegierbar ist oder nicht, steht in gewissem Maße die Frage nach der Komplexität und der „Gefährlichkeit“ für die betroffenen Patientinnen und Patienten bei der Durchführung der Leistung im Vordergrund und ob die Erbringung dieser speziellen Leistung spezifische ärztliche Kenntnisse und Fähigkeiten voraussetzt [1,3–5].

Auch die Akutschmerztherapie ist eine interprofessionelle und interdisziplinäre Aufgabe und bietet somit interprofessionelle und interdisziplinäre Schnittstellen und Aufgabenteilung. Im konkreten Fall wurde an die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI) die Frage gerichtet, inwieweit im Rahmen der Akutschmerztherapie regionalanästhesiologische Schmerzkatheter durch nichtärztliches Personal gezogen werden können. Da zu der Frage, inwieweit mit dem Ziehen von solchen Kathetern eine besondere Gefährlichkeit einhergeht, aktuell bisher keine systematische Übersicht und Analyse vorlag, war zur Unterstützung der Einschätzung das Ziel dieser Arbeit, Risiken und Komplikationen beim Entfernen von neuroaxial und peripher angelegten Schmerzkathetern aus der verfügbaren aktuellen Literatur darzustellen.

## Methodik

Zur Darstellung eines Überblicks zum Auftreten von Komplikationen im Kontext der Entfernung von neuroaxial und peripher angelegten regionalanästhesiologischen Schmerzkathetern wurde eine systematische Literaturanalyse durch-

geführt. Dazu wurde eine definierte Literaturabfrage auf PubMed mit den Stichtagen 01.07.2023 bzw. 02.09.2023 durchgeführt. Die Abfrage erfolgte getrennt sowohl für neuroaxiale als auch für periphere Katheterverfahren. Ein Ethikvotum oder die Registrierung in einer klinischen Studiendatenbank war dafür nicht erforderlich.

Für neuroaxiale Verfahren wurden durch den Query „(peridural OR epidural[Title/Abstract]) AND cathet\*[Title/Abstract] AND remov\*[Title/Abstract]“ 792 thematische Publikationen identifiziert. Bereinigt um eine Aktualität innerhalb der letzten zehn Jahre verblieben 307 Publikationen in der Auswahl, wovon anschließend jene 74 Publikationen manuell gesichtet wurden, welche in Fachzeitschriften der Journal-Citation-Reports-Kategorie „Anesthesiology and Pain Medicine“ erschienen waren. In die Analyse auf inhaltliche Relevanz durch zwei Autoren (C. M., J. A.) wurden diejenigen 71 Publikationen eingeschlossen, für die ein DIGITAL OBJECT IDENTIFIER vorlag. Im Fall von weiterführenden Angaben wurden darüber hinaus deren Zitierungen und Referenzen gesichtet.

Für periphere Verfahren wurden durch den Query „peripher\* OR nerv\*[Title/Abstract] AND cathet\*[Title/Abstract] AND remov\*[Title/Abstract]“ 3.022 Publikationen identifiziert. Die Suchergebnisse wurden ebenfalls um die Aktualität innerhalb der letzten zehn Jahre bereinigt, sodass 1.249 Publikationen vorlagen. Gemäß der vorangegangenen Literatursuche für neuroaxiale Verfahren wurden die Publikationen, die in einer Fachzeitschrift der Journal-Citation-Reports-Kategorie „Anesthesiology and Pain Medicine“ erschienen sind (n=70), auf inhaltliche Relevanz überprüft. Ebenfalls wurden im Fall von weiterführenden Angaben deren Zitierungen und Referenzen gesichtet und gegebenenfalls mit in die Auswertung einbezogen.

In die systematische Literaturanalyse wurden prospektive und retrospektive Studien, Registeranalysen sowie Übersichtsarbeiten von Fallberichten einbezogen, in denen Daten zu Komplikationen im Rahmen der Entfernung von neuroaxialen oder peripheren Nervenka-

thetern berücksichtigt wurden. Einzelne Fallberichte wurden in der systematischen Suche nicht in den Ergebnissen berücksichtigt, aber teilweise in der Diskussion angeführt. Die Darstellung erfolgte deskriptiv. Aufgrund des nicht konfirmatorischen Charakters dieser systematischen Literaturanalyse erfolgte keine statistische Analyse.

