

Anaesthesist

<https://doi.org/10.1007/s00101-020-00809-3>

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

T. Steinfeldt<sup>1,2</sup> · P. Kessler<sup>3</sup> · O. Vicent<sup>4</sup> · U. Schwemmer<sup>6</sup> · J. Döffert<sup>7</sup> · P. Lang<sup>5</sup> · D. Mathioudakis<sup>8</sup> · E. Hüttemann<sup>9</sup> · W. Armbruster<sup>10</sup> · S. Sujatta<sup>11</sup> · M. Lange<sup>12</sup> · S. Weber<sup>13</sup> · F. Reisig<sup>14</sup> · R. Hillmann<sup>15</sup> · T. Volk<sup>16</sup> · T. Wiesmann<sup>17</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie, Diakoneo DIAK Klinikum, Schwäbisch Hall, Deutschland; <sup>2</sup> Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie, Philipps-Universität Marburg, Marburg, Deutschland; <sup>3</sup> Abteilung für Anästhesiologie, Intensiv- und Schmerzmedizin, Orthopädische Universitätsklinik Friedrichsheim, Frankfurt am Main, Deutschland; <sup>4</sup> Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Karl-Gustav Carus, Dresden, Deutschland; <sup>5</sup> Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinikum am Bruderwald, Sozialstiftung Bamberg, Bamberg, Deutschland; <sup>6</sup> Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Kliniken des Landkreises Neumarkt i.d.OPf., Neumarkt i.d.OPf., Deutschland; <sup>7</sup> Weingarten, Deutschland; <sup>8</sup> Centre Hospitalier Bienne, Bienne, Schweiz; <sup>9</sup> Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Klinikum Worms gGmbH, Worms, Deutschland; <sup>10</sup> Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Schmerztherapie, Evangelisches Krankenhaus Unna, Unna, Deutschland; <sup>11</sup> Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Klinikum Bayreuth GmbH, Bayreuth, Deutschland; <sup>12</sup> Abteilung Anästhesie und Intensivtherapie, Waldkrankenhaus „Rudolf Elle“ GmbH, Eisenberg, Deutschland; <sup>13</sup> Klinik für Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Heilig Geist Krankenhaus Köln, Köln, Deutschland; <sup>14</sup> Standort Burgdorf, Schweiz. Abteilung für Anästhesiologie, Spital Emmental, Burgdorf, Schweiz; <sup>15</sup> Schorndorf, Deutschland; <sup>16</sup> Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg, Deutschland; <sup>17</sup> Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie, UKGM Gießen-Marburg, Standort Marburg, Marburg, Deutschland

## Periphere Rumpfwandblockaden – Übersicht und Bewertung

### Allgemeines

Die vorliegende Übersichtsarbeit soll klinischen Anwendern einen Überblick sowie eine aktuelle Bewertung über die heute übliche Praxis zur Durchführung peripherer Blockaden am Rumpf geben. Die Beschreibungen der einzelnen Blockaden beinhalten teilweise Empfehlungen, denen im Sinne der Patientensicherheit Beachtung geschenkt werden sollte. Einige rein beschreibende Ausführungen geben dem Anwender die Möglichkeit, die Ausführung von Blockaden entsprechend einer anderen Variante zu modifizieren.

Im Folgenden werden zunächst allgemeingültige Aspekte für die periphere Regionalanästhesie am Rumpf vorgestellt. Bei der anschließenden Darstellung der einzelnen Blockaden wird daher nur auf spezifische Besonderheiten in Hinblick auf Komplikationen, Kontraindikationen und Dosierung von Lokalanästhetika eingegangen.

Blockadetechniken am Rumpf werden gegenwärtig fast ausschließlich als ultraschallgestützte Verfahren angewendet. Der Einsatz der elektrischen Ner-

venstimulation ist bei den „Feldblockaden“ am Rumpf nicht sinnvoll, da lediglich Kompartimente (interfasziale Räume) und keine einzelnen Nervenstrukturen aufgesucht werden.

Für einige der beschriebenen interfaszialen Blockaden existieren gegenwärtig neben Fallberichten und -serien wenige randomisierte, verblindete, kontrollierte Studien, die die analgetische Wirksamkeit der Blockadetechnik verifiziert haben [1–3]. Zur vereinfachten Einordnung der Evidenzlage der neueren Interfaszialen Blockaden ist **Tab. 1** vorangestellt. Auf Basis der genannten Studien sind Verfahren mit dem Evidenzgrad Ia/Ib als Blockaden mit hohem Evidenzgrad geführt, während Techniken unterhalb der Graduierung „II“ als Blockaden mit niedrigem Evidenzgrad beschrieben sind. In Fallberichten und Fallserien versprechen die „neueren“ Verfahren eine gute klinische Wirksamkeit. Die Autoren möchten diese Entwicklungen würdigen und darstellen, obwohl die Indikationen z. T. noch unklar sind. Eine klinische Etablierung und studienbasierte Evidenz kön-

nen sich in den nächsten Jahren abzeichnen.

Eine sehr große Anzahl von randomisierten klinischen Studien sowie daraus folgende Metaanalysen zeigt einen hohen Evidenzgrad für die Transversus-abdominis-plane-Blockade, während sich ein weniger überzeugendes Bild z. B. für die PECS-I-Blockade abzeichnet.

Hinzu kommt, dass sich die interfaszialen Blockaden in ihrem Wirkprinzip von den etablierten Blockaden unterscheiden. So werden bei interfaszialen Verfahren keine Nervenfasern bewusst mit Lokalanästhetikum umspült. Lediglich die adäquate Ausbreitung des Lokalanästhetikums im gewünschten interfaszialen Kompartiment gilt als Surrogat für eine erfolgreiche Blockade. Ein direkter Nachweis für eine Nervenfasernumspülung bleibt entsprechend aus. Im Gegensatz zu den „klassischen“ Nervenblockaden mit einer 90- bis 100%igen Erfolgsrate weisen Studien zu den Fasziennervenblockaden eine große Heterogenität und Inkonsistenz hinsichtlich der Erfolgsrate auf. Ursächlich diskutiert werden anatomische Varianten bzw. septale Verände-

rungen, die einer homogenen Ausbreitung des Lokalanästhetikums im Interfaszialraum und somit einer verlässlichen Blockade der Nerven entgegenwirken [3, 4].

Der Name „Rumpfblockade“ impliziert bereits, dass Thorax- und Bauchwandblockaden primär eine rein somatische Analgesie der Haut, Muskulatur und der knöchernen Strukturen erzeugen. Sympathische Nervenfasern, die über den Grenzstrang zum Rückenmark ziehen, sind für die Schmerzwahrnehmung der viszeralen Pleura und des viszeralen Peritoneums sowie der inneren Organe verantwortlich. Eine viszerale Analgesie lässt sich – jenseits von neuroaxialen Verfahren – nur mit der Paravertebralblockade erzielen, für die Quadratus-lumborum- und Erector-spinae-plane-Blockaden wird sie diskutiert [5], alle anderen Rumpfblockaden sind hinsichtlich einer viszeralen Analgesie wirkungslos. Auf der Basis der Wirkweise wird deutlich, dass nach größeren thorakalen und abdominellen Eingriffen die analgetische Effektivität der meisten Rumpfblockaden limitiert ist. Eine opioidfreie postoperative Analgesie ist somit eher mit der thorakalen Paravertebralblockade möglich, mit allen übrigen Rumpfblockaden lediglich eine Opioidreduktion – üblicherweise im Rahmen eines multimodalen Analgesiekonzepts [6, 7].

Bezüglich der immer wiederkehrenden Frage, wie mit Rumpfblockaden unter Antikoagulation bzw. Gerinnungseinschränkungen umzugehen ist, lässt sich die Grundregel formulieren, dass Einschränkungen bei rückenmarknahen Verfahren (EDA, SPA, paravertebrale Blockaden) und bei tiefen Blockaden in direkter Nähe zu vulnerablen Strukturen (parenchymatöse Organe) bestehen (z. B. der Psoaskompartmentsblock) (Tab. 2). Grundsätzlich sind Blutungen nicht adäquat beherrschbar, wenn die Möglichkeit einer äußerlichen Komprimierbarkeit, anatomisch bedingt, nicht vorliegt, was für Blutungen im Epidural- oder Spinalraum zutrifft. Des Weiteren ist das Risiko anatomisch auch dann erhöht, wenn eine frühzeitige Beobachtbarkeit anatomisch bedingt nicht vorliegt – wie im Fall einer retroperitonealen oder

Anaesthesist <https://doi.org/10.1007/s00101-020-00809-3>  
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

T. Steinfeldt · P. Kessler · O. Vicent · U. Schwemmer · J. Döffert · P. Lang · D. Mathioudakis · E. Hüttemann · W. Armbruster · S. Sujatta · M. Lange · S. Weber · F. Reisig · R. Hillmann · T. Volk · T. Wiesmann

## Periphere Rumpfwandblockaden – Übersicht und Bewertung

### Zusammenfassung

Rumpfblockaden zur Regionalanästhesie haben mit Einführung der Sonographie eine neue Bedeutung erfahren. Durch Umgehung von zu meidenden Begleitstrukturen hilft der Ultraschall, Komplikationen zu vermeiden. Zusätzlich sind komplexe Punktionen möglich, die allein durch Landmarken zu risikoreich wären. Neben der gezielten Blockade einzelner Nervenstrukturen haben sich auch interfaziale bzw. Kompartimentblockaden etabliert, bei denen die Darstellung einzelner Nerven oder Plexusstrukturen nicht von Bedeutung ist. Die vorliegende Übersichts-

arbeit beschreibt publizierte und klinisch etablierte Punktionstechniken bezüglich ihrer Indikationen und Durchführung. Es wird erläutert, welchen Stellenwert sie in Bezug auf Wirkungsprofil und klinisch-wissenschaftliche Evidenz haben. Weiterhin erläutern die Autoren mögliche Komplikationen, Risiken und Lokalanästhetikadosierungen.

### Schlüsselwörter

Regionalanästhesie · Nervenblockade · Feldblock · Bauchwand · Brustwand

## Peripheral truncal blocks—Overview and assessment

### Abstract

By implementation of sonography for regional anesthesia, truncal blocks became more relevant in the daily practice of anesthesia and pain therapy. Due to visualized needle guidance ultrasound supports more safety and helps to avoid complications during needle placement. Additionally, complex punctures are possible that were associated with higher risk using landmarks alone. Next to the blocking of specific nerve structures, interfascial and compartment blocks have also become established, whereby the visualization of individual nerves and plexus

structures is not of relevance. The present review article describes published and clinically established puncture techniques with respect to the indications and procedures. The clinical value is reported according to the scientific evidence and the analgesic profile. Moreover, the authors explain potential risks, complications and dosing of local anesthetic agents.

### Keywords

Regional anesthesia · Nerve block · Plane block · Abdominal wall · Thoracic blocks

abdominellen Einblutung. Deshalb bestehen für die nachfolgend dargestellten Techniken keine dezidierten Vorgaben zum Umgang mit Antikoagulanzen oder einer eingeschränkten Gerinnung. Gestützt wird diese Einschätzung durch den fehlenden Nachweis schwerer Blutungskomplikationen, die mit den dargestellten Rumpfblockaden assoziiert gewesen sein könnten. Grundsätzlich sollte bei Vorliegen einer eingeschränkten Gerinnung eine strenge Risiko-Nutzen-Abwägung stattfinden.

