

ESTUDO CLÍNICO

Efeitos do bloqueio do plano eretor da espinha e do bloqueio retrolaminar na analgesia para fraturas de costelas múltiplas: um ensaio clínico duplo-cego randomizado

Yaoping Zhao^a, Yan Tao^a, Shaoqiang Zheng^a, Nan Cai^a, Long Cheng^a, Hao Xie^b, Geng Wang^{a,*}

^a Department of Anesthesiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing, P.R. China

^b Department of Thoracic Surgery, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing, P.R. China

Recebido em 9 de setembro de 2019; aceito em 2 de abril de 2021

PALAVRAS-CHAVE:

Ensaio clínico;
Fraturas de costelas;
Bloqueio nervoso;
Imagem de ultrassom;
Analgesia

RESUMO:

Objetivo: Investigar os efeitos do Bloco Plano Eretor da Espinha (ESPB) e do Bloco Retrolaminar (RLB) na analgesia intra e pós-operatória em pacientes com Fraturas Múltiplas de Costelas (MRFs).

Métodos: 80 pacientes com MRFs foram divididos aleatoriamente nos grupos ESPB (Grupo E) e RLB (Grupo R). Após anestesia geral, ESPB e RLB foram realizados sob orientação de ultrassom, respectivamente, juntamente com 20 mL de ropivacaína a 0,5% e analgesia intravenosa controlada pelo paciente (PCIA).

Resultados: Trinta e quatro casos no Grupo E e 33, casos no Grupo R apresentaram espaços paravertebrais obscuros. A dosagem intraoperatória de remifentanil (média ± DP) ($392,8 \pm 118,7$ vs. $501,7 \pm 190,0$ µg) e a dosagem de morfina PCIA pós-operatória, ($7,35 \pm 1,55$ vs. $14,73 \pm 2,18$ mg) no Grupo R foram significativamente menores do que aquelas no Grupo E; as pontuações da Escala Visual Analógica (VAS) no Grupo R em 2 ($2,7 \pm 1,2$ vs. $3,4 \pm 1,4$), 4 ($2,2 \pm 1,1$ vs. $2,8 \pm 0,9$), 12 ($2,5 \pm 0,9$ vs. $3,0 \pm 0,8$) e 24 horas ($2,6 \pm 1,0$ vs. $3,1 \pm 0,9$) após a cirurgia foram significativamente menores do que aquelas no Grupo E.

Finalmente, a atividade respiratória normal do diafragma ($2,17 \pm 0,22$ vs. $2,05 \pm 0,19$), pH (mediana [IQR] ($7,38$ [$7,31-7,45$] vs. $7,36$ [$7,30-7,42$])) e pressão parcial de carbono dióxido (PaCO₂) (44 [$35-49$] vs. $42,5$ [$30-46$])) após a operação no Grupo R foram significativamente melhores do que no Grupo E ($p < 0,05$).

Conclusões: RLB foi um método analgésico mais eficaz do que ESPB no tratamento de MRF.

Autor correspondente:

E-mail: gengwangdoc@126.com (G. Wang).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.04.004>

© 2021 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Introdução

As fraturas de costelas são a lesão mais comum entre os traumas torácicos fechados, respondendo por 55% dos casos.¹ Dor severa, hemopneumotórax, contusão pulmonar e hipoxemia costumam acompanhar as operações de Fraturas Múltiplas de Costelas (FMCs). A dor pós-operatória intensa pode causar atelectasia, pneumonia ou insuficiência respiratória, que afetam a recuperação da função respiratória.² Uma boa analgesia pós-operatória desempenha um papel muito importante na recuperação do paciente. O bloqueio do nervo paravertebral torácico atua nos nervos somático e simpático unilateral para fornecer analgesia pós-operatória eficaz para operações torácicas, mamárias, renais e outras e é um método analgésico comumente usado em cirurgia torácica.³ No entanto, devido à combinação frequente de pneumotórax, derrame pleural, e mesmo em pacientes com hemopneumotórax com FMCs, não é fácil identificar o espaço paravertebral e a transposição ventral do pleuraco não pode ser observada em alguns pacientes durante a administração do anestésico local ou soro fisiológico, o que aumenta a incidência de falha do nervo paratorácico bloqueio e punção pleural. Nos últimos anos, o bloqueio do plano eretor da espinha (BPEE) e o bloqueio retrolaminar (BRL) são alternativas comuns ao bloqueio do nervo paravertebral torácico.^{4,5} BPEE é definido como a injeção de anestésicos locais entre o músculo eretor da coluna e o processo transversal, enquanto o BRL é definido como a injeção de anestésicos locais entre a lâmina e o músculo transversoespinal.⁶ A operação local desses bloqueios é relativamente simples e superficial e podem fornecer boa analgesia durante o período perioperatório de cirurgia torácica.⁷⁻⁹ O presente estudo investigou os efeitos da BPEE guiada por ultrassom e BRL em analgesia intraoperatória e pós-operatória em pacientes com FMCs para identificar um método de bloqueio regional seguro e eficaz para anestesia clínica.

