

INFORMATION KOMPAKT

Plexusanästhesie und –analgesie zur postoperativen Schmerztherapie



Freigabe durch den Vorstand der ÖGARI am 09.10.2019

AUTOREN

OA Dr. Kurt Semmernegg MSc. DESA
kurt.semmernegg@aon.at

INSTITUTION

LKH Südsteiermark Standort Wagna
8430 Wagna

GUTACHTER:

Prof. Stephan Schug, Perth

Dr. med. dipl. SozW. Reinhard Sittl, Erlangen

GÜLTIGKEIT: bis 09.10.2023

Einleitung

Die periphere Nervenblockade (PNB) ist ein wirksames Therapieinstrument in einem multimodalen postoperativen Schmerzversorgungskonzept. Der Routineeinsatz des Ultraschalls in der Regionalanästhesie trug dazu bei, dass diese Verfahren effizienter und für den Patienten sicherer durchgeführt werden können. Ungeachtet dessen sind damit Nebenwirkungen und Komplikationen verbunden, die stets eine exakte Kosten-Nutzen-Abwägung hinsichtlich einer Anwendung erforderlich machen.

Periphere Nervenblockade Applikationsmodus

Das Lokalanästhetikum mit eventuellen Medikamentenzusätzen kann als *Einzelinjektion* oder in Form einer *Kontinuierlichen Peripheren Nervenblockade (CPNB)* mittels eines Katheters, der dem Nerven bzw. Plexus anliegt, verabreicht werden.

Vor allem in den ersten 48 Stunden nach einer Operation hat die CPNB im Vergleich zur Einzelinjektion Vorteile:

- Bessere Schmerzkontrolle
- Reduzierter Opioid-Bedarf
- Reduzierte Übelkeit
- Gesteigerte Patientenzufriedenheit

(Bingham 2012 Evidenzgrad A) (1)

Obere Extremität

Interskalenärer Nervenblock

Der kontinuierliche interskalenäre Block für Operation an der Rotatoren-Manschette reduziert das Schmerzniveau bis zum 7 postoperativen Tag im Vergleich zur Einzelinjektion oder Allgemeinanästhesie (Salviz 2013 Evidenzgrad A). (2)

Zusätzlich kann eine frühere Entlassungsfähigkeit und gesteigerte Patientenzufriedenheit damit erreicht werden (Ilfeld 2006 Evidenzgrad A). (3)

Empfehlung Grad I

Der kontinuierliche interskalenäre Block mit Ropivacain 0,2 % ist effizienter als mit Ropivacain 0,1 % (Yang 2013 Evidenzgrad A). (4)

Sicherheitsrelevante Überlegungen bei der Durchführung

Neuroaxiale oder kontralaterale Ausbreitung des Lokalanästhetikums sind bekannte Komplikationen eines interskalenären Blocks. Infolge dessen sollte vor einer kontinuierlichen Lokalanästhetikum-Applikation über den liegenden Katheter eine Lokalanästhetika-Testdosis verabreicht werden.

Die Lähmung des N. phrenicus ist die häufigste Nebenwirkung eines interskalenären Blocks.

Strategien diese zu reduzieren sind:

- Lokalanästhetikum-Dosisreduktion
- Injektion auf Höhe C 7
- Wahl einer anderen Analgesie-Technik

(Verelst 2013) (5)

Suprascapulärer Block

Empfehlung Grad I

Die Anlage eines suprascapulären Blocks für Schulteroperationen geht ohne Risiko einer Lähmung des N. phrenicus einher.

(Jeske 2011 Evidenzgrad A) (6)

Axillärer Block

Die kontinuierliche axilläre Katheter-Analgesie ist bei handchirurgischen Eingriffen der Einzelinjektionstechnik nicht überlegen (Salonen 2000 Evidenzgrad A). (7)

Infraclaviculärer Block

Gleiches gilt für einen kontinuierlichen infraclaviculären Block (Mariano 2011 Evidenzgrad A). (8)

Untere Extremität

Stürze nach Operationen an der unteren Extremität sind ein bekanntes Risiko. PNB sollen dieses im Allgemeinen nicht erhöhen (Memtsoudis 2014 Evidenzgrad D). (9)

Plexus lumbalis Block

Der kontinuierliche Block des Plexus lumbalis geht mit einem höheren Sturzrisiko einher verglichen mit der Einzelinjektionstechnik oder keiner Blockade (Johnson 2013 Evidenzgrad C). (10)

Nervus femoralis Block (FNB)

Empfehlung Grad I

FNB als postoperatives Schmerzverfahren bei totalem Kniegelenksersatz

Im Vergleich zur IV PCA alleine zeigt der FNB bei totalem Kniegelenksersatz eine verbesserte Schmerzreduktion in Bewegung, reduzierten Morphinverbrauch und weniger Übelkeit (Paul 2010 Evidenzgrad A). (11)

