

# Intravenöse Regionalanästhesie

## Ein neues Konzept in klinischer Prüfung

*Intravenous regional anaesthesia - a new approach in clinical application*

W. Abdulla<sup>1</sup>, S. Kroll<sup>1</sup> und R. Eckhardt-Abdulla<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Klinikum Bernburg (Chefarzt: Univ.-Prof. Dr. med. W. Abdulla)

<sup>2</sup> Institut für Gesundheits- und Pflegewissenschaft, Medizinische Fakultät der Universität Halle-Wittenberg (Direktor: Univ.-Prof. Dr. phil. J. Behrens)

**Zusammenfassung:** Am Beginn unserer Bemühungen stand, die Dosis des Lokalanästhetikums zur Durchführung einer intravenösen Regionalanästhesie für operative Eingriffe am Arm zu reduzieren. So haben wir im ersten Untersuchungskomplex bei 80 Patienten der Risikogruppen I und II 100 mg Lidocain mit 0,05 mg Fentanyl und 0,5 mg Pancuroniumbromid kombiniert. Ziel war es, die Effektivität dieser Kombination hinsichtlich der Analgesie und Relaxation während operativer Eingriffe sowie ihre Sicherheit nach sofortigem Ablassen des Manschettendruckes zu untersuchen. Die Patienten wurden randomisiert folgenden Gruppen zugeordnet:

Gruppe A (n=15) erhielt 100 mg Lidocain verdünnt in 40 ml NaCl i.v.; Gruppe B (n=15), Gruppe C (n=15) und Gruppe D (n=15) erhielten zusätzlich zu Lidocain entweder 0,05 mg Fentanyl oder 0,5 mg Pancuroniumbromid oder beide Medikamente. In Gruppe E (n=20) wurde der Tourniquet sofort nach i.v.-Injektion von 100 mg Lidocain, 0,05 mg Fentanyl und 0,5 mg Pancuroniumbromid abgelassen.

Die Auswertung der Ergebnisse fiel deutlich zugunsten der Gruppe D aus. Die Patienten bewerteten die Analgesie als gut oder ausgezeichnet. Der Zusatz von 0,05 mg Fentanyl in Gruppe B erhöhte die Qualität der Analgesie signifikant verglichen mit Gruppe A, wobei der Vorteil der niedrigen Dosierung des Lokalanästhetikums erhalten blieb. Als zusätzlicher Vorteil des Verfahrens stellte sich in unserer Studie die komplette Muskelrelaxation heraus. Sie war durch den Zusatz von Pancuroniumbromid in den Gruppen C und D verglichen mit Gruppe A und B ausgeprägt. Die hämodynamischen und respiratorischen Parameter stiegen in Gruppe A, B und C während des Operationsverlaufs signifikant an, während sie in Gruppe D als Ausdruck suffizienter Analgesie stabil blieben. In Gruppe E klagten einige Probanden nach sofortigem Ablassen des Tourniquets über leichten Schwindel und vorübergehende Sehstörungen. In einem Fall kam es zu Erbrechen und Blutdruckabfall mit einem systolischen Blutdruck von 90 mmHg fünf Minuten nach Ablassen des Tourniquets.

Nachdem diese Ergebnisse eine gute Wirksamkeit der

Kombination von Lidocain mit Fentanyl und Pancuroniumbromid demonstrierten, auf der anderen Seite jedoch ein nicht unerheblicher Prozentsatz an Patienten der Gruppe D einen geringen Schmerz verspürten, kam es uns vor allem auf die weitere Erhöhung des Prozentsatzes der mit dem neuen Konzept der intravenösen Lokalanästhesie vollständig zufriedenen Patienten an.

So wurde eine Dosis von 150 mg Lidocain in Kombination mit 0,5 mg Pancuroniumbromid und 0,05 mg Fentanyl verwendet. Unter diesem Behandlungsregime konnte zum einen im Bereich der Weichteilchirurgie eine nahezu 100%ige Zufriedenheit verzeichnet werden, zum anderen zeigten sich, verglichen mit der Gruppe E, keine gravierenderen Nebenwirkungen. Unter besonderer Beachtung der immerhin weit verbreiteten Annahme, daß Prilocain einen Benefit zur Durchführung der intravenösen Regionalanästhesie haben könnte, untersuchten wir zwei weitere Gruppen mit einer Dosierung von 150 mg und 200 mg Prilocain im Rahmen der Weichteilchirurgie. Dabei zeigte sich zunächst, daß Prilocain keinen Vorteil gegenüber dem Lidocain aufweist, weiterhin, daß die Dosiserhöhung keinen weiteren Vorteil brachte. Prilocain erwies sich als dem Lidocain durchaus ebenbürtig, wenngleich nicht überlegen. Nur bei knochen chirurgischen Eingriffen kam es zu partiellen Versagern, so daß wir ebenfalls eine Gruppe von Patienten mit einer höheren Dosis von 250 mg Lidocain bei unverändertem Zusatz von Fentanyl und Pancuroniumbromid ebenfalls mit sehr gutem Erfolg untersuchten.

Diese Kombinationstechnik stellt bei ausreichender Analgesie und Muskelrelaxation sowohl bei krankengymnastischen Übungsbehandlungen als auch im Bereich der Weichteilchirurgie und insbesondere bei orthopädisch-traumatologischen Operationen eine wertvolle Bereicherung der intravenösen Regionalanästhesie und somit der anästhesiologischen Möglichkeiten dar. Unter Verwendung sehr geringer Dosen von Lokalanästhetika - wie im ersten Teil unserer Untersuchungen - muß unbedingt auf eine absolute Blutleere Wert gelegt werden.

## Einleitung

Unter den bekannten Verfahren der Lokalanästhesie der oberen Extremitäten stellt die intravenöse Regionalanästhesie ein einfaches und unkompliziertes Verfahren dar, das lediglich an eine Druckmanschette gebunden ist. Das Verfahren wurde bereits 1908 von dem deutschen Chirurgen *August Bier* beschrieben, wobei nach Anlegen einer Blutsperrung das Lokalanästhetikum Procain verwendet wurde (14). Das Verfahren jedoch erfuhr damals keine große Anerkennung und geriet rasch wieder in Vergessenheit. Sicherlich spielte dabei der Horror, ein Lokalanästhetikum intravenös zu injizieren, eine große Rolle. Mit ein Grund dürfte auch die zunehmende Popularität der supraklavikulären Plexusblockade gewesen sein, die 1911 von *Kulenkampff* in die klinische Praxis eingeführt wurde. Die intravenöse Regionalanästhesie wurde erst 1963 durch *Holmes* in England (28) sowie *Bell* und Mitarbeiter in den Vereinigten Staaten (13) wieder zum Leben erweckt, wobei sie das Procain durch das wirksamere Lidocain ersetzten. Daraufhin erschienen im angelsächsischen Raum zahlreiche Veröffentlichungen, die über gute Erfahrungen mit der intravenösen Regionalanästhesie berichteten (1, 16, 22, 37). Dagegen lehnten *Kennedy* und Mitarbeiter (32) dieses Verfahren ab, da sie bei 77 Fällen sieben Komplikationen, darunter einen Herzstillstand durch frühzeitiges oder plötzliches Ablassen der Druckmanschette beobachteten. Diese unerwünschten Nebenwirkungen auch in Form von Unruhe, Muskelzuckungen, einschließlich Krämpfen sowie Atem- und Kreislaufdepression bis hin zu Bewußtseinsverlust und Kreislaufstillstand sind auch von anderen Autoren beschrieben worden (6, 27, 32, 35, 43). Die Lokalanästhetikaintoxikation ist ein der intravenösen Regionalanästhesie immanentes Risiko. Bereits *August Bier* wies bei der Erstbeschreibung der intravenösen Regionalanästhesie auf das Toxizitätsrisiko hin (14). Die Effektivität der i.v.- Regionalanästhesie wurde in den darauffolgenden Jahren durch technische Modifikationen verbessert. Die Komplikationsrate, darunter auch das Auftreten toxischer Symptome, konnte insbesondere durch die Nichtüberschreitung der Grenzdosis und Abklemmzeit, d.h. des Zeitintervalls zwischen Beginn und Ende der Blutsperrung, verringert werden. Allerdings blieb Lidocain aufgrund seiner geringsten Toxizität am kardiovaskulären und Zentralnervensystem bei der

Durchführung der i.v. Regionalanästhesie das Lokalanästhetikum der Wahl (16).