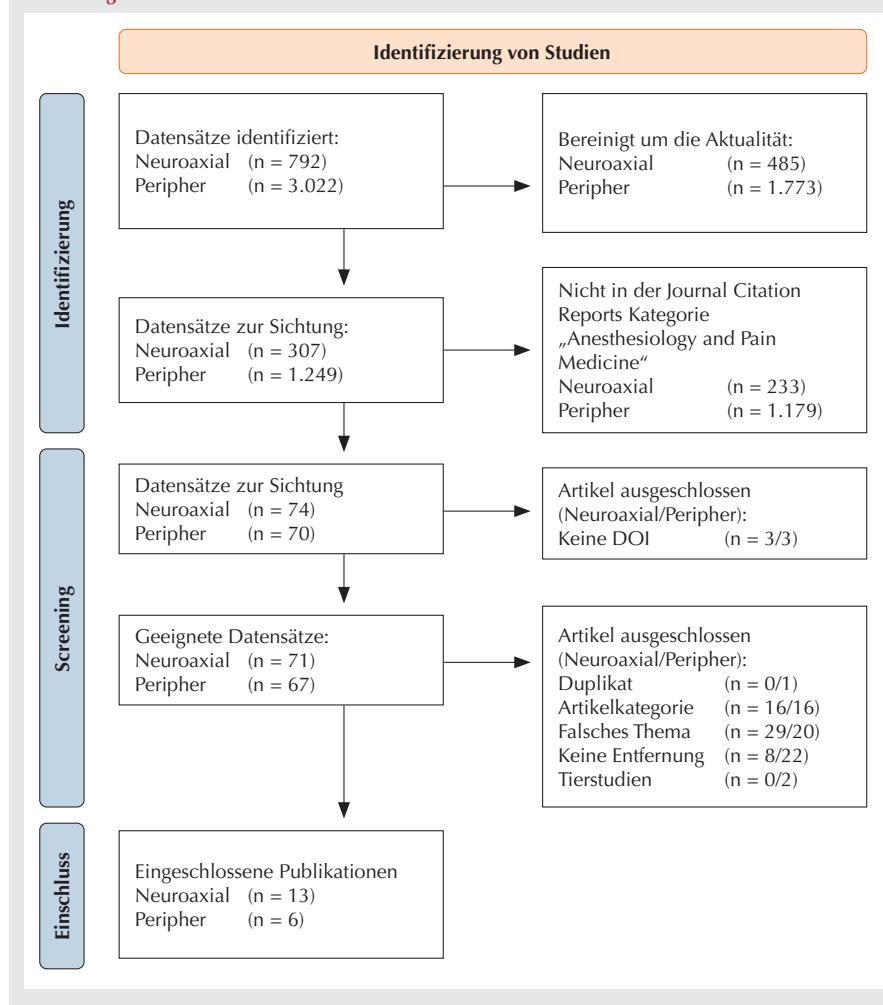
## Ergebnisse

Für Neuroaxialkatheter ergaben sich in der systematischen Literaturanalyse 13 inhaltlich relevante Veröffentlichungen, für periphere Schmerzkatheter 6 (Abb. 1). Die Ergebnisse der Arbeiten bzgl. aufgetretener Komplikationen im Kontext des Entfernens von Schmerzkathetern zeigt Tabelle 1.

## Hämatome und Blutungskomplikationen bei neuroaxialen Verfahren

Vier Studien widmeten sich gezielt der Fragestellung von Prävalenzen von Blutungskomplikationen bei der Entfernung von Neuroaxialkathetern, meist im Kontext zu Fragen der Gerinnung. Liu et al. untersuchten die Entfernung epiduraler Katheter bei Patientinnen und Patienten mit erhöhter INR (International Normalized Ratio). Dabei wurde unter 4.365 Patienten keine Entstehung eines spinalen Hämatoms beobachtet [6]. Pace et al. beobachteten bei 3.523 neuroaxialen Kathetern kein Hämatom, unabhängig davon, ob unfraktioniertes Heparin subkutan zwei- oder dreimal täglich zur Thromboseprophylaxe appliziert wurde und obwohl bei 186 Patienten hierunter die Partielle Thromboplastinzeit (PTT) verlängert war [7]. Takita et al. fanden bei 149 Patienten mit Neuroaxialkatheter bei Hepatektomie zwar erhöhte Prävalenzen an Thrombozytopenien, jedoch kein epidurales Hämatom [8]. Miyazaki et al. fassten 40 Berichte über epidurale Hämatome von 1952 bis 2000 zusammen und fanden eine antikoagulative Therapie in 23 Fällen sowie Koagulopathien oder Leberfunktionsstörungen in weiteren 5 Fällen als Ursache [9]. Guler et al. berichteten von zwei Patienten unter 11.600, die nach Entfernung eines neuroaxialen Katheters ein epidurales Hämatom entwickelten

Abbildung 1



[10]. Da beide abnormale Gerinnungsparameter aufwiesen, wurde die Prävalenz von epiduralem Hämatomen bei Patienten mit Koagulopathien mit 1:315 [95 %-KI 1:87 – 1:2.597] beziffert [10]. Bei thrombozytopenen Patientinnen und Patienten beschrieben Bauer et al. 2020 eine Prävalenz von epiduralem Hämatomen nach lumbalen neuroaxialen Prozeduren mit 1:7.509 [11]. Rosencher et al. untersuchten die Inzidenz neuroaxialer Hämatome nach totalem Hüft- oder Knieersatz und verglichen Rivaroxaban als Antikoagulans mit Enoxaparin [12]. In der Enoxaparin-Gruppe trat bei einer Patientin von 1.160 mit Nierenschädigung ein spinales Hämatom nach Entfernung eines Neuroaxialkatheters auf, während in der Vergleichskohorte (n=1.141) keines auftrat [12]. In einer

Analyse der Registerdaten des **Netzwerks zur Sicherheit in der Regionalanästhesie und Akutschmerztherapie** wurde bei 33.142 nicht obstruktiven Epidural-blockaden über einen Zeitraum von zwei Jahren die Entwicklung von zwei Hämatomen im Zusammenhang mit der Katheterentfernung beschrieben [13].

### Katheterabrisse bei neuroaxialen Verfahren

Crawford berichtete in den 1980er-Jahren von zwölf Katheterabrisse bei 27.000 geburtshilflichen Patientinnen [14], während Collier in den 1990er-Jahren von einem Fall bei 60.000 Patientinnen berichtete [15]. Als Hauptgrund für den Rückgang der Prävalenz von Katheterabrisse wurde hier die Weiterentwicklung des Materials genannt [15].