Im Vergleich zur periartikulären Infiltration von Lokalanästhetika (LIA) zeigt der kontinuierliche FNB bei totalem Kniegelenksersatz reduzierten Opioid-Bedarf und verbesserte Funktionalität (Carli 2010 Evidenzgrad A). (12)

Fascia iliaca Block

Die Anlage eines Fascia iliaca Blocks zeigt eine ähnliche postoperative Analgesie-Qualität bei vorderer Kreuzbandreparatur wie ein FNB (Farid 2010 Evidenzgrad A). (13)

Der Fascia iliaca Einzelinjektions-Block erzeugt bei Kniegelenksarthroskopie und Meniskusoperationen eine ähnliche postoperative Analgesie wie die „3-in-1“ Nervenblockade (Wallace 2012 Evidenzgrad A). (14)

Empfehlung Grad I

Der Fascia iliaca Block ist eine Alternative zur FNB bei totalem Kniegelenksersatz.

Der kontinuierliche Fascia iliaca Block erzeugt in den ersten 48 Stunden nach einem totalen Kniegelenksersatz ähnliche Analgesie-Qualitäten wie der kontinuierliche FNB (Brisbane 2010 Evidenzgrad A). (15)

Adduktoren-Kanal Block (Nervus Saphenus Block)

Der N. saphenus und Äste des N. obturatorius verlaufen gemeinsam im Adduktoren-Kanal. Der Block an beide Nerven wirkt analgetisch bei Knieoperationen.

Empfehlung Grad I

Im Hinblick auf die geringer ausgebildete motorische Schwäche des M. quadriceps kann der Adduktoren-Kanal Block als eine Alternative zum FNB gewertet werden (Jaeger 2013 Evidenzgrad A). (16)

Der Adduktoren-Kanal Block zeigt eine mit dem FNB vergleichbare Analgesie-Qualität in den ersten 8 Stunden nach totalem Kniegelenksersatz (Kim 2014 Evidenzgrad A). (17)

Die Anlage eines Katheters an den N. saphenus mit intermittierender Bolus-Applikation zeigt im Vergleich zu einer Single-Dosis-LIA bessere Schmerzreduktion und Mobilität. Dieser Effekt konnte nur am Operationstag festgestellt werden (Andersen 2013 Evidenzgrad A). (18)

Nervus ischiadicus Block

Empfehlung Grad I

Die kontinuierliche Analgesie über einen popliteal liegenden Katheter am N. ischiadicus zeigt eine bessere Schmerzreduktion als die alleinige Opioid-Gabe nach Operationen an der unteren Extremität (Ilfeld 2002 Evidenzgrad B) und am Fuß (White 2003 Evidenzgrad B). (19, 20)

Lumbaler Plexus Block

Der kontinuierliche hintere lumbale Plexus Block zeigt im Vergleich zum kontinuierlichen FNB keine Unterschiede in der postoperativen Schmerzstärke, jedoch weniger motorische Beeinträchtigung (Ilfeld 2011 Evidenzgrad A). (21)

Thorax

Paravertebral Block (PVB)

Die Katheter-Lagekontrolle bei kontinuierlicher PVB mittels Ultraschall wird wahrscheinlich zweckdienlich sein, da die Landmark-gestützte Technik mit einem hohen Maß an Fehlpositionierungen einhergeht (Luyet 2010 Evidenzgrad D). (22)

Empfehlung Grad I

PVB zur Analgesie bei Brustoperationen

Alle Formen einer PVB (Einzel-Injektion, Mehretagen-Injektion und kontinuierliche Applikation mittels Katheters) sind hinsichtlich der Analgesie-Qualität in den 48 Stunden nach einer Brustoperation einer systemischen Analgesie überlegen. Zusätzlich ist die Inzidenz an PONV reduziert (Schnabel 2010 Evidenzgrad A). (23)

Die PVB trägt dazu bei das Risiko für persistierenden postoperativen Schmerz (PPSP) nach Mastektomie zu reduzieren (Andreae 2012 Evidenzgrad A, Ilfeld 2015 Evidenzgrad A). (24, 25)

Bei einer Thorakotomie ist die kontinuierliche thorakale PVB verglichen mit einer thorakalen Epidural-Analgesie gleich effizient in der Schmerzreduktion, hat aber ein besseres Nebenwirkungsprofil hinsichtlich Harnretention, Hypotension, Übelkeit und Erbrechen (Davies 2006 Evidenzgrad A). (26)

Zusätzlich war die Inzidenz an postoperativen Lungenkomplikationen im Vergleich zu einer systemischen Analgesie reduziert (Joshi 2008 Evidenzgrad A). (27)

Empfehlung Grad I

PVB bei Patienten mit pulmonalem Risikoprofil und Thorakotomie

Intercostaler Block (ICB) und interpleuraler Block (IPB)

Ein intercostaler Block in mehreren Etagen verbessert die Analgesie-Qualität im Vergleich zur alleinigen systemischen Opioid-Analgesie, vor allem während des 1 postoperativen Tages (Detterbeck 2005 Evidenzgrad A). (28) Dies konnte beispielsweise bei der perkutanen Nephrolithotomie beobachtet werden (Ozkan 2013 Evidenzgrad A). (29)

Es gibt keine Unterschiede im analgetischen Outcome zwischen Epidural-Analgesie und Mehretagen-Intercostal-Blocks (Detterbeck 2005 Evidenzgrad A). (28)

Durch Platzierung eines Katheters in den interpleuralen Spalt im Zwischenrippenbereich (paravertebral oder lateral davon) kann eine kontinuierliche Lokalanästhetika-Analgesie erzielt werden.