Es ist wohl bekannt, daß Lidocain in einer i.v. Dosierung von 1-2 mg/kgKG in der Anästhesiepraxis zur Vorbeugung von intubationsbedingten Herzrhythmusstörungen und Blutdruckanstiegen allgemein empfohlen wird (10). Demzufolge können bei dieser Dosierung zur i.v. Regionalanästhesie toxische Reaktionen nach frühzeitigem oder plötzlichem Ablassen der Druckmanschette nicht auftreten. Jedoch ist die analgetische Wirkung von Lidocain in einer solch niedrigen Dosierung zur Durchführung operativer Eingriffe am Arm nicht ausreichend. In einer früheren Studie von uns wurde deshalb untersucht, wie sich die Qualität der Analgesie und Muskelrelaxation von 100 mg Lidocain durch den Zusatz von niedrig dosiertem Fentanyl und Pancuroniumbromid zur Durchführung operativer Eingriffe am Arm verbessert (4). Darüber hinaus wurde der Frage nachgegangen, ob mit der Einführung dieser Zusatzmedikation und der damit verbundenen Einsparung von Lidocain auch ein Verfahren zur Verfügung steht, mit dem die klinische Sicherheit des Patienten gewährleistet wird, falls einmal die Blutsperrung direkt nach der i.v. Injektion aufgehen sollte (4). Die ermittelten Ergebnisse wurden durch Nachuntersuchungen bestätigt (23, 48). Allerdings wurde die Effektivität bei knochenchirurgischen Eingriffen bemängelt (3, 19).

Ziel der vorliegenden Studie war es, unser bereits publiziertes Neukonzept zur Durchführung der intravenösen Regionalanästhesie wieder aufzugreifen und durch weitere Untersuchungen im Rahmen einer Aufbaustudie zu ergänzen. Dabei sollte versucht werden, die Erfolgsquote früherer Ergebnisse durch eine moderate Dosiserhöhung an Lokalanästhetikum bei erhaltener Sicherheit für den Patienten zu verbessern. Darüber hinaus wurden die Lokalanästhetika Lidocain und Prilocain in ihrer Wirksamkeit verglichen. Weiterhin sollte eine Lösungsmöglichkeit der häufig unzureichenden Analgesie bei orthopädisch-traumatologischen Eingriffen aufgezeigt werden.

## Methodik

Im ersten Komplex wurden die Untersuchungen an 80 Patienten beiderlei Geschlechts (46 Männer, 34 Frauen) der ASA-Risikogruppen I und II vorgenommen (Tab. 1). Sämtliche Patienten wurden über Art

**Tabelle 1:** Patientendaten des ersten Untersuchungskomplexes

Parameter	Gruppe A n=15	Gruppe B N=15	Gruppe C n=15	Gruppe D n=15	Gruppe E n=20
Geschlecht m/f	8m / 7f	9m / 6f	10m / 5f	9m / 6f	10m / 10f
Alter	36 / 18	34 / 17	38 / 18	40 / 21	40 / 17
Größe	163 / 7	168 / 11	163 / 10	168 / 8	164 / 10
Gewicht	64 / 11	69 / 12	67 / 13	69 / 10	62 / 10
Dauer Blutsperrung	32 / 11	31 / 9	34 / 13	36 / 13	

## Regionalanästhesie

**Tabelle 2:** Patientendaten des zweiten Untersuchungskomplexes

Parameter	Gruppe 1 n=11	Gruppe 2 n=33	Gruppe 3 n=10	Gruppe 4 n=10	Gruppe 5 n=10	Gruppe 6 n=10
Geschlecht m/f	7m / 4f	15m / 18f	5m / 5f	6m / 4f	5m / 5f	5m / 5f
Alter	51 / 15	49 / 16	59 / 20	46 / 20	74 / 12	80 / 15
Größe	171 / 7	170 / 10	173 / 12	181 / 13	168 / 10	165 / 12
Gewicht	76 / 9	78 / 17	77 / 8	86 / 13	88 / 12	68 / 15
Dauer Blutsperr	53 / 25	55 / 28	47 / 12	64 / 27		

und Durchführung der Untersuchung informiert und randomisiert auf vier Gruppen verteilt. Die Patienten erhielten in Gruppe A (n = 15) 100 mg Lidocain verdünnt in 40 ml NaCl-Lösung per se, Gruppe B (n = 15) zusätzlich zu Lidocain 0,05 mg Fentanyl, Gruppe C (n = 15) zusätzlich zu Lidocain 0,5 mg Pancuroniumbromid und in Gruppe D (n = 15) zusätzlich zu Lidocain 0,05 mg Fentanyl und 0,5 mg Pancuroniumbromid. Gruppe E (n = 20) bestand aus Freiwilligen, bei denen die Blutsperr zur Durchführung des i.v. Blocks direkt nach i.v. Injektion der in Gruppe D aufgeführten Medikamente aufgehoben wurde. Bei den Patienten der Gruppen A, B, C und D wurde der operative Eingriff 10 Minuten nach Anlegen der Blutsperr und i.v. Injektion vorgenommen.

Der zweite Untersuchungskomplex bestand aus 6 weiteren Gruppen mit 84 Patienten (43 Männer, 41 Frauen) der Risikogruppen ASA 1 bis 4 (Tab. 2). Die Gruppe 1 bestand aus 11 Patienten und erhielt zur Anästhesie eine Mischung aus 150 mg Lidocain, 0,5 mg Pancuroniumbromid und 0,05 mg Fentanyl. Gruppe 2 (n = 33) erhielt anstelle von Lidocain das Prilocain. In der Gruppe 3 (n = 10) untersuchten wir den eventuellen Vorteil einer Erhöhung der Dosis von Prilocain auf 200 mg. Gruppe 4 (n = 10) bestand aus Patienten, welche sich einem orthopädisch-traumatologischen Eingriff unter 250 mg Lidocain zuzüglich der üblichen Dosis an Pancuroniumbromid und Fentanyl unterzogen haben. Die Gruppe 5 (n = 10) und Gruppe 6 (n = 10) schließlich erhielten jeweils 150 mg Lidocain bzw. Prilocain in Kombination mit Fentanyl und Pancuroniumbromid, wobei unmittelbar nach i.v. Injektion der Medikamente die Blutsperr aufgehoben wurde.

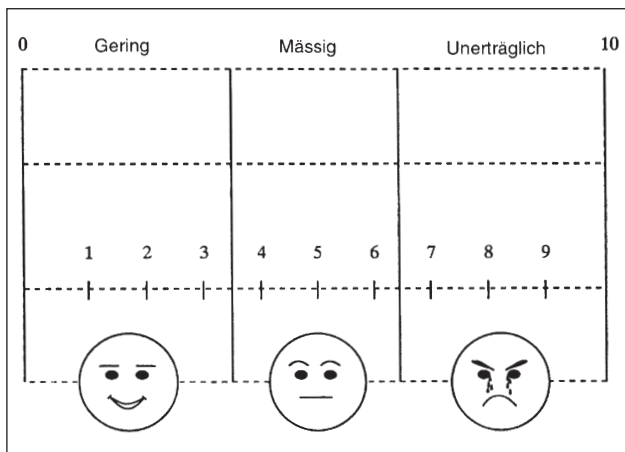
Die Anästhesietechnik orientierte sich im wesentlichen an den bisherigen Empfehlungen zur Durchführung der i.v. Regionalanästhesie. Nach Anlegen einer i.v. Infusion am kontralateralen Arm wurde an dem zu anästhesierenden Arm eine periphere Vene möglichst am Handrücken mit einer Verweilkanüle (G 20) punktiert. Nach Überprüfung der exakten intravenösen Lage mit Kochsalzlösung wurde die Kanüle abgestöpselt und sicher fixiert. Danach wurde eine pneumatische Doppelmanschette oberhalb des Ellbogens locker angelegt und der Arm für drei Minuten hochgehalten und mit einer Esmarch-Gummibinde ausgewickelt. Anschließend wurde der proximale Teil der Doppelmanschette in Abhängigkeit von der Stärke der Muskulatur auf 250-300 mmHg aufgeblasen

und nach Entfernung der Gummibinde die gewünschte 40 ml-Lösung auf einmal durch die liegende Kanüle eingespritzt. Die Verweilkanüle wurde dann entfernt und die Punktionsstelle bis zum Beginn der Operation mit einem Druckverband verschlossen. Nach Wirkeintritt der Anästhesie wurde der distale Teil der Doppelmanschette auf den obengenannten Druck gebracht und bis zum Ende der Operation kontinuierlich gehalten, während der proximale Druck aufgehoben wurde.

