

Módulo 1 - Leitura 8 - Utilidade do Bloqueio do Plano do Músculo Erector da Coluna na Cirurgia Torácica

Naghmeh Pirsaharkhi, Kelly Comolli¹, Wakana Fujiwara¹, Susan Stasiewicz², Jeanne M. Boyer², Eileen V. Begin², Adam J. Rubinstein², Hayley R. Henderson³, John F. Lazar^{1,3}, Thomas J. Watson^{1,3}, Christopher M. Eger^{1,3}, Christine T. Trankiem⁴, Debra G. Phillips² and Puja Gaur Khaitan^{1,3}*



Resumo

Introdução: Cirurgiões torácicos têm incorporado protocolos de recuperação aprimorada após cirurgia (ERAS) em suas práticas, não apenas para reduzir o uso de narcóticos, mas também para melhorar as taxas de complicação e diminuir os períodos de internação. Aqui, descrevemos a utilidade de uma técnica de bloqueio regional que pode ser usada em pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos torácicos urgentes ou eletivos ou que sofrem fraturas nas costelas.

Métodos: Relatamos nossa experiência inicial de um ano com esses bloqueios do plano do eretor da espinha (ESP).

Resultados: Blocos ESP foram colocados em 42 pacientes. O procedimento foi realizado por uma equipe treinada de anestesistas e enfermeiras praticantes certificadas. Incluiu a colocação de um cateter no peito ipsilateral, seguido por uma infusão contínua de 20 ml de ropivacaína a 0,2%. Os pacientes foram acompanhados pela equipe regional, enquanto o cateter permaneceu no local. Embora tenha apresentado alguns desafios técnicos, o bloqueio foi eficaz em 83,3% dos pacientes, sem mortalidade relatada ou complicações graves. No entanto, devido aos fatores de confusão do estudo (como a implementação simultânea do protocolo ERAS) e à heterogeneidade da população de pacientes, foi difícil estabelecer um grupo de controle e realizar uma análise significativa do consumo de opioides.

Conclusões: Blocos regionais, como o bloqueio ESP, complementam os princípios fundamentais do ERAS e servem como um complemento ao arsenal disponível para o controle da dor de maneira não narcótica em pacientes submetidos a cirurgia torácica e trauma no tórax. A colaboração contínua entre cirurgiões torácicos e anestesistas é necessária para o sucesso dessa abordagem.

Palavras-chave: Bloqueio do plano do eretor da espinha; bloqueio regional, protocolos ERAS, cirurgia torácica

Antecedentes

Lesões na parede torácica, seja por intervenção cirúrgica ou trauma, têm o potencial de causar dor significativa. Uma analgesia adequada durante a recuperação de cirurgias

torácicas ou após traumas é essencial para proporcionar conforto ao paciente e prevenir complicações, como pneumonia.

ou insuficiência respiratória. Os opioides, administrados por via entérica ou parentérica, têm sido o pilar tradicional dos regimes analgésicos para a dor torácica, embora estejam associados a uma série de efeitos colaterais indesejados e ao potencial de tolerância e dependência. Em uma era em que uma "crise dos opioides" nacional atingiu proporções epidêmicas nos Estados Unidos, os complementos não narcóticos para o controle da dor assumiram uma importância crescente.

Cirurgiões torácicos, como profissionais de outras disciplinas, têm incorporado protocolos de recuperação aprimorada após cirurgia (ERAS) em suas práticas. Blocos regionais oferecem vantagens para o controle da dor pós-operatória em comparação com outras estratégias, complementando

Os blocos regionais, como o bloqueio do plano do eretor da espinha (ESP), complementam os métodos fundamentais do ERAS e reduzem a utilização de medicamentos opioides. O bloqueio do plano do eretor da espinha (ESP), descrito pela primeira vez pelo anestesiologista Mauricio Forero em 2016, é um bloqueio sensorial multidermatomal que fornece anestesia regional à parede torácica ipsilateral. Os locais de ação são os ramos dorsal e ventral dos nervos espinais torácicos, normalmente estendendo-se do nível de T3 a T10. A colocação do bloqueio ESP envolve a injeção guiada por ultrassom de um anestésico local de longa duração, comumente ropivacaína, entre o músculo eretor da espinha e os processos espinhosos transversos. O bolus inicial pode ser seguido pela colocação de um cateter de permanência para permitir uma infusão contínua prolongada.