In den letzten zehn Jahren berichtete eine retrospektive Untersuchung von 7.273 Patientinnen und Patienten mit postoperativ angelegten, nicht geburtshilflichen thorakalen Neuroaxialkathetern von vier Patienten mit Abrissen des Katheters bei Entfernung (Prävalenz 1:1.818) [16]. Die Fragmente waren zwischen 1,5 und 12 cm lang, wobei drei Katheter rupturiert sind und einer akzidentiell durchgeschnitten wurde. Bei allen vier Patienten verblieben die Fragmente *in situ*, verursachten jedoch bis zum jeweiligen Tod der Patientinnen und Patienten keine klinischen Probleme [16]. In einer kürzlich durchgeföhrten Übersicht über Fallberichte konnten in der Literatur insgesamt 59 Fälle mit verknöten und festsitzenden Kathetern identifiziert werden. In der überwiegenden Mehrheit der Fälle konnte der Knoten durch Zug gelöst werden, wobei in ca. 30 % der Fälle ein chirurgischer Eingriff erforderlich war. In einem geringen Teil der Fälle verblieb der Knoten *in situ* [17].

### Komplikationen im Zusammenhang mit der Entfernung peripherer Nervenkatheter

Zu den beschriebenen Komplikationen nach Entfernung des peripheren Nervenkatheters gehören Rötung, Schmerz [18] oder Hämatom [19–21] an der Einstichstelle (Tab. 1). Zudem wurden verknöte Katheter beschrieben (0,002–0,13 % [22,23]), die die Entfernung des peripheren Nervenkatheters erschweren können. Die Komplikation einer Rötung oder Schmerzen an der Einstichstelle nach Katheterentfernung wurde in einer prospektiven Studie bei 1:12 (95 %-KI 1:10,1 – 1:14,3) ambulant versorgten Patientinnen und Patienten mit interskalären Kathetern berichtet [18]. In drei Fällen kam es zu einer zusätzlichen eitrigen Sekretion an der ehemaligen Kathetereinstichstelle, woraufhin bei einem dieser Patienten eine orale Antibiotikatherapie durchgeföhrte wurde.

Nachblutungen oder Hämatome werden nach der Entfernung peripherer Katheter, auch unter antithrombotischer Medikation, selten beschrieben. Im Rahmen einer retrospektiven Analyse von 6.935 peripheren Nervenblockaden und Kathet-

**Tabelle 1**

Übersicht über die möglichen Komplikationen bei Entfernung eines neuroaxialen oder peripheren Nervenkatheters, dargestellt sind prospektive oder retrospektive Studien sowie Übersichtsarbeiten von Fallberichten.

Komplikation	Jahr	Studiendesign	Prävalenz (wenn angegeben)	Patientenpopulation	Behandlung	Besonderheit	
<b>Neuroaxiale Regionalanästhesiekatheter</b>							
<b>Epidurales Hämatom</b>	2020	Review	0,0001 %	Diverse operative und geburtshilfliche Eingriffe	Nicht berichtet	Patienten mit Thrombozytopenie	Bauer et al.
	2015	Retrospektive Analyse	0,003 %	Diverse operative Eingriffe	Nicht berichtet	Patienten mit abnormalen Gerinnungsparametern	Gulur et al.
	2014	Prospektive Observationsstudie	0 %	Diverse nicht-orthopädische Eingriffe	Nicht erforderlich	-	Pace et al.
	2013	Retrospektive Analyse	0 %	Hepatektomien	Nicht erforderlich	Erhöhte Prävalenz von Thrombozytopenien	Takita et al.
	2013	Sekundäre Analyse mehrerer prospektiver Studien	0,001 %	Knie- oder Hüftgelenkersatz	Chirurgische Intervention	1x tgl. 40 mg Enoxaparin subcutan Betroffener Patient: schwere Niereninsuffizienz	Rosenthaler et al.
	2012	Registerdaten	0,00001 %	Diverse nicht-geburtshilfliche Eingriffe	Chirurgische Intervention	-	Volk et al.
	2011	Prospektive & retrospektive Observationsstudie	0 %	Knie- oder Hüftgelenkersatz	Nicht erforderlich	INRs zwischen 1,5 und 5,9 bei täglicher Warfarin-Thromboseprophylaxe	Lui et al.
	2005	Review von Fallberichten	24/40 Fallberichten	Diverse operative Eingriffe	Beobachtung oder chirurgische Intervention	57,5 % gerinnungshemmende Therapie und 12,5 % Koagulopathie oder Leberfunktionsstörung	Miyazaki et al.
<b>Katheter-Abrisse</b>	2016	Prospektive Observationsstudie	0,055 %	Diverse operative Eingriffe	Beobachtung	Ein Katheter wurde beim Entfernen durchgeschnitten und ein anderer Katheter durch eine fest angelegte Naht beschädigt	Hösslin et al.
	2000	Retrospektive Analyse	0,002 %	Geburtshilfliche Eingriffe	Nicht berichtet	-	Collier
	1985	Retrospektive Analyse	0,04 %	Geburtshilfliche Eingriffe	Beobachtung	-	Crawford
<b>Verknotete und festsitzende Katheter</b>	2023	Review von Fallberichten	59 Fallberichte	Diverse operative Eingriffe	47,5 % Entfernung durch Zug, 30,5 % chirurgische Intervention, 13,6 % insitu verblieben, 8,5 % Sonstiges	-	Khadka et al.
<b>Abgescherte Katheter</b>	2007	Review von Fallberichten	Nicht berichtet	Diverse operative Eingriffe	Nicht berichtet	Wenige Fallberichte	Mitra & Fleischmann
<b>Periphere Regionalanästhesiekatheter</b>							
<b>Rötung &amp; Schmerzen</b>	2016	Prospektive Observationsstudie	8,4 %	Patienten mit interskalenärer Plexusblockade nach Schulteroperationen	Beobachtung, ein Patient benötigte orale Antibiotika	-	Fredrickson et al.
<b>Hämatom</b>	2022	Retrospektive Analyse	0,68 %	Patienten mit unterschiedlicher antithrombotischer Medikation bei Amputation der unteren Gliedmaßen	Transfusion eines Erythrozytenkonzentrates	-	Wardhan et al.
	2008	Retrospektive Analyse	0 %	Knie- oder Hüftgelenkersatz	Nicht erforderlich	Patienten mit Thromboseprophylaxe mit niedermolekularem Heparin, Warfarin und Aspirin	Chelly et al.
<b>Nachblutung</b>	2014	Prospektive Observationsstudie	0,004 %	Patienten mit totalem Knieersatz, 1x tgl. Rivaroxaban 10 mg	Beobachtung	-	Idestrup et al.
<b>Verknotete Katheter</b>	2007	Retrospektive Analyse	0,13 %	Hauptsächlich totaler Kniegelenkersatz	1 Entfernung durch Zug, 7 geführte Fluoroskopien	Betroffene Katheter: 1 axillär, 1 Fascia iliaca und 6 femoral	Burgher et al.
	2006	Retrospektive Analyse	0,002 %	Diverse orthopädische Eingriffe	Entfernung durch Zug	-	Svenson et al.