Materiais e métodos

Pacientes

Este estudo foi conduzido de acordo com os princípios da Declaração de Helsinque e foi conduzido com aprovação do Comitê de Ética do Beijing Jishuitan Hospital (IRB201909-32) e registrado no Chinese Clinical Trials Registry (Registro No: ChiCTR1900022185). Consentimento informado por escrito foi obtido de todos os participantes. Este estudo incluiu um total de 80 pacientes com estado físico I-III da Sociedade Americana de Anestesiologistas (ASA), com idade entre 18-65 anos, com diagnóstico de FMCs no tórax direito e programados para fixação interna. Os critérios de exclusão foram trauma torácico bilateral; fratura de costela <3 ou > 6 locais; alergia a anestésicos locais; infecção local no local da punção; insuficiência cardíaca; insuficiência renal; anormalidade do sistema nervoso; ou disfunção

de coagulação. Os pacientes foram divididos aleatoriamente nos grupos BPEE (E) e BRL (R) por uma tabela de números aleatórios gerada por computador. Os números dos agrupamentos foram armazenados em um envelope fechado que era aberto somente após a indução da anestesia geral no dia da cirurgia. Este estudo foi um ensaio duplo-cego no qual todos os pacientes foram submetidos a BPEE ou BRL após anestesia geral, portanto nenhum paciente conhecia o método analgésico. O mesmo anestesiológico foi responsável pela BPEE ou BRL, enquanto diferentes anestesiológicos foram responsáveis pela implementação da anestesia e acompanhamento pós-operatório.

Tratamentos

Eletrocardiograma (ECG), pressão arterial invasiva e saturação de oxigênio (SpO₂) foram monitorados rotineiramente após cada paciente ser encaminhado para a sala de operação. A indução da anestesia geral utilizou fentanil (3 µg.kg⁻¹) e propofol (1 a 2 mg.kg⁻¹) por via venosa; quando o paciente estava inconsciente, rocurônio (0,1 mg.kg⁻¹) foi administrado e a anestesia foi mantida com sevoflurano (mantida em 0,8-1 Concentração Alveolar Mínima [CAM]), remifentanil e rocurônio. ESPB e RLB foram realizados em ambos os grupos após anestesia geral. Após anestesia geral, cada paciente foi colocado em decúbito lateral e o segmento de fratura de costela localizado por ultrassom e puncionado no meio do segmento de fratura. BPEE e BRL foram realizados após desinfecção estéril. O mesmo aparelho de ultrassom (Wisonic C., Ltd, Shenzhen, CN) foi usado para ambos os grupos.

BPEE¹⁰

Grupo E: A posição sagital da sonda de ultrassom foi posicionada na lateral da linha mediana posterior para localizar o processo transversal e o músculo eretor da coluna do segmento-alvo (fig. 1A). A punção foi realizada pela técnica de agulhamento intraplano. A agulha de punção (PAJUNK, cânula de estimulação SonoPlex, Geisingen, Alemanha; 80 mm) foi puncionada da cabeça à cauda. Quando a agulha punção tocava o processo transversal, sem sangue, gás ou líquido cefalorraquidiano quando a agulha era retirada, 20 mL de ropivacaína 0,5% (AstraZeneca AB, Suécia) eram administrados entre a musculatura eretora da coluna e o processo transversal. A difusão do anestésico local entre o processo transversal e o músculo eretor da coluna indicou punção bem-sucedida.

BRL⁵

Grupo R: A posição sagital da sonda de ultrassom foi colocada na lateral da linha mediana posterior para localizar a lâmina, o músculo eretor da coluna e os músculos transverso-espinais do segmento-alvo (fig. 1B). A punção foi realizada com a técnica de agulhamento intraplano. A agulha de punção foi puncionada da cabeça à unha. Quando a agulha de punção tocou a lâmina, sem