## Dosierung der Lokalanästhetika

Zur Durchführung von Anästhesien für chirurgische Eingriffe sollte eine höhe-

re Konzentration gewählt werden als für Blockaden zur Therapie akuter oder chronischer Schmerzen [44]. Für die kontinuierliche Infusion von Lokalanästhetika über Katheterverfahren sind niedrigere Konzentrationen einzusetzen [45]. Die angegebenen Dosierungen entsprechen den klinischen Erfahrungen der Autoren. Grundsätzlich sollte erwogen werden, ob bei interfazialen Blockaden die intermittierende Bolusinjektion einer kontinuierlichen Injektion mit niedrigen Stundenvolumina vorzuziehen ist, um effektivere Lokalanästhetikausbreitungen zu erzielen. Insbesondere bei Risikopopulationen (Kinder, Schwangere, geriatrische Patienten, vorhandene Organdysfunktionen) muss die verwendete Lokal-

**Tab. 1** Evidenzklasse. Kriterien nach der US Agency for Health Care Policy and Research (AHCPR, 1992): Klasse Ia/Ib: hoch, II: mäßig, III–IV: schwach

Evidenzklasse	Transversus-abdominis-plane-Block	Rektus-scheiden-block	Quadratus-lumborum-Block	Pectoralis-Blockaden (PECS I, II)	Serratus-anterior-plane-Block	N. ilioinguinalis- N. iliohypogastricus-Block	M.-erector-spinae-plane-Block	Interkostalblock	Paravertebralblock	Plexus-cervicalis-Block
	Ia	III	Ia	PECS I: II PECS II: Ia	II	Ib	II	II	Ia	Ia
Meta-analyse	Ma et al. 2017 [8] Clinical safety and effectiveness of transversus abdominis plane (TAP) block in postoperative analgesia: a systematic review and meta-analysis Indikation: alle Verfügbaren n RCT: 56; n tot: 3428 TAP vs. systemisch/ Placebo Champaneria et al. 2016 [9] Clinical effectiveness of transversus abdominis plane (TAP) blocks for pain relief after caesarean section: a meta-analysis. Indikation: Kaiser-Schnitt n RCT: 7; n tot: 371 TAP vs. systemisch/ Placebo	Hamill JK et al. 2016 [10] Rectus sheath and transversus abdominis plane blocks in children: a systematic review and meta-analysis of randomized trials n RCT: 5; n tot: 285	Kim SH et al. 2020 [17] Effectiveness of quadratus lumborum block for postoperative pain: a systematic review and meta-analysis Indikation: abdominelle Eingriffe n RCT: 9; n tot: 493 QLB vs. systemisch/ Placebo Jin Z et al. 2020 [18] Single injection quadratus lumborum block for postoperative analgesia in adult surgical population. Indikation: abdominelle Eingriffe. n RCT: 16; n tot: 682 QLB vs. systemisch/ Placebo	Versyck B et al. 2019 [23] Analgesic efficacy of the Pecs II block: a systematic review and meta-analysis. Anaesthesia 74:663–673 Indikation: Brustchirurgie n RCT: 13; n tot: 815 PECS II vs. Placebo/ Paravertebralblock/ systemisch Singh et al. 2018 [24] Opioid-sparing effects of the thoracic interfascial plane blocks: a meta-analysis of randomized controlled trials Indikation: Brustchirurgie n RCT: 4; n tot: 340 PECS II vs. Placebo/ systemisch	–	Zhou Y et al. 2019 [29] Iliioinguinal/ iliohypogastric nerve block (IIB) versus transversus abdominis plane block for pain management following inguinal hernia repair surgery Indikation: Hernienchirurgie n RCT: 6; n tot: 213 ESB vs. Placebo/ systemisch/ PVB	Elhawary H et al. 2019 [33] Erector Spinae Plane Block Decreases Pain and Opioid Consumption in Breast Surgery Indikation: Brustchirurgie n RCT: 6; n tot: 273 ESB vs. Placebo/ systemisch/ PVB	Peek J et al. 2019 [34] Comparison of analgesic interventions for traumatic rib fractures Indikation: Rippenfrakturen n RCT: 8; n tot: 130 Woodworth GE et al. 2017 [35] Perioperative Breast Analgesia: A Qualitative Review Indikation: Brustchirurgie n RCT: 14; n tot: 881	Yeung JH et al. 2016 [37] Paravertebral block versus thoracic epidural for patients undergoing thoracotomy Indikation: Thorakotomie n RCT: 14; n tot: 698 Hu Z et al. (2018) [38] The efficacy of thoracic paravertebral block for thoracoscopic surgery Indikation: VATS n RCT: 6; n tot: 300 Law LS et al. (2015) [39] Paravertebral block for inguinal herniorrhaphy Indikation: Hernienchirurgie n RCT: 14; n tot: 4596	Mayhew D et al. 2018 [40] Analgesic efficacy of bilateral superficial cervical plexus block for thyroid surgery Indikation: Schilddrüsenchirurgie n RCT: 14; n tot: 1154 Vanyapong T et al. 2013 [41] Local versus general anaesthesia for carotid endarterectomy Indikation: Karotidschirurgie n RCT: 14; n tot: 4596
RCT	Studien in Metaanalysen inkludiert (s. oben)	Studien z. T. in Metaanalysen inkludiert [11–16]	Studien in Metaanalysen inkludiert [19–22]	Studien in Metaanalysen inkludiert [25]	Hanley C et al. 2020 [26] Serratus plane vs. PVB/ systemisch Saad FS et al. 2018 [27] Serr. Plane Block vs. Paravertebralblock/ systemisch Park MH et al. 2018 [28] Serratus plane-Block vs. Placebo/ systemisch	Studien in Metaanalysen inkludiert [30–32]	–	Truitt MS et al. 2011 [36] Continuous intercostal nerve blockade for rib fractures n: 102, VAS prä vs. post-Block	Studien in Metaanalysen inkludiert (s. oben)	Banerjee S et al. 2019 [42] Ultrasound-guided inter-scalene brachial plexus block with superficial cervical plexus block compared with general anesthesia in patients undergoing clavicular surgery Indikation: Klavikulafrakturen n: 60, Regionalanästhesie vs. Allgemeinanästhesie

Tab. 1 (Fortsetzung)

Evidenzklasse	Transversus-abdominip-plane-Block	Rektus-scheiden-block	Quadratus-lumborum-Block	Pectoralis-Blockaden (PECS I, II)	Serratus-anterior-plane-Block	N. ilioinguinalis-N. iliohypogastricus-Block	M.-erector-spinae-plane-Block	Interkostalblock	Paravertebralblock	Plexus-cervicalis-Block
Erläuterungen	la	III	la	PECS I: II PECS II: Ia	II	Ib	II	II	Ia	Ia
	Evidenz für Indikationen: Kaiserschnitt>Hysterektomien>kolorektal>Hernien	RCT, LA-Infiltration vs. RSB: Effekte vergleichbar	Evidenz für Indikationen: Kaiserschnitt>Hysterektomien>kolorektal>Hernien	Bei Vorliegen von Metaanalysen auf Darstellung von RCT verzichtet	3 RCT zur Thoraxchirurgie	-	Wenige RCT vorhanden. Kontrollierte Wirksamkeit nur für Brustchirurgie vorhanden	Wenige RCT vorhanden	Verschiedenste Indikationen	Wirksamkeit deutlich belegt
	Bei Vorliegen von diversen Metaanalysen auf Darstellung von RCTs verzichtet	RCT mit widersprüchlichen Ergebnissen	Bei Vorliegen von Metaanalysen auf Darstellung von RCT verzichtet	In Metaanalysen z. T. gleiche Studien inkludiert	Bei VATS gleichwertig zu PVB	Nur wenige RCT vorhanden		Sehr geringe Fallzahl	Relativ viele RCT für einzelne Indikationen	Sehr hohe Fallzahl für Karotischirurgie
	In Metaanalysen z. T. gleiche Studien inkludiert	Metaanalyse für Eingriffe bei Kindern zeigen deutliche Opioidreduktion. Indikation in erster Linie bei Umbilikalhernien	In Metaanalysen z. T. gleiche Studien inkludiert	Indikation fast ausschließlich Brustchirurgie	Wenige RCT, keine Metaanalyse	Opioidsparung bei Leistenhernienchirurgie mit TAP vergleichbar			Wirksamkeit deutlich belegt	Wenig Daten für Klavikulaeingriffe
			Effektivität nur für PECS II nachgewiesen							

anästhetikadosis jedoch an den Patienten adaptiert werden [46]. Empfehlungen zur Maximaldosierung sind überwiegend an gesunden, erwachsenen Probanden/Patienten erhoben. Die gewählten Konzentrationen und Volumina sind den maximalen Einzel- bzw. den maximalen Tagesdosierungen anzupassen (■ Tab. 3).

Für einige der beschriebenen Rumpfblockaden sind im Vergleich zu Plexusblockaden deutlich höhere Plasmaspiegel von Lokalanästhetika nach erfolgter Injektion beschrieben. Dies wird auf eine gesteigerte Resorption in bestimmten Körperarealen (z. B. Interkostalblockaden) bzw. auf die große Resorptionsfläche (z. B. TAP-Block) zurückgeführt.

Der Zusatz von Adrenalin führt bei einigen Lokalanästhetika zu einer höheren Maximaldosisschwelle bzw. zu geringeren Plasmaspitzenpegeln [48, 49]. Der Einsatz von Adrenalin als Adjuvans zu Reduktion/Prophylaxe toxischer Phänomene muss aber gegenüber dem Risiko (Arrhythmie neigung insbesondere bei kardial vorerkrankten Patienten) abgewogen werden.

Bei Kombination verschiedener Lokalanästhetika (LA) ist zu beachten, dass sich die Toxizitäten möglicherweise addieren, womit eine relative Anpassung der maximalen Einzel- oder Tagesdosis zu beachten ist. Die Auswirkung der Mischung zweier Substanzen auf die Wirkungsverlängerung und Potenzierung der Wirkung der Einzelsubstanzen ist aus der aktuellen wissenschaftlichen Datenlage nicht zu beurteilen.

Des Weiteren ist von einer notwendigen Reduktion der maximalen Einzel- oder Tagesdosis auszugehen, wenn folgende Umstände oder Vorerkrankungen vorliegen [47]:

- Untergewicht,
- hohes Alter,
- Leberinsuffizienz,
- Niereninsuffizienz,
- Herzinsuffizienz,
- Schwangerschaft,
- Einnahme von bestimmter Medikation.

Für die meisten in der vorliegenden Übersichtsarbeit vorgestellten Blockadetechniken gibt es derzeit keine ausreichenden Dosisfindungsstudien. Eine

**Tab. 2** Einteilung des Blutungsrisikos von Regionalanästhesie unter bestehender Koagulopathie in Anlehnung an Empfehlungen des britischen und irländischen Verbandes der Anästhesisten, des Verbandes geburtshilflicher Anästhesisten und des Verbandes für Regionalanästhesie von Großbritannien und Irland [43]

	Blockkategorie	Beispiele	
	Hohes Blutungsrisiko	Paravertebralblockaden	Zervikale Paravertebralblockaden
			Thorakale Paravertebralblockaden
			Lumbale Paravertebralblockaden
			Plexus-lumbalis-Block
			Tiefer zervikaler Plexusblock
			Interskalenäre Blockaden
	Tiefe periphere Blockaden	Proximale N.-ischiadicus-Blockaden (parasakral, transgluteal, anterior-proximal)	
		Quadratus-lumborum-Block	
	Oberflächliche perivaskuläre, periphere Blockaden	Poplitealer N.-ischiadicus-Block	N.-femoralis-Block
			N.-obturatorius-Block
		Interkostale Blockaden	Axillärer Plexusblock
			Supraklavikulärer Block
		Infraklavikulärer Block	N.-ilioinguinalis-Iliohipogastricus-Block
			Transversus-abdominis-plane-Block
		Faszienblockaden	PECS-Blockaden
			Serratus-plane-Block
	Fascia-iliaca-Kompartimentblock		
	Oberflächliche periphere Blockaden		Nn. ulnaris, radialis, medianus, musculocutaneus, axillaris
		N. saphenus	
		N. tibialis	
Fußblock			
Oberflächlicher Plexus-cervicalis-Block			
Normales Blutungsrisiko			

Kombination aus Dosisreduktion (niedrige LA-Konzentration, ggf. Reduktion der Volumina), ggf. Einsatz von Adrenalinzusatz bei fehlenden Kontraindikationen, Vermeidung von akzidentellen Fehllagen durch Aspiration vor Injektion sowie die sonographische Kontrolle der Ausbreitung sind daher grundsätzlich zu berücksichtigen (Tab. 4).

Bei der Verwendung von Prilocain ist die Bildung von MetHb zu beachten, die bei einer Dosierung ab ca. 400 mg in Abhängigkeit von Körpergewicht und individuell unterschiedlicher Reduktionskapazität klinisch relevante Bereiche erreichen kann.

## Beschreibung der Blockadetechniken am Rumpf

### Plexus-cervicalis-Blockade

**Indikationen.** Endarteriektomie der A. carotis [50], Hemithyreoidektomie, Entfernung laterale Halszyste, aurikuläre Lymphknotenentfernung, als Blockade der Nn. supraclaviculares für Klavikulafrakturen, Schulteroperationen in reiner RA sowie Portimplantationen (als Kombination mit anderen RA-Verfahren).

**Spezielle Kontraindikationen.** Grenzwertig kompensierte Atemfunktion, kontralaterale Läsion des N. recurrens oder des N. phrenicus [51].

**Tab. 3** Maximaldosierungen von Lokalanästhetika zur Durchführung peripherer Nervenblockaden. Für die meisten Lokalanästhetika bestehen keine formal gültigen Maximaldosierungen. Der Zusatz von Adrenalin erhöht die Maximaldosis für Lidocain, Mepivacain und Prilocain. Die angegebenen Höchstdosierungen gehen aus Expertenmeinungen hervor [46, 47]

Lokalanästhetika	Maximaldosis, Einzelinjektion
<i>Kurz wirksam</i>	
Lidocain	200 mg
<i>Mittellang wirksam</i>	
Mepivacain	300 mg
Prilocain	500 mg
<i>Lang wirksam</i>	
Bupivacain	150 mg (400 mg/24 h)
Levobupivacain (kont.)	150 mg (400 mg/24 h)
Ropivacain (kont.)	225 mg (800 mg/24 h)

*kont* kontinuierlich

**Leitstrukturen.** M. longus colli, M. longus capitis, Mm. scalenus medius et anterior, M. sternocleidomastoideus, Fascia cervicalis superficialis, Fascia cervicalis profunda, Bifurkation der A. carotis, A. carotis interna, „zervikale Nervenstraße“ [52, 53].

**Zielstruktur.** „Zervikale Nervenstraße“, Kieferwinkel.

**Zu meidende Begleitstrukturen.** A. carotis, V. jugularis, A. und V. vertebralis, Tuberculum anterius/posterius des Querfortsatzes, Spinalwurzel, Epiduralraum.