Bei einer posteriolateralen Thorakotomie ist dieses Verfahren einer thorakalen Epidural-Analgesie jedoch unterlegen (Debreceni 2003 Evidenzgrad A; Kanazi 2012 Evidenzgrad A). (30, 31)

Nervus pectoralis Block

Darunter versteht man einen Ultraschallgezielten Block des medialen und lateralen N. pectoralis. Diese Technik wurde als Alternative für die Analgesie nach einer Brustoperation entwickelt, da diese im Vergleich zur Epidural- oder PVB-Analgesie als weniger invasiv und hinsichtlich des technischen Könnens als weniger anspruchsvoll eingeschätzt wird (Bashandy 2015 Evidenzgrad A). (32)

Empfehlung Grad I

Die Anlage eines Blocks an den N. pectoralis ist eine weniger invasive und technisch einfachere Analgesie-Alternative bei Brustoperationen.

Bauch

Bauchwand Block: Tranversus Abdominis Plane (TAP)- Block

Der Bauchwand Block wird für die Schmerzreduktion nach Bauchchirurgischen Eingriffen eingesetzt. Ursprünglich handelte es sich hierbei um eine Landmark-gestützte Technik im Bereich des Trigonum lumbale. Heute wird diese in der Regel Ultraschallgezielt durchgeführt.

Bei laparoskopischen Bauchoperationen reduzieren TAP- Blöcke den Ruheschmerz in den ersten 4 Stunden im Vergleich zu Kontrollgruppen (De Oliveira 2014 Evidenzgrad A). (33)

Der TAP Block bringt keinen Vorteil bei:

- Gynäkologischer Krebschirurgie im Vergleich mit systemischer Analgesie (Griffiths 2010 Evidenzgrad A) (34)

- Inguinaler Hernien-Verschluss im Vergleich mit Lokalanästhetika-Infiltration (Petersen 2013 Evidenzgrad A) (35)
- Laparoskopischer Cholezystektomie im Vergleich mit Epidural-Analgesie (Nirja 2014 Evidenzgrad A) (36)

Verglichen mit einer systemischen Analgesie lässt sich unter vorsichtiger Betrachtung bei folgenden Eingriffen eine verbesserte Analgesie-Qualität erkennen:

- Nierentransplantation Spender- (Parikh 2013 Evidenzgrad A) und Empfängerseitig (Soltani Mohammadi 2014 Evidenzgrad A)
- Gastrektomie (Wu 2013 Evidenzgrad A) (37, 38, 39)

Periartikuläre und intraartikuläre Analgesie

Ein analgetischer Effekt für intraartikuläres Morphin nach einer Arthroskopie verglichen mit Plazebo konnte nicht gezeigt werden (Rosseland 2005 Evidenzgrad A). (40)

Tierexperimentelle Untersuchungen unterstützen den Verdacht einer knorpelschädigenden Wirkung von Bupivacain (Gomoll 2006). (41)

Lokale Infiltrationsanalgesie (LIA)

Darunter versteht man die systematische intraoperative Injektion von Lokalanästhetika in die periartikuläre und intraartikuläre Region.

LIA-Studien zeigen eine Vielzahl an methodologischen Limitationen (Andersen 2014 Evidenzgrad A). (42)

Folglich kann hinsichtlich der Bedeutung dieser Technik in einem postoperativen Schmerztherapiekonzept, z. B. für den totalen Ersatz eines Knie- oder Hüftgelenkes, keine eindeutige Aussage getroffen werden (Expertenmeinung).

Wundinfiltration und Wundkatheter

Die kontinuierliche Wundinfiltration mit Ropivacain im Vergleich zu Placebo führt zu einer signifikanten Schmerzreduktion und Verbrauch an Opioiden (Raines 2014 Evidenzgrad A). (43)

Wundkatheter im Bauchbereich, die mit Lokalanästhetika infundiert werden, zeigen im Vergleich mit der Epidural-Analgesie eine gleiche analgetische Wirksamkeit für die ersten 48 h nach der Operation, bei gleichzeitig reduzierter Häufigkeit an Harnsperre (Ventham 2013 Evidenzgrad A). (44)

Postoperativer Bauchschmerz in der frühen Phase nach laparoskopischer Cholezystektomie ist nach der Anwendung von intraperitoneal appliziertem Lokalanästhetikum verbessert. Dieser Effekt ist stärker ausgebildet, wenn das Lokalanästhetikum am Anfang der Operation gegeben wird (Boddy 2006 Evidenzgrad A). (45)