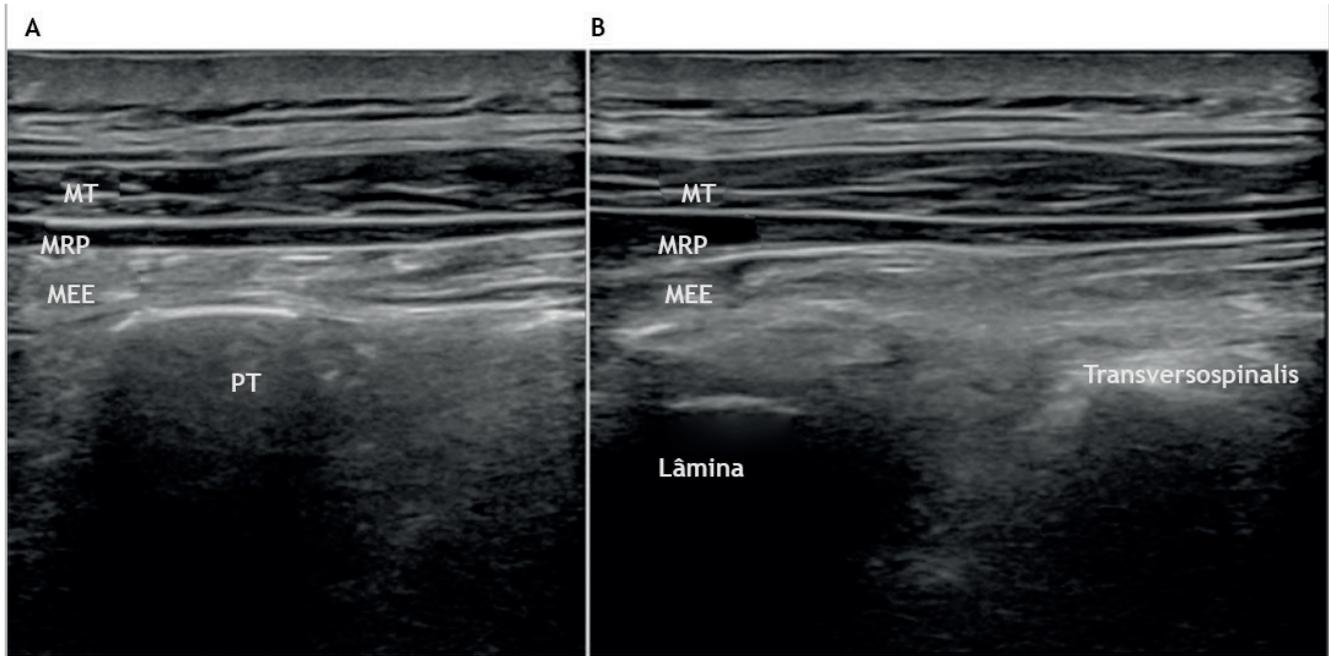


Figura 1 Imagens de ultrassom do bloqueio do plano eretor da espinha e do bloqueio retrolaminar: (A) Bloqueio do plano da eretor da espinha; (B) Bloqueio retrolaminar. Músculo trapézio (MT), músculo romboide principal (MRP), músculo eretor da espinha (MEE), processo transversal (PT), derrame pleural (DP), músculo transverso-espinhal (transversospinalis).

sangue, gás ou líquido cefalorraquidiano observado na retirada da agulha, foram administrados 20 mL de ropivacaína a 0,5% entre o músculo transverso-espinhal e a lâmina. A difusão do anestésico local entre a lâmina e o músculo eretor espinhal indicou uma punção bem-sucedida.

O corte transversal e o espaço paravertebral sagital paramediano foram observados por ultrassonografia em ambos os grupos. Todos os pacientes foram anestesiados pelo mesmo anestesiologista e operados pelo mesmo grupo de cirurgiões. PCIA foi administrado a ambos os grupos após a operação. A prescrição foi morfina ($1 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) sem medida de background, 1 mg de morfina com medida de autocontrole, com tempo de travamento de 15 minutos.

Medidas

As principais medidas foram a dosagem de morfina no remifentanil no intraoperatório e a avaliação da dor. As medidas secundárias incluíram atividade respiratória normal do diafragma, hemogasometria e reações adversas antes e depois da cirurgia. A dor do paciente foi avaliada antes da operação e 2, 4, 12, 24 e 48 horas após a cirurgia por um residente não envolvido no estudo. A pontuação VAS foi usada para avaliar a dor (pontuação VAS: 0-10 pontos; 0 pontos: sem dor, 10 pontos: dor intensa).¹¹ As complicações e reações adversas relacionadas à punção foram registradas, incluindo perfuração pleural, hematoma, difusão intraespinhal, náusea ou vômito. A ultrassonografia foi usada para avaliar a atividade do diafragma durante a respiração normal com uma sonda de baixa frequência de 2

a 5 MHz. Durante as avaliações, cada paciente foi posicionado em decúbito dorsal com a sonda posicionada entre as linhas médias axilar e clavicular na borda inferior do arco costal. O diafragma foi examinado no MODO B e o movimento respiratório foi avaliado no MODO M.¹² Náuseas e vômitos pós-operatórios foram avaliados em quatro graus: Grau 0, sem náuseas e vômitos; Grau 1, náusea leve; Grau 2, náuseas ou vômitos intensos uma vez; e Grau 3, vomitando mais de uma vez. Se o escore fosse maior que 2 pontos, era administrado ondansetrona ($0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Análise estatística

Os dados clínicos foram coletados e analisados usando IBM SPSS Statistics for Windows, versão 21.0. Os dados estatísticos foram testados para distribuição normal pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e dados de medidas com distribuições normais expressas como média \pm Desvio Padrão (DP), enquanto aqueles com distribuição não normal foram expressos como medianas. Os dados contínuos foram comparados por dois testes t de amostra independente e U de Mann-Whitney, enquanto os dados de contagem intergrupo foram comparados usando testes χ^2 , com $p < 0,05$ indicando significância estatística.