Als Beurteilungsmaßstab für das Kreislaufverhalten dienten die einfach meßbaren Größen von systolischem und diastolischem Blutdruck sowie die Herzfrequenz. Die Messung des Blutdruckes erfolgte in bestimmten Abständen mit der Methode nach Riva-Rocci durch Kontrolle der Korotkoff'schen Geräusche. Der arterielle Mitteldruck wurde nach der Formel  $MAP = Pd + 1/3 (Ps - Pd)$  berechnet. Die kontinuierliche Überwachung der Herzfunktion erfolgte durch einen kombinierten EKG-Herzfrequenz-Monitor. Die Ableitung erfolgte über Brustwandelektroden, wobei die Anzeige auf einem handelsüblichen Narkosemonitor dargestellt wurde. Die Atemfrequenz wurde anhand der Thoraxbewegungen visuell gezählt. Der intraoperative Grad der Analgesie wurde mit Hilfe einer objektiven Schmerzskala von einem Beobachter bestimmt (17). Die Angaben der objektiven Schmerzintensität wurden alle fünf Minuten ermittelt und auf einer Schmerzskala mit einem Score von 0 bis 4 registriert (Tab. 3). Die subjektive Schmerzskala (46) wurde jedem Patienten am Vortag der Operation erklärt. Um den Empfindlichkeitsgrad dieser Schmerzskala zu erhöhen, wurden die Zahlen von 1 bis 10 mit Schmerzangaben in Wort und Bild zusätzlich verdeutlicht (Abb. 1). Da es zu erwarten

**Tabelle 3:** Score zur objektiven Beurteilung der analgetischen Wirkung

Score	Beurteilung	Kennzeichen
0	Ausgezeichnet	Kein Schmerz
1	Gut	Geringer temporärer Schmerz
2	Unvollständig	Wiederholt auftretender mäßiggradiger Schmerz
3	Schlecht	Dauerschmerz
4	Unerträglich	Allgemeinanästhesie notwendig



**Abbildung 1:** Visuelle Analogskala (VAS) zur subjektiven Beurteilung der Schmerzintensität (46).

war, daß die Patienten des zweiten Untersuchungskomplexes bei erhöhten Dosierungen an Lokalanästhetika und gleichbleibender Medikation mit Opioid und Muskelrelaxans mit dem Anästhesieverfahren zufrieden sein würden, wurde auf die Erhebung eines subjektiven Schmerzscore verzichtet und lediglich der objektive Schmerzscore für die Gesamtdauer des Eingriffes postoperativ eingeschätzt. Die Kontrolle der Sensibilität mit der Pinprick-Methode und die der Motorik mit dem Train-of-four-Stimulationsgerät (Biometer DK 5000 Odense) erfolgten zu denselben Zeitpunkten des Untersuchungsablaufs. Die Abklemmzeit wurde definiert als die Zeit vom Anfang bis zum Ende der Blutsperrung. Die Latenzzeit bedeutet die Zeit von der Injektion bis zum totalen Verschwinden der Muskelzuckungen. Die Regressionszeit ist die Zeit vom Ablassen der Blutsperrung bis zum Wiederauftreten der Muskelkontraktionen.

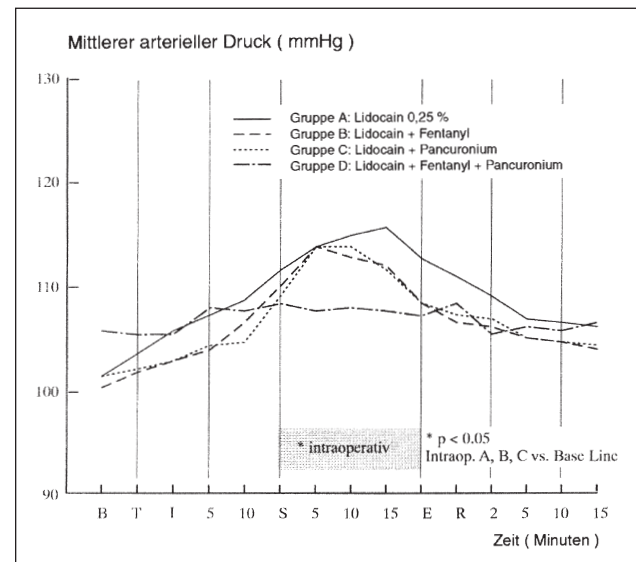
Die statistische Auswertung der Blutdruckwerte sowie Herz- und Atemfrequenz erfolgte mit Hilfe der Varianzanalyse in allen Gruppen. Die erhobenen Daten zur intraoperativen Ermittlung der objektiven Schmerzintensität wurden mit dem Chi-square-Test ausgewertet. Unterschiede im 95% Konfidenzbereich waren statistisch signifikant. Sonstige Parameter wurden deskriptiv analysiert.

## Ergebnisse

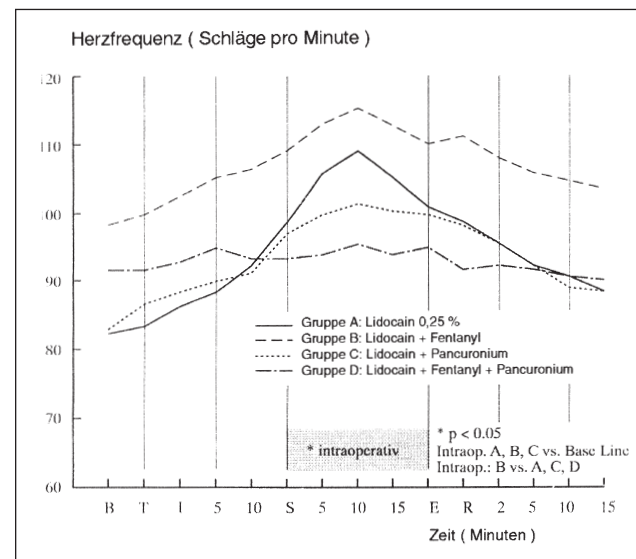
Die Verteilung der Patientenkollktive auf die einzelnen Gruppen erwies sich als homogen hinsichtlich des Alters, Körpergewichts und Geschlechts. Im ersten Untersuchungskomplex wurden Patienten im Alter zwischen 34 und 40 Jahren untersucht. Im zweiten Untersuchungskomplex der Aufbaustudie wurden auch ältere Patienten (durchschnittlich 50 bis 59 Jahre) mit einbezogen. Positiv war sicher auch, daß die i.v. Regionalanästhesie nur bei operativen Eingriffen am Arm ausgewertet wurde und die Abklemmzeit keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen aufwies. Die mittlere Abklemmzeit in den Gruppen A bis

D betrug 30,6 bis 36,0 Minuten, die der Gruppen 1 bis 4 47 bis 55 Minuten.