teranlagen, die unter Gabe von Warfarin (50,0 %), Fondaparinux (12,8 %), Dalteparin (11,6 %), Enoxaparin (1,8 %) und Acetylsalicylsäure (23,8 %) durchgeführt und entfernt wurden, konnte kein perineurales Hämatom festgestellt werden [24]. In einer retrospektiven Studie berichteten Wardhan et al. über die Prävalenz von Hämatomen bei Femoraliskathetern bei 1:146 Patientinnen und Patienten unter antithrombotischer Therapie (0,68 %, 95 %-KI 0,02–3,76 % [21]). In der Folge benötigte ein Patient im Verlauf eine Bluttransfusion. Im Gegensatz dazu konnten Idestrup et al. in einer prospektiven Beobachtungsstudie mit 504 Teilnehmenden zeigen, dass sich trotz Fortführung der Therapie mit täglich 10 mg Rivaroxaban nach femoraler Katheterentfernung keine Hämatome entwickelten [20]. Bei zwei dieser Patienten traten hingegen während der Katheterentfernung Nachblutungen auf, die spontan sistierten.

Burgher et al. berichteten über 8 von 5.964 (0,13 %) verknoteten Kathetern, die nicht am Krankenbett entfernt werden konnten, sodass eine röntgengesteuerte Entfernung und bei einem Patienten eine 2 cm lange Inzision erforderlich waren [23]. In einer weiteren retrospektiven Analyse von Swenson et al. traten verknotete Katheter nach diversen orthopädischen Eingriffen nur in 1:620 (0,002 %) Fällen auf [22].

## Diskussion

Wie unsere systematische Literaturanalyse zeigt, können genau wie bei der Anlage auch bei der Entfernung peripherer und neuroaxialer (regionalanästhesiologischer) Schmerzkatheter Kompli-

kationen auftreten (Abb. 2). Relevante Komplikationen bei Katheterentfernung scheinen, soweit es die verfügbare Literatur widerspiegelt, verhältnismäßig selten zu sein. Bei neuroaxialen Kathetern umfassen die berichteten Ereignisse vorwiegend peridurale Blutungen und Infektionen der Einstichstelle. Bei der Entfernung von peripheren Kathetern sind, wenn Komplikationen im Kontext des Entfernen auftreten, den Berichten nach ebenfalls vor allem Blutungskomplikationen und Infekte zu erwarten, wobei diese unmittelbar nach dem Ziehen kaum mit relevanten Gefährdungen für die Patientinnen und Patienten einhergehen. Alles in allem stehen eher Folgen im Vordergrund, die erst mit einer gewissen zeitlichen Latenz nach dem Ziehen auftreten bzw. klinisch ersichtlich werden.

Die Identifikation der Art der Komplikationen und die Einschätzung, dass diese mit gewisser zeitlicher Latenz auftreten, spiegelt sich über die systematische Literaturanalyse hinaus auch in den von uns gefundenen (für die systematische

Literaturanalyse ausgeschlossenen) Einzelfallberichten und Kasuistiken wider. Hier standen Blutungskomplikationen auch meist im Zusammenhang mit Gerinnungsauffälligkeiten, beispielsweise einem epiduralen Hämatom nach Entfernung eines neuroaxialen Katheters nach Einmalgabe von Clopidogrel [25] oder einer transienten Paraplegie nach Katheterentfernung bei einer Patientin mit Nierenschädigung, die mit nichtsteroidalen Antirheumatika (NSAID) und niedermolekularem Heparin (NMH) therapiert wurde [26]. Umegaki et al. berichteten von einem kurzfristig entstandenen spinalen Hämatom nach Entfernung eines thorakalen Neuroaxialkatheters bei einem Patienten mit Ösophaguskarzinom [27]. Ladha et al. berichteten von einer Patientin mit spinalem Hämatom 24 Stunden nach Entfernung eines thorakalen Neuroaxialkatheters bei unerwarteter Vitamin-K-Mangelsituation [28]. Elterman et al. fanden unter 127 untersuchten Patientinnen und Patienten nach Hepatektomie keine spinalen Hämatome, wobei 40 davon vor Entfernung mit Vitamin K oder

Abbildung 2

Rötung & Schmerzen	Nachblutung & Hämatome	Verknotete Katheter	Abgescherte Katheter
			
Neuroaxial: n.b. Peripher: 8,4 %	0,0 % – 0,003 % 0,0 % – 0,68 %	n.b. 0,002 % – 0,13 %	0,002 % – 0,055 % n.b.

Fresh-Frozen-Plasma therapiert wurden, um den INR-Wert zu korrigieren [29]. Bei neun dieser Patienten wurde der Neuroaxialkatheter trotz zu niedriger Thrombozytenzahl oder zu hohem INR-Wert entfernt [29].