Die präperitoneale Infusion von Ropivacain bei Colorektal-Chirurgie führt zu einer verbesserten Schmerzreduktion, ist Opioid sparend und führt zu einer früheren Erholung der Darmfunktion (Beaussier 2007 Evidenzgrad A). (46)

Intraperitoneal appliziertes Lokalanästhetikum bei laparoskopischen Magenoperationen reduzierte den postoperativen Bauchschmerz, die Häufigkeit von Schulterschmerzen und den Verbrauch an Opioiden (Kahokehr 2011 Evidenzgrad A). (47)

Verfahrenstechnik allgemein

Nadel- und Katheter-Lokalisation

3 Haupttechniken

- Anatomische Landmarks
- Periphere Nervenstimulation (PNS)
- Ultraschallgezielt

Der direkte Vergleich brachte folgende Ergebnisse:

Ultraschall versus PNS

- Verkürzte Durchführungszeit
- Schnellerer Wirkbeginn
- Längere Wirkdauer (Abrahams 2009 Evidenzgrad A) (48)

Ultraschall versus alle Nicht-Ultraschall-Techniken und PNS alleine

Gesteigerte Rate an erfolgreich durchgeführten Nervenblöcken (Gelfand 2011 Evidenzgrad A) (49)

Die Verwendung des Ultraschalls geht mit einer geringeren Rate an Gefäßpunktionen einher (McCartney 2010 Evidenzgrad A). (50)

Empfehlung Grad I

Verwendung des Ultraschalls bei PNB

Stimulationskatheter

Stimulationskatheter bringen im Vergleich zu nichtstimulierbare Katheter keine klaren Vorteile (Barrington 2008 Evidenzgrad A) (51)

Empfehlung Grad I

Die Kombination von Ultraschall und Stimulationskatheter brachte beim kontinuierlichen infraclaviculären Plexus brachialis Block die höchste primäre Erfolgsrate und reduzierte die Häufigkeit einer Katheter-Fehlfunktion (Dhir 2008 Evidenzgrad A). (52)

Bei der Anlage eines poplitealen Katheters an den N. ischiadicus konnte durch die Kombination von Ultraschall und PNS keine besseren Ergebnisse erzielt werden als bei der alleinigen Verwendung von Ultraschall (Farag 2014 Evidenzgrad A). (53)

PNB und Risiko

Regionalanästhesiologische Verfahren werden häufig angewandt und sind bei Beachtung von entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen als sicher einzuschätzen (Barrington 2013 Evidenzgrad D). (54)

Mögliche Komplikationen während derartiger Verfahren können jedoch schwerwiegend sein und erfordern sofortige Maßnahmen (Lee 2011 Evidenzgrad D). (55)

Blutung und PNB

Signifikanter Blutverlust und das Auftreten von Hämatomen scheinen diesbezüglich die Hauptrisiken zu sein – nicht so sehr neurologische Defizite (Horlocker 2010). (56) Fallberichte über Blutungskomplikationen nach dem Entfernen eines Katheters am Nervus femoralis oder ischiadicus unter LWMH unterstreichen, dass entsprechende Vorsicht angebracht ist (Bickler 2006 Evidenzgrad D; Horlocker 2010). (56, 57) Der anatomisch tief gelegene PNB geht mit einem größeren Risiko für Blutungskomplikationen einher im Vergleich zum oberflächlichen Block, wo in der Regel eine Kompression der Blutung möglich ist.

Entsprechend den ASRAPM-Guidelines gelten für Patienten mit Antikoagulation, die einen tiefen Plexus- oder Nerven-Block erhalten, dieselben Empfehlungen wie bei einem neuroaxialen Block (Horlocker 2010; ASRAPM 2015). (56, 58)

Empfehlung aus der klinischen Erfahrung und Expertenmeinung

Experten-Konsensus-Statements geben Orientierung hinsichtlich des Zeitpunkt und der Wahl des regionalanästhesiologischen Verfahrens im Zusammenhang mit einer bestehenden Antikoagulation. Diese sind kein Ersatz für ein individualisiertes Risiko-Nutzen-Assessment.

Nervenverletzung bei PNB

Die Inzidenz an Blockbedingten Nervenschäden variiert zwischen 0,3 – 0,4 Fällen pro 1000 Interventionen (Orebaugh 2012 Evidenzgrad D). (59)

Postoperative Nervenläsionen können auch andere Ursachen haben wie z. B. den operativen Eingriff selbst. So konnte gezeigt werden, dass nach totalem Kniegelenkersatz das Blockunabhängige Risiko für einen perioperativen Nervenschaden bei 0,79 % lag (Jacob 2011b Evidenzgrad D). (60)

Systemische Intoxikation von Lokalanästhetika

Die Verwendung des Ultraschalls in der Regionalanästhesie scheint dazu beizutragen, dass die Inzidenz von systemischen Lokalanästhetika Intoxikationen nach PNB abnimmt (Barrington 2013 Evidenzgrad D). (54)