Este estudo foi principalmente um estudo analgésico. Os experimentos preliminares neste estudo mostraram que a dosagem intraoperatória de semifentanil no Grupo R foi menor do que no Grupo E ($390,0 \pm 118,8$ vs. $481,8 \pm 159,5 \mu\text{g}$) a um nível de significância de 0,05 e potência de 80%. Estimamos que o tamanho mínimo da amostra foi de 37 pacientes por grupo; portanto, este estudo incluiu 40 pacientes por grupo.

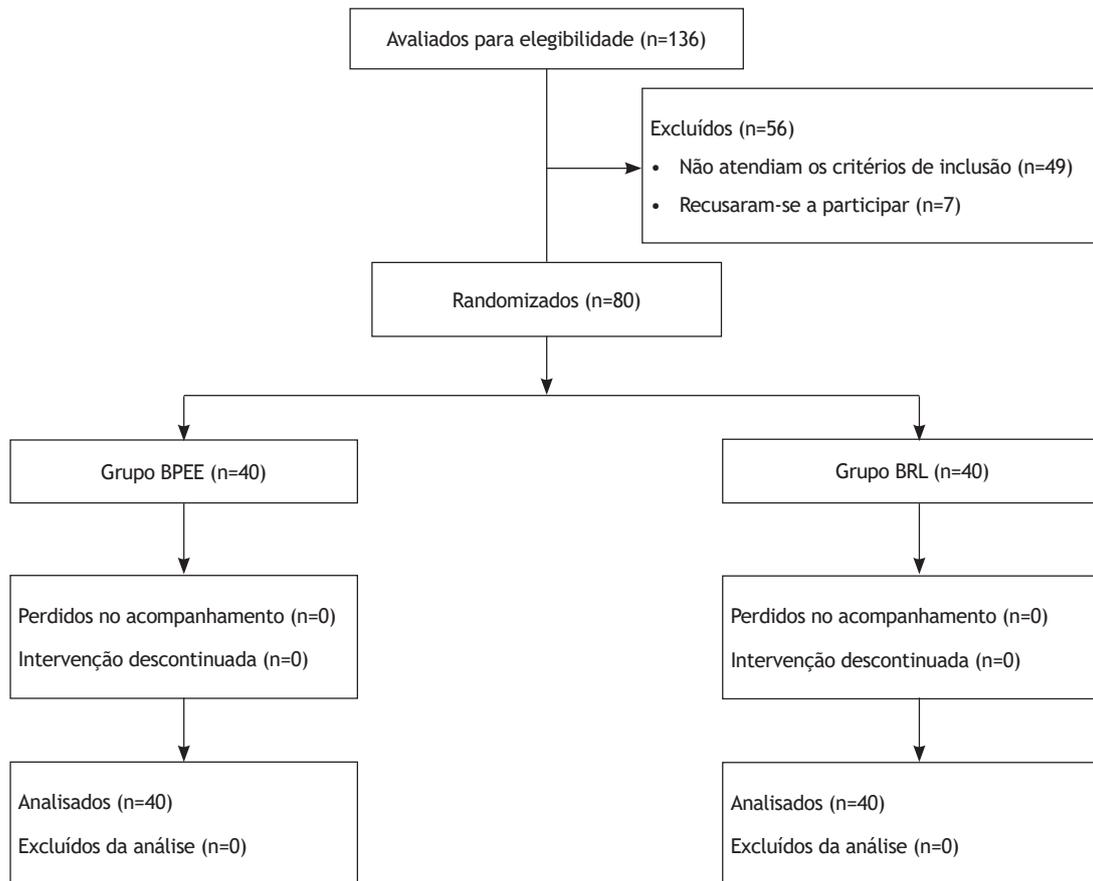


Figura 2 Diagrama de Fluxo CONSORT

Tabela 1 Comparação da situação geral entre dois grupos (média \pm DP)

	E	R	P
Era	41(26,62)	44(23,63)	P>0,05
Sexo (M / F)	26/14	30/10	P>0,05
Altura	165,7 \pm 6,3	163 \pm 7,7	P>0,05
Peso	68,8 \pm 11,3	65,3 \pm 9,9	P>0,05
Grau ASA (I / II)	34/6	30/10	P>0,05
Tempo de operação	119,3 \pm 20,0	111,6 \pm 22,3	P>0,05

Resultados

No total, 136 pacientes foram inicialmente incluídos neste estudo, mas 56 foram excluídos por retorno à Unidade de Terapia Intensiva (UTI) (n = 6), associada a politrauma (fratura de fêmur, fratura de diáfise do úmero, fratura facial etc.; n = 43), e recusaram-se a participar (n = 7). O diagrama de fluxo CONSORT é mostrado na Figura 2.