Arterieller Mitteldruck und Herzfrequenz stiegen während des Operationsverlaufs in den Gruppen A, B und C signifikant an, während sie in der Gruppe D ziemlich stabil blieben (Abb. 2 und 3). Ein ähnliches Verhalten zeigte sich auch in der Atemfrequenz (Abb. 4). Im Gruppenvergleich war ein signifikanter Anstieg beim systolischen Blutdruck der Gruppen A und C sowie bei der Herzfrequenz nur in der Gruppe B feststellbar. Dagegen zeigte die Atemfrequenz einen signifikanten Unterschied in den Gruppen A, B und C verglichen mit der Gruppe D. In Gruppe E fanden sich während des gesamten Untersuchungsverlaufs keine

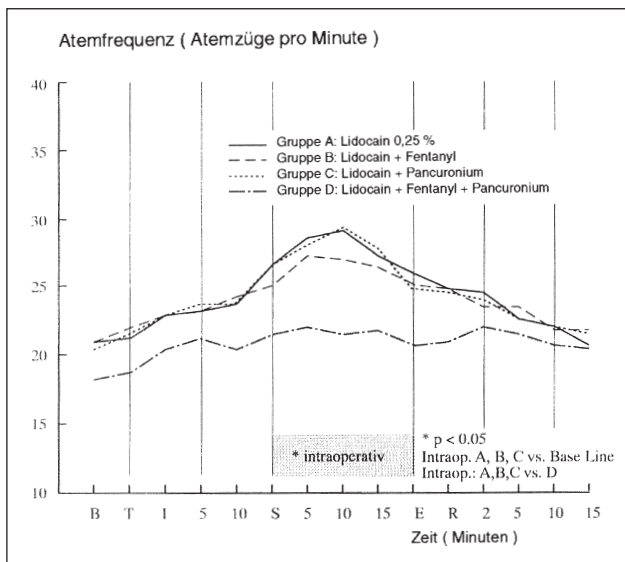


**Abbildung 2:** Verhalten des arteriellen Mitteldruckes beim 1. Untersuchungskomplex (B = Ausgangswert, T = Tourniquet, I = Medikamenteninjektion, S = Operationsbeginn, E = Operationsende, R = Ablassen des Tourniquets).



**Abbildung 3:** Verhalten der Herzfrequenz beim 1. Untersuchungskomplex (B = Ausgangswert, T = Tourniquet, I = Medikamenteninjektion, S = Operationsbeginn, E = Operationsende, R = Ablassen des Tourniquets).

## Regionalanästhesie



**Abbildung 4:** Verhalten der Atemfrequenz beim 1. Untersuchungskomplex (B = Ausgangswert, T = Tourniquet, I = Medikamenteninjektion, S = Operationsbeginn, E = Operationsende, R = Ablassen des Tourniquets).

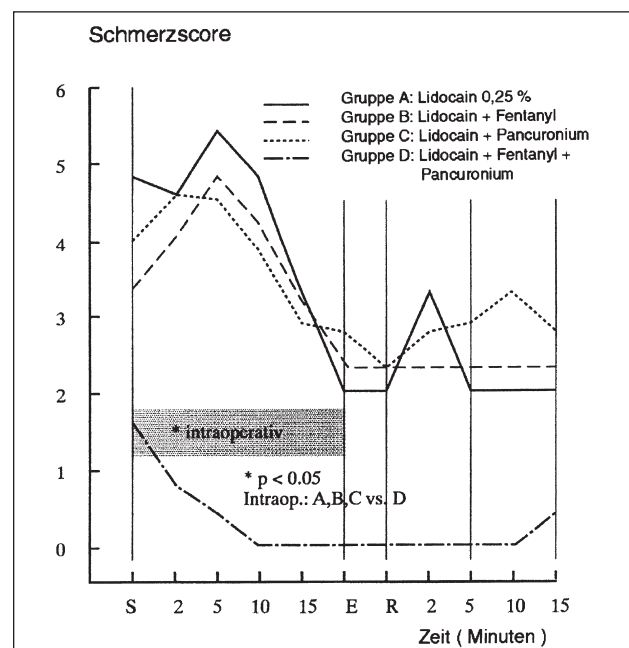
signifikanten Schwankungen der eben genannten Parameter.

Die Beurteilung der Analgesie durch den Beobachter stimmte mit der Eigenbeurteilung der Patienten überein (Tab. 4, Abb. 5). Die analgetische Effektivität war signifikant besser in Gruppe D verglichen mit den anderen Gruppen. Neun von 15 Patienten der Gruppe D bewerteten die Analgesie als ausgezeichnet. Bei den restlichen Patienten war ein geringer temporärer Schmerz für fünf Minuten am Anfang der Operation spürbar (Tab. 4). Bei Patienten der Gruppe A war die analgetische Wirkung nur in zwei Fällen gut und in zwei weiteren Fällen unvollständig. Acht Patienten monierten schlechte Analgesie insbesondere 10 Minuten nach Beginn der Operation. Drei Patienten klagten über unerträgliche Schmerzen, zwei von ihnen 10 Minuten und der Dritte 15 Minuten nach Operationsbeginn, so daß eine Allgemeinanästhesie eingeleitet wurde. In Gruppe B war die Erfolgsrate mit 26,6% besser ausgefallen verglichen mit 13,3% in Gruppe A und 6,6% in Gruppe C (Tab. 4). Die analgetische Wirkung in dieser Gruppe war in vier Fällen gut und in einem weiteren Fall unvollständig. Schlechte Analgesie wurde in acht Fällen 10-15 Minuten nach Operationsbeginn angegeben und eine Zusatznarkose war in zwei Fällen, also 10-15 Minuten nach Operationsbeginn notwendig. In Gruppe C dagegen war die

analgetische Wirkung nur in einem Fall gut, in sieben unvollständig und in weiteren fünf Fällen schlecht, während eine Zusatznarkose in zwei Fällen unbedingt notwendig war (Tab. 4). Bei Patienten mit unangenehmen Schmerzen konnten chirurgische Eingriffe nach Beurteilung der Schmerzintensität unter i.v. Block durch die intravenöse Gabe von niedrig dosierten Benzodiazepinen oder Propofol mit oder ohne Zusatz von Opiaten oder Ketamin beendet werden.

Die Muskelrelaxation entwickelte sich schneller in den Gruppen C und D gegenüber den Gruppen A und B. Ein totales Verschwinden der Muskelzuckungen trat in den Gruppen C und D vier bis fünf Minuten nach i.v. Injektion auf, während vergleichbare Relaxationsbedingungen in Gruppe A und B fünf bis zehn Minuten nach i.v. Injektion feststellbar waren. Ein Wiederauftreten der Muskelzuckungen entwickelte sich in Gruppe A und B direkt nach Ablassen der Blutsperrung, während die Regressionszeit in Gruppe C und D fünf bis zehn Minuten dauerte. Die Sensibilität auf "pinpricks" verschwand fünf bis zehn Minuten nach der i.v.-Injektion und kehrte direkt nach Ablassen der Blutsperrung zurück.

Im Hinblick auf die klinische Sicherheit des modifizierten i.v. Blocks zeigten die Patienten, die sich operativen Eingriffen unterziehen mußten, keine



**Abbildung 5:** Subjektive Beurteilung der Schmerzintensität beim 1. Untersuchungskomplex.

**Tabelle 4:** Objektive Beurteilung der analgetischen Wirkung beim 1. Untersuchungskomplex

Patienten Gruppe	N	Analgetische Wirkung					Erfolgsrate (n)	Erfolgsrate (%)
		ausgezeichnet	gut	unvollständig	schlecht	unerträglich		
A	15	0	2	2	8	3	2	13,3
B	15	0	4	1	8	2	4	26,6
C	15	0	1	7	5	2	1	6,6
D	15	9	6	0	0	0	15	100,0

toxischen Zeichen nach Ablassen der Blutsperrung. Lediglich Versuchspersonen der Gruppe E klagten vereinzelt über leichten Schwindel nach Freigabe der Blutzirkulation. Vier von ihnen entwickelten Sehstörungen, die eine Minute nach Freigabe einsetzten und fünf bis sieben Minuten dauerten. In einem Fall traten zusätzlich Übelkeit und Blutdruckabfall mit einem systolischen Wert von 90 mmHg erst fünf Minuten nach Freigabe der Blutzirkulation auf und verschwanden fünf Minuten später ohne Zusatzmedikation. Es hat sich später ergeben, daß bei dieser Versuchsperson eine Anämie mit einem Hb-Wert von 8,6 g% (= 5,3 mmol/l) vorlag. Sechs Freiwillige bemerkten für 10-15 Minuten eine erschwerte Bewegung der betroffenen Extremität. Ein weiterer gab eine erschwerte Augenlidbewegung an. Eine Sinustachykardie entwickelte sich bei fünf Personen für fünf bis zehn Minuten. Bei weiteren fünf Personen war eine Tachypnoe für zehn Minuten registrierbar. Eine dieser Versuchspersonen klagte über 20 Minuten anhaltende Tachypnoe, bedingt durch chronische Emphysebronchitis.