Hygienemaßnahmen und PNB

Starke Empfehlungsrelevanz als Infektionspräventive Maßnahmen bei der PNB gemäß UK epic 2 Nation Guidelines haben (Pratt 2007):

- Händedesinfektion
- Alkoholbasierte Chlorhexidinhältige Hautdesinfektionsmittel (61)

Für die Anlage einer kontinuierlichen PNB mittels Katheters wird die gleiche aseptische Vorgangsweise wie bei anderen chirurgischen Eingriffen empfohlen (Capdevilla 2009). (62)

Risikofaktoren für lokalisierte Entzündungen bei liegenden Kathetern für eine kontinuierliche Nervenblockade sind:

- ICU-Aufenthalt
- Katheter-Liegedauer > 48 Stunden
- Fehlende antibiotische Prophylaxe
- Katheter-Lokalisation axillär oder femoral
- Häufiger Verbandswechsel im Bereich der Katheter-Insertionsstelle

Empfehlung Grad I

Im Vergleich zu Povidon Iod ist Chlorhexidin das überlegene Hautdesinfektionsmittel bei der Anlage von Kathetern zur kontinuierlichen Nervenblockade (Krobbuaban 2011 Evidenzgrad A). (63)

Empfehlungsgrad II

Die Verwendung des Ultraschalls hat möglicherweise ein neues Risiko für die Kontamination der aseptischen Hautregion durch die Ultraschallsonde geschaffen.

Die Verwendung von sterilen Ultraschallsonden-Schutzhüllen reduziert das entsprechende Risiko (Chuan 2013 Evidenzgrad D). (64)

Kernaussagen

Der paravertebrale Block ermöglicht eine bessere Analgesie-Qualität in den ersten 48 Stunden nach einer Brustoperation im Vergleich zur systemischen Analgesie und gleichzeitig reduzierten PONV-Inzidenz (Evidenzgrad A).

Die kontinuierliche thorakale Paravertebral-Analgesie zeigt im Vergleich zur thorakalen Epidural-Analgesie eine vergleichbare Analgesie-Qualität, aber ein besseres Nebenwirkungsprofil (Harnverhalten, Hypotension, Übelkeit und Erbrechen) und führt zu einer geringeren Inzidenz an postoperativen pulmonalen Komplikationen (Evidenzgrad A).

Der kontinuierliche PNB mittels Katheter zeigt im Vergleich zur Einzelinjektionstechnik eine verbesserte Schmerzkontrolle, einen reduzierten Opioid-Bedarf, weniger Übelkeit und gesteigerte Patientenzufriedenheit (Evidenzgrad A).

Der Nervus Femoralis Block, kontinuierlich oder als Einzelinjektionstechnik, ermöglicht eine bessere Analgesie-Qualität und reduziert die Übelkeitsrate bei Totalem Kniegelenksersatz im Vergleich zur parenteralen Opioid-Gabe (Evidenzgrad A).

Im Vergleich zur Opioid-Analgesie ermöglicht die kontinuierliche PNB, unabhängig von der Katheter-Lokalisation, eine bessere postoperative Analgesie und führt zu einem reduzierten Bedarf an Opioiden und in weiterer Folge einer reduzierten Häufigkeit an Übelkeit, Erbrechen, Juckreiz und Müdigkeit (Evidenzgrad A).

Die Verwendung des Ultraschalls bedingt im Vergleich zur Nervenstimulation:

- Höhere Erfolgsrate
- Schnellere Durchführung
- Schnelleren Wirkbeginn
- Längere Wirksamkeit (Evidenzgrad A)

Die intraartikuläre Injektion von Morphin nach einer Kniearthroskopie verbessert nicht die Analgesie im Vergleich zu Placebo (Evidenzgrad A).

Nach einem totalen Kniegelenksersatz reduziert die Lokalanästhetika-Infiltration bis zu 32 h den postoperativen Schmerz, im Vergleich zur systemischen Analgesie allein; Der Benefit im Vergleich zum Nervus Femoralis Block ist gering (Evidenzgrad A).

Lokalanästhetika Injektionen mittels eines liegenden Wundkatheters verbessern die Analgesie nach gynäkologischen und geburtshilflichen Eingriffen, aber nicht nach anderen nichtorthopädischen Operationen (Evidenzgrad A).

Der kontinuierliche interskalenäre Block mittels Katheters liefert im Vergleich zur Einzelinjektionstechnik oder intravenösen PCA bei offenen Schulteroperationen eine verbesserte Analgesie-Qualität, weniger Opioidbedingte Nebenwirkungen und erhöhte Patientenzufriedenheit (Evidenzgrad A).

Der Adduktoren-Kanal-Block erzeugt für die ersten 8 postoperativen Stunden eine mit der Einzelinjektion an den Nervus Femoralis vergleichbare Analgesie-Qualität, bei reduzierter Quadrizepsschwäche (Evidenzgrad A).