O bloqueio ESP é uma abordagem eficaz para analgesia em pacientes submetidos a cirurgias torácicas e traumas no tórax, proporcionando excelente alívio da dor enquanto reduz as necessidades de narcóticos. Os dados sobre a eficácia do controle da dor com o bloqueio ESP estão em constante evolução com ensaios controlados randomizados. Embora muito tenha sido escrito sobre esse assunto na literatura de anestesiologia, incluindo uma análise recentemente reunida, pouco foi publicado em revistas cirúrgicas. Este estudo avalia nossa experiência inicial de um ano com bloqueios ESP em um serviço de cirurgia torácica em um grande hospital urbano.

Métodos

Os pacientes deste estudo foram tratados em um hospital universitário de ensino com 850 leitos (MedStar Washington Hospital Center) no Distrito de Columbia. A partir de janeiro de 2018, os cirurgiões torácicos, cirurgiões de trauma e anestesistas torácicos dedicados colaboraram para realizar blocos ESP em pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos torácicos minimamente invasivos e abertos, bem como em pacientes não cirúrgicos em recuperação de traumas torácicos contusos resultantes de fraturas de costelas.

Os blocos ESP foram realizados por membros da equipe de bloqueio regional, composta por anestesistas e enfermeiros praticantes certificados. Foi realizada uma análise retrospectiva de todos os pacientes submetidos a blocos ESP entre 1 de janeiro e 31 de dezembro de 2018, após a obtenção da aprovação do comitê de revisão institucional (IRB).

Técnica

Conforme ilustrado na Figura 1a, os blocos geralmente foram realizados (antes da indução da anestesia geral em pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos subsequentes) com o paciente em posição vertical e inclinado para a frente, permitindo a abertura dos espaços entre as costelas. Em condições estéreis, uma sonda de ultrassom de 10 MHz (GE LOGIQe, Wauwatosa, Wisconsin) foi usada para visualizar os músculos trapézio, grande dorsal e eretor da espinha, aproximadamente 3 cm lateralmente ao processo espinhoso de T5 no lado alvo (Figura 1b). Uma agulha de Tuohy calibre 17 foi avançada em direção cefálica a caudal até que a ponta da agulha atingisse o plano profundo ao músculo eretor da espinha e imediatamente lateral ao processo transversal. Um bolus de 20 ml do anestésico local de longa duração ropivacaína foi injetado neste plano, fazendo com que o músculo eretor da espinha se afastasse do processo transversal e do músculo intercostal externo (Figura 1c). Uma injeção neste plano permitiu que o bloqueio afetasse tanto os ramos dorsais quanto ventrais à medida que saíam da coluna torácica para inervar a parede torácica. Após a criação do plano, um cateter foi introduzido com múltiplos orifícios laterais (Figura 1d). Todo o procedimento levou cerca de 10 minutos, desde a configuração até o curativo. Esse cateter permitiu a administração de uma infusão contínua assim que o bolus perdeu o efeito, geralmente após uma mediana de 12 horas. A posição do cateter foi confirmada por ultrassom no final do procedimento e o aparato foi fixado na parede torácica. O bloqueio poderia ser realizado com o