Bezüglich der in der systematischen Literaturanalyse erfassten Komplikation des Katheterabisses testeten Kim et al. die Auswirkungen der Körperpositionierung von Patientinnen und Patienten bei Entfernung lumbaler Neuroaxialkatheter, wobei zwar höhere Zugkräfte bei sitzenden Personen im Gegensatz zu seitlich liegenden nötig waren, jedoch keine Katheterabrisse in 78 Fällen beschrieben wurden [30]. Weitere Kasuistiken wie von Shah et al. über eine Ruptur eines drahtverstärkten Neuroaxialkatheters in der Geburtshilfe zeigten, dass ein Protokoll als Anleitung bei Problemen während der Entfernung Abhilfe schaffen konnte [31]. Obwohl vereinzelte Publikationen von spinalen Abszessen (1:7.273 [16] bzw. 1:2.907 [32]) oder Katheter-assoziierten Infektionen (1:27 [33]) nach Entfernung eines Neuroaxialkatheters berichteten, wurde kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der jeweiligen Infektion und dem Procedere des Entfernens der Neuroaxialkatheter berichtet und es bestand auch hier die oben von uns beschriebene zeitliche Latenz, die bzgl. der Frage von Komplikationen beim unmittelbaren Entfernen nachrangig ist.

Nur wenige kontrollierte Studien und einige Kasuistiken widmeten sich der Evaluation einzelner Komplikationen nach der Entfernung peripherer Nervenkatheter. Vielmehr konnte sich die Entfernung eines peripheren Katheters auch als eine direkte Folge anderer Komplikationen, z. B. bei Anzeichen einer Infektion mit zunehmender Liegedauer [34–36] oder bei neurologischen Auffälligkeiten [37], darstellen. Bei peripheren Kathetern fand sich über die Zielseitung unserer Analyse und der dazu eingeschlossenen Literatur in Fallberichten zudem das Thema der akzidentiellen Entfernung peripherer Nervenkatheter als beschriebene Komplikation der Liegedauer [22,38,39]. Je nach Patienten-

kollektiv findet sich diese in 0,3–17,1 % der Fälle, mit größerer Häufigkeit beispielsweise bei Kindern (5,8 %) [40], geriatrischen Patientinnen und Patienten (17,1 %) [41] oder in Abhängigkeit von der Art der Fixierung [42] auch häufiger. Dies kann zu einer unzureichenden Analgesie führen [22,36], die eine erneute Katheteranlage erforderlich macht, trifft aber nicht die hier fokussierte Problematik des gezielten Ziehens.

Ein für das geplante Ziehen sehr relevantes Problem, welches neben einer in die Analyse eingeschlossenen Studie in einzelnen Kasuistiken beschrieben wird, sind Knotenbildungen oder Katheterschlingen und Knicke [22,43–45]. Ein verknoteter Katheter kann die Katheterentfernung erheblich erschweren, wenn das Ziehen des Katheters trotz Spannung oder Umlagerung der Patientinnen und Patienten erfolglos bleibt.

Ebenfalls nur in Kasuistiken beschrieben ist das Verbleiben von Fragmenten peripherer Nervenkatheter im Körper nach Katheterentfernung [35,46–48]. Neben dem Abscheren des Katheters beim Zurückziehen über eine scharfe Punktionsnadel kann es auch beim Entfernen eines mit Nähten fixierten Katheters zum Durchtrennen des Katheters kommen [46]. Verletzungen des Katheters mit nachfolgenden Problemen bei der Entfernung sind auch möglich, wenn der Katheter bei der Anlage durch die Nadel zum Tunneln verletzt wurde [47]. Bei getunnelten oder doppelt getunnelten Kathetern ist zu beachten, dass ein höherer Kraftaufwand erforderlich ist, um den Katheter zu entfernen [49]. Das Durchtrennen des Katheters hat zur Folge, dass der im Patienten verbleibende Teil unter der Haut verbleibt. Bergman et al. gaben hierfür eine Prävalenz von 1:405 bei axillären Plexuskathetern an [35]. Das Durchtrennen oder Abreißen des Katheters kann, gemäß weniger Kasuistiken [35,46,48], zu neurologischen Symptomen führen [50]. In einer Kasuistik wurde über Langzeitkomplikationen nach Nervenkatherenterfernung berichtet [51]. Ein 14 cm langes Katheterfragment wanderte im Laufe der Jahre nach interskalenärem Plexuskatheter

unbemerkt nach zentral und führte bei der Patientin zu neurologischen Symptomen. Abtrennungen von Katheteranteilen und erschwerete Entfernung bei Knotenbildung sind aber entsprechend der vorliegenden Ergebnisse eher als selten auftretende Komplikationen einzustufen.

Aus klinischer Perspektive steht entsprechend der Ergebnisse unserer Analyse und der verfügbaren fallbezogenen Literatur beim unmittelbaren Ziehen des Katheters im Handeln der Mitarbeiterinnen die Sicherstellung der kompletten Entfernung des Materials und des Erkennens und fachgerechten Reagierens auf unmittelbare Komplikationen im Vordergrund. Eine wesentliche Limitation unserer systematischen Literaturanalyse ist, dass diese bezüglich der dargestellten Ergebnisse keine Kausalität darzustellen vermag. Dies ist von besonderer Bedeutung in Studien, die beispielsweise Blutungskomplikationen in Abhängigkeit von der Thrombozytenzahl darstellten. Zudem ist aus den bekannten Daten oft nicht zu differenzieren, wann diese Komplikationen im Zeitverlauf auftraten. Bezuglich dieser Limitation von Risiken bei der Anlage respektive der Entfernung sei ergänzend auf die ESAIC Guideline verwiesen, die explizit darauf hinweist, dass Anlage und Entfernung gleich behandelt werden sollen, es dazu aber kaum hinterlegte Daten gibt [52]. Zudem sei zu der Häufigkeit von Komplikationen als Limitationen angemerkt, dass die einbezogenen Kasuistiken zwar Hinweise auf die Art von Komplikationen zulassen, jedoch keinen Rückschluss auf Prävalenzen.