Die intraartikuläre Injektion von Bupivacain wird mit Chondrolysen in Zusammenhang gebracht (Evidenzgrad D).

Empfehlung aus der klinischen Erfahrung und Expertenmeinung

Die kontinuierliche PNB ist mit einem Infektionsrisiko verbunden. Die Hautdesinfektion mit Alkoholbasiertem Chlorhexidin und das Tragen steriler Schutzkleidung inklusive eines Mundschutzes, werden für die Anlage eines peripheren Nervenkatheters empfohlen.

Die Ultraschall gestützte PNB erfordert ein hohes Maß an Können und Vorsicht. Eine aseptische Vorgangsweise ist erforderlich. Durch die Verwendung des Ultraschalls

wird das Risiko für Gewebeschäden, systemischer Lokalanästhetika-Intoxikation und Kontamination nicht eliminiert

LITERATUR:

1. Bingham AE, Fu R, Horn JL et al (2012) Continuous peripheral nerve block compared with single-injection peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Reg Anesth Pain Med* 37(6):583–94.
2. Salviz EA, Xu D, Frulla A et al (2013) Continuous interscalene block in patients having outpatient rotator cuff repair surgery: a prospective randomized trial. *Anesth Analg* 117(6): 1485–92.
3. Ifeld BM, Vandenborne K, Duncan PW et al (2006) Ambulatory continuous interscalene nerve blocks decrease the time to discharge readiness after total shoulder arthroplasty: a randomized, triple-masked, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 105(5): 999–1007.
4. Yang CW, Jung SM, Kang PS et al (2013) A randomized comparison of ropivacaine 0.1% and 0.2% for continuous interscalene block after shoulder surgery. *Anesth Analg* 116(3): 730–33.
5. Verelst P & van Zundert A (2013) Respiratory impact of analgesic strategies for shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med* 38(1): 50–53.
6. Jeske HC, Kralinger F, Wambacher M et al (2011) A randomized study of the effectiveness of suprascapular nerve block in patient satisfaction and outcome after arthroscopic subacromial decompression. *Arthroscopy* 27(10): 1323–28.
7. Salonen MH, Haasio J, Bachmann M et al (2000) Evaluation of efficacy and plasma concentrations of ropivacaine in continuous axillary brachial plexus block: high dose for surgical anesthesia and low dose for postoperative analgesia. *Reg Anesth Pain Med* 25(1): 47–51.
8. Mariano ER, Loland VJ & Ifeld BM (2011) Comparing axillary with infraclavicular perineural catheters for postoperative analgesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 55(10): 1283–84.
9. Memtsoudis SG, Danninger T, Rasul R et al (2014) Inpatient falls after total knee arthroplasty: the role of anesthesia type and peripheral nerve blocks. *Anesthesiology* 120(3): 551–63.
10. Johnson RL, Kopp SL, Hebl JR et al (2013) Falls and major orthopaedic surgery with peripheral nerve blockade: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 110(4): 518–28.
11. Paul JE, Arya A, Hurlburt L et al (2010) Femoral nerve block improves analgesia outcomes after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesthesiology* 113(5): 1144–62.
12. Carli F, Clemente A, Asenjo JF et al (2010) Analgesia and functional outcome after total knee arthroplasty: periarticular infiltration vs continuous femoral nerve block. *Br J Anaesth* 105(2): 185–95.
13. Farid IS, Heiner EJ & Fleissner PR (2010) Comparison of femoral nerve block and fascia iliaca block for analgesia following reconstructive knee surgery in adolescents. *J Clin Anesth* 22(4): 256–59.
14. Wallace JB, Andrade JA, Christensen JP et al (2012) Comparison of fascia iliaca compartment block and 3-in-1 block in adults undergoing knee arthroscopy and meniscal repair. *AANA J* 80(4 Suppl): S37–44.
15. Brisbane O, Sports Medicine Centre Writing C, McMeniman TJ et al (2010) Femoral nerve block vs fascia iliaca block for total knee arthroplasty postoperative pain control: a prospective, randomized controlled trial. *J Arthroplasty* 25(8): 1246–49.