**Vorgehen.** Kopf kontralateral gedreht. Linearschallkopf, Bildtiefe 2,5–4 cm, kaudal-kraniale US-Untersuchung („trace back“) der knöchernen Strukturen und Spinalnerven am lateralen Hals von C7 bis C4. Zentrierung des US-Bilds auf Tuberculum anterius und Tuberculum posterius der Querfortsätze. Darstellung der Spinalnerven C7–C4. Wenn sich der Spinalnerv C4 dem Querfortsatz des 4. Halswirbels annähert, ist die axiale Zielschnittbildhöhe erreicht. Dies entspricht häufig der Bifurkation der A. carotis communis. Darstellung des hyperechogenen Raums (zervikale Nervenstraße) unterhalb des M. sterno-

**Tab. 4** Aufklärung und technische Aspekte

Mögliche Komplikationen	Nervenschaden
	Gefäßpunktionen
	Hämatom
	Infektion
	Intravasale Lokalanästhetikainjektion
	Systemische Lokalanästhetikaintoxikation mit zerebralem Krampfanfall/Herzrhythmusstörungen
	Versagen des Verfahrens [44]
Kontraindikationen	Allergie gegen Lokalanästhetika
	Infektion im Punktionsgebiet
	Relativ: Antikoagulation
Schallköpfe linear/konvex	Konvexe Schallköpfe (3–7 MHz, Eindringtiefe: 5–15 cm) für tiefe Blockaden (>4 cm Tiefe: z. B. M.-quadratus-lumborum-Block, adipöse Patienten)
	Linearschallkopf (7,5–18 MHz, Eindringtiefe: 2–7 cm) für oberflächliche Blockaden bis 4 cm
Kathetertechnik	Kathetervorschub 1–3 cm über die Nadelspitze
	Fixation mit Annaht, Tunnelung oder Klebefixation jeweils allein oder kombinierte Fixationsmethoden
	Tägliche Visiten, tägliche Indikationsstellung der Kathetertechnik
	Bolusinjektionen könnten kontinuierlichen Infusionen eher überlegen sein

cleidomastoideus zwischen der Fascia cervicalis und der Fascia profunda. Medial ist der Raum durch die Gefäßscheide, anterior durch die Fascia cervicalis superficialis, dorsal durch die Fascia cervicalis profunda begrenzt. Laterale Begrenzung durch den lateralen Rand des M. sternocleidomastoideus. Hier verzweigen sich die sensiblen Endäste des zervikalen Plexus (N. auricularis magnus, N. occipitalis minor, Nn. supraclaviculares, N. transversus colli). Alternative Höhenlokalisation durch Aufsuchen der Karotisgabel, dann Schallkopf nach lateral bis zum lateralen Rand des M. sternocleidomastoideus verschieben. Ein Weiterführen der Nadel an die A. carotis ist wegen der Gefahr von Plaqueablösungen, intravasalen Injektionen, Schluckstörungen und intraoperativem Husten nicht empfohlen [54]. „In-plane“- oder „Out-of-plane“-Punktionen in der zervikalen Nervenstraße ist möglich [55]. Eine Kontrolle der korrekten Ausbreitung innerhalb der Nervenstraße (Abb. 1 und 2) wird empfohlen.

**Dosierung LA, Initialbolus.** 5–15 ml LA [56], Wahl des LA nach Indikation.

**Bewertung.** Eine etablierte Blockade in klinischer Routine (z. B. A.-carotis-Chi-

rurgie). Die Blockade ist als alleiniges Anästhesieverfahren geeignet.

### Transversus-abdominis-plane-Blockade

**Indikationen.** Postoperative Schmerztherapie bei bauchchirurgischen und geburtshilflichen Eingriffen z. B. Appendektomie, Sectio caesarea, abdominelle Hysterektomie, Laparotomien, laparoskopische Eingriffe (Trokarinzisionen), laparoskopische Kolorektalchirurgie, bariatrische Chirurgie, Hernienchirurgie [1, 57, 58], Beckenkamm-Spongiosaentnahme.

**Spezielle Kontraindikationen.** Infektionen von Bauchwand und Peritoneum, Eingriffe im Bereich des Punktionsorts.

**Varianten.** Abdomineller TAP: Th11–L1 [57], subkostaler TAP: Th7–Th9 [58].

**Zielstruktur.** Ebene zwischen M. transversus abdominis und M. obliquus internus abdominis. Hier befinden sich die Interkostal- bzw. Spinalnerven Th7–L1. Bei der klassischen (lateralen) TAP-Blockade werden die Interkostalnerven Th11–L1 erfasst. Wird eine Ausdehnung bis Th7 angestrebt, so ist eine weitere Injektion

subkostal (subkostaler TAP) erforderlich [59]. Eine Variante in Form des Quadratus-lumborum-Blocks als posteriorer Blockadeweg ist bereits 2007 beschrieben worden [1, 2, 60].

**Leitstrukturen.** Muskeln der Bauchwand (M. obliquus externus abdominis, M. obliquus internus abdominis, M. transversus abdominis).

**Zu meidende Begleitstrukturen.** Peritoneum, epigastrische Gefäße.

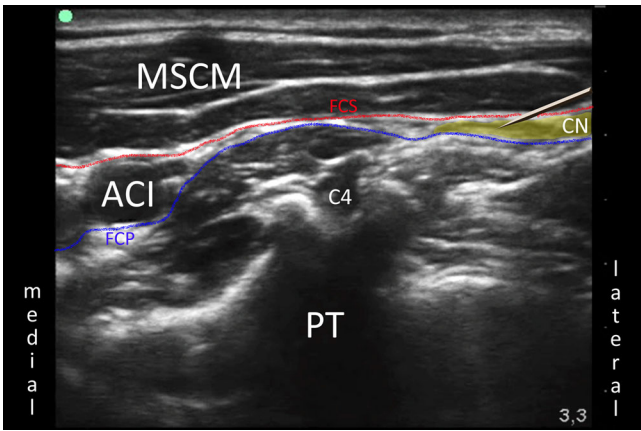
**Vorgehen.** Rückenlage. Darstellung der Transversus-abdominis-Ebene zwischen M. transversus abdominis und M. obliquus internus abdominis. Platzierung des Linearschallkopfes perpendicular zur mittleren Axillarlinie zwischen Crista iliaca und 12. Rippe. In-plane-Punktion medial des Schallkopfes bis zum Faszienraum zwischen M. obliquus internus und M. transversus abdominis, der sich „reißverschlussartig“ spindelförmig bei Injektion öffnet. Bei Bedarf Kathetervorschub in dieser Ebene [2, 60].

Für die Variante des subkostalen Transversus-abdominis-plane-Blocks (TAP-Block) wird der Schallkopf subkostal medialer platziert. Der Schallkopf wandert so lange nach medial, bis er den lateralen Rand des M. rectus abdominis zur Darstellung bringt, der in dieser Position auf dem medialen Rand des M. transversus abdominis zu liegen kommt. Es erfolgt eine Injektion zwischen M. rectus abdominis und dem medialen auslaufenden Rand des M. transversus abdominis (Abb. 3, 4 und 5). Eine zweite Injektion ist etwas lateraler zwischen M. obliquus internus und M. transversus abdominis (Abb. 6) zu platzieren [61, 62].

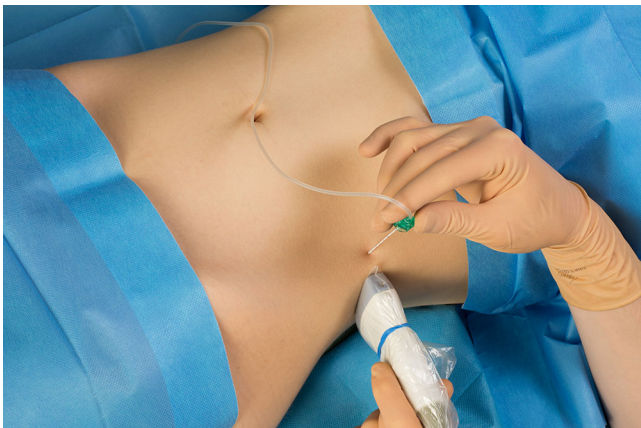
**Dosierung LA, Initialbolus/kontinuierlich.** Ropivacain 0,2–0,5%, initial 15–30 ml je Seite, ggf. mit Adrenalin-zusatz 1:200.000 bzw. 5 µg/ml. Katheter: Ropivacain 0,2%, 4–8 ml/h. Höchstmen-gen beachten [63]. Aktuell kann kein dezidiertes Infusionsschema empfohlen werden, da hierzu keine Studien vorliegen [1].



**Abb. 1** ◀ „In-plane“-Nadelführung bei einer Plexus-cervicalis-Blockade. Es handelt sich um eine exemplarische, schematische Darstellung. Für Einstichstelle und Art der Nadelführung kann keine eindeutige Empfehlung ausgesprochen werden



**Abb. 2** ▲ Sonographische Darstellung des Plexus cervicalis, In-plane-Nadelführung. C4 Wurzel C4, PT Processus transversus, ACI A. carotis interna, MSCM M. sternocleidomastoideus, CN zervikale Nervenstraße zwischen dem superfiziellen (FCS Fascia cervicalis superficialis) und tiefen Blatt der Fascia cervicalis (FCP Fascia cervicalis profunda)



**Abb. 3** ◀ TAP-Block

**Spezifische Komplikationen.** Verletzung von Peritoneum, Darm, Leber, Darmwandhämatom, Bauchwandhämatom, systemische LA-Toxizität.

**Bewertung.** Von den Bauchwandblockaden liegen die meisten randomisiert-kontrollierten Studien für TAP-Blockaden

vor (Sectio caesarea, Cholezystektomie, Hysterektomie). Der analgetische Effekt ist mit einem hohen Evidenzgrad belegt (Ia, [Tab. 1](#)). Allen Bauchwandblockaden ist gemeinsam, dass sie weniger als Anästhesieverfahren, sondern als Technik zur Verbesserung der postoperativen Analgesie einzusetzen sind.

## Quadratus-lumborum-Block (QLB)

(Syn.: posteriorer TAP-Block)

**Indikationen.** Laparotomien in Kombination mit Allgemeinanästhesie, Eingriffe an der Bauchwand, Spongiosaentnahme am Beckenkamm, Sectio caesarea [64], Hüftchirurgie [65]. Ausbreitung: unilateral Th7–L4 [66–69].

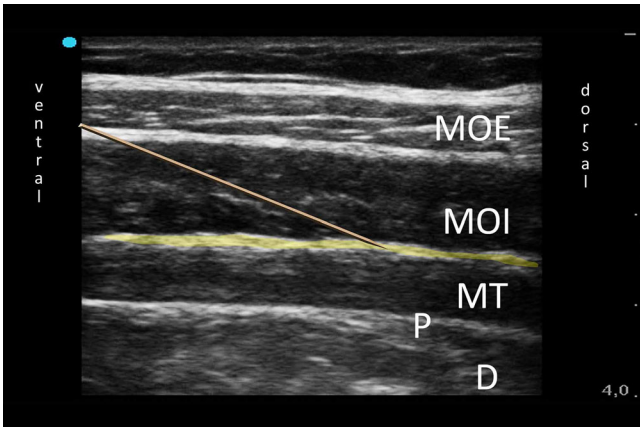
**Spezielle Kontraindikationen.** Übliche Kontraindikationen peripherer regionalanästhesiologischer Verfahren.

**Zielstrukturen.** Anteriore und laterale Äste der thorakolumbalen Spinalnerven sowie Anteile des Plexus lumbalis.

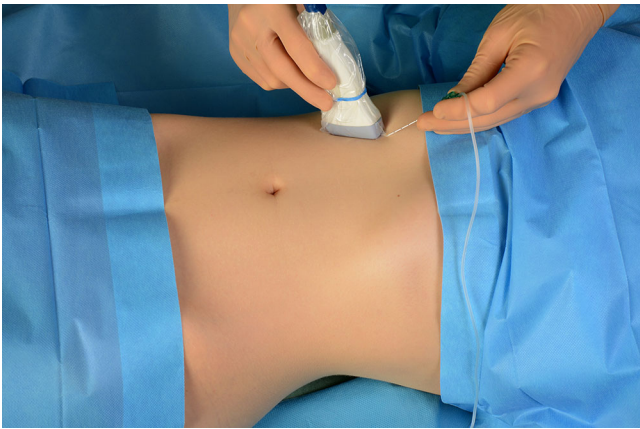
**Leitstrukturen.** Muskeln/Faszien, Bauchwand wie beim TAP: M. transversus abdominis, M. obliquus internus und externus, zusätzlich M. quadratus lumborum mit angrenzender Fascia thoracolumbalis [1].