Comparações de analgesia intra e pós-operatória entre os grupos

As dosagens de remifentanil durante a operação (média \pm DP) (392,8 \pm 118,7 vs. 501,7 \pm 190,0 μ g) e morfina após a operação (7,35 \pm 1,42 vs. 14,73 \pm 2,18 mg) no Grupo R foram significativamente menores que as do Grupo E (p < 0,05) (Tabela 2). Não houve diferenças significativas na atividade do diafragma e na gasometria arterial entre os dois grupos antes da cirurgia (p > 0,05) (Tabela 3). A pontuação VAS no Grupo R foi significativamente menor do que no Grupo E em 2 (média \pm DP) (2,7 \pm 1,2 vs. 3,4 \pm 1,4), 4 (2,2 \pm 1,1 vs. 2,8 \pm 0,9), 12 (2,5 \pm 0,9 vs. 3,0 \pm 0,8 e 24 horas (2,6 \pm 1,0 vs. 3,1 \pm 0,9) após a operação (p < 0,05). Não observamos diferenças significativas nos escores VAS entre os dois grupos antes e 48 horas após a operação (p > 0,05) (fig. 4). Seis pacientes (15%) no Grupo R e 11 pacientes (28%) no Grupo E tiveram náuseas e vômitos pós-operatórios, com incidência de náuseas e vômitos no Grupo R significativamente menor do que no Grupo E.

Comparações da atividade diafragmática e análise de gases sanguíneos entre os grupos

A atividade respiratória normal do diafragma (média \pm DP) (2,17 \pm 0,22 vs. 2,05 \pm 0,19 mm), valor de PH (mediana

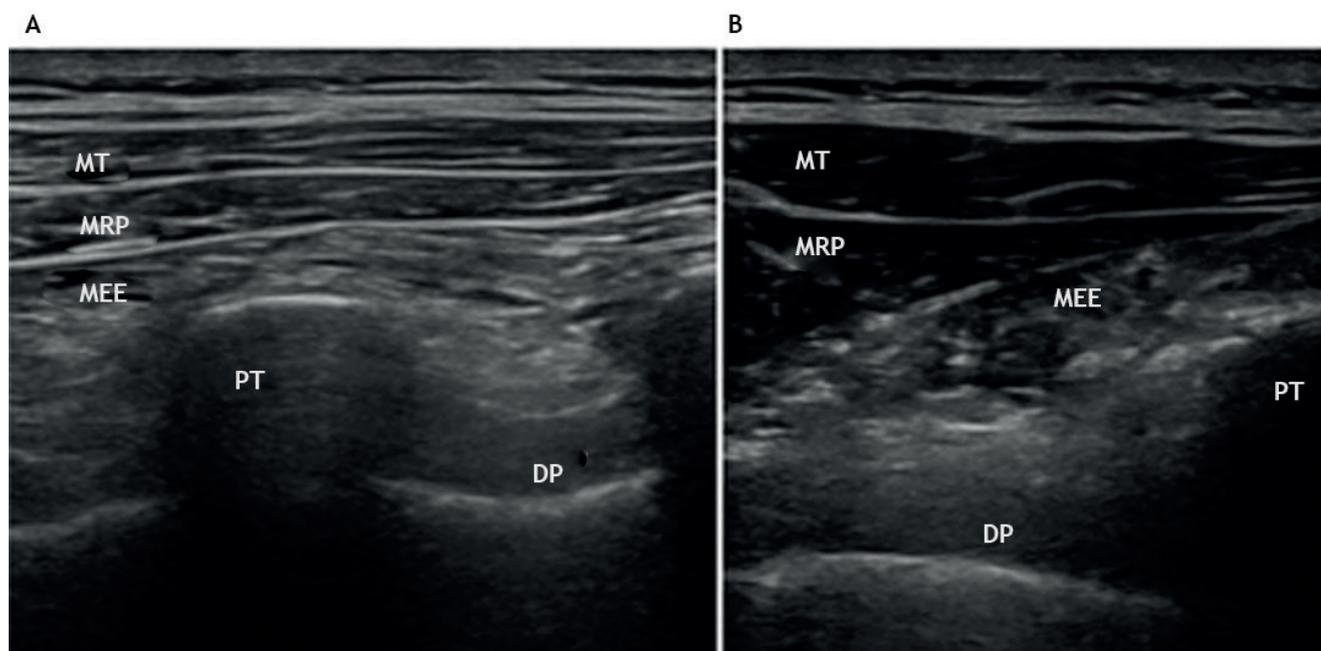


Figura 3 Imagem do espaço paravertebral em pacientes com FMC: (A) varredura sagital do espaço paravertebral. (B) Varredura transversal do espaço paravertebral. Músculo trapézio (MT), músculo romboide principal (MRP), músculo eretor da espinha (MEE), processo transverso (PT), derrame pleural (DP).