16. Jaeger P, Nielsen ZJ, Henningsen MH et al (2013) Adductor canal block versus femoral nerve block and quadriceps strength: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study in healthy volunteers. *Anesthesiology* 118(2): 409–15.
17. Kim DH, Lin Y, Goytizolo EA et al (2014) Adductor canal block versus femoral nerve block for total knee arthroplasty: a prospective, randomized, controlled trial. *Anesthesiology* 120(3): 540–50.
18. Andersen HL, Gyrn J, Moller L et al (2013) Continuous saphenous nerve block as supplement to single-dose local infiltration analgesia for postoperative pain management after total knee arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med* 38(2): 106–11.
19. Ilfeld BM, Morey TE, Wang RD et al (2002) Continuous popliteal sciatic nerve block for postoperative pain control at home: a randomized, double-blinded, placebo controlled study. *Anesthesiology* 97(4): 959–65.
20. White PF, Issioui T, Skrivanek GD et al (2003) The use of a continuous popliteal sciatic nerve block after surgery involving the foot and ankle: does it improve the quality of recovery? *Anesth Analg* 97(5): 1303–09.
21. Ilfeld BM, Mariano ER, Madison SJ et al (2011c) Continuous femoral versus posterior lumbar plexus nerve blocks for analgesia after hip arthroplasty: a randomized, controlled study. *Anesth Analg* 113(4): 897–903.
22. Luyet C, Siegenthaler A, Szucs-Farkas Z et al (2012) The location of paravertebral catheters placed using the landmark technique. *Anaesthesia* 67(12): 1321–26. Schnabel A, Reichl SU, Kranke P et al (2010) Efficacy and safety of paravertebral blocks in breast surgery: a metaanalysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth* 105(6): 842–52.
23. Schnabel A, Reichl SU, Kranke P et al (2010) Efficacy and safety of paravertebral blocks in breast surgery: a metaanalysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth* 105(6): 842–52.
24. Andreae MH & Andreae DA (2012) Local anaesthetics and regional anaesthesia for preventing chronic pain after surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 10: CD007105.
25. Ilfeld BM, Madison SJ, Suresh PJ et al (2015) Persistent postmastectomy pain and pain-related physical and emotional functioning with and without a continuous paravertebral nerve block: a prospective 1-year follow-up assessment of a randomized, triple-masked, placebo-controlled study. *Ann Surg Oncol* 22(6): 2017–25.
26. Davies RG, Myles PS & Graham JM (2006) A comparison of the analgesic efficacy and side-effects of paravertebral vs epidural blockade for thoracotomy--a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth* 96(4): 418–26.
27. Joshi GP, Bonnet F, Shah R et al (2008) A systematic review of randomized trials evaluating regional techniques for postthoracotomy analgesia. *Anesth Analg* 107(3): 1026–40.
28. Dettnerbeck FC (2005) Efficacy of methods of intercostal nerve blockade for pain relief after thoracotomy. *Ann ThoracSurg* 80(4): 1550–59.
29. Ozkan D, Akkaya T, Karakoyunlu N et al (2013) Effect of ultrasound-guided intercostal nerve block on postoperative pain after percutaneous nephrolithotomy : prospective randomized controlled study. *Anaesthesist* 62(12):988–94.
30. Debreceni G, Molnar Z, Szelig L et al (2003) Continuous epidural or intercostal analgesia following thoracotomy: a prospective randomized double-blind clinical trial. *Acta Anaesthesiol Scand* 47(9): 1091–95.

31. Kanazi GE, Ayoub CM, Aouad M et al (2012) Subpleural block is less effective than thoracic epidural analgesia for postthoracotomy pain: a randomised controlled study. *Eur J Anaesthesiol* 29(4): 186–91.
32. Bashandy GM & 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(1): 68–74.
33. De Oliveira GS, Jr., Castro-Alves LJ, Nader A et al (2014) Transversus abdominis plane block to ameliorate postoperative pain outcomes after laparoscopic surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesth Analg* 118(2): 454–63.
34. Griffiths JD, Middle JV, Barron FA et al (2010) Transversus abdominis plane block does not provide additional benefit to multimodal analgesia in gynecological cancer surgery. *Anesth Analg* 111(3): 797–801.
35. Petersen PL, Mathiesen O, Stjernholm P et al (2013) The effect of transversus abdominis plane block or local anaesthetic infiltration in inguinal hernia repair: a randomised clinical trial. *Eur J Anaesthesiol* 30(7): 415–21.
36. Niraj G, Kelkar A, Hart E et al (2014) Comparison of analgesic efficacy of four-quadrant transversus abdominis plane (TAP) block and continuous posterior TAP analgesia with epidural analgesia in patients undergoing laparoscopic colorectal surgery: an open-label, randomised, non-inferiority trial. *Anaesthesia* 69(4): 348–55.
37. Parikh BK, Waghmare VT, Shah VR et al (2013) The analgesic efficacy of ultrasound-guided transversus abdominis plane block for retroperitoneoscopic donor nephrectomy: A randomized controlled study. *Saudi J Anaesth* 7(1): 43–47.
38. Soltani Mohammadi S, Dabir A & Shoeibi G (2014) Efficacy of transversus abdominis plane block for acute postoperative pain relief in kidney recipients: a double-blinded clinical trial: efficacy of TAP block on postrenal transplantation pain. *Pain Med* 15(3): 460–64.
39. Wu CL, Cohen SR, Richman JM et al (2005) Efficacy of postoperative patient-controlled and continuous infusion epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia with opioids: a meta-analysis. *Anesthesiology* 103(5): 1079–88; quiz 109–10.
40. Rosseland LA (2005) No evidence for analgesic effect of intra-articular morphine after knee arthroscopy: a qualitative systematic review. *Reg Anesth Pain Med* 30(1): 83–98.
41. Gomoll AH, Kang RW, Williams JM et al (2006) Chondrolysis after continuous intra-articular bupivacaine infusion: an experimental model investigating chondrotoxicity in the rabbit shoulder. *Arthroscopy* 22(8): 813–19.
42. Andersen LO & Kehlet H (2014) Analgesic efficacy of local infiltration analgesia in hip and knee arthroplasty: a systematic review. *Br J Anaesth* 113(3): 360–74.
43. Raines S, Hedlund C, Franzon M et al (2014) Ropivacaine for continuous wound infusion for postoperative pain management: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Surg Res* 53(1-4): 43–60.
44. Ventham NT, Hughes M, O'Neill S et al (2013) Systematic review and meta-analysis of continuous local anaesthetic wound infiltration versus epidural analgesia for postoperative pain following abdominal surgery. *Br J Surg* 100(10): 1280–89.
45. Boddy AP, Mehta S & Rhodes M (2006) The effect of intraperitoneal local anesthesia in laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg* 103(3): 682–88.
46. Beaussier M, El'Ayoubi H, Schiffer E et al (2007) Continuous preperitoneal infusion of ropivacaine provides effective analgesia and accelerates recovery after colorectal surgery: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 107(3): 461–68.