Beim zweiten Untersuchungskomplex nahmen wir den nicht unerheblichen Prozentsatz an Patienten der Gruppe D mit noch gering spürbarem Schmerz insbesondere beim Op.-Schnitt zum Anlaß, weitere Untersuchungen durchzuführen. Erwartungsgemäß verbesserte sich der Prozentsatz zufriedener Patienten mit der von uns gewählten Dosiserhöhung in den Gruppen 1 bis 3. Die im Bereich der Weichteilchirurgie mit 150 mg Lidocain in Kombination mit Fentanyl und Pancuroniumbromid behandelten Patienten zeigten sich völlig zufrieden. Nur bei knochenchirurgischen Eingriffen kam es zu schwer definierbaren Schmerzen während der Operation. Dabei konnten wir keinen Unterschied in der Verwendung von Prilocain anstelle von Lidocain feststellen. Beide Lokalanästhetika erwiesen sich als ebenbürtig. Auch die Dosiserhöhung von 150 mg auf 200 mg Prilocain brachte keinen zusätzlichen Benefit. Die kardiovaskulären und respiratorischen Parameter blieben allerdings stabil. Hinsichtlich des Relaxationsgrades gab es im Vergleich zu den Ergebnissen des ersten Untersuchungskomplexes keine Abweichungen. Es zeigte sich eine sehr gute Relaxation unter Zugabe von 0,5 mg Pancuroniumbromid.

Da die relativ unzufriedenen Patienten sich aus der orthopädisch-traumatologisch behandelten Klientel rekrutierten, untersuchten wir eine zusätzliche Gruppe unter Verwendung einer Mischung aus 250 mg Lidocain zuzüglich Fentanyl und Pancuroniumbromid in der bei uns üblichen Dosierung. Dabei ließ sich eine 100%ige Zufriedenheit erzielen. Nach Öffnen der Blutdruckmanschette kam es auch unter diesen Patienten lediglich vereinzelt zu Sehstörungen, erschwelter Augenlidbewegung, leichtem Schwindel und moderatem Blutdruckabfall.

## Diskussion

Aufgrund ihrer Venenverträglichkeit und geringsten Toxizität am kardiovaskulären und Zentralnerven-

system werden zur Durchführung der intravenösen Regionalanästhesie im allgemeinen Amidstrukturierte Lokalanästhetika verwendet (5, 16). Breite Anwendung finden heute noch Lidocain, Prilocain und Mepivacain. Dabei treten mit Steigerung der Gesamtmenge des Lokalanästhetikums Erfolgsquote und Toxizitätsrisiko in Konkurrenz. Die übliche Dosierungsempfehlung liegt für die genannten Lokalanästhetika bei der Manschettenlage am Oberarm bei 40 ml einer 0,5%igen Lösung (4, 29, 32, 42, 45). Allerdings werden relativ häufig inkomplette Analgesien und Versager beobachtet (42, 50). Um die Erfolgsquote zu verbessern, werden höhere Lokalanästhetika-Konzentrationen bis zu 1% einer 40 ml-Lösung eingesetzt (15, 41, 50). *Prien* und *Goeters* untersuchten in einer randomisierten Studie die optimale Prilocain-Konzentration bei konstantem 40 ml-Flüssigkeitsvolumen (42). Dabei bietet die 0,75%ige Lösung das günstigste Verhältnis von Erfolgsquote und Intoxikationsrisiko. Die Versagerinzidenz von 3% läßt sich durch Steigerung der Prilocain-Konzentration von 0,5% auf 0,75% allerdings nicht reduzieren. Beim Einsatz einer 1%igen Prilocain-Lösung läßt sich keine weitere Erhöhung der Analgesie- und Anästhesieinzidenz feststellen. Dagegen treten subjektive Intoxikationszeichen nach Öffnen des Tourniquets signifikant häufiger auf. Die Inzidenz dieser Intoxikationszeichen hätte durch intermittierendes Öffnen und Wiederverschließen des Tourniquets reduziert werden können (41). Allerdings bleibt ein vorzeitiger, unbeabsichtigter Abfall des Manschettendrucks mit bolusartiger Freisetzung des gerade injizierten Lokalanästhetikums in die Zirkulation ein verfahrensimmanentes Risiko der intravenösen Regionalanästhesie (41). Dieses Risiko läßt sich nachweisbar vermindern durch Reduktion der Lokalanästhesiemenge, Einsatz von Lokalanästhetika mit geringer Toxizität und im Bedarfsfall durch Verlängerung der Ischämiedauer.

Unter Berücksichtigung der genannten Voraussetzungen war es uns wichtig, unser bereits publiziertes Neukonzept zur Durchführung der intravenösen Regionalanästhesie wieder aufzugreifen und durch weitere Untersuchungen im Rahmen einer Aufbau-studie zu ergänzen (2, 3, 4).

Eine niedrige i.v. Dosierung von Lidocain vergleichbar der i.v. Bolusinjektion zur Behandlung und Vorbeugung von ventrikulären Arrhythmien (25) oder intubationsbedingten Herzrhythmusstörungen und Blutdruckanstiegen (10) zeigte sich nach unseren Untersuchungen in Gruppe A ineffektiv zur Durchführung operativer Eingriffe am Arm. Eine signifikante Verbesserung der Qualität der Analgesie konnte durch den Zusatz von Fentanyl und Pancuroniumbromid in der Dosierung erzielt werden, die in der Anästhesiepraxis zur Sedierung und zur Ausschaltung der durch Succinylcholin verursachten faszikulären Kontraktionen allgemein empfohlen wird. Bei allen Patienten der Gruppe D war der gewünschte Erfolg der Analgesie bei einer i.v. Dosierung von nicht mehr als 100 mg Lidocain erreicht. Nachdem diese Ergebnisse eine gute Wirksamkeit der Kombination

## Regionalanästhesie

von Lidocain mit Fentanyl und Pancuroniumbromid demonstrierten, auf der anderen Seite jedoch ein nicht unerheblicher Prozentsatz an Patienten der Gruppe D einen geringen Schmerz verspürten, kam es uns vor allem auf die weitere Erhöhung des Prozentsatzes der mit dem neuen Konzept der intravenösen Lokalanästhesie vollständig zufriedenen Patienten an. Schon in der bereits 1965 publizierten und häufig zitierten Arbeit von *Merrifield* und *Carter* wurde die Ansicht vertreten, daß eine lokalanästhetische Technik hundertprozentig gelingen sollte, da man sonst Gefahr läuft, das Vertrauen sowohl der Patienten als auch der chirurgischen Kollegen zu verlieren (37). Sie verbanden diese Forderung mit einer Dosisempfehlung von 4 mg/kg KG, entsprechend 250 bis 300 mg Lidocain.

Vor dem Hintergrund dieser Daten wurde von uns eine weitere Untersuchungsreihe gestartet. So wurde eine Dosis von 150 mg Lidocain in Kombination mit 0,5 mg Pancuroniumbromid und 0,05 mg Fentanyl verwendet. Unter diesem Behandlungsregime zeigte sich in Gruppe 1 im Bereich der Weichteilchirurgie der gewünschte Erfolg mit einer nahezu 100%igen Zufriedenheit bei allerdings geringer Fallzahl von Patienten. Lediglich die in der Klientel enthaltenen drei Patienten, welche sich einer traumatologischen Operation in Form einer Radiusreposition mit Spickdrahtretention, einer Spickung im Bereich des Daumengrundgliedes und einer Materialentfernung (Plattenosteosynthese) am Unterarm unterziehen mußten, zeigten leichten Schmerz.

Da in der Literatur dem Prilocain gewisse Vorteile bei der Anwendung der intravenösen Regionalanästhesie eingeräumt werden (11, 38, 41, 42, 50), versorgten wir in einem größeren Patientenkollektiv die Gruppe 2 mit einer Mischung aus 150 mg Prilocain, 0,05 mg Fentanyl und 0,05 mg Pancuroniumbromid. Läßt man wiederum die unfallchirurgischen Eingriffe außer acht, so konnten wir für das Prilocain eine im besten Fall ähnliche Wirksamkeit postulieren. Dies steht durchaus im Einklang mit Literaturangaben (48), wobei in der Regel für beide Lokalanästhetika (Lidocain und Prilocain) eine gleiche Wirksamkeit eruiert wurde. Die Vorteile des Prilocains liegen demzufolge weniger in einer besseren Wirksamkeit als vielmehr in seiner niedrigeren Toxizität. Bedingt durch schnellere Redistribution und schnelleren hepatischen Metabolismus sowie durch eine größere Aufnahme im Gewebe entstehen niedrigere Blutspiegel als bei Verwendung von Lidocain (11). Bemerkenswert ist dabei, daß selbst bei Verwendung von 4 mg/kg Prilocain in dieser Arbeit nur eine klinisch nicht in Erscheinung tretende Methämoglobinämie zu verifizieren war. Vergleichbare Ergebnisse waren auch anderen Untersuchungen zu entnehmen (31, 37, 44, 47.), weshalb wir auf eigene Messungen der Plasmakonzentration verzichteten.