**Vorgehen.** Der Patient wird auf der Seite oder Halbseite gelagert (zu blockierende Seite oben) und die Hüfte gebeugt. Aktuell werden 3 Injektionsorte diskutiert bzw. bevorzugt [69]:

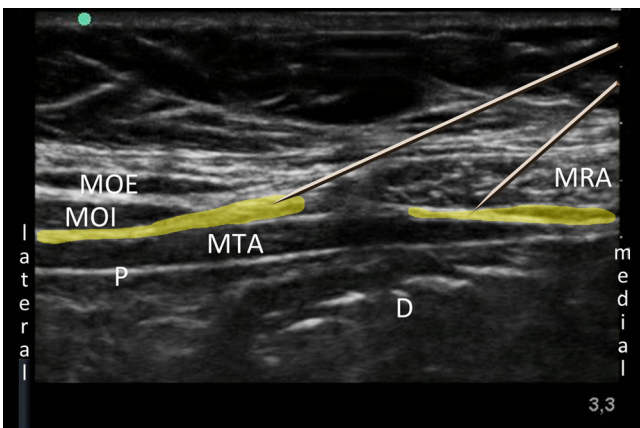
Der Schallkopf wird wie beim TAP-Block zwischen Spina iliaca anterior superior und dem Unterrand des Brustkorbs quer aufgesetzt und nach dorsolateral gezogen, sodass sich alle 3 Muskeln der Bauchwand darstellen lassen. Der M. transversus abdominis wird nach dorsal bis zu seiner Aponeurose verfolgt (Petit-Dreieck), bis der M. quadratus lumborum sichtbar ist. Das LA-Volumen wird als „single shot“ oder kontinuierlich per Kathetertechnik platziert. Ziel ist eine LA-Ausbreitung zwischen den Faszien des M. transversus abdominis und M. quadratus lumborum auf den lateralen (lateraler QLB) und/oder posterioren (posteriorer OLB) Anteilen des M. quadratus lumborum ([Abb. 7, 8 und 9](#); [2, 5]). Bei einem lateralen und einem posterioren QLB wird eine sensorische Blockade von Th7–L1 angenommen; womit der QLB im Vergleich zum klassischen TAP eine höhere Ausbreitung erzeugt. Beim anterioren QLB wird das LA zwischen



**Abb. 4** ◀ Sonographische Darstellung einer TAP-Blockade. *MOE* M. obliquus externus, *MOI* M. obliquus internus, *MT* M. transversus abdominis, *P* Peritoneum, *D* Darmanteile. Ausbreitung der LA zwischen den Muskelfaszienniveaus von *MOI* und *MT* nach In-Plane-Punktion von ventral nach dorsal



**Abb. 5** ◀ Subkostaler (modifizierter) TAP-Block



**Abb. 6** ▲ Sonographische Darstellung einer subkostalen TAP-Blockade. *MOE* M. obliquus externus, *MOI* M. obliquus internus, *MTA* M. transversus abdominis, *P* Peritoneum, *D* Darmanteile. Ausbreitung der LA zwischen den Muskelfaszienniveaus von *MOI* und *MTA* sowie zwischen *M. rectus abdominis* und *M. transversus abdominis* nach 2 Injektionen

die Faszienniveaus des *M. quadratus lumborum* und *M. psoas major* injiziert [69]. Die anteriore Injektion führt zu einer Mitbeteiligung des Plexus lumbalis, woraus eine sensorische Ausbreitung von Th7 bis L4 resultieren kann [68, 69]. Je nach Indikation ist eine einzelne oder sind

mehrere der genannten Injektionsorte zu wählen.

**Dosierung LA, Initialbolus/kontinuierlich.** 15–20 ml Ropivacain 0,2–0,5 % (0,2–0,3 ml/kgKG), ggf. mit Adrenalin-zusatz 1:200.000 bzw. 5 µg/ml. Katheter: Ropivacain 0,2 %, 4–8 ml/h. Höchstmengen

beachten (Tab. 3). Aktuell kann kein dezidiertes Infusionsschema empfohlen werden, da hierzu keine Studien vorliegen [1].

**Spezifische Komplikationen.** Verletzung von Peritoneum, Darm, Leber, Niere, Darmwandhämatom, Bauchwandhämatom, systemische LA-Toxizität.

**Bewertung.** Die Blockade ist im Hinblick auf ihre Erstbeschreibung verhältnismäßig jung. Trotzdem liegen 2 Metaanalysen vor, die eine hochwertige Analgesie im Sinne einer belegten Effektivität und hohen Erfolgsrate darlegen (Ia; Tab. 1). Die Blockade ist technisch komplexer als die TAP-Blockade und ist als risikoreicher bezüglich möglicher Komplikationen einzustufen. Im Gegensatz zur TAP-Blockade sollten beim QLB Einschränkungen der Gerinnung beachtet werden (Nähe zu Organen, nichtkomprimierbar, eingeschränkte Beobachtbarkeit einer Blutung; s. Abschn. „Allgemeines“).

## Interkostalblock

**Indikationen.** Thorakale Eingriffe, z. B. laterale Thorakotomie, Mammachirurgie, Analgesie nach Rippenfrakturen, Interkostalneuralgie [70].

**Spezielle Kontraindikationen.** Keine.

**Zielstruktur.** Segmentale Interkostalnerven (Th1–11), Subkostalnerv (Th12). Die Rr. ventrales der Interkostalnerven verlaufen innerhalb der Interkostalmuskulatur jeweils zwischen dem *M. intercostalis internus* und *M. intercostalis intimus* nach ventral. Nerven und Begleitgefäße verlaufen an Unterseite der darüberliegenden Rippe im Sulcus costae. Interkostalvene liegt kranial, darunter die Arterie, kaudal der Interkostalnerv [70].

**Leitstrukturen.** Rippen, Rippenwinkel, Rippenunterkante.

**Vorgehen.** Der Patient liegt auf der Seite mit der zu blockierenden Seite oben oder auf dem Bauch. Bei Blockaden kranial von Th7 ist eine Armlagerung nach ventral sinnvoll. Die Blockade erfolgt dorsal



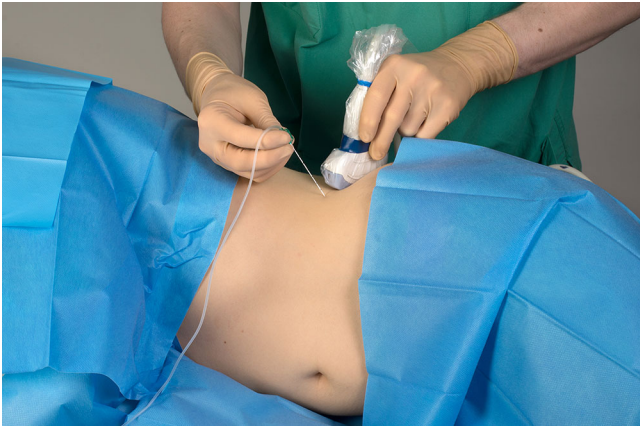


Abb. 7 ◀ Ventrale Punktionstechnik



Abb. 8 ◀ Dorsale Punktionstechnik

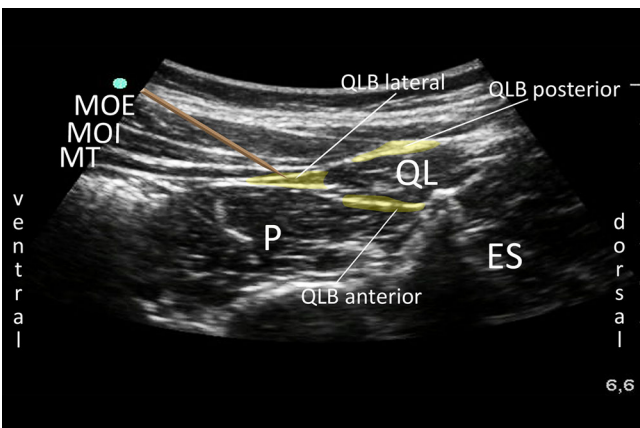


Abb. 9 ▲ Sonographische Darstellung der 3 Injektionsorte des QLB. MOE M. obliquus externus, MOI M. obliquus internus, P M. psoas, ES M. erector spinae. Ausbreitung des LA lateral des M. quadratus lumborum und unterhalb des M. transversus abdominis (lateral QLB), posteriore Ausbreitung des LA zwischen der Aponeurose des M. transversus abdominis und des M. quadratus lumborum (posteriorer QLB), LA-Injektion anterior des M. quadratus lumborum und posterior des M. psoas major (anteriorer QLB)

der mittleren Axillarlinie, bevor der laterale Hautast den jeweiligen R. ventralis verlässt, ca. 7 cm lateral der Mittellinie (Processus spinosus), im Bereich des Rippenwinkels (Angulus costae). Schallkopfposition in Sagittalebene, Darstel-

lung des zu blockierenden Interkostalraums mit den beiden angrenzenden Rippen („bat sign“). Kanülevorschub in In-plane-Technik am Unterrand der Rippe (Abb. 10 und 11). Sinnvoll bei überlappender Innervation: multiple Injektionen

in benachbarte Interkostalräume mindestens ein Interkostalraum ober- und unterhalb des zu blockierenden Segments [70].

**LA-Dosierung.** Ropivacain 0,2–0,1 %, 2–5 ml/Injektionsstelle.

**Spezifische Komplikationen.** Pleurapunktion und Ausbildung eines Pneumothorax bei Nerv-Pleura-Distanz von ca. 2–3 mm, Hämatom, Hämatothorax.

**Bewertung.** Im Gegensatz zu den neueren Interfasziablockaden eine klassische Nervenblockade, die seit vielen Jahrzehnten im klinischen Alltag etabliert ist.

### Thorakaler Paravertebralblock

**Indikationen.** Schmerztherapie des ipsilateralen Hemithorax: Rippenserienfrakturen, thorakoskopische Eingriffe, ggf. auch bei Thorakotomien, Brustchirurgie.

**Spezielle Kontraindikationen.** Gerinnungshemmende Therapie bzw. Blutungsneigung ist analog zu Vorgaben für neuroaxiale Regionalanästhesieverfahren eine mögliche Kontraindikation.

**Leitstrukturen.** Processus transversus, Rippen, Lig. costotransversarium superius, M. intercostalis externus, interne Interkostalmembran, Pleura, endothorakale Faszie [71].

**Zielstruktur.** Paravertebralraum.

**Zu meidende Begleitstrukturen.** Pleura, Epiduralraum, Interkostalgefäße.

**Vorgehen.** Patient in Seiten- oder Bauchlage, alternativ: sitzende Position. Transversale Technik: Schallkopf direkt lateral des Processus spinosus aufsetzen. Eindringtiefe ca. 3–6 cm. Darstellung der Rippe im lateralen Bildrand, kraniokaudales Scannen zum Aufsuchen des Querfortsatzes im medialen Bildteil. Darstellen der internen Interkostalmembran und der lateralen Begrenzung des Paravertebralraums. In-plane-Punktion von lateral nach medial, beim Durchtritt der Kanüle durch die interne Interkostalmembran häufig Widerstandsverlust



Abb. 10 ◀ Interkostalblockade

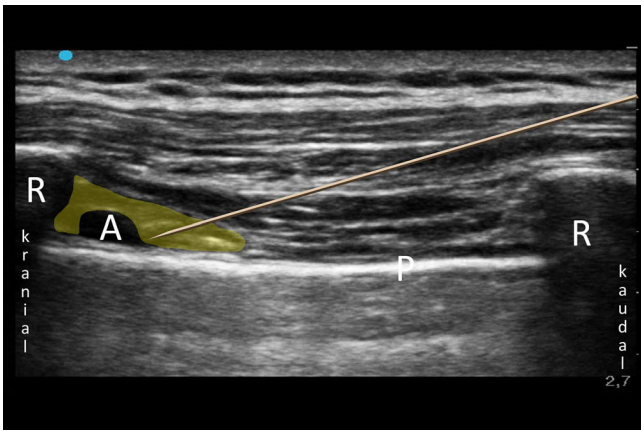


Abb. 11 ◀ Sonographische Darstellung einer Interkostalblockade. R Rippe, P Pleura, A A. intercostalis. LA-Ausbreitung nach In-plane-Punktion

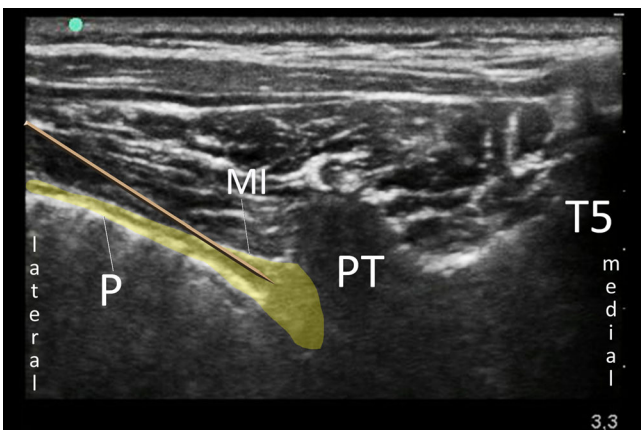


Abb. 12 ◀ Sonographische Darstellung einer transversalen thorakalen Paravertebralblockade. PT Processus transversus, P Pleura, T5 Th5; MI Membrana intercostalis. Ausbreitung des LA zwischen Membrana intercostalis und Pleura nach In-plane-Punktion

detektierbar. Kanülenspitzenposition durch Hydrolokalisierung überprüfen. Bei Injektion des Lokalanästhetikums wird der thorakale Paravertebralraum aufgedehnt; die Pleuragrenze schiebt sich dadurch häufig im Bild in die Tiefe [71]. Der komplette Paravertebralraum und das Lig. costotransversarium werden nach Kaudalverschiebung des Schallkopfes und Verschwinden des Pro-

cessus transversus sichtbar (▣ Abb. 12, 13 und 14).