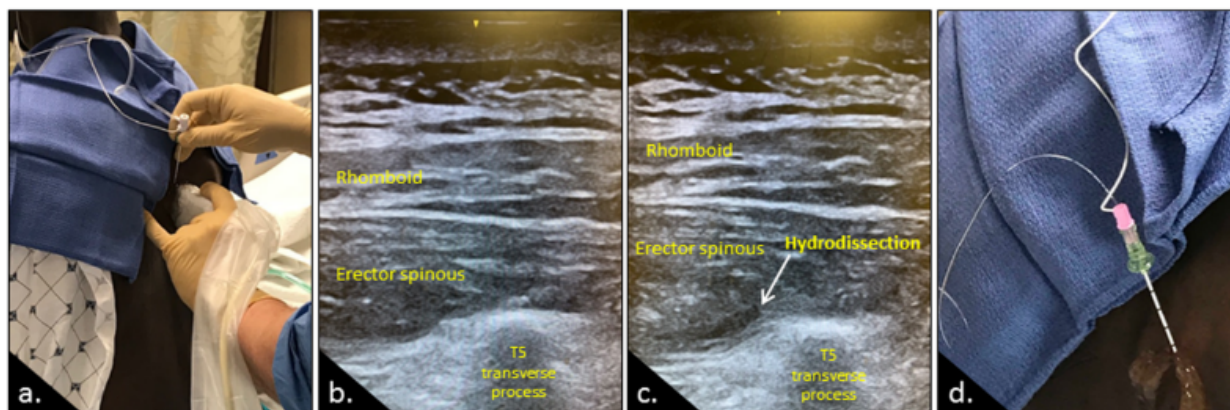


Figura 1 O bloqueio do plano do músculo eretor da espinha (ESP) geralmente é realizado com o paciente em posição vertical na área de preparação pré-operatória a. Usando uma sonda de ultrassom de 10 MHz, o músculo eretor da espinha é identificado logo acima do processo transversal de T5 b. Um plano (seta) é desenvolvido profundamente ao músculo pela injeção de ropivacaína c. Um fio é então passado através da agulha neste plano d, e confirmado estar no plano por ultrassom antes de ser fixado.

Entre 1 de janeiro e 31 de dezembro de 2018, os bloqueios do ESP foram realizados em 42 pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos torácicos ou com fraturas de costelas secundárias a traumas agudos. Os dados demográficos dos pacientes estão detalhados na Tabela 1. Em geral, as indicações urgentes não traumáticas para o bloqueio do ESP incluíram pacientes com hemotórax não emergencial que requeriam decorticação, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) com bolhas que necessitavam de blebectomia e pleurodese, ou com derrames pleurais recorrentes secundários a insuficiência cardíaca congestiva (ICC) ou doença renal em estágio terminal (DRET) que requeriam pleurodese. Os pacientes na primeira categoria eram geralmente pós-cardiotomia ou pacientes de trauma que tipicamente tinham uma esternotomia ou outras lesões, enquanto os pacientes das duas últimas categorias geralmente tinham outras comorbidades e alguns dos pacientes tinham sido hospitalizados por um tempo antes da consulta cirúrgica para outras doenças. Após uma experiência preliminar favorável com bloqueios do ESP em pacientes de trauma e aqueles encaminhados para o hospital com condições que necessitavam de intervenção urgente, começamos a oferecer bloqueios a pacientes cirúrgicos torácicos

eletivos, incluindo aqueles agendados para ressecções pulmonares minimamente invasivas. Dos 42 pacientes, 24 eram casos eletivos.

Table 1 Patient demographics (n, 42)

Age (median)	59 (range, 27–82)
Gender	
Male	21
Indication	
Benign	26
Malignant	16
Procedure	
Minimally-invasive	
Robotic	12
Thoracoscopy	13
Thoracotomy	9*
Rib plating	4
Non-operative	4

* 4 out of 9 thoracotomies (44%) were muscle-sparing

Embora a maioria dos pacientes tenha experimentado um excelente alívio da dor, 7 dos 42 (16,7%) não se beneficiaram de seus bloqueios. Como visto na Tabela 2, o cateter ESP caiu em 3 dos 42 pacientes, dois no primeiro dia pós-operatório (DPO) e outro no DPO 3. Um paciente apresentou vazamento ao redor do local de inserção do cateter que resultou na remoção no DPO 1. O controle adequado da dor não foi alcançado em mais 3 pacientes. Após avaliação retrospectiva, os 3 pacientes tiveram problemas técnicos durante o procedimento, já que o operador não conseguiu desenvolver o plano entre o músculo eretor da espinha e os músculos intercostais externos, e o cateter não pôde ser avançado da maneira normal. Importante destacar que nenhum óbito ou complicações graves, como hematoma ou déficit neurológico, resultaram do bloqueio ESP.

Após excluir esses 7 pacientes com bloqueios ineficazes, analisamos o consumo de opioides (medido como equivalentes diários de morfina durante o período de bloqueio ESP) nos 35 pacientes restantes. Em média, os pacientes consumiram 131,4 mg de morfina, com uma mediana de 50,6 mg. Três pacientes não necessitaram de opioides.

Isso é comparado a pacientes controle retrospectivos submetidos a procedimentos similares que não passaram por nenhum bloqueio no mesmo período, onde em média o consumo foi de até 1200 mg, de acordo com estatísticas de nossa farmácia (dados não mostrados, $p < 0,005$).