Unter besonderer Beachtung der immerhin weitverbreiteten Annahme, daß Prilocain einen Benefit zur Durchführung der intravenösen Regionalanästhesie haben könnte, untersuchten wir in Gruppe 3 die Wirkung von Prilocain allerdings in einer höheren Dosierung von 200 mg in Kombination mit Fentanyl

und Pancuroniumbromid im Rahmen der Weichteilchirurgie. Dabei zeigte sich zunächst, daß Prilocain keinen Vorteil gegenüber dem Lidocain in Gruppe 1 aufweist, weiterhin, daß die Dosiserhöhung in Gruppe 3 auch keine signifikante Verbesserung der Ergebnisse gegenüber der Gruppe 2 brachte. Prilocain erwies sich trotz höherer Dosierung als dem Lidocain durchaus ebenbürtig, wenngleich nicht überlegen. Da wir für diese Überraschung anfänglich keine Erklärung hatten, an unseren Untersuchungen in Gruppe 3 jedoch verschiedene Kollegen zum Einsatz kamen, halten wir es für möglich, daß in Anbetracht der höheren und damit "sicher wirksamen" Dosierung die Technik der Blutleere nicht mit voller Aufmerksamkeit beachtet wurde. In diesem Zusammenhang muß eindringlich die Bedeutung der Exsanguination hervorgehoben werden. Wenngleich in der Literatur meist nur von einem Auswickeln per Esmarch-Gummibinde die Rede ist, sind wir der Meinung, daß nur die Kombination von drei bis fünfminütigem Hochhalten der Extremität mit in dieser Lage nach dieser Zeit anzuwickelnder Gummibinde den gewünschten Erfolg sichert. Diese Technik erlangt um so mehr an Bedeutung, je geringer die Dosis des verwendeten Lokalanästhetikums ist. Auch *Sehhati* und *Sarvestani* geben in ihrer Arbeit die klinische Erfahrung wieder, daß sich sowohl die Analgesie als auch die Wirkungsdauer durch exakte Blutleere steigern lassen (45). Im Zusammenhang mit der Blutleere ist eine andere Problematik von besonderem Interesse. *Salo* und Mitarbeiter weisen darauf hin, daß die nach dem Öffnen des Tourniquets entstehenden Blutspiegel um so höher sind, je mehr Blut sich in dem von der Zirkulation abgeschnittenen Teil der Extremität befindet (44). Die nach Anlegen der Sperrmanschette verbleibende Blutmenge bestimmt den Anteil des Lokalanästhetikums, der aus dem Gewebe ausgewaschen werden kann. Die Verteilung und damit auch die Bindung des Lokalanästhetikums in einer größeren Restblutmenge könnte für den Wirkungsverlust und damit für den überwiegenden Teil der nicht vollständig "sitzenden" i.v. Regionalanästhesien in Gruppe 3 verantwortlich sein. Dies bietet auch einen Erklärungsansatz für die Versager bzw. den erhöhten Dosisbedarf bei orthopädisch-traumatologischen Eingriffen, bei denen man naturgemäß aufgrund des Verletzungsmusters Schwierigkeiten mit dem Herstellen einer exakten Blutleere hat.

Wir versuchten deshalb, durch eine Dosis von 250 mg Lidocain in Verbindung mit der unveränderten Dosierung an Fentanyl und Pancuroniumbromid eine auch für diesen orthopädisch-traumatologischen Patientenkreis adäquate Anästhesietechnik zur Verfügung zu stellen. Unter dieser Dosierung zeigten sich in Übereinstimmung mit *deMello* (19) weder Versager, noch kam es zu unerwünschten Erscheinungen während der Operation und nach Deflation der Druckmanschette.

Der lokale schmerzdämpfende Effekt von Fentanyl in Kombination mit Lokalanästhetika wurde, wenn man von den Untersuchungen ohne klinischen Bezug absieht (8), bis 1992 für die rückenmarksnahe, nicht

aber für die intravenöse Regionalanästhesie eingesetzt (4, 9, 38). Opioide, die epidural appliziert werden, wirken schon auf spinaler Ebene in der Substantia gelatinosa schmerzhemmend über systemische Resorption mit anschließender Überwindung der Blut-Hirn-Schranke. Zum anderen diffundieren sie durch die Dura, treten in die Zerebrospinalflüssigkeit ein und werden an Opiatrezeptoren im Rückenmarkshinterhorn gebunden, wo afferente Schmerzimpulse synaptisch entweder hirnwärts oder in motorische Reflexbögen übergeleitet werden. Daneben werden Opioide auch mit der Zerebrospinalflüssigkeit zentralwärts zu den Opiatrezeptoren des Hirnstamms transportiert (12, 20, 52, 53). Auf der anderen Seite könnte der periphere, örtlich gebundene schmerzdämpfende Effekt von Fentanyl dadurch erklärt werden, daß Fentanyl die anästhetische Blockade des Lidocains potenziert. Studien in vitro haben gezeigt, daß perineural appliziertes Fentanyl das Aktionspotential verschiedener Nervenfasern herabsetzt (26, 40). Diese Tatsache läßt vermuten, daß Fentanyl eine schwache lokalanästhesierende Wirkung besitzt. Folglich könnte der Zusatz von Lidocain zu Fentanyl die schwache lokalanästhesierende Wirkung soweit potenzieren, daß ein klinisch nachweisbarer Effekt zustandekommt. Eine weitere mögliche Erklärung könnte auch sein, daß Lokalanästhetika die Opiatrezeptoren in einer Weise modulieren, daß eine größere Antwort der Opiatrezeptoren zu Fentanyl hervorgerufen wird. Opioide sind in der Lage, die C-Fasern und damit den verzögert wahrnehmbaren, dumpfen, schlecht lokalisierbaren, quälenden Schmerz zu blockieren (8, 18). Demnach bleiben A-delta-Fasern und damit der operative Schmerz, d.h. der rasch wahrnehmbare helle scharfe Schmerz teilweise erhalten. Diese selektive Wirkung soll auf einer verminderten Freisetzung von Substanz P und/oder einer Imitation des encephalineren Systems beruhen (34).

In unserer Studie war die durch Pancuroniumbromid erreichte tiefe örtlich gebundene Muskelrelaxation von besonderer klinischer Bedeutung zur Durchführung bestimmter operativer Eingriffe am Arm (2, 4, 36). Zur Überwachung des Relaxationsgrades mit Train-of-four über Stimulation des Nervus ulnaris war ein Registriergerät nicht erforderlich, da die optische bzw. taktile Kontrolle der Kontraktionen des Musculus adductor pollicis longus zusammen mit klinischen Parametern eine ausreichende Sicherheit in der Beurteilung der neuromuskulären Blockierung erlaubt (30, 33). Durch die Blutsperre und die begrenzte motorische Blockade von Muskelrelaxantien können auch krankengymnastische Übungsbehandlungen am Arm mit größerer Effektivität durchgeführt werden. Die regionale Anwendung von Muskelrelaxantien diene nach bisherigen Erfahrungen nur experimentellen, therapeutischen und diagnostischen Zwecken (24, 39, 49).