Somit ist aus Sicht der Autorinnen und Autoren der unmittelbare Prozess des Katheterziehens beim Regelpatienten als Maßnahme ohne besondere Gefährlichkeit oder Risikoerhöhung einzuschätzen, welche per se die Anwesenheit einer Ärztin oder eines Arztes erfordert. Eine besondere „Gefährlichkeit“ bei diesem Vorgang ist anhand der vorliegenden und ausgewerteten Literatur nicht ersichtlich. Die in der ausgewerteten Literatur erfassten und beschriebenen Komplikationen stehen vermutlich nicht in direktem Zusammenhang des Handels

nichtärztlicher Mitarbeitenden und sind vermutlich auch nicht durch das Ziehen durch die Ärztin / den Arzt abwendbar. Im Kontext der Delegation liegen aus Sicht der Autorinnen und Autoren somit keine gesonderten Umstände vor, vor deren Hintergrund unter den oben skizzierten Voraussetzungen der Delegation nach Indikationsstellung das Ziehen auf nichtärztliche Mitarbeitende nicht delegierbar wäre. Ob eine Leistung außerhalb des ärztlichen Kernbereichs (grundsätzlich delegierfähig) im individuellen Fall delegierbar ist, unterliegt in der Praxis jedoch stets einer Einzelfallprüfung und erfordert eine individuelle Einschätzung – auch situativ – durch die Ärztin oder den Arzt.

Die nichtärztlichen Mitarbeitenden sollten jedoch – analog zur Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI) zu qualifikatorischen und organisatorischen Voraussetzungen für Schmerzdienste in Krankenhäusern – Pflegefachpersonen sein und eine entsprechende Qualifikation und Erfahrung im Schmerzdienst innehaben und entsprechend angeleitet werden [1]. Für peripher Katheter sei an dieser Stelle auch darauf verwiesen, dass es z. B. in den USA üblich ist, Patientinnen und Patienten (Kinder eingeschlossen) nach ambulanten Eingriffen mit laufenden (Katheter-)Verfahren nach Hause zu entlassen und anhand von Patienteninformationen anzuleiten, die Katheter selbst zu ziehen (bzw. Eltern diese Maßnahme bei ihren Kindern vornehmen) [22].

Von hoher Relevanz ist die explizite Information und Aufklärung der Patientinnen und Patienten bezüglich möglicher Symptome nach Katheterentfernung und eine konkrete Handlungsanweisung, z. B. sich bei deren Auftreten beim Stationspersonal zu melden. Zudem müssen Mitarbeitende der stationären Versorgungsbereiche geschult sein und sensibilisiert werden hinsichtlich klinischer Symptome, die nach Katheterentfernung auf Komplikationen hinweisen können.

Analog hierzu sind für ambulante Patientinnen und Patienten konkrete Informationen und Anlaufstellen erforderlich, sodass bei auftretenden Symptomen kurzfristig z. B. die Notaufnahme des Krankenhauses oder der Dienstbarzt kontaktiert werden können.

### Schlussfolgerung

**Komplikationen können genau wie bei der Anlage auch unmittelbar nach der Entfernung peripherer und neuroaxialer regionalanästhesiologischer Katheter auftreten. Diese scheinen jedoch anhand der verfügbaren Literatur selten zu sein. Somit ist anhand der Auswertung keine besondere Gefährlichkeit ersichtlich. Daher sollte die Delegation des Ziehens von regionalanästhesiologischen Kathetern an nichtärztliche Mitarbeitende unter den besonderen Bedingungen der Delegation möglich sein.**

## Interessenkonflikte

JA: Förderung über das Clinician Scientist Programm UMEA des Universitätsklinikums Essen (FU 356/12-2); Deutsche Schmerzgesellschaft e. V., Berlin (Sprecherin Junge Schmerzgesellschaft); Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V., Nürnberg (Wiss. AK Schmerzmedizin)

CM: Kein Interessenkonflikt

TS: Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V., Nürnberg (1. Sprecher des Wiss. AK Regionalanästhesie)

WK: Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V., Nürnberg; Deutsche Schmerzgesellschaft e. V., Berlin (Mitglied des Präsidiums, Sprecher des Fachbeirats)

JE: Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V., Nürnberg (Mitglied engeres Präsidium, Sektionsprecher Schmerzmedizin, 1. Sprecher Wiss. AK Schmerzmedizin); Deutsche Schmerzgesellschaft e. V., Berlin (2. Sprecher AK Akutschmerz, Koordinator Akutschmerzkurse, Ad-hoc-Kommission Kongressfortbildung); Konsortialpartner G-BA-Innovationsfond Projekt POET-Pain