47. Kahokehr A, Sammour T, Srinivasa S et al (2011) Systematic review and meta-analysis of intraperitoneal local anaesthetic for pain reduction after laparoscopic gastric procedures. *Br J Surg* 98(1): 29–36.
48. Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF et al (2009) Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth* 102(3): 408–17.
49. Gelfand HJ, Ouanes JP, Lesley MR et al (2011) Analgesic efficacy of ultrasound-guided regional anesthesia: a metaanalysis. *J Clin Anesth* 23(2): 90–96.
50. McCartney CJ, Lin L & Shastri U (2010) Evidence basis for the use of ultrasound for upper-extremity blocks. *Reg Anesth Pain Med* 35(2 Suppl): S10–15.
51. Barrington MJ, Olive DJ, McCutcheon CA et al (2008) Stimulating catheters for continuous femoral nerve blockade after total knee arthroplasty: a randomized, controlled, double-blinded trial. *Anesth Analg* 106(4): 1316–21.
52. Dhir S & Ganapathy S (2008) Comparative evaluation of ultrasound-guided continuous infraclavicular brachial plexus block with stimulating catheter and traditional technique: a prospective-randomized trial. *Acta Anaesthesiol Scand* 52(8): 1158–66.
53. Farag E, Atim A, Ghosh R et al (2014) Comparison of three techniques for ultrasound-guided femoral nerve catheter insertion: a randomized, blinded trial. *Anesthesiology* 121(2): 239–48.
54. Barrington MJ & Kluger R (2013) Ultrasound guidance reduces the risk of local anesthetic systemic toxicity following peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med* 38(4): 289–97.
55. Lee LA, Posner KL, Kent CD et al (2011) Complications associated with peripheral nerve blocks: lessons from the ASA Closed Claims Project. *Int Anesthesiol Clin* 49(3): 56–67.
56. Horlocker TT, Wedel DJ, Rowlingson JC et al (2010) Regional anesthesia in the patient receiving antithrombotic or thrombolytic therapy: American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Evidence-Based Guidelines (Third Edition). *Reg Anesth Pain Med* 35(1): 64–101.
57. Bickler P, Brandes J, Lee M et al (2006) Bleeding complications from femoral and sciatic nerve catheters in patients receiving low molecular weight heparin. *Anesth Analg* 103(4): 1036–37.
58. ASRAPM (2015) Recommended time intervals before and after neuraxial block or catheter removal - Draft. <https://www.asra.com/advisory-guidelines/article/1/anticoagulation-3rd-edition> Accessed 29 November 2015
59. Orebaugh SL, Kentor ML & Williams BA (2012) Adverse outcomes associated with nerve stimulator-guided and ultrasound-guided peripheral nerve blocks by supervised trainees: update of a single-site database. *Reg Anesth Pain Med* 37(6): 577–82.
60. Jacob AK, Mantilla CB, Sviggum HP et al (2011b) Perioperative nerve injury after total knee arthroplasty: regional anesthesia risk during a 20-year cohort study. *Anesthesiology* 114(2): 311–17.
61. Pratt RJ, Pellowe CM, Wilson JA et al (2007) epic2: National evidence-based guidelines for preventing healthcare-associated infections in NHS hospitals in England. *J Hosp Infect* 65 Suppl 1: S1–64.
62. Capdevila X, Bringuier S & Borgeat A (2009) Infectious risk of continuous peripheral nerve blocks. *Anesthesiology* 110(1): 182–88.
63. Krobbuaban B, Diregpoke S, Prasan S et al (2011) Alcohol-based chlorhexidine vs. povidone iodine in reducing skin colonization prior to regional anesthesia procedures. *J Med Assoc Thai* 94(7): 807–12.

64. Chuan A, Tiong C, Maley M et al (2013) Decontamination of ultrasound equipment used for peripheral ultrasoundguided regional anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 41(4): 529–34.