Die klinische Sicherheit des modifizierten i.v. Blocks zeichnete sich durch die Abwesenheit von ernsthaften Zeichen einer Toxizität in Gruppe E aus, wo die Blutsperre direkt nach i.v. Injektion abgelassen wurde. In dieser Gruppe klagte eine Person über einen tem-

porären Blutdruckabfall, verbunden mit Übelkeit. Ansonsten blieben alle 20 Versuchspersonen voll orientiert und ansprechbar. Um die Sicherheit des Verfahrens auch bei Risikopatienten zu demonstrieren, wurde die Druckmanschette bei weiteren zwei Patientengruppen 5 und 6 sowohl unter Verwendung von Prilocain 150 mg als auch von Lidocain 150 mg in Kombination mit Fentanyl und Pancuroniumbromid sofort nach i.v. Injektion der Medikamente abgelassen. Dabei zeigten sich, verglichen mit der Gruppe E, keine gravierenderen Nebenwirkungen. Allgemein beobachteten wir in den Gruppen 5 und 6 unabhängig vom verwendeten Lokalanästhetikum nur vereinzelt leichte, subjektive Erscheinungen wie Schwindel und erschwerte Augenbewegungen.

### Schlußfolgerung

Die intravenöse Regionalanästhesie in der von uns angewandten Kombinationstechnik zur Durchführung operativer Eingriffe am Arm hat unseres Erachtens den Vorzug einer effektiven Analgesie und Muskelrelaxation bei nur geringen systemischen Nebenwirkungen im Falle eines unerwarteten Ablassens der Blutsperre (2, 4). Diese Aussagen lassen sich auch unter Verwendung einer höheren Dosis aufrechterhalten. Bemerkenswert bleibt auch die Tatsache, daß selbst bei Risikopatienten der Gruppen 5 und 6 die sofortige Lösung der Druckmanschette ohne nennenswerte Folgen blieb. Dabei zeigte sich kein Unterschied in der Verwendung von Prilocain und Lidocain. Nach unseren Untersuchungen kann für den Bereich der Weichteilchirurgie am Arm eine Dosis von 150 mg Lokalanästhetikum Lidocain bzw. Prilocain in Kombination mit 0,05 mg Fentanyl und 0,5 mg Pancuroniumbromid empfohlen werden, zudem eine intravenöse Regionalanästhesie auch mit dieser Dosierung als nahezu frei von Nebenwirkungen gelten kann. Durch die Blutsperre und die begrenzte motorische Blockade von Muskelrelaxantien können unter Verwendung selbst geringer Dosen an Lokalanästhetika unter Zusatz von Fentanyl und Pancuroniumbromid auch krankengymnastische Übungsbehandlungen am Arm mit größerer Effektivität und bei gegebener Sicherheit durchgeführt werden. Lediglich im Bereich orthopädisch-traumatologischer Operationen sollte man unter Umständen, wie auch in der Literatur empfohlen wird (3, 19), auf eine Dosis von 250 mg Lidocain bzw. Prilocain in der von uns angewandten Kombinationstechnik zurückgreifen. Die Kombinationstechnik stellt bei ausreichender Analgesie und Muskelrelaxation sowohl bei krankengymnastischen Übungsbehandlungen als auch im Bereich der Weichteilchirurgie und insbesondere bei orthopädisch-traumatologischen Operationen (21) eine wertvolle Bereicherung der intravenösen Regionalanästhesie und somit der anästhesiologischen Möglichkeiten dar. Dabei scheint die Wahl des Lokalanästhetikums im Sinne von Lidocain vs. Prilocain zweitrangig zu sein. Unter Verwendung sehr geringer Dosen - wie im



ersten Teil unserer Untersuchungen - muß unbedingt auf eine absolute Blutleere Wert gelegt werden.

**Summary:** In an attempt to reduce the dose of local anaesthetic during intravenous regional anaesthesia of the upper limb, we combined 100 mg lidocaine with 0,05 mg fentanyl and 0.5 mg pancuroniumbromid. The study was designed in a randomized fashion to determine the efficacy during surgery and to evaluate its safety after immediate deflation of the tourniquet following i.v. drug injection. In the first investigation complex, 80 patients ASA physical status I or II were assigned to the following groups: Group A (n=15) received 100 mg lidocaine diluted in 40 ml NaCl i.v.; Groups B-D (n=15 in each group) received 100 mg of lidocaine diluted in 40 ml NaCl, with addition of 0.05 mg of fentanyl (group B) or 0.5 mg of pancuroniumbromide (group C), or both (group D) to a total volume in all groups of 40 ml. Patients in groups A-D underwent elective operations on the forearm, wrist, and hand; for evaluation of safety, in 20 volunteers (group E) the tourniquet was immediately released after IV injection of the three drugs at the previously described doses. The analgesic effect was more profound in group D compared with groups A-C. In group D, 9 of 15 patients had excellent analgesia. In 6 patients, pain was experienced at the beginning of surgery, but 5 minutes thereafter patients remained pain free. The addition of 0.05 mg fentanyl in group B increased the quality of the analgesia significantly compared with group A, however analgesia in group B was obtained successfully in only 26.6% of cases compared with group A with 13.3%. Skeletal muscle relaxation was profound by the addition of pancuroniumbromide in the groups C and D compared with group A and B. The hemodynamic and respiratory parameters rose in group A, B and C during surgery significantly, while they remained stable in group D as a sign of sufficient analgesia. Signs indicating toxicity were not encountered after release of the tourniquets in these groups. In group E, the volunteers complained of minor events, such as mild dizziness and transient visual disturbances. In one case, vomiting and hypotension with a systolic arterial blood pressure of 90 mm Hg occurred 5 minutes after release of the Tourniquet.

Although the results of this approach to IV regional anaesthesia with the combination of lidocaine, fentanyl and pancuroniumbromide demonstrated adequate analgesia and relaxation during upper limb surgery, some patients in group D still felt a small pain particularly at the beginning of surgery. So we tried in a second investigation complex to further increase the number of patients satisfied with this new approach in any case of upper limb surgery. Thus, a dose of 150 mg lidocaine in combination with 0,5 mg pancuroniumbromide and 0.05 mg fentanyl was used. Under this handling regime all patients undergoing soft part surgery were completely satisfied and more serious side effects with the increased dose of lidocaine were not observed as compared with group E. Special consideration was also paid to the wide-spread acceptance that prilocaine could have a benefit for intravenous regio-

nal anaesthesia. We therefore examined two further groups with a dosage of 150 mg and 200 mg prilocaine in patients undergoing soft part surgery on the upper limb. The results showed that prilocaine does not indicate an advantage compared to lidocaine and that the dose increase from 150 mg to 200 mg prilocaine did not bring any further effect in intravenous regional anaesthesia. Prilocaine proved to be quite equal to lidocaine. Only with bone-surgical interventions were there partial failures, so that we likewise examined another group of patients with a higher dose of 250 mg lidocaine in combination with fentanyl and pancuroniumbromide as already described.

This drug combination technique for intravenous regional anaesthesia represents a valuable enrichment of the anaesthetic possibilities with sufficient analgesia, muscle relaxation and safety for patients undergoing upper limb surgery in particular orthopaedic operations as well as for patients needing gymnastic exercise handlings for pain relief. Using very small doses of local anaesthetics as in the first complex of our investigations importance must be attached to an absolute blood emptiness for upper limb surgery.

#### Keywords:

Surgery, operative;  
Anaesthesia, conduction;  
Anaesthetics, local;  
Fentanyl;  
Pancuronium;  
Pain;  
Muscle relaxant;  
Local anaesthetics.