Discussão

Técnicas de anestesia regional, como os bloqueios da parede abdominal anterior e o bloqueio do plano transverso abdominal (TAP), são comumente aplicadas em cirurgias abdominais ou pélvicas e têm múltiplos usos no campo da cirurgia ortopédica. A utilização de bloqueios regionais tem sido associada a uma redução na necessidade de narcóticos no pós-operatório e a efeitos adversos associados, como íleo, constipação, delírio ou retenção urinária, que podem levar a internações hospitalares prolongadas. Além dos benefícios financeiros associados a internações mais curtas, os bloqueios de anestesia regional levam a uma recuperação mais rápida e um retorno mais rápido aos níveis basais de atividade em comparação com

Tabela 2 Complicações diretamente relacionadas ao bloqueio ESP

Minor Complications	
Catheter fell out	3
Leaking from catheter site	1
Technical failure	3
Major Complications	
Hematoma	0
Neurologic deficit	0
30-day mortality	0
90-day mortality	0

*One death occurred at 115 days due to severe heart failure

estratégias de gerenciamento de dor narcótica completamente enterais ou parenterais [12-14]. O bloqueio ESP é uma abordagem inovadora para o controle da dor torácica pós-operatória e pós-traumática. Embora tenha sido escrito muito sobre esses bloqueios na literatura de anestesiologia e medicina de emergência com sucesso [6, 15], pouco foi publicado sobre eles na literatura cirúrgica torácica [5, 10, 11]. Descobrimos que o bloqueio ESP fornece analgesia eficaz na grande maioria dos

pacientes após cirurgias torácicas ou traumas, com riscos, taxas de insucesso e perfis de efeitos colaterais aceitáveis.

Embora existam outros bloqueios de anestesia regional para uso após procedimentos cirúrgicos torácicos, o bloqueio ESP inovador oferece vantagens únicas em relação às modalidades previamente descritas. Enquanto os cirurgiões torácicos podem realizar bloqueios das costelas intercostais intraoperatórios por meio da injeção de um anestésico local, como a bupivacaína lipossomal (Exparel; Pacira Pharmaceuticals, Inc. Parsippany, NJ), esses bloqueios não são completamente confiáveis e têm baixa reprodutibilidade. Em um ensaio clínico de fase III, a bupivacaína lipossomal.

Não alcançou seu desfecho primário de redução nas pontuações acumuladas de dor às 72 horas [16]. Foram levantadas várias explicações para o possível fracasso dos bloqueios dos nervos intercostais. O anestésico local pode não atingir o plano correto durante cada injeção ou o líquido injetado pode vazar dos pontos de punção. Quando injetado intraoperativamente de dentro do tórax sob visualização direta durante cirurgias torácicas abertas, cirurgias toracoscópicas assistidas por vídeo (VATS) ou cirurgias toracoscópicas assistidas por robô (RATS), a pleura parietal é violada, permitindo o vazamento dentro da cavidade pleural. Considerando a anatomia relevante, sugere-se que um bloqueio intercostal, ao contrário de um bloqueio ESP, afeta apenas o ramo ventral do nervo espinhal (Figura 2), deixando assim os ramos dorsais e as ramificações cutâneas laterais cruzadas sem afetar. Portanto, questiona-se o impacto dos bloqueios intercostais na dor proveniente de fontes cutâneas. Por fim, os bloqueios ESP oferecem uma potencialmente maior duração na entrega de analgesia em comparação com os bloqueios das costelas intercostais devido à colocação de um cateter analgésico permanente.