Sagittale Technik (▣ Abb. 15 und 16): Schallkopf in sagittaler Orientierung paravertebral (ca. 3–4 cm lateral der Mittellinie) aufsetzen. Darstellen der Rippen im Querschnitt (Bat sign der Lungenultraschall). Verschieben des Schallkopfes nach medial bis zur Articulatio costotransversaria. Dann In-plane-Punktion vom Oberrand der unteren Rippe bis

kurz vor die Pleuraduplikatur. Mittels Hydrolokalisierung wird die korrekte Positionierung der Nadelspitze bestätigt – es erfolgt eine Bewegung der Pleuraduplikatur (parietal/visceralis) vom Schallkopf weg nach ventral („Pleura-Shift“). Out-of-plane-Techniken möglich, oft technisch schwieriger sowie theoretisch größere Gefahr für Pleuraverletzungen [71]. Zur besseren Darstellung der Pleura ist häufig ein Kippen des Schallkopfes notwendig.

**LA-Dosierung.** 15–20 ml Ropivacain 0,2–0,5 %. Kathetertechnik möglich, Laufrate max. 5–6 ml/h [70]. Katheteranlage in lateromedialer Stichtechnik meist leichter durchführbar [72].

**Spezifische Komplikationen.** Pneumothorax, Durapunktion, Katheterdislokation in den Epiduralraum.

**Bewertung.** Die Paravertebralblockade kommt der Epiduralanästhesie qualitativ mit seiner sympathikolytischen und damit viszeralen Schmerzblockade am nächsten. Dieses Verfahren ist lange und erfolgreich in der klinischen Anwendung etabliert.

### PECS-I-Block

**Indikationen.** Operationen im Bereich oberhalb des M. pectoralis major (Mammaaugmentation), ICD-/Schrittmacherimplantation, Portkatheteranlage (keine Blockade der sensiblen Hautäste, daher Kombination mit Blockade der Nn. supraclaviculares erwägen).

**Spezielle Kontraindikationen.** Keine.

**Leitstrukturen.** M. pectoralis major, M. pectoralis minor, M. serratus anterior.

**Zielstruktur.** Laterale Anteile des N. pectoralis zwischen M. pectoralis major und minor. A. und V. subclavia können häufig nicht dargestellt werden (N. pectoralis medialis und lateralis).

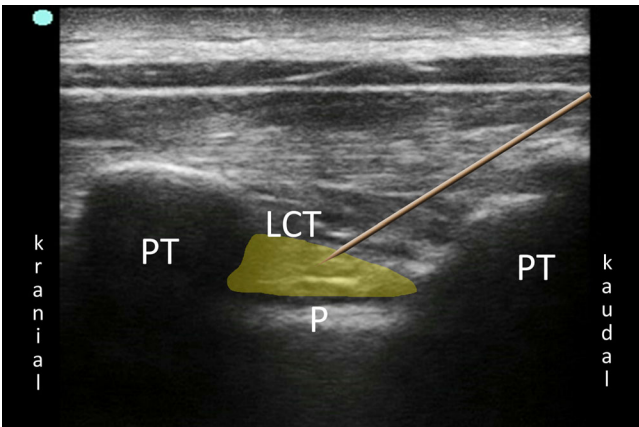
**Zu meidende Begleitstrukturen.** Pleura, A. axillaris, A. thoracoacromialis zwischen M. pectoralis major und minor.



**Abb. 13** ◀ Transversale thorakale Paravertebralblockade



**Abb. 14** ◀ Transversale thorakale Paravertebralblockade (hier: Anlage am liegenden Patienten)



**Abb. 15** ◀ Sonographische Darstellung einer sagittalen thorakalen Paravertebralblockade. PT Processus transversus, P Pleura, LCT Lig. costotransversarius superior. Ausbreitung des LA zwischen LCT und Pleura nach In-plane-Punktion

**Vorgehen.** Rückenlage des Patienten. In Höhe der 3. Rippe Darstellung der Mm. pectoralis major und minor. Dazu Schallkopf in der Medioklavikularlinie aufsetzen wie bei einem infraklavikulären Block. Schallkopf etwas nach kaudal verschieben, um eine Darstellung der 3. Rippe zu erhalten, Schrägorientierung der Sonde von kranio-medial nach latero-kaudal. Darstellung von M. pectoralis major (Abb. 17 und 18). Die 2. Rippe

liegt unmittelbar dorsal der A. axillaris. Darstellung 3. Rippe in Bildmitte. In-plane-Injektion (ggf. Out-of-plane-Injektion) von LA in die Faszienschicht zwischen den beiden Muskeln schräg von lateral nach medial [73].

**Dosierung LA.** 10 ml LA (z. B. Ropivacain 0,2%).

**Bewertung.** Seit Erstpublikation der PECS-Blockaden in 2011 [73] liegen einige wenige placebo-randomisiert-kontrollierte Studien zum PECS I vor, die widersprüchliche Daten zur relevanten Analgesiequalität der PECS-I-Blockade hervorbringen. Die Hautinnervation wird durch den PECS I nicht blockiert, womit der Einsatz und Nutzen des alleinigen PECS I als deutlich eingeschränkt gilt.

## PECS-II-Block

**Indikationen.** Operationen im Bereich des M. pectoralis major sowie axilläre Resektionen [74], Mastektomien [75], AV-Shunt-Anlage am Oberarm [74].

**Spezielle Kontraindikationen.** Keine.

**Leitstrukturen.** M. pectoralis major, M. pectoralis minor, M. serratus anterior, M. latissimus dorsi, Interkostalmuskeln.

**Zielstruktur.** 1. Teil s. PECS-I-Block. 2. Teil Injektion in Faszienschicht zwischen M. pectoralis minor und M. serratus anterior (N. thoracicus longus, Rr. laterales der Interkostalnerven, N. intercostobrachialis).

**Zu meidende Begleitstrukturen.** Pleura, A. axillaris, A. thoracoacromialis zwischen M. pectoralis major und minor.

**Vorgehen.** Block besteht aus 2 Blockanteilen (Abb. 19 und 20). Zunächst Durchführung des oben genannten PECS-I-Blocks. Danach Darstellung von M. pectoralis minor und M. serratus anterior im Bereich der 3. Rippe. Verschieben des Schallkopfs Richtung Axilla und Darstellung des lateralen Rands des M. pectoralis minor. Injektion in die Faszienschicht zwischen diese Muskeln [75, 76].

**Dosierung LA.** 1. Teil 10 ml LA (s. Abschn. „PECS-I-Block“), 2. Teil bis zu 20 ml LA.

**Bewertung.** Im Gegensatz zur PECS-I-Blockade liegen für die PECS-II-Blockade zahlreiche randomisiert-kontrollierte Studien vor, die eine Wirksamkeit belegen. In zwei Metaanalysen wird eine



Abb. 16 ◀ Sagittale thorakale Paravertebralblockade

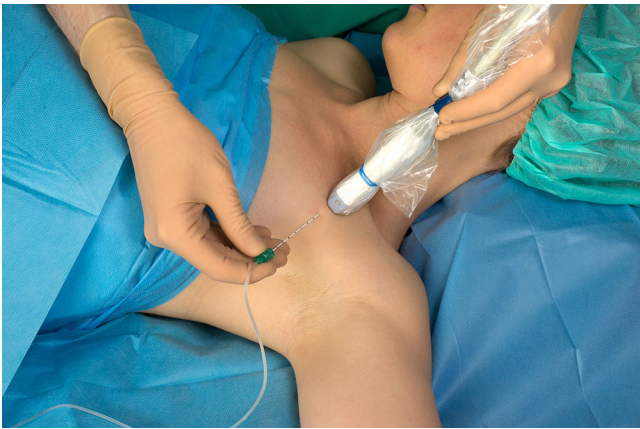


Abb. 17 ◀ PECS-I-Blockade-Technik

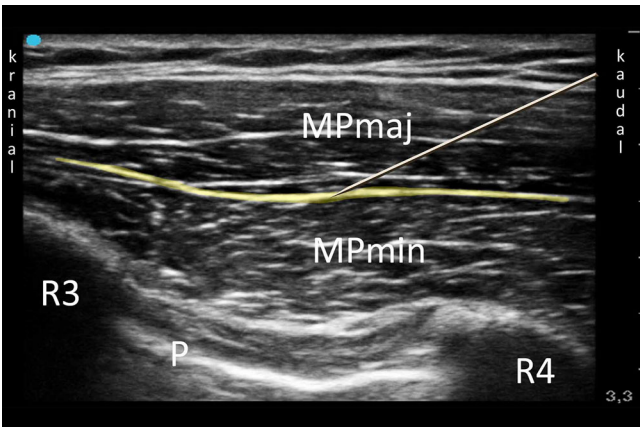


Abb. 18 ◀ Sonographische Darstellung einer PECS-I-Blockade. MPmaj M. pectoralis major, MPmin M. pectoralis minor, P Pleura, R3/R4 3./4. Rippe. Ausbreitung der LA zwischen den Muskelfaszien der beiden Pektoralismuskeln nach In-plane-Punktion

sehr gute analgetische Wirksamkeit für brustchirurgische Eingriffe beschrieben (Ia, [Tab. 1](#)), die jener von Paravertebralblockaden ebenbürtig sei.

### Serratus-anterior-Block (Serratus-plane-Block)

**Indikationen.** Ergänzung der PECS-Blockaden bei Durchführung von Latis-simus-dorsi-Lappenchirurgie, Schmerz-

therapie bei Rippenserienfrakturen [77], radikale Mastektomie [77, 78].

**Spezielle Kontraindikationen.** Keine.

**Leitstrukturen.** M. serratus anterior, M. latissimus dorsi, M. teres major [79].

**Zielstruktur.** Faszien-schicht zwischen M. teres major und M. serratus anterior sowie zwischen M. latissimus dorsi und

M. serratus anterior auf Höhe der 5. Rippe in mittlerer Axillarlinie. Blockade der Nervenenden der Nn. intercostales sowie der Endäste des N. thoracodorsalis [80].

**Zu meidende Begleitstrukturen.** Pleura.

**Vorgehen.** Rückenlage, Arm abduziert, Schallkopf in sagittaler Ausrichtung in mittlerer Axillarlinie. In-plane-Punktion von medial nach posterolateral. Aktuell werden versch. Injektionsorte beschrieben: a) oberhalb des M. serratus anterior, b) unterhalb des M. serratus anterior [78, 81]. Datenlage zum optimalen Injektionsort ist bisher unklar ([Abb. 21 und 22](#)).

**Dosierung LA.** Ropivacain 0,2–0,5%, 20–40 ml.

**Bewertung.** Es liegen 3 kontrolliert-ran-domisierte Studien vor, die eine reliable Wirksamkeit bei thorakoskopischen Ein-griffen belegen (Evidenzgrad II, [Tab. 1](#)). Das analgetische Potenzial scheint für diese Indikationen vergleichbar mit Para-vertebralblockaden zu sein. Aus der klini-schen Praxis beschreiben viele Anwender den Block als eine gute Alternative zur epiduralen Analgesie bei Rippenfrak-turen.

### Rektusscheidenblock

**Indikationen.** Postoperative Schmerz-therapie nach Nabelhernienoperation, mediane Laparotomie (beidseits ausge-führt).

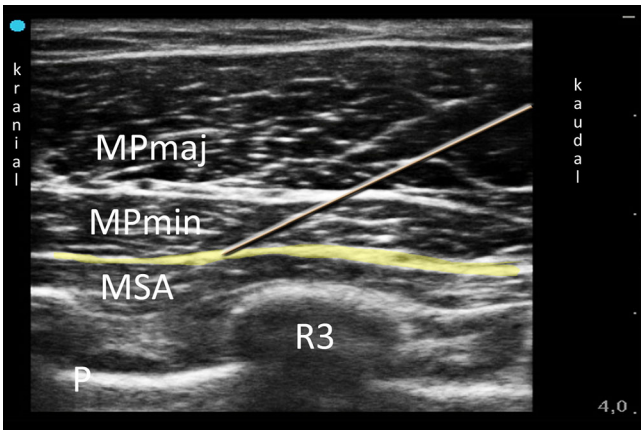
**Kontraindikationen.** Infektionen von Bauchwand und Peritoneum, Eingriffe im unmittelbaren Bereich des Punktion-sortes, mediane Laparotomie (beidseitig ausgeführt).

**Zielstruktur.** Kompartiment zwischen hinterer Rektusscheide und M. rectus abdominis. Dort verlaufen die anterio-ren Nervenendigungen der ventralen Spinalnerven [82].

**Leitstrukturen.** Doppelkontur von hinterer Rektusscheide (des M. rectus abdo-minis) und Fascia transversalis [83].



**Abb. 19** ◀ PECS-II-Blockade-Technik



**Abb. 20** ◀ Sonographische Darstellung einer PECS-II-Blockade. *MPmaj* M. pectoralis major, *MPmin* M. pectoralis minor, *MSA* M. serratus anterior, *P* Pleura, *R5* 5. Rippe. Ausbreitung der LA zwischen M. pectoralis minor und M. serratus anterior nach In-plane-Punktion



**Abb. 21** ◀ Serratus-plane-Blockade

**Zu meidende Begleitstrukturen.** Perforation des Peritoneums.

**Vorgehen.** Patient in Rückenlage. Linear-schallkopf paraumbilikal, lateraler Anteil des M. rectus abdominis zur Darstellung. In-plane-Punktion (IP) erfolgt von medial nach lateral mit flachem Punktionswinkel zur Haut. Die Kanüle wird bei Erreichen des M. obliquus externus identifiziert und unter Darstellung zur

Doppelkontur von hinterer Rektusscheide und Fascia transversalis vorgeschoben. Die Endäste der Rr. ventrales der Spinalnerven sind nicht visualisierbar. Injektion erfolgt zwischen hinterer Rektusscheide und M. rectus abdominis, LA breitet sich spindelförmig an der hinteren Rektusscheide aus. Ggf. Katheteranlage. Vorschub ca. 3 cm nach Injektion des Initialvolumens (▣ **Abb. 23 und 24**).