Tabela 2 Comparação de remifentanil intraoperatório e dosagem de morfina pós-operatória entre dois grupos (média \pm DP)

	E	R	P
Dosagem intraoperatória de remifentanil (μ g)	501,7 \pm 190,0	392,8 \pm 118,7	<0,01
Dosagem de morfina após a operação (mg)	14,73 \pm 2,18	7,35 \pm 1,55	<0,001

Tabela 3 Comparação de remifentanil intraoperatório e dosagem de morfina pós-operatória entre dois grupos (média \pm DP)

	E	R	P
PH, mediana [IQR]			
Antes da cirurgia	7,45[7,37-7,49]	7,45[7,38-7,49]	0,54
Depois da cirurgia	7,36[7,30-7,42]	7,38[7,31-7,45]	0,04
PaO ₂ , mmHg			
Antes da cirurgia	68,5 \pm 13,7	67,6 \pm 14,3	0,78
Após a cirurgia mediana [IQR]	59,5[41-99]	56,5[40-96]	0,91
PaCO ₂ , mmHg			
Antes da cirurgia	34,8 \pm 2,9	35,9 \pm 4,3	0,18
Após a cirurgia mediana [IQR]	44[35-49]	42,5[30-46]	0,04
Atividade do diafragma, mm			
Antes da cirurgia	1,52 \pm 0,18	1,44 \pm 0,24	0,12
Depois da cirurgia	2,05 \pm 0,19	2,17 \pm 0,22	0,007

IQR = intervalo interquartil

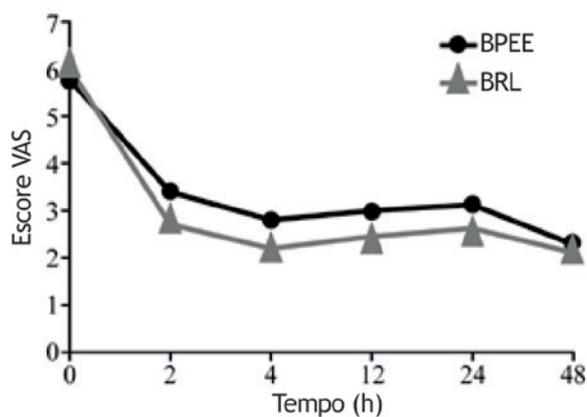


Figura 4 Comparação das pontuações VAS entre os grupos.

[IQR]) (7,38 [7,31-7,45] vs. 7,36 [7,30-7,42]) e PaCO₂ (mediana [IQR], 44 (35-49) vs. 42,5 (30-46)) após a operação no Grupo R foram significativamente melhores do que no Grupo E ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Discussão

O tratamento cirúrgico precoce é a primeira escolha para pacientes com FMCs e tem bom prognóstico.¹³ No entanto, os pacientes com FMCs apresentam dor intensa após a cirurgia, o que dificulta sua recuperação e aumenta a incidência de complicações pulmonares após a cirurgia.¹⁴ Além disso, o uso de relaxantes musculares e opioides durante o período perioperatório danifica a função respiratória adicional. A analgesia perioperatória eficaz é a base do manejo perioperatório para pacientes com FMCs, para os quais as técnicas de bloqueio regional podem ser eficazes.¹⁵

A anestesia peridural torácica é o padrão-ouro de analgesia em cirurgia torácica, sendo o bloqueio do nervo paravertebral também um método analgésico amplamente utilizado em cirurgia torácica. Estudos anteriores comprovaram que esses dois métodos podem ser usados para analgesia em FMCs.^{16,17} No entanto, os resultados do presente estudo mostraram que esses dois métodos não são adequados para pacientes com FMCs pelos seguintes motivos: 1) Estudos anteriores demonstraram que os pacientes com FMCs têm dor intensa antes da cirurgia, mesmo quando se movem levemente.¹⁸ No presente estudo, os pacientes dos dois grupos tiveram altos escores VAS antes da cirurgia e não poderia cooperar com a implementação de anestesia peridural torácica e BPVT antes da anestesia geral; 2) Pacientes com FMCs geralmente também apresentam derrame pleural. Neste estudo, as imagens ultrassonográficas de 65 pacientes não evidenciaram com clareza o espaço paratorácico, o que dificultou a punção e aumentou o risco de a agulha de punção romper a pleura ou ser administrada em local incorreto nesses pacientes. Um motivo para a falta de visão clara do espaço paravertebral pode ser que o derrame pleural estava localizado abaixo

da cavidade da parede do lado afetado, entre a pleura visceral e a pleura parietal. A compressão da pleura parietal pelo derrame pleural resultou no estreitamento do espaço paravertebral, levando a imagens ultrassonográficas pouco nítidas.