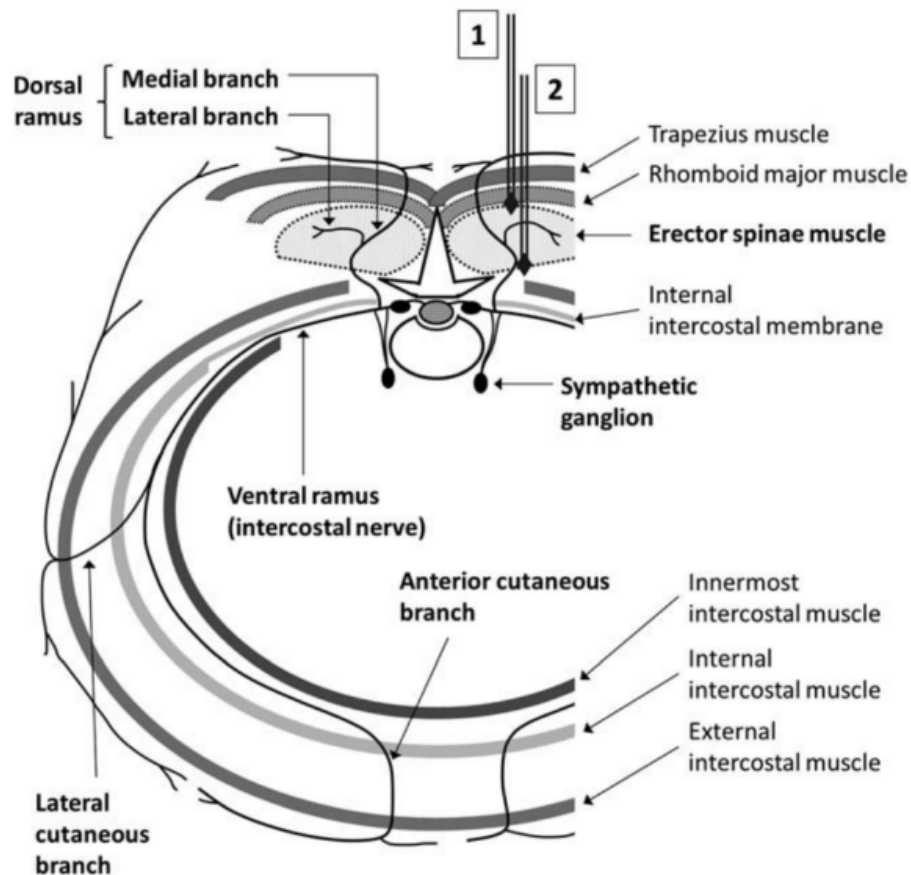


Fig. 2 This schema illustrates the typical course of an upper thoracic spinal nerve. As the nerve exits the spinal foramen, it splits into the dorsal and ventral ramus. When an ESP block is placed appropriately (deep to the erector spinae muscle labeled as 2, vs. superficial to the ESP muscle labeled as 1), the block is able to affect both the dorsal and the ventral ramus. Unlike the ESP block, an intercostal nerve block only blocks the ventral ramus, but does not alleviate any sensory pain from the dorsal ramus. Written permission obtained from KJ Chin

A técnica de bloqueio ESP é considerada mais segura do que a de bloqueios epidurais e paravertebrais, uma vez que a injeção e a colocação do cateter raramente estão associadas a eventos adversos, como hematoma epidural, dores de cabeça, retenção urinária ou hipotensão que podem resultar da administração de medicamentos no neuroeixo. Além disso, uma vez que o ESP é considerado um bloqueio muscular ou fascial, pode ser uma alternativa mais segura para pacientes com distúrbios de coagulação que, de outra forma, não seriam candidatos ao bloqueio neuroaxial. E, finalmente, o bloqueio ESP não apresenta o risco de lesão neurológica direta e, consequentemente, pode ser realizado enquanto o paciente está anestesiado. Vale ressaltar que não observamos complicações graves em nossa série. Além disso, estudos prospectivos recentes que avaliam a eficácia de cateteres epidurais relataram uma taxa de falha tão alta quanto 23-25% [17, 18].

O bloqueio ESP faz parte de um regime de analgesia multimodal que tem o potencial de impactar a dor pós-operatória, bem como os requisitos de opioides após procedimentos cirúrgicos torácicos. À medida que mais instituições adotam protocolos ERAS em suas práticas cirúrgicas [19-21], o bloqueio neural serve como um complemento útil a esses caminhos de cuidados clínicos, no esforço de diminuir o uso de narcóticos e promover uma recuperação mais rápida. Os bloqueios ESP requerem uma equipe multidisciplinar que inclui cirurgiões torácicos/trauma, anesthesiologistas, especialistas em dor regional e equipe de enfermagem. Além de sua utilidade em casos de cirurgia torácica eletiva, o bloqueio adiciona uma ferramenta ao arsenal para pacientes com fraturas de costelas e dor torácica pós-traumática.