**Dosierung LA, Initialbolus/kontinuierlich.** Ropivacain 0,2–0,5%, initial 15–20 ml je Seite, insgesamt maximal 3 mg/kgKG [1, 78]. Katheter: z. B. Ropivacain 0,2%, 4–8 ml/h dosiert werden.

**Spezifische Komplikationen.** Verletzung Peritoneum, Darm, Leber, Darmwandhämatom, Bauchwandhämatom.

**Bewertung.** Es liegen einige randomisiert-kontrollierten Studien vor (Evidenzgrad II, ▣ **Tab. 1**). Der Indikationsbereich ist als schmal zu beschreiben. Das Potenzial zur postoperativen Schmerzreduktion wird in z. T als gering beschrieben [12]. Die vorliegende Metaanalyse beschränkt sich auf Eingriffe bei Kindern.

### N.-ilioinguinalis-N.-iliohypogastricus-Blockade

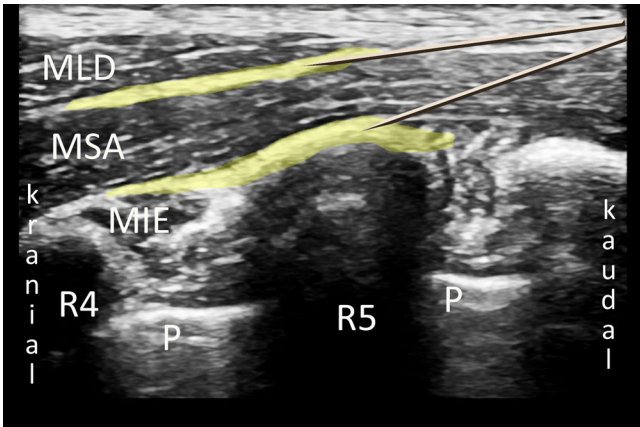
**Indikationen.** Postoperative Schmerztherapie nach Herniotomie, Orchidopexie, Funikulolyse, Sectio caesarea [1, 64, 84–86].

**Spezielle Kontraindikationen.** Infektionen von Bauchwand und Peritoneum, Eingriffe im Bereich des Punktionsorts.

**Zielstruktur.** Faszienschicht zwischen M. transversus abdominis und M. obliquus internus abdominis. Durch diese Ebene ziehen der N. ilioinguinalis und der N. iliohypogastricus.

**Leitstrukturen.** Identifikation der Crista iliaca und der Spina iliaca anterior superior (ASIS), posteriorer Zugang: Darstellung der 3 Muskelschichten von M. obliquus externus abdominis, M. obliquus internus abdominis und M. transversus abdominis (Dreischichtung; s. Abschn. „TAP-Block“). Anteriorer Zugang: Darstellung von M. obliquus internus abdominis und M. transversus abdominis (Zweischichtung). Ggf. Identifikation der beiden Nerven (nicht notwendig). Gegebenenfalls Farbdoppler zur Identifikation von Gefäßen.

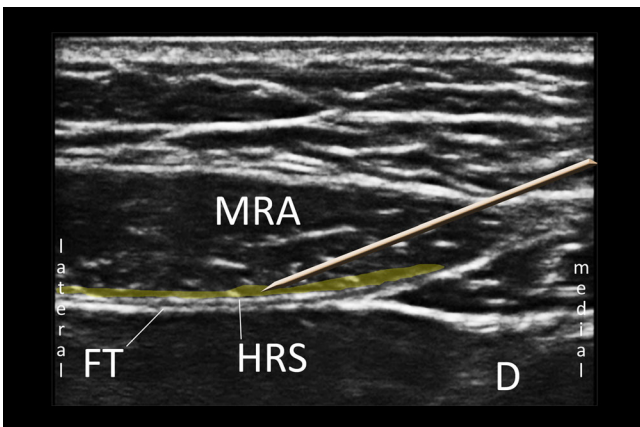
**Zu meidende Begleitstrukturen.** Peritoneum, Bauchorgane.



**Abb. 22** ▲ Sonographische Darstellung einer Serratus-plane-Blockade als In-plane-Punktion. *MLD* M. latissimus dorsi, *MSA* M. serratus anterior, *MIE* M. intercostalis externus, *R4* 4. Rippe, *R5* 5. Rippe. Oberflächliche Blockade: Ausbreitung des LA zwischen den Muskelfasziën von *MLD* und *M. serratus anterior*; tiefe Blockade: Ausbreitung des LA zwischen *MIE* und *MSA*. *P* Pleura



**Abb. 23** ◀ Rektus-scheidenblock



**Abb. 24** ◀ Sonographische Darstellung einer Rektus-scheidenblockade. *MRA* M. rectus abdominis, *FT* Fascia transversalis, *HRS* hintere Rektus-scheide, *D* Darmannteile. Ausbreitung der LA zwischen hinterer Rektus-scheide und *M. rectus abdominis* nach In-plane-Punktion

**Vorgehen.** Rückenlage, Linearschallkopf. Posteriorer Zugang: Schallkopf posterior und superior der ASIS aufsetzen, Darstellung der 3-schichtigen Bauchwand (s. Abschn. „TAP-Block“). Injektionstechnik von medial nach lateral-dorsal in die Schicht zwischen dem *M. transversus abdominis* und

dem *M. obliquus internus abdominis*. Anteriorer Zugang: Schallkopf auf der Linie ASIS-Umbilicus ausgerichtet. Zur Vermeidung von Peritonealverletzungen ist eine In-plane Punktionstechnik von medial nach laterokaudal empfehlenswert (▣ **Abb. 25** und **26**). Bei der Injektion entfernen sich die Muskelschichten von

*M. obliquus internus* und der *M. transversus abdominis* voneinander, und das Lokalanästhetikum breitet sich zwischen diesen Muskelschichten aus [1, 2, 84, 85].

**Dosierung LA, Initialbolus/kontinuierlich.** Z. B. Ropivacain 0,2–0,5 %, initial 15–20 ml. Ggf. Adrenalin als Adjuvans (1:200.000 bzw. 5 µg/ml). Die Anlage eines Katheters ist ggf. möglich.

**Spezifische Komplikationen.** Verletzung von Peritoneum, Darm, Leber; Darmwandhämatom, Bauchwandhämatom.

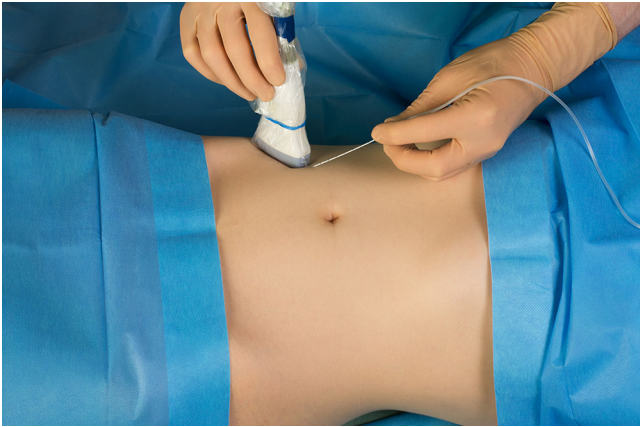
**Bewertung.** Es liegt eine Metaanalyse mit 6 randomisiert-kontrollierten Studien vor (Evidenzgrad Ib, ▣ **Tab. 1**). Die Effektivität des IIB zur Hernienchirurgie ist mit jener des Transversus-abdominis-plane-Blocks vergleichbar.

### Erector-spinae-plane-Block

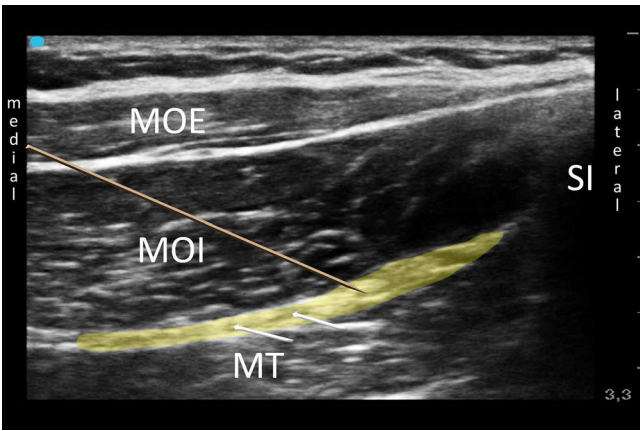
**Indikationen.** Offene und videoassistierte Thorakotomie [7, 87], Postthorakotomieschmerzsyndrom [88], Rippenserien- und Querfortsatzfrakturen [89–91], Brustoperationen (zusätzlich PECS-Block notwendig) [92], Abdominalchirurgie (Blockade bilateral) [93–95], Nephrektomie [96], Hüftendoprothetik, Becken-, Femurosteotomie [97–99].

**Spezielle Kontraindikationen.** Keine.

**Zielstruktur.** Injektion in Faszien-schicht zwischen Querfortsatz und *M. erector spinae* auf Höhe Th5 (Thorax- und Kardiochirurgie, Thoraxtrauma), Th7 (Abdominalchirurgie) oder L4 (Hüftchirurgie), LA-Ausbreitung unter dem *M. erector spinae* (*MES*) kraniokaudal über 6 bis 8 Segmente, Blockade des *R. dorsalis* und evtl. thorakal eine partielle LA-Ausbreitung in den Paravertebralraum zum *R. ventralis* der Spinalnerven und *R. communicans* mit autonomen Nervenfasern (daher neben somatischer Analgesie eine mögliche viszerale Analgesie) [94, 100–102]. Die tatsächliche LA-Ausbreitung nach ventral an die *Rr. ventrales* und *Rr. communicantes* ist umstritten und deutlich begrenzter als die kranio-kaudale Ausbreitung unter dem *MES*.



**Abb. 25** ◀ Nn.-ilioinguinalis-iliohypogastricus-Blockade (IIB)



**Abb. 26** ▲ Sonographische Darstellung einer Nn.-ilioinguinalis-iliohypogastricus-Blockade (IIB). MOE M. obliquus externus, MOI M. obliquus internus, MT M. transversus abdominis, SI Spina iliaca, weiße Pfeile mutmaßliche Nerven (lat. N. ilioinguinalis, med. N. iliohypogastricus). Korrekte LA-Ausbreitung zwischen MOI und MT nach In-plane-Punktion



**Abb. 27** ◀ Paramediane Position der US-Sonde

**Leitstrukturen.** Querfortsatz, M. erector spinae.

**Zu meidende Begleitstrukturen.** Pleura, Epiduralraum.

**Vorgehen.** Die Blockade kann am sitzenden Patienten oder in Seitenlage durchge-

führt werden. Der Schallkopf wird nach Bedarf auf Höhe Th5-L4 paramedian sagittal aufgesetzt und der entsprechende Querfortsatz in der kurzen Achse unter dem MES dargestellt. Im thorakalen Bereich ist meist ein linearer Schallkopf mit einer Bildtiefe von 3–5 cm ausreichend. Im lumbalen Bereich ist häufig

eine konvexe Sonde mit einer Bildtiefe von 5–8 cm notwendig. Punktion von kranial nach kaudal in plane mit Vorschub der Kanülenspitze unter den MES auf den Querfortsatz und Injektion von 20–40 ml Lokalanästhetikum. Beobachtung der parasagittalen LA-Ausbreitung in kraniokaudaler Richtung unter dem MES, der vom LA-Depot vom Querfortsatz bzw. der Interkostalmuskulatur abgehoben wird. Eine Katheteranlage ist möglich.

Als sog. Retrolaminarblock kann das Lokalanästhetikum alternativ in gleicher sagittaler Darstellung und kraniokaudaler In-plane Punktion auch weiter medial unter den M. erector spinae injiziert werden (Abb. 27 und 28). Dazu wird als Zielstruktur die Lamina des Wirbelkörpers dargestellt und mit der Kanülenspitze anvisiert. Allerdings liegt hierbei die Injektionsstelle 1–2 cm tiefer, und das epidurale Fehlpunktionsrisiko erscheint höher.