BRL e BPEE são métodos de bloqueio interfacial torácico simples de executar. Os anestésicos locais podem se difundir longitudinalmente ao longo da superfície ventral do eretor da espinha e bloquear o ramo dorsal do nervo espinhal, bloquear o ramo ventral do nervo espinhal através do forame transversal costal e até mesmo entrar no espaço paravertebral.^{10,19} Em estudos de autópsia, BPEE e BRL bloquearam os ramos ventrais do nervo espinhal, enquanto estudos clínicos também mostraram que BPEE e BRL podem fornecer efeitos analgésicos eficazes para cirurgia torácica.²⁰⁻²² Neste estudo, BPEE e BRL foram realizados com 20 mL de ropivacaína a 0,5% para anestesia com bloqueio regional para proporcionar bom efeito analgésico durante e após a operação e promover recuperação precoce do paciente. Os resultados do presente estudo mostraram redução significativa das dosagens de remifentanil durante a operação e de morfina após a operação no Grupo R, com baixa incidência de náuseas e vômitos pós-operatórios. Os escores de dor entre 2 e 24 horas após a operação no Grupo R foram significativamente mais baixos do que os do Grupo E, indicando que o efeito analgésico do BRL é significativamente melhor do que o do BPEE; no entanto, o efeito analgésico do BRL foi semelhante ao do BPEE em 48 horas. A diferença no efeito analgésico entre os dois métodos pode ser devido à injeção de anestésicos locais em camadas fasciais diferentes. No BRL, os anestésicos locais foram injetados entre o processo transversal e a lâmina, mais profundamente que os músculos transverso-espinhais. Na BPEE, as injeções foram administradas entre o músculo eretor da espinha e o processo transversal, o que causou diferenças na difusão do medicamento e levou a diferentes efeitos analgésicos.

Estudos clínicos anteriores usaram a atividade do diafragma e a análise dos gases sanguíneos para avaliar a função respiratória do paciente.²³⁻²⁵ A dor pré-operatória intensa em pacientes com FMCs pode afetar os resultados dos testes de função pulmonar. Portanto, o presente estudo utilizou esses dois métodos para avaliar a recuperação da função pulmonar pós-operatória do paciente. Como o BRL pode fornecer boa analgesia intra e pós-operatória, o escore de dor pós-operatória dos pacientes foi baixo e a atividade do diafragma no Grupo R foi melhor do que no Grupo E, sugerindo melhor recuperação da função ventilatória pulmonar no Grupo R. Ao mesmo tempo, este estudo melhorou o desempenho função da ventilação pulmonar pelo tratamento cirúrgico e boa analgesia pós-operatória do BRL. Os valores de PaCO₂ e pH no grupo R foram melhores do que no Grupo E. No entanto, os pacientes com FMCs são comumente complicados com contusão pulmonar, que pode afetar a função de difusão pulmonar dos

pacientes e não pode ser melhorada por tratamento não cirúrgico; assim, a PaO₂ não diferiu significativamente entre os dois grupos neste estudo.

Este estudo tem algumas limitações: 1) Os sujeitos deste estudo foram pacientes com MRFs, que muitas vezes experimentam dor tão intensa antes da cirurgia que é difícil de ser realizada com os pacientes acordados. Todos os pacientes deste estudo receberam bloqueio regional sob anestesia geral e não havia como observar o tempo de início desses dois métodos de bloqueio de nervo e o segmento sensorial bloqueado; assim, não foi possível julgar se os dois métodos causariam bloqueio bilateral; 2) Neste estudo, a gasometria e a atividade do diafragma para observar e analisar a respiração do paciente e as funções pulmonares não puderam ser realizadas devido à dor pré-operatória. Em estudos futuros, estudaremos pacientes com BPEE e BRL submetidos a diferentes cirurgias torácicas para explorar melhor as diferenças entre esses dois métodos de bloqueio regionais.

Atualmente, vários métodos analgésicos regionais podem ser aplicados a pacientes com FMCs. Nesses pacientes, o BRL pode proporcionar melhor efeito analgésico do que o BPEE para o mesmo volume de anestésicos locais, reduzir significativamente o uso intra e pós-operatório de opioides e promover a recuperação da função pulmonar após a cirurgia. Portanto, BRL é um método de bloqueio regional mais seguro e eficaz para pacientes com FMCs. No entanto, este estudo tem algumas limitações adicionais. Pacientes com FMCs tinham sensibilidade da parede torácica anormal e não comparamos os segmentos de bloqueio sensorial desses dois bloqueios regionais. Além disso, o BPEE é um bloqueio interfascial. Neste estudo, apenas 20 mL de anestésico local foram administrados; pesquisas adicionais são necessárias para investigar se o aumento do volume de anestésicos locais pode proporcionar melhores efeitos analgésicos.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Financiamento

Este estudo foi financiado pelo Beijing JST Research Funding (código: QN-201915).