Nosso estudo possui várias limitações. Não realizamos uma análise robusta das pontuações de dor dos pacientes ou comparações com pacientes submetidos a bloqueios epidurais, intercostais ou nenhum bloqueio nervoso. Dos 42 pacientes inscritos neste estudo, alguns estavam internados, encaminhados com condições urgentes, como derrames pleurais resultantes de ICC ou DRC, e cerca de 57% foram submetidos a procedimentos eletivos. Comparar pacientes submetidos a VATS ou RATS com pacientes submetidos a uma toracotomia é um tanto enganoso. Enquanto introduzíamos o bloqueio ESP em nossa estratégia de manejo, simultaneamente instituíamos um protocolo ERAS para procedimentos cirúrgicos torácicos eletivos, que incluía um curso pré-operatório de três dias de medicamentos analgésicos (gabapentina oral, celecoxibe e acetaminofeno), seguido por um regime semelhante no pós-operatório. O impacto relativo de cada um desses componentes no alívio da dor pós-operatória não pôde ser avaliado. Como acompanhamento ao estudo atual, planejamos investigar pacientes submetidos a cirurgia eletiva que receberam um bloqueio ESP e comparar seus resultados pós-operatórios com aqueles que não receberam bloqueio, em uma análise de casos emparelhados, em que o tipo de cirurgia, abordagem cirúrgica (minimamente invasiva ou aberta) e o uso de um protocolo ERAS serão controlados entre os dois grupos.

Por fim, de acordo com o desempenho de outros tipos de bloqueios, parece haver uma curva de aprendizado para o bloqueio ESP. Três pacientes em nossa série não alcançaram analgesia adequada após a colocação do cateter ESP ter sido malsucedida. Em todos os três casos, o anesthesiologista que tentou o bloqueio era inexperiente com a técnica. Embora suspeitemos que uma colocação adequada possa ter sido alcançada com mais experiência do operador, não foi possível excluir anomalias anatômicas que impediram a colocação bem-sucedida.

Conclusões

Em uma era em que a dependência de opioides e seus problemas associados atingiram proporções epidêmicas, métodos não narcóticos para controlar a dor aguda e crônica resultante de trauma torácico ou cirurgias no peito têm assumido importância crescente. Enquanto cirurgiões torácicos e anestesiológicos têm utilizado várias técnicas para o alívio da dor torácica, o bloqueio ESP é seguro, eficaz e confiável, oferecendo várias vantagens em comparação com outras abordagens. Portanto, o bloqueio ESP pode ser considerado em qualquer paciente submetido a intervenção cirúrgica torácica eletiva, urgente ou emergente, ou que esteja sofrendo de trauma torácico, e acrescenta às técnicas analgésicas disponíveis.

Abreviações

ERAS: Recuperação aprimorada após cirurgia; ERPs: Pathways de recuperação aprimorada;

ESP: Bloqueio do plano erector da espinha; RATS: Cirurgia torácica assistida por robô;

VATS: Cirurgia torácica assistida por vídeo

Agradecimentos

Cory Johnson, Pharm D, por sua assistência com dados e análises de consumo de opioides.

Informações dos autores (opcional)

Não aplicável.

Contribuições dos autores

NP, KC, WF, JMB, DGP e PGK adquiriram, analisaram e interpretaram os dados dos pacientes submetidos ao bloqueio regional. SS, EVB, AJR, HRH, JFL, TJW, CME, CTR e PGK interpretaram os dados, revisaram substancialmente o manuscrito e foram grandes contribuidores na redação do manuscrito. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito final.

Financiamento

Nenhum.

Disponibilidade de dados e materiais

Os conjuntos de dados usados e/ou analisados durante o estudo atual estão disponíveis com o autor correspondente mediante solicitação razoável.

Aprovação ética e consentimento para participação

Não aplicável; estudo aprovado pelo IRB.

Consentimento para publicação

Não aplicável.

Conflitos de interesse

Os autores declaram que não têm conflitos de interesse.

Author details

1

Department of General Surgery, Georgetown University School of Medicine, Medstar Washington Hospital Center, Washington DC, USA. 2

Department of

Anesthesia, Medstar Washington Hospital Center, Washington DC, USA.

3

Department of Surgery, Division of Thoracic Surgery, Georgetown University School of Medicine, Medstar Washington Hospital Center, 110 Irving Street, NW (G253), Washington DC 20010, USA. 4

Department of General Surgery,

Division of Trauma, Medstar Washington Hospital Center, Washington DC, USA.