## Literatur

- Erlenwein J, Moroder A, Biermann E, Petzke F, Ehlers APF, Bitter H, et al: Delegation ärztlicher Tätigkeiten in der Akutschmerztherapie. *Anaesthesia* 2018;67:38–46
- Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V., Berufsverband Deutscher Anästhesisten e. V.: Ärztliche Kernkompetenz und Delegation in der Anästhesie; 2007. URL: <https://www.bda.de/docman/alle-dokumente-fuer-suchindex/oeffentlich/empfehlungen/558-aerztliche-kernkompetenz-und-delegation-in-der-anaesthesia/file.html> (Zugriffsdatum: 07.03.2024)
- Großkopf V, Mendoza E: Arzthaftung bei delegierbaren Leistungen. *Phlebologie* 2021;50:343–355
- Bundesärztekammer und Kassenärztliche Bundesvereinigung: Persönliche Leistungserbringung. *Dtsch Arztebl* 2008;105:A2173–A2180
- Gerst T: Delegation und Substitution: Wer wann wo behandeln darf. *Dtsch Arztebl* 2015;112:A402–403
- Liu SS, Buvanendran A, Viscusi ER, Hutton E, Lubenow T, Zhou J, et al: Uncomplicated removal of epidural catheters in 4365 patients with international normalized ratio greater than 1.4 during initiation of warfarin therapy. *Reg Anesth Pain Med* 2011;36:231–235
- Pace M, Koury K, Gulur P: Epidurals in patients receiving thromboprophylaxis with unfractionated heparin three times a day: the value of activated partial thromboplastin time testing. *Anesth Analg* 2014;119:1215–1218
- Takita K, Uchida Y, Hase T, Kamiyama T, Morimoto Y: Co-existing liver disease increases the risk of postoperative thrombocytopenia in patients undergoing hepatic resection: implications for the risk of epidural hematoma associated with the removal of an epidural catheter. *J Anesth* 2014;28:554–558
- Miyazaki M, Takasita M, Matsumoto H, Sonoda H, Tsumura H, Torisu T: Spinal epidural hematoma after removal of an epidural catheter: case report and review of the literature. *J Spinal Disord Tech* 2005;18:547–551
- Gulur P, Tsui B, Pathak R, Koury KM, Lee H: Retrospective analysis of the incidence of epidural haematoma in patients with epidural catheters and abnormal coagulation parameters. *Br J Anaesth* 2015;114:808–811
- Bauer ME, Toledano RD, Houle T, Beilin Y, MacEachern M, McCabe M, et al: Lumbar neuraxial procedures in thrombocytopenic patients across populations: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Anesth* 2020;61:109666
- Rosencher N, Llau JV, Mueck W, Loewe A, Berkowitz SD, Homering M: Incidence of neuraxial haematoma after total hip or knee surgery: RECORD programme (rivaroxaban vs. enoxaparin). *Acta Anaesthesiol Scand* 2013;57:565–572
- Volk T, Wolf A, van Aken H, Bürkle H, Wiebalck A, Steinfeldt T: Incidence of spinal haematoma after epidural puncture: analysis from the German network for safety in regional anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 2012;29:170–176
- Crawford JS: Some maternal complications of epidural analgesia for labour. *Anaesthesia* 1985;40:1219–1225
- Collier C: Epidural catheter breakage: a possible mechanism. *Int J Obstet Anesth* 2000;9:87–93
- von Hösslin T, Imboden P, Lüthi A, Rozanski MJ, Schnider TW, Filipovic M: Adverse events of postoperative thoracic epidural analgesia: A retrospective analysis of 7273 cases in a tertiary care teaching hospital. *Eur J Anaesthesiol* 2016;33:708–714
- Khadka B, Sharma A, Regmi A, Ghimire A, Bhattacharai PR: Removing knotted or stuck epidural catheters: a systematic review of case reports. *Anesth Pain Med* 2023;18:315–324
- Fredrickson MJ, Leightley P, Wong A, Chaddock M, Abeysekera A, Frampton C: An analysis of 1505 consecutive patients receiving continuous interscalene analgesia at home: a multicentre prospective safety study. *Anaesthesia* 2016;71:373–379
- Weller RS, Gerancher JC, Crews JC, Wade KL: Extensive retroperitoneal hematoma without neurologic deficit in two patients who underwent lumbar plexus block and were later anticoagulated. *Anesthesiology* 2003;98:581–585
- Idestrup C, Sawhney M, Nix C, Kiss A: The incidence of hematoma formation in patients with continuous femoral catheters following total knee arthroplasty while receiving rivaroxaban as thromboprophylaxis: an observational study. *Reg Anesth Pain Med* 2014;39:414–417
- Wardhan R, Michel R, Vasilopoulos T, Yen E: Are the Placement, Maintenance, and Removal of Femoral and Sciatic Catheters Associated With Bleeding Complications in Vascular Patients on Antithrombotics? A Single-Center, Retrospective Cohort Study. *Anesth Analg* 2022;134:188–193
- Swenson JD, Bay N, Loose E, Bankhead B, Davis J, Beals TC, et al: Outpatient management of continuous peripheral nerve catheters placed using ultrasound guidance: an experience in 620 patients. *Anesth Analg* 2006;103:1436–1443
- Burgher AH, Hebl JR: Minimally invasive retrieval of knotted nonstimulating peripheral nerve catheters. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:162–166
- Chelly JE, Schilling D: Thromboprophylaxis and peripheral nerve blocks in patients undergoing joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 2008;23:350–354
- Nguyen M, Williams SR, Gagné J-F: Epidural hematoma following epidural catheter removal after a single dose of clopidogrel. *Can J Anaesth* 2020;67:390–391
- Feltracco P, Galligioni H, Barbieri S, Ori C: Transient paraplegia after epidural catheter removal during low molecular heparin prophylaxis. *Eur Journal Anaesthesiol* 2014;31:175–176
- Umegaki T, Hirota K, Ohira S, Uba T, Kusunoki M, Okamoto A, et al: Rapid development of a spinal epidural hematoma following thoracic epidural catheter removal in an esophageal carcinoma surgical patient: a case report. *JA Clin Rep* 2016;2:37

28. Ladha A, Alam A, Idestrup C, Sawyer J, Choi S: Spinal haematoma after removal of a thoracic epidural catheter in a patient with coagulopathy resulting from unexpected vitamin K deficiency. *Anaesthesia* 2013;68:856–860