#### Literatur

1. Adams JP, Dealy EJ, Kenmore PI: Intravenous regional anesthesia in hand surgery. *J Bone Joint Surg* 1964; 46A: 811
2. Abdulla W: Intravenöse Regionalanästhesie – Ein neues Konzept. *Anaesthesist* 1993; 42: S 175
3. Abdulla W: In Response to an Alternative Approach to Intravenous Regional Anesthesia. *Anesth Analg* 1993; 76: 1173-4
4. Abdulla W, Fadhil NM: A new approach to intravenous regional anesthesia. *Anesth Analg* 1992; 75: 597-601
5. Abdulla W, Frey R, Sehhati: Komplikationen der Regionalanästhesie. *Münch Med Wschr* 1976; 118 : 1315-8
6. Anonymous: Regional IV analgesia (Editorial). *JAMA* 1965; CD 193: 300
7. Armstrong P, Morton CPI, Nimmo AF: Pethidine has a local anaesthetic action on peripheral nerves in vivo. *Anaesthesia* 1993; 48: 382-6
8. Armstrong P, Power I, Wildsmith JA: Addition of fentanyl to prilocaine for intravenous regional anaesthesia. *Anaesthesia* 1991; 46: 278-80
9. Arthur JM, Heavner JE, Mian T, Rosenberg PH: Fentanyl and lidocaine versus lidocaine for Bier block. *Reg Anesth* 1992; 17: 223-7
10. Asfar SN, Abdulla W: The effect of various administration routes of lidocaine on hemodynamics and ECG rhythm during endotracheal intubation. *Acta Anaesth Belg* 1990; 41: 17-24
11. Bader AM, Concepcion M, Hurley RJ, Arthur GR: Comparison of lidocaine and prilocaine for intravenous regional anesthesia. *Anesthesiology* 1988; 69: 409-12

12. Behar M, Magora F, Olshwang D, Davidson JT: Epidural morphine in treatment of pain. *Lancet* 1979; 1: 527-9.
13. Bell HM, Slater EM, Harris WH: Regional anaesthesia with intravenous lidocaine. *JAMA* 1963; 186: 544-7
14. Bier A: Über einen neuen Weg Lokalanästhesie an den Gliedmaßen zu erzeugen. *Arch Klin Chir* 1908; 86: 1007-16
15. Biscopring J, Michaelis G, Hempelmann G: Das Verhalten der Plasmakonzentrationen von Prilocain nach intravenöser Regionalanästhesie und ihre Beziehung zur Met-Hämoglobin. *Reg Anästh* 1988; 11: 35-9
16. Brown EM, McGriff JT, Malinowski RW: Intravenous regional anaesthesia (Bier block): review of 20 years' experience. *Can J Anaesth* 1989; 36: 307-10
17. Celleno D, Capogna G: Epidural fentanyl plus bupivacaine 0.125 per cent for labour: analgesic effects. *Can J Anaesth* 1988; 35: 375-8
18. Cousins MJ, Bridenbaugh PO: Neural blockade in clinical anaesthesia and management of pain. 2nd Edition. Philadelphia, JB Lippincott 1988, pp. 25-45, 965-88
19. deMello WF: An Alternative Approach to Intravenous Regional Anesthesia (IVRA). *Anesth Analg* 1993; 76: 1173
20. Dodson ME: The management of postoperative pain. London, Edward Arnold 1985
21. Elhakim M, Sadek RA: Addition of atracurium to lidocaine for intravenous regional anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1994; 38: 542-4
22. Eriksson E, Persson A, Örtengren B: Intravenous regional anaesthesia. An attempt to determine the safety of the method and a comparison between prilocaine and lidocaine. *Acta Chir Scand* 1966; SUPP1 358:47-54
23. Favarel-Garrigues JF, Sztark F, Petitjean ME, Lassie P, Thicoipe M: Intravenous regional anaesthesia: Prospective evaluation of 0,25% lidocaine with fentanyl and pancuronium. *International Monitor on Regional Anaesthesia* 1994; April special abstract issue: 22
24. Feldman SA: Affinity concept and the action of the muscle relaxants. *Acta Anaesth Belg* 1976; 27: 89-93
25. Gianelly R, von der Groeben JO, Spivack AP, Harrison DC: Effect of lidocaine on ventricular arrhythmias in patients with coronary heart disease. *N Engl J Med* 1967; 277: 1215-9
26. Gissen AJ, Gugino LD, Datta S, Miller J, Covino BG: Effects of fentanyl and sufentanyl on peripheral mammalian nerves. *Anesth Analg* 1987; 66:1272-6
27. Heath ML: Deaths after intravenous regional anaesthesia. *Br Med J* 1982; 285: 913-4
28. Holmes C: Intravenous regional analgesia, a useful method of producing analgesia of the limbs. *Lancet* 1963; 1: 245-7
29. Holmes C: Intravenous regional neural blockade. In Cousins MJ, Bridenbaugh PO: Neural blockade. Philadelphia: Lippincott 1988
30. Jones RM: Neuromuscular transmission and its blockade. Pharmacology, monitoring and physiology updated. *Anaesthesia* 1985; 40: 964-72
31. Kalso E, Tuominen M, Rosenberg PH, Alila A: Bupivacaine blood levels after intravenous regional anaesthesia of the arm. *Regional-Anaesthesia* 1982; 5: 81-4
32. Kennedy BR, Duthie AM, Parbrook GD, Carr TL: Intravenous regional analgesia. *Br Med J* 1965; 1: 954-6
33. Krieg N, Buzello W: Muskelrelaxantien und ihre Überwachung. *Anästh Intensivmed* 1985; 26: 280-4
34. Latasch L, Christ R: Opiatrezeptoren. *Anaesthesist* 1986; 35: 55-65
35. Mazze RI, Dunbar RW: Intravenous regional anaesthesia - Report of 497 cases with a toxicity study. *Acta Anaesth Scand* 1969; 36: 27-34
36. McGlone R, Heyes F, Harris P: The use of muscle relaxant to supplement local anaesthetics for Bier's block. *Arch Emerg Med* 1988; 5: 79-85
37. Merrifield AJ, Carter SJ: Intravenous regional analgesia: Lignocaine blood levels. *Anaesthesia* 1965; 20: 287-93
38. Piikänen MT, Rosenberg PH, Pere PJ, Tuominen MK, Seppälä TA: Fentanyl-prilocaine mixture for intravenous regional anaesthesia in patients undergoing surgery. *Anaesthesia* 1992; 47: 395-8
39. Plötz J, Schreiber W, Braun J: Mehrphasige neuromuskuläre Blockade während und nach regionaler Anwendung von Succinylcholin beim Menschen. *Anaesthesist* 1981; 30: 543-8
40. Power I, Brown DT, Wildsmith JAW: Effect of fentanyl on nerve condition. *Br J Anaesth* 1988; 61: 507-8
41. Prien Th: Nach intravenöser Regionalanästhesie muß die Blutleere intermittierend geöffnet werden - Faktum oder Fiktion?. *Anästh Intensivther Notfallmed Schmerzther* 1994; 29:
42. Prien Th, Goeters Ch: Intravenöse Regionalanästhesie an Arm und Fuß mit 0,5-, 0,75- und 1,0prozentigem Prilocain . *Anästh Intensivther Notfallmed* 1990; 25: 59-63
43. Rosenberg PH, Kalso EA, Touminen MK, Linden HB: Acute bupivacaine toxicity as a result of venous leakage under the tourniquet cuff during a Bier block. *Anesthesiology* 1983; 58: 95-8
44. Salo M, Kanto J, Jalonen J, Laurikainen E: Plasma lidocaine concentrations after different methods of releasing the Tourniquet during intravenous regional anaesthesia. *Annals of clinical research* 1979; 11: 164-8
45. Sehhati Gh, Sarvestani M: Die intravenöse Regionalanästhesie. *Akt Traumatologie* 1975; 5: 61-6
46. Scott J, Huskisson EC: Graphic representation of pain. *Pain* 1976; 2: 175-84
47. Sukhani R, Carlos JG, Munhall RJ, Winnie AP, Rodvold KA: Lidocaine deposition following intravenous regional anaesthesia with different tourniquet deflation technics. *Anesth Analg* 1989; 68: 633-7
48. Sztark F, Thicoipe M, Favarel-Garrigues JF, Lassie P, Petitjean ME, Dabadie P: The use of 0,25% lidocaine with fentanyl and pancuronium for intravenous regional anaesthesia. *Anesth Analg* 1997; 84: 777-9
49. Torda TAG, Klongmus DH: The regional use of muscle relaxants. *Arch Surg* 1967; 94: 199-201
50. Tryba M, Hausmann E, Zenz M, Wellhöner HH: Toxizität von Prilocain und Bupivacain in der intravenösen Regionalanästhesie. *Anästh Intensivther Notfallmed* 1982; 17: 207-10
51. Urban BJ, McKain CW: Onset and progression of intravenous regional anaesthesia with dilute lidocaine. *Anesth Analg* 1982; 61: 834-8
52. Wang JK, Nauss LA, Thomas JE: Pain relief by intrathecally applied morphine in man. *Anesthesiology* 1979; 50: 149-51
53. Yaksh TL: Analgesia mediated by direct spinal action of narcotics. *Science* 1976; 192:131-7.

**Korrespondenzadresse:**

Prof. Dr. med. habil. *Walied Abdulla*  
 Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
 Klinikum Bernburg  
 Kustrenaer Straße 98  
 D-06406 Bernburg.