Received: 24 January 2020 Accepted: 27 April 2020

References

1. Forero M, Adhikary SD, Lopez H, Tsui C, Chin KJ. The erector Spinae plane block: a novel analgesic technique in thoracic neuropathic pain. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41:621–7.
2. Aksu C, Kus A, Yorukoglu HU, Tor Kilic C, Gurkan Y. Analgesic effect of the bi-level injection erector spinae plane block after breast surgery: a randomized controlled trial. *Agri.* 2019;31:132–7.
3. Ibrahim M, Elnabtity AM. Analgesic efficacy of erector spinae plane block in percutaneous nephrolithotomy : a randomized controlled trial. *Anaesthesist.* 2019;68:755–61.
4. Yao Y, Li H, He Q, Chen T, Wang Y, Zheng X. Efficacy of ultrasound-guided erector spinae plane block on postoperative quality of recovery and

analgesia after modified radical mastectomy: randomized controlled trial. *Reg Anesth Pain Med*. 2019.

5. Yayik AM, Cesur S, Ozturk F, et al. Postoperative analgesic efficacy of the ultrasound-guided erector Spinae plane block in patients undergoing lumbar spinal decompression surgery: a randomized controlled study. *World Neurosurg*. 2019;126:e779–e85.
6. Tsui BCH, Fonseca A, Munshey F, McFadyen G, Caruso TJ. The erector spinae plane (ESP) block: a pooled review of 242 cases. *J Clin Anesth*. 2019;53:29–
7. Longo F, Piliego C, Tomaselli E, Martuscelli M, Agro FE. Erector spinae plane block allows non-intubated vats-wedge resection. *J Clin Anesth*. 2020;60:89–
8. Bang S, Choi J, Kim ED. A high thoracic erector spinae plane block used for sympathetic block in patients with upper extremity complex regional pain syndrome. *J Clin Anesth*. 2020;60:99–100.
9. Luis-Navarro JC, Seda-Guzman M, Luis-Moreno C, Lopez-Romero JL. The erector spinae plane block in 4 cases of video-assisted thoracic surgery. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2018;65:204–8.
10. Chin KJ, Dinsmore MJ, Lewis S, Chan V. Opioid-sparing multimodal analgesia with bilateral bi-level erector spinae plane blocks in scoliosis surgery: a case report of two patients. *Eur Spine J*. 2019.
11. Lowery DR, Raymond DP, Wyler DJ, Marciniak DA. Continuous Erector Spinae Plane Blocks for Adult Pectus Excavatum Repair. *Ann Thorac Surg*
12. Baker BW, Villadiego LG, Lake YN, et al. Transversus abdominis plane block with liposomal bupivacaine for pain control after cesarean delivery: a retrospective chart review. *J Pain Res*. 2018;11:3109–16.
13. Cali Cassi L, Biffoli F, Francesconi D, Petrella G, Buonomo O. Anesthesia and analgesia in breast surgery: the benefits of peripheral nerve block. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2017;21:1341–5.
14. Thobhani S, Scalercio L, Elliott CE, et al. Novel regional techniques for Total knee Arthroplasty promote reduced hospital length of stay: an analysis of 106 patients. *Ochsner J*. 2017;17:233–8.

15. Ahiskalioglu A, Kocak AO, Doymus O, Sengun E, Celik M, Alici HA. Erector spinae plane block for bilateral lumbar transverse process fracture in emergency department: a new indication. *Am J Emerg Med.* 1927;2018(36): e3–4.
16. Cho J. (2013). Exparel phase 3 clinical trial in intercostal nerve block does not meet primary endpoint. Retrieved Dec 14, 2018 from <https://www.businesswire.com/news/home/20130801006652/en/EXPAREL-Phase-3-Clinical-Trial-Intercostal-Nerve>.
17. Motamed C, Farhat F, Remerand F, Stephanazzi J, Laplanche A, Jayr C. An analysis of postoperative epidural analgesia failure by computed tomography epidurography. *Anesth Analg.* 2006;103:1026–32.
18. Leurcharusmee P, Arnuntasupakul V, Chora De La Garza D, et al. Reliability of waveform analysis as an adjunct to loss of resistance for thoracic epidural blocks. *Reg Anesth Pain Med.* 2015;40:694–7.
19. Martin LW, Sarosiek BM, Harrison MA, et al. Implementing a thoracic enhanced recovery program: lessons learned in the first year. *Ann Thorac Surg.* 2018;105:1597–604.
20. Rogers LJ, Bleetman D, Messenger DE, et al. The impact of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol compliance on morbidity from resection for primary lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155:1843–
21. Van Haren RM, Mehran RJ, Mena GE, et al. Enhanced recovery decreases pulmonary and cardiac complications after thoracotomy for lung cancer. *Ann Thorac Surg.* 2018;106:272–9.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.