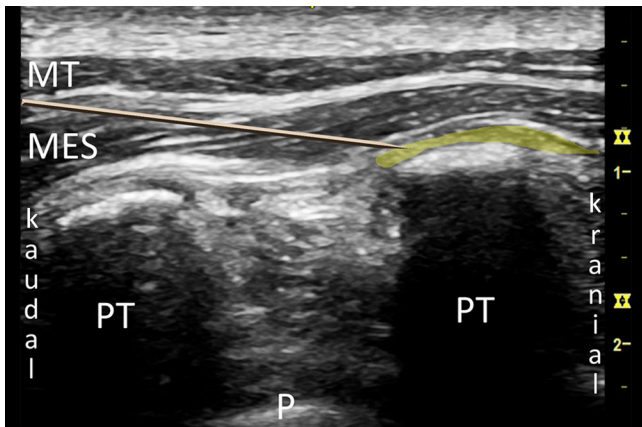
**Dosierung LA, Initialbolus/kontinuierlich.** Ropivacain 0,2–0,5 %, initial 20–40 ml je Seite, Katheter: Ropivacain 0,2 %. Eine Dosisempfehlung zur kontinuierlichen Therapie ist bei der derzeitigen Datenlage nicht möglich.

**Spezifische Komplikationen.** Pneumothorax, epidurale Ausbreitung/Fehlpunktion.

**Bewertung.** Eine ausreichende Menge randomisiert-kontrollierter Studien zur analgetischen Effektivität der Blockade liegt seit der Erstbeschreibung in 2016 [7] bisher nur für die brustchirurgische Indikation vor (Tab. 1). Für andere Indikationen finden sich einzelne oder wenige Studien, die noch keine abschließende Bewertung zulassen. Die technische Diversität sowie die variierenden Indikationen zum Einsatz der Blockade ermöglichen keine Empfehlung.

### Fazit für die Praxis

- Für Rumpfblockaden werden größtenteils Kompartimente bzw. interfasziale Räume anstatt Nervenstrukturen aufgesucht.



**Abb. 28** ◀ Sono-graphische Durchführung ESB. PT Processus transversus, P Pleura, MT M. trapezius, MES M. erector spinae

- Septen im interfaszialen Raum und eine fehlende, kontrollierte Nervenumpfung könnten Ursache einer größeren Wirkungsvarianz sein.
- Eine viszerale Analgesie wird von „interfaszialen“ Blockaden – abgesehen von Paravertebralblockaden – nicht erzeugt, womit die analgetische Potenz im Vergleich zu neuroaxialen Verfahren eingeschränkt ist.
- Kontraindikationen durch Antikoagulation und/oder Koagulopathie bestehen durch Nähe zu parenchymatösen Organen, fehlende Komprimierbarkeit (Spinalraum) oder eingeschränkte Beobachtbarkeit einer Blutung (Abdomen, Retroperitoneum).
- Für Rumpfblockaden werden hohe Volumina an Lokalanästhetika benötigt. Bei Wahl der Konzentration ist auf Höchstdosen zu achten. Bei Mischung verschiedener Lokalanästhetika kann sich die Toxizität addieren.
- Von den interfaszialen Blockaden an Thorax und Abdomen besteht die höchste Evidenz für Effektivität bei TAP- und Quadratus-lumborum-Blockaden.

### Korrespondenzadresse



**Prof. Dr. med. T. Steinfeldt**  
 Klinik für Anästhesiologie,  
 operative Intensivmedizin  
 und Schmerztherapie,  
 Diakoneo DIAK Klinikum  
 Diakoniestr. 10, 74523 Schwä-  
 bisch Hall, Deutschland  
 thorsten.steinfeldt@  
 diakoneo.de  
 thorsten.steinfeldt@  
 staff.uni-marburg.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** T. Steinfeldt, P. Kessler, O. Vicent, U. Schwemmer, J. Döffert, P. Lang, D. Mathioudakis, E. Hüttemann, W. Armbruster, S. Sujatta, M. Lange, S. Weber, F. Reisig, R. Hillmann, T. Volk und T. Wiesmann geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

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

### Literatur

1. Chin KJ, McDonnell JG, Carvalho B, Sharkey A, Pawa A, Gadsden J (2017) Essentials of our current understanding: abdominal wall blocks. *Reg Anesth Pain Med* 42:133–183
2. Abrahams M, Derby R, Horn J-L (2016) Update on ultrasound for truncal blocks: a review of the evidence. *Reg Anesth Pain Med* 41:275–288
3. Tran DQ, Boezaart AP, Neal JM (2017) Beyond ultrasound guidance for regional anesthesiology. *Reg Anesth Pain Med* 42:556–563
4. Elsharkawy H, Pawa A, Mariano ER (2018) Interfascial plane blocks: back to basics. *Reg Anesth Pain Med* 43:341–346
5. Carline L, McLeod GA, Lamb C (2016) A cadaver study comparing spread of dye and nerve involvement after three different quadratus lumborum blocks. *Br J Anaesth* 117:387–394

6. Dam M, Moriggl B, Hansen CK, Hoermann R, Bendtsen TF, Børglum J (2017) The pathway of injectate spread with the transmuscular quadratus lumborum block: a cadaver study. *Anesth Analg* 125:303–312
7. Forero M, Adhikary SD, Lopez H, Tsui C, Chin KJ (2016) The erector spinae plane block: a novel analgesic technique in thoracic neuropathic pain. *Reg Anesth Pain Med* 41:621–627
8. Ma N, Duncan JK, Scarfe AJ, Schuhmann S, Cameron AL (2017) Clinical safety and effectiveness of transversus abdominis plane (TAP) block in postoperative analgesia: a systematic review and meta-analysis. *J Anesth* 31:432–452
9. Champaneria R, Shah L, Wilson MJ, Daniels JP (2016) Clinical effectiveness of transversus abdominis plane (TAP) blocks for pain relief after caesarean section: a meta-analysis. *Int J Obstet Anesth* 28:45–60
10. Hamill JK, Rahiri JL, Liley A, Hill AG (2016) Rectus sheath and transversus abdominis plane blocks in children: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Paediatr Anaesth* 26:363–371
11. Kartalov A, Jankulovski N, Kuzmanovska B, Zdravkovska M, Shosholcheva M, Tolevska M, Naumovski F, Srceva M, Petrusheva AP, Selmani R, Sivevski A (2017) The effect of rectus sheath block as a supplement of general anesthesia on postoperative analgesia in adult patient undergoing umbilical hernia repair. *Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki)* 38:135–142
12. Kinjo Y, Kurita T, Fujino Y, Kawasaki T, Yoshino K, Hachisuga T (2019) Evaluation of laparoscopic-guided rectus sheath block in gynecologic laparoscopy: a prospective, double-blind randomized trial. *Int J Surg* 62:47–53
13. Dingeman RS, Barus LM, Chung HK, Clendenin DJ, Lee CS, Tracy S, Johnson VM, Dennett KV, Zurakowski D, Chen C (2013) Ultrasonography-guided bilateral rectus sheath block vs local anesthetic infiltration after pediatric umbilical hernia repair: a prospective randomized clinical trial. *JAMA Surg* 148:707–713
14. Flack SH, Martin LD, Walker BJ, Bosenberg AT, Helmers LD, Goldin AB, Haberkern CM (2014) Ultrasound-guided rectus sheath block or wound infiltration in children: a randomized blinded study of analgesia and bupivacaine absorption. *Paediatr Anaesth* 24:968–973
15. Gurnaney HG, Maxwell LG, Kraemer FW, Goebel T, Nance ML, Ganesh A (2011) Prospective randomized observer-blinded study comparing the analgesic efficacy of ultrasound-guided rectus sheath block and local anaesthetic infiltration for umbilical hernia repair. *Br J Anaesth* 107:790–795
16. Hamill JK, Liley A, Hill AG (2015) Rectus sheath block for laparoscopic appendicectomy: a randomized clinical trial. *ANZ J Surg* 85:951–956
17. Kim SH, Kim N, Lee B, Song J, Kim HJ, Choi YS (2020) Effectiveness of quadratus lumborum block for postoperative pain: a systematic review and meta-analysis. *Minerva Anestesiol*. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.20.13975-0>
18. Jin Z, Liu J, Li R, Gan TJ, He Y, Lin J (2020) Single injection quadratus lumborum block for postoperative analgesia in adult surgical population: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Anesth* 62:109715
19. Mieszkowski MM, Mayzner-Zawadzka E, Tuyakov B, Mieszkowska M, Żukowski M, Waśniewski T, Onichimowski D (2018) Evaluation of the effectiveness of the quadratus lumborum block type I using ropivacaine in postoperative analgesia after