Referências

- Sharma OP, Oswanski MF, Jolly S, et al. Perils of rib fractures. *Am Surg*. 2008;74:310-4.
- Ballantyne JC, Carr DB, deFerranti S, et al. The comparative effects of postoperative analgesic therapies on pulmonary outcome: cumulative meta-analyses of randomized, controlled trials. *Anesth Analg*. 1998;86:598-612.
- Karmakar MK. Thoracic paravertebral block. *Anesthesiology*. 2001;95:771-80.
- Tulgar S, Selvi O, Senturk O, et al. Ultrasound-guided erector spinae plane block/indications, complications, and effects on acute and chronic pain based on a single-center experience. *Cureus*. 2019;11:e3815.
- Zeballos JL, Voscopoulos C, Kapottos M, et al. Ultrasound-guided retrolaminar paravertebral block. *Anaesthesia*. 2013;68:649-51.
- Damjanovska M, Stopar Pintaric T, Cvetko E, et al. The ultrasound-guided retrolaminar block: volume-dependent injectate distribution. *J Pain Res*. 2017;11:293-9.
- Muñoz F, Cubillos J, Bonilla AJ, et al. Erector spinae plane block for postoperative analgesia in pediatric oncological thoracic surgery. *Can J Anaesth*. 2017;64:880-2.
- Scimia P, Basso Ricci E, Droghetti A, et al. The ultrasound-guided continuous erector spinae plane block for postoperative analgesia in video-assisted thoracoscopic lobectomy. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42:537.
- Nagane D, Ueshima H, Otake H. Upper lobectomy of the left lung using a left retrolaminar block. *J Clin Anesth*. 2018;49:74.
- Forero M, Adhikary SD, Lopez H, et al. The erector spinae plane block: a novel analgesic technique in thoracic neuropathic pain. *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41:621-7.
- McCormack HM, Horne DJ, Sheather S. Clinical applications of visual analogue scales: a critical review. *Psychol Med*. 1988;18:1007-19.
- Ayoub J, Cohendy R, Dauzat M, et al. Non-invasive quantification of diaphragm kinetics using m-mode sonography. *Can J Anaesth*. 1997;44:739-44.
- Liu Y, Xu S, Yu Q, et al. Surgical versus conservative therapy for multiple rib fractures: a retrospective analysis. *Ann Transl Med*. 2018;6:439.
- Richardson J, Sabanathan S, Shah R. Post-thoracotomy spirometric lung function: the effect of analgesia. A review. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1999;40:445-56.
- Ho AM, Karmakar MK, Critchley LA. Acute pain management of patients with multiple fractured ribs: a focus on regional techniques. *Curt Opin Crit Care*. 2011;17:323-7.
- Cook TM, Riley RH. Analgesia following thoracotomy: a survey of Australian practice. *Anaesth Intensive Care*. 1997;25:520-4.
- Mohta M, Verma P, Saxena AK, et al. Prospective, randomized comparison of continuous thoracic epidural and thoracic paravertebral infusion in patients with unilateral multiple fractured ribs - a pilot study. *J Trauma*. 2009;66:1096-101.
- Hamilton DL, Manickam B. Erector spinae plane block for pain relief in rib fractures. *Br J Anaesth*. 2017;118:474-5.
- Voscopoulos C, Palaniappan D, Zeballos J, et al. The ultrasound-guided retrolaminar block. *Can J Anaesth*. 2013;60:888-95.
- Chin KJ, Malhas L, Perlas A. The erector spinae plane block provides visceral abdominal analgesia in bariatric surgery. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42:372-6.
- Yang HM, Choi YJ, Kwon HJ, et al. Comparison of injectate spread and nerve involvement between retrolaminar and erector spinae plane blocks in the thoracic region: a cadaveric study. *Anaesthesia*. 2018;73:1244-50.
- Murouchi T, Yamakage M. Retrolaminar block: analgesic efficacy and safety evaluation. *J Anesth*. 2016;30:1003-7.
- Rocha FR, Brüggemann AK, Francisco DS, et al. Diaphragmatic mobility: relationship with lung function, respiratory muscle strength, dyspnea, and physical activity in daily life in patients with COPD. *J Bras Pneumol*. 2017;43:32-7.
- Pi X, Cui Y, Wang C, et al. Low tidal volume with PEEP and recruitment expedite the recovery of pulmonary function. *Int J Clin Exp Pathol*. 2015;8:14305-14.
- Biswas S, Verma R, Bhatia VK, et al. Comparison between Thoracic Epidural Block and Thoracic Paravertebral Block for Post-Thoracotomy Pain Relief. *J Clin Diagn Res*. 2016;10:8-12.7