29. Elterman KG, Xiong Z: Coagulation profile changes and safety of epidural analgesia after hepatectomy: a retrospective study. *J Anesth* 2015;29:367–372

30. Kim YR, Choi JW, Sim WS, Lee CJ, Chang C: The influence of patient position on withdrawal force of lumbar epidural catheters after total knee arthroplasty: A randomized trial. *J Clin Anesth* 2016;34:98–104

31. Shah T, Rubenstein A: Disruption of a wire-reinforced epidural catheter upon removal: importance of having a set protocol. *Int J Obstet Anesth* 2016;26:89–91

32. Kupersztych-Hagege E, Dubuisson E, Szekely B, Michel-Cherqui M, François Dreyfus J, Fischler M, et al: Epidural Hematoma and Abscess Related to Thoracic Epidural Analgesia: A Single-Center Study of 2,907 Patients Who Underwent Lung Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2017;31:446–452

33. van Samkar G, Balraadsing PPS, Hermanns H, Hoogendoijk IV, Hollmann MW, Zaai SAJ, et al: Microbiological and scanning electron microscopic evaluation of epidural catheters. *Reg Anesth Pain Med* 2020;45:381–385

34. Bomberg H, Bayer I, Wagenpfeil S, Kessler P, Wulf H, Standl T, et al: Prolonged Catheter Use and Infection in Regional Anesthesia: A Retrospective Registry Analysis. *Anesthesiology* 2018;128:764–773

35. Bergman BD, Hebl JR, Kent J, Horlocker TT: Neurologic complications of 405 consecutive continuous axillary catheters. *Anesth Analg* 2003;96:247–252

36. Neuburger M, Büttner J: Komplikationen bei peripherer Regionalanästhesie. *Anaesthetist* 2011;60:1014–1026

37. Womack J, Pearson JD, Walker IA, Stephens NM, Goodman BA: Safety, complications and clinical outcome after ultrasound-guided paravertebral catheter insertion for rib fracture analgesia: a single-centre retrospective observational study. *Anaesthesia* 2019;74:594–601

38. Gurnaney H, Kraemer FW, Ganesh A: Dermabond decreases pericatheter local anesthetic leakage after continuous perineural infusions. *Anesth Analg* 2011;113:206

39. Compère V, Cornet C, Fourdrinier V, Maitre A-M, Duparc F, Biga N, et al: Evaluation de la mise en place d'un protocole d'analgesie postopératoire par cathéter périnerveux. *Ann Fr Anesth Reanim* 2005;24:795–801

40. Gurnaney H, Muhly WT, Kraemer FW, Cucchiaro G, Ganesh A: Safety of pediatric continuous interscalene block catheters placed under general anesthesia: a single center's experience. *Acta Anaesthesiol Scand* 2015;59:377–383

41. James M, Bentley RA, Womack J, Goodman BA: Safety profile and outcome after ultrasound-guided suprainguinal fascia iliaca catheters for hip fracture: a single-centre propensity-matched historical cohort study. *Can J Anaesth* 2022;69:1139–1150

42. Finneran JJ, Swisher MW, Gabriel RA, Said ET, Abanobi MU, Abramson WB, et al: Suture-method versus Through-the-needle Catheters for Continuous Popliteal-sciatic Nerve Blocks: A Randomized Clinical Trial. *Anesthesiology* 2020;132: 854–866

43. Kendall MC, Nader A, Maniker RB, McCarthy RJ: Removal of a knotted stimulating femoral nerve catheter using a saline bolus injection. *Local Reg Anesth* 2010;3:31–34

44. Wiesmann T, Wallot P, Nentwig L, Beermann A-V, Wulf H, Zoremba M, et al: Separation of stimulating catheters for continuous peripheral regional anesthesia during their removal - two case reports and a critical appraisal of the use of steel-coil containing stimulating catheters. *Local Reg Anesth* 2015;8:15–19

45. Ghanem M, Schnoor J, Wiegel M, Josten C, Reske AW: Intracorporeal knotting of a femoral nerve catheter. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW* 2015;4:Doc04

46. Despond O, Kohut GN: Broken interscalene brachial plexus catheter: surgical removal or not? *Anesth Analg* 2010;110:643–644

47. Rose GL, McLarney JT: Retained continuous lumbar plexus block catheter. *J Clin Anesth* 2009;21:464–465

48. Lee BH, Goucke CR: Shearing of a peripheral nerve catheter. *Anesth Analg* 2002;95:760–761

49. Byrne KPA, Freeman VY: Force of removal for untunneled, tunneled and double-tunneled peripheral nerve catheters. *Anaesthesia* 2014;69:245–248

50. Brenier G, Salces A, Maguès J-P, Fuzier R: Peripheral nerve catheter entrapment is not always related to knotting. *Can J Anaesth* 2010;57:183–184

51. Brandt L, Artmeier-Brandt U: Migration eines Plexus-axillaris-Katheter-Fragments: Eine bei der Entfernung unbemerkt abgetrennte Katheterspitze wandert ins Zentralnervensystem. *Anaesthetist* 2017;66:879–884

52. Kietabl S, Ferrandis R, Godier A, Llau J, Lobo C, Macfarlane A, JR, et al: Regional anaesthesia in patients on antithrombotic drugs: Joint ESAIC/ESRA guidelines. *Eur J Anaesthesiol* 2022;39:100–132.

## Korrespondenz- adresse

**Prof. Dr. med.  
Joachim Erlenwein**



Klinik für Anästhesiologie,  
Universitätsmedizin Göttingen  
Robert-Koch-Straße 40  
37075 Göttingen, Deutschland

Tel.: 0551 39-67782  
Fax: 0551 39-67789

E-Mail: joachim.erlenwein@  
med.uni-goettingen.de

ORCID-ID: 0000-0003-4782-3402