- a cesarean section—a controlled clinical study. *Ginekol Pol* 89:89–96
20. Blanco R, Ansari T, Girgis E (2015) Quadratus lumborum block for postoperative pain after caesarean section: a randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 32:812–818
  21. Fujimoto H, Irie T, Mihara T, Mizuno Y, Nomura T, Goto T (2019) Effect of posterior quadratus lumborum blockade on the quality of recovery after major gynaecological laparoscopic surgery: a randomized controlled trial. *Anaesth Intensive Care* 47:146–151
  22. Ökmen K, Metin Ökmen B, Topal S (2018) Ultrasound-guided posterior quadratus lumborum block for postoperative pain after laparoscopic cholecystectomy: a randomized controlled double blind study. *J Clin Anaesth* 49:112–117
  23. Vesyck B, van Geffen GJ, Chin KJ (2019) Analgesic efficacy of the Pecs II block: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia* 74:663–673
  24. Singh PM, Borle A, Kaur M, Trikha A, Sinha A (2018) Opioid-sparing effects of the thoracic interfascial plane blocks: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Saudi J Anaesth* 12:103–111
  25. Cros J, Sengès P, Kaprelian S, Desroches J, Gagnon C, Labrunie A, Marin B, Crépin S, Nathan N, Beaulieu P (2018) Pectoral I block does not improve postoperative analgesia after breast cancer surgery: a randomized, double-blind, dual-centered controlled trial. *Reg Anesth Pain Med* 43:596–604
  26. Hanley C, Wall T, Bukowska I, Redmond K, Eaton D, Ní Mhuirheartaigh R, Hearty C (2020) Ultrasound-guided continuous deep serratus anterior plane block versus continuous thoracic paravertebral block for perioperative analgesia in videoscopic-assisted thoracic surgery. *Eur J Pain*. <https://doi.org/10.1002/ejp.1533>
  27. Saad FS, El Baradie SY, Abdel Aliem MAW, Ali MM, Kotb TAM (2018) Ultrasound-guided serratus anterior plane block versus thoracic paravertebral block for perioperative analgesia in thoracotomy. *Saudi J Anaesth* 12:565–570
  28. Park MH, Kim JA, Ahn HJ, Yang MK, Son HJ, Seong BG (2018) A randomised trial of serratus anterior plane block for analgesia after thoracoscopic surgery. *Anaesthesia* 73:1260–1264
  29. Zhou Y, Chen M, Zhang Y, Zhou H, Yu X, Chen G (2019) Ilioinguinal/iliohypogastric nerve block versus transversus abdominis plane block for pain management following inguinal hernia repair surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine* 98:e17545
  30. Bærentzen F, Maschmann C, Jensen K, Belhage B, Hensler M, Børglum J (2012) Ultrasound-guided nerve block for inguinal hernia repair: a randomized, controlled, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med* 37:502–507
  31. Wehbe SA, Ghulmiyyah LM, El-Khawand HD, Hosford SL, Ehleben CM, Saltzman SL, Sills ES (2008) Prospective randomized trial of iliohypogastric-ilioinguinal nerve block on post-operative morphine use after inpatient surgery of the female reproductive tract. *J Negat Results BioMed* 7:11
  32. Bell EA, Jones BP, Olufolabi AJ, Dexter F, Phillips-Bute B, Greengrass RA, Penning DH, Reynolds JD, Duke Women's Anesthesia Research Group (2002) Ilioypogastric-ilioinguinal peripheral nerve block for post-Cesarean delivery analgesia decreases morphine use but not opioid-related side effects. *Can J Anaesth* 49:694–700
  33. ElHawary H, Abdelhamid K, Meng F, Janis JE (2019) Erector spinae plane block decreases pain and opioid consumption in breast surgery: systematic review. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 7:e2525
  34. Peek J, Smeeing DPJ, Hietbrink F, Houwert RM, Marsman M, de Jong MB (2019) Comparison of analgesic interventions for traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg* 45:597–622
  35. Woodworth GE, Ivie RMJ, Nelson SM, Walker CM, Maniker RB (2017) Perioperative breast analgesia: a qualitative review of anatomy and regional techniques. *Reg Anesth Pain Med* 42:609–631
  36. Truitt MS, Murry J, Amos J, Lorenzo M, Mangram A, Dunn E, Moore EE (2011) Continuous intercostal nerve blockade for rib fractures: ready for primetime? *J Trauma* 71:1548–1552
  37. Yeung JH, Gates S, Naidu BV, Wilson MJ, Gao Smith F (2016) Paravertebral block versus thoracic epidural for patients undergoing thoracotomy. *Cochrane Database Syst Rev* 2:CD9121
  38. Hu Z, Liu D, Wang ZZ, Wang B, Dai T (2018) The efficacy of thoracic paravertebral block for thoracoscopic surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine* 97:e13771
  39. Law LS, Tan M, Bai Y, Miller TE, Li YJ, Gan TJ (2015) Paravertebral block for inguinal herniorrhaphy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesth Analg* 121:556–569
  40. Mayhew D, Sahgal N, Khirwadkar R, Hunter JM, Banerjee A (2018) Analgesic efficacy of bilateral superficial cervical plexus block for thyroid surgery: meta-analysis and systematic review. *Br J Anaesth* 120:241–251
  41. Vaniyapong T, Chongruksut W, Rerkasem K (2013) Local versus general anaesthesia for carotid endarterectomy. *Cochrane Database Syst Rev* 19:CD126
  42. Banerjee S, Acharya R, Sriramka B (2019) Ultrasound-guided inter-scalene brachial plexus block with superficial cervical plexus block compared with general anesthesia in patients undergoing clavicular surgery: a comparative analysis. *Anesth Essays Res* 13:149–154
  43. The Association of Anaesthetists of Great Britain & Ireland; Obstetric Anaesthetists' Association; Regional Anaesthesia UK (2013) Regional anaesthesia and patients with abnormalities of coagulation: the association of anaesthetists of great britain & ireland and the obstetric anaesthetists' association regional anaesthesia UK. *Anaesthesia* 68:966–967
  44. Waurick R, Van Aken H (2010) Epiduralanästhesie. In: Van Aken H, Wulf H (Hrsg) *Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie*. Thieme, Stuttgart, S 228
  45. Ilfeld BM (2011) Continuous peripheral nerve blocks: a review of the published evidence. *Anesth Analg* 113:904–925
  46. Zink W, Graf BM (2007) Lokalanästhetikatoxizität – Relevanz empfohlener Maximaldosen? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 48:182–205
  47. Rosenberg P, Veering B, Urmey W (2004) Maximum recommended doses of local anesthetics: a multifactorial concept. *Reg Anesth Pain Med* 29:564–575
  48. Kitayama M, Wada M, Hashimoto H, Kudo T, Takada N, Hirota K (2014) Effects of adding epinephrine on the early systemic absorption kinetics of local anesthetics in abdominal truncal blocks. *J Anesth* 28:631–634
  49. Corvetto MA, Echevarría GC, De La Fuente N, Mosqueira L, Solari S, Altermatt FR (2012) Comparison of plasma concentrations of levobupivacaine with and without epinephrine for transversus abdominis plane block. *Reg Anesth Pain Med* 37:633–637
  50. GALA Trial Collaborative Group, Lewis SC, Warlow CP, Bodenham AR, Colam B, Rothwell PM, Torgerson D, Dellagrammaticas D, Horrocks M, Liapis C, Banning AP, Gough M, Gough MJ (2008) General anaesthesia versus local anaesthesia for carotid surgery (GALA): a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 372:2132–2142
  51. Pandit JJ, Satya-Krishna R, Gratton P (2007) Superficial or deep cervical plexus block for carotid endarterectomy: a systematic review of complications. *Br J Anaesth* 99:159–169
  52. Seidel R (2017) Cervical plexus blocks. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 52:806–813
  53. Seidel R, Schulze M, Zukowski K, Wree A (2015) Ultrasound-guided intermediate cervical plexus block. *Anatomical study. Anaesthesist* 64:446–450
  54. Seidel R, Zukowski K, Wree A, Schulze M (2016) Ultrasound-guided intermediate cervical plexus block and perivascular local anesthetic infiltration for carotid endarterectomy: a randomized controlled trial. *Anaesthesist* 65:917–924
  55. Rössel T, Kersting S, Heller AR, Koch T (2013) Combination of high-resolution ultrasound-guided perivascular regional anesthesia of the internal carotid artery and intermediate cervical plexus block for carotid surgery. *Ultrasound Med Biol* 39:981–986
  56. Koköfer A, Nawratil J, Felder TK, Stundner O, Mader N, Gerner P (2015) Ropivacaine 0.375 % vs. 0.75 % with prilocaine for intermediate cervical plexus block for carotid endarterectomy: a randomised trial. *Eur J Anaesthesiol* 32:781–789
  57. Baeriswyl M, Kirkham KR, Kern C, Albrecht E (2015) The analgesic efficacy of ultrasound-guided transversus abdominis plane block in adult patients: a meta-analysis. *Anesth Analg* 121:1640–1654
  58. Abdallah FW, Halpern SH (2012) Transversus abdominis plane block for postoperative analgesia after Caesarean delivery performed under spinal anaesthesia? A systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 109:679–687
  59. Petersen PL, Mathiesen O, Torup H, Dahl JB (2010) The transversus abdominis plane block: a valuable option for postoperative analgesia? A topical review. *Acta Anaesthesiol Scand* 54:529–535
  60. Carney J, Finnerty O, Rauf J, Bergin D, Laffey JG, McDonnell JG (2011) Studies on the spread of local anaesthetic solution in transversus abdominis plane blocks. *Anaesthesia* 66:1023–1030
  61. Børglum J, Maschmann C, Belhage B, Jensen K (2011) Ultrasound-guided bilateral dual transversus abdominis plane block: a new four-point approach. *Acta Anaesthesiol Scand* 55:658–663
  62. Barrington MJ, Ivanusic JJ, Rozen WM, Hebbard P (2009) Spread of injectate after ultrasound-guided subcostal transversus abdominis plane block: a cadaveric study. *Anaesthesia* 64:745–750
  63. Børglum J, Jensen K, Christensen AF, Hoegberg LCG, Johansen SS, Lönnqvist P-A et al (2012) Distribution patterns, dermatomal anesthesia, and ropivacaine serum concentrations after bilateral dual transversus abdominis plane block. *Reg Anesth Pain Med* 37:294–301
  64. Mitchell KD, Smith CT, Mechling C, Wessel CB, Orebaugh S, Lim G (2019) A review of peripheral nerve blocks for cesarean delivery analgesia. *Reg Anesth Pain Med*. <https://doi.org/10.1136/rapm-2019-100752>
  65. Kukreja P, MacBeth L, Sturdivant A, Morgan CJ, Ghanem E, Kalagara H, Chan VWS (2019) Anterior

- quadratus lumborum block analgesia for total hip arthroplasty: a randomized, controlled study. *Reg Anesth Pain Med*. <https://doi.org/10.1136/rapm-2019-100804>
66. Elsharkawy H, El-Boghdadly K, Kolli S, Esa WAS, DeGrande S, Soliman LM, Drake RL (2017) Injectate spread following anterior sub-costal and posterior approaches to the quadratus lumborum block: a comparative cadaveric study. *Eur J Anaesthesiol* 34:587–595
  67. Blanco R (2007) Tap block under ultrasound guidance: the description of a “no pops” technique: 271. *Reg Anesth Pain Med* 32:130
  68. Ueshima H, Otake H, Lin JA (2017) Ultrasound-guided quadratus lumborum block: an updated review of anatomy and techniques. *Biomed Res Int* 2017:2752876
  69. El-Boghdadly K, Elsharkawy H, Short A, Chin KJ (2016) Quadratus lumborum block nomenclature and anatomical considerations. *Reg Anesth Pain Med* 41:548–549
  70. Reisig F, Büttner J (2013) Ultrasound-guided thoracic paravertebral block for acute thoracic trauma: continuous analgesia after high speed injury. *Anaesthesist* 62:460–463
  71. Krediet AC, Moayeri N, van Geffen G-J, Bruhn J, Renes S, Bigeleisen PE et al (2015) Different approaches to ultrasound-guided thoracic paravertebral block: an illustrated review. *Anesthesiology* 123:459–474
  72. Byhahn C, Meininger D (2009) Thoracic paravertebral block. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 44:530–542
  73. Blanco R (2011) The “pecs block”: a novel technique for providing analgesia after breast surgery. *Anaesthesia* 66:847–848
  74. Bashandy GMN, Abbas DN (2015) Pectoral nerves I and II blocks in multimodal analgesia for breast cancer surgery: a randomized clinical trial. *Reg Anesth Pain Med* 40:68–74
  75. Blanco R, Fajardo M, Parras Maldonado T (2012) Ultrasound description of Pecs II (modified Pecs I): a novel approach to breast surgery. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 59:470–475
  76. Purcell N, Wu D (2014) Novel use of the PECS II block for upper limb fistula surgery. *Anaesthesia* 69:1294
  77. Durant E, Dixon B, Luftig J, Mantuani D, Herring A (2017) Ultrasound-guided serratus plane block for ED rib fracture pain control. *Am J Emerg Med* 35(197):e3–197.e6
  78. Piracha MM, Thorp SL, Puttanniah V, Gulati A (2017) “A tale of two planes”: deep versus superficial Serratus plane block for postmastectomy pain syndrome. *Reg Anesth Pain Med* 42:259–262
  79. Gupta K, Srikanth K, Girdhar KK, Chan V (2017) Analgesic efficacy of ultrasound-guided paravertebral block versus serratus plane block for modified radical mastectomy: a randomised, controlled trial. *Indian J Anaesth* 61:381–386
  80. Mayes J, Davison E, Panahi P, Patten D, Eljelani F, Womack J et al (2016) An anatomical evaluation of the serratus anterior plane block. *Anaesthesia* 71:1064–1069
  81. Blanco R, Parras T, McDonnell JG, Prats-Galino A (2013) Serratus plane block: a novel ultrasound-guided thoracic wall nerve block. *Anaesthesia* 68:1107–1113
  82. Benz-Wörner J, Jöhr M (2013) Regional anaesthesia in children—caudal anaesthesia and trunk blocks. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 48:272–277
  83. Willschke H (2006) Ultrasonography-guided rectus sheath block in paediatric anaesthesia—a new approach to an old technique. *Br J Anaesth* 97:244–249
  84. Willschke H, Marhofer P, Bösenberg A, Johnston S, Wanzel O, Cox SG et al (2005) Ultrasonography for ilioinguinal/iliohypogastric nerve blocks in children. *Br J Anaesth* 95:226–230
  85. Weintraud M, Marhofer P, Bösenberg A, Kapral S, Willschke H, Felfernig M et al (2008) Ilioinguinal/iliohypogastric blocks in children: where do we administer the local anesthetic without direct visualization? *Anesth Analg* 106:89–93
  86. Ahemed SA, Denu ZA, Getinet Kassahun H, Yilikal Fentie D (2018) Efficacy of bilateral transversus abdominis plane and ilioinguinal-iliohypogastric nerve blocks for postcaesarean delivery pain relief under spinal anaesthesia. *Anesthesiol Res Pract* 2018:1948261
  87. Ueshima H, Otake H (2017) Erector spinae plane block provides effective pain management during pneumothorax surgery. *J Clin Anesth* 40:74
  88. Forero M, Rajarathinam M, Adhikary S, Chin KJ (2017) Continuous erector spinae plane block for rescue analgesia in thoracotomy after epidural failure: a case report. *A A Case Rep* 8:254–256
  89. Scimia P, Basso Ricci E, Droghetti A, Fusco P (2017) The ultrasound-guided continuous erector spinae plane block for postoperative analgesia in video-assisted thoracoscopic lobectomy. *Reg Anesth Pain Med* 42:537
  90. Forero M, Rajarathinam M, Adhikary S, Chin KJ (2017) Erector spinae plane (ESP) block in the management of post thoracotomy pain syndrome: a case series. *Scand J Pain* 17:325–329
  91. Hamilton DL, Manickam B (2017) Erector spinae plane block for pain relief in rib fractures. *Br J Anaesth* 118:474–475
  92. Ohgoshi Y, Ikeda T, Kurahashi K (2018) Continuous erector spinae plane block provides effective perioperative analgesia for breast reconstruction using tissue expanders: a report of two cases. *J Clin Anesth* 44:1–2
  93. Chin KJ, Adhikary S, Sarwani N, Forero M (2017) The analgesic efficacy of pre-operative bilateral erector spinae plane (ESP) blocks in patients having ventral hernia repair. *Anaesthesia* 72:452–460
  94. Chin KJ, Malhas L, Perlas A (2017) The erector spinae plane block provides visceral abdominal analgesia in bariatric surgery: a report of 3 cases. *Reg Anesth Pain Med* 42:372–376
  95. Restrepo-Garcés CE, Chin KJ, Suarez P, Diaz A (2017) Bilateral continuous erector spinae plane block contributes to effective postoperative analgesia after major open abdominal surgery: a case report. *A A Case Rep* 9:319–321
  96. Aksu C, Gürkan Y (2018) Ultrasound guided erector spinae block for postoperative analgesia in pediatric nephrectomy surgeries. *J Clin Anesth* 45:35–36
  97. Tulgar S, Selvi O, Senturk O, Ermis MN, Cubuk R, Ozer Z (2018) Clinical experiences of ultrasound-guided lumbar erector spinae plane block for hip joint and proximal femur surgeries. *J Clin Anesth* 47:5–6
  98. Tulgar S, Senturk O (2018) Ultrasound guided erector spinae plane block at L-4 transverse process level provides effective postoperative analgesia for total hip arthroplasty. *J Clin Anesth* 44:68
  99. Darling CE, Pun SY, Caruso TJ, Tsui BCH (2018) Successful directional thoracic erector spinae plane block after failed lumbar plexus block in hip joint and proximal femur surgery. *J Clin Anesth* 49:1–2
  100. Adhikary SD, Bernard S, Lopez H, Chin KJ (2018) Erector spinae plane block versus retrolaminar block: a magnetic resonance imaging and anatomical study. *Reg Anesth Pain Med* 43:756–762
  101. Chin KJ, Adhikary SD, Forero M (2018) Understanding ESP and fascial plane blocks: a challenge to omniscience. *Reg Anesth Pain Med* 43:807–808
  102. El-Boghdadly K, Pawa A (2017) The erector spinae plane block: plane and simple. *Anaesthesia* 72:434–438