

ESTUDO CLÍNICO

O impacto do IPACK combinado com o bloqueio do canal adutor sob orientação de ultrassom na função motora precoce após artroplastia total do joelho

Fang-Yu Zheng^{a,b}, Yong-Bo Liu^c, Hui Huang^a, Shuai Xu^d, Xiao-Jun Ma^a, Ying-Zhi Liu^{a,*}, Hai-Chen Chu^a

^a The Affiliated Hospital of Qingdao University, Department of Anesthesiology, Qingdao, China

^b Women and Children's Hospital, Qingdao University, Department of Anesthesiology, Qingdao, China

^c The Affiliated Hospital of Qingdao University, Department of Operating Room, Qingdao, China

^d The Affiliated Hospital of Qingdao University, Department of Cardiovascular Surgery Intensive Care Unit, Qingdao, China

Recebido em 9 de outubro de 2019; aceito em 14 de abril de 2021

PALAVRAS-CHAVE:

IPACK;
Bloqueios de nervos periféricos;
Anestesia regional;
Bloqueio do canal adutor;
Artroplastia total de joelho

RESUMO:

Introdução: Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto da infiltração entre a artéria poplíteia e a cápsula do joelho posterior (IPACK) combinada com o bloqueio do canal adutor sob orientação de ultrassom na função motora precoce após artroplastia total do joelho (ATJ).

Métodos: Uma amostra de 60 casos programados para ATJ eletiva unilateral foram divididos em dois grupos usando o método de tabela de números aleatórios: um grupo com IPACK combinado com um bloqueio do canal adutor (grupo I, n = 30), e um grupo com nervo femoral bloqueio combinado com bloqueio do nervo ciático poplíteo superior (grupo FS, n = 30). Antes do término da indução da anestesia, os pacientes do grupo I receberam bloqueio do canal adutor guiado por ultrassom com 15 mL de ropivacaína a 0,375% e bloqueio IPACK com 25 mL de ropivacaína, e os pacientes do grupo FS receberam bloqueio do nervo femoral e superior bloqueio do nervo ciático poplíteo com 20 mL de ropivacaína a 0,375% sob orientação ultrasonográfica. No pós-operatório, todos os pacientes receberam analgesia intravenosa controlada pelo paciente combinada com uma cápsula oral de celecoxibe para aliviar a dor e manter uma pontuação na escala visual analógica ≤ 3 .

Resultados: O escore de força do músculo quadríceps femoral foi significativamente maior no grupo I do que no grupo FS ($p = 0,001$), enquanto o escore de Bromage modificado foi significativamente menor e os resultados de distância caminhada foram significativamente maiores no grupo I do que no grupo FS (ambos $p = 0,000$).

Conclusão: Comparado com o bloqueio do nervo femoral combinado com o bloqueio do nervo ciático poplíteo superior, o IPACK combinado com o bloqueio do canal adutor teve um impacto leve nas funções motoras iniciais após ATJ.

Autor correspondente:

E-mail: liuyingzhi 1070@163.com (Y. Liu).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.04.012>

© 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

A artroplastia total do joelho (ATJ) é a melhor opção de tratamento para pacientes com doença articular em estágio terminal, pois fornece os benefícios de aliviar a dor e melhorar a função articular.¹ No entanto, apesar da eficácia desta abordagem, a reabilitação dos membros após uma operação de ATJ ainda enfrenta críticas desafios físicos. A dor é o fator mais difícil de controlar após a ATJ; no entanto, o desenvolvimento de um bloqueio de nervo guiado por ultrassom ajudou a reduzir a dor pós-operatória em certa medida.² No modelo de recuperação aprimorada após a cirurgia (RAAC), é necessário que a dor do paciente seja totalmente controlada após a operação para ajudar a alcançar o movimento autônomo precoce dos membros, acelerar o processo de reabilitação, encurtar a internação hospitalar e melhorar a satisfação do paciente.^{3,4} O bloqueio do nervo femoral combinado com o bloqueio do nervo ciático é usado para analgesia pós-operatória; embora atinja um efeito analgésico satisfatório, apresenta os aspectos de fraqueza do quadríceps femoral e da panturrilha, que limitam o exercício autônomo precoce e a atividade das articulações e aumentam o risco de quedas após a cirurgia. Além disso, pode facilmente encobrir lesões do nervo fibular, que ocorrem com frequência, bem como outras lesões nervosas que ocorrem durante a operação.⁵ Estudos confirmaram que um bloqueio do canal adutor tem efeitos analgésicos satisfatórios e não afeta a força do músculo quadríceps femoral; consequentemente, pode substituir bloqueio do nervo femoral.^{6,7} No entanto, esse método não pode prevenir joelheiras posteriores.

O modelo RAAC foi proposto pela primeira vez pelo professor Henrik Kehlet na Universidade de Copenhague, na Dinamarca, em 1997, e foi introduzido na China pelo acadêmico JieshouLi em 2006. Na RAAC, os objetivos do tratamento da dor são minimizar a dor pós-operatória, promover recuperação precoce e reabilitação e melhorar os resultados funcionais do paciente.⁸ A analgesia após ATJ tem sido o foco de vários estudos nos últimos anos, e foi descoberto que a analgesia por bloqueio nervoso guiada por ultrassom pode melhorar significativamente a satisfação do paciente. Seguindo a introdução do RAAC e a melhora do efeito analgésico, um novo objetivo é alcançar o movimento articular autocontrolado o mais cedo possível após uma operação. No entanto, pesquisas limitadas foram conduzidas até o momento sobre a recuperação precoce da função motora após uma operação. A infiltração entre a Artéria Poplítea e a Cápsula do Joelho (IPACK) é um novo método proposto nos últimos anos como uma alternativa potencial ao bloqueio do nervo ciático. Seu uso combinado com o bloqueio do canal adutor tem um bom efeito analgésico e pouco impacto na força muscular dos membros afetados no pós-operatório, e os pacientes tratados com esse método podem participar de exercícios de reabilitação precoce, ter menor tempo de internação e relatar me-

lhor satisfação.⁹ No presente estudo, nosso objetivo foi avaliar o impacto do IPACK guiado por ultrassom combinado com bloqueio do canal condutor na função motora do membro e na reabilitação funcional precoce da articulação do joelho em pacientes submetidos a ATJ.

Métodos

Informação do paciente

O comitê de ética do hospital dos pesquisadores aprovou o presente estudo (Número de aprovação de ética médica: QYFYW-ZLL 25588). Todos os pacientes forneceram consentimento informado por escrito antes de serem submetidos à cirurgia. De janeiro de 2018 a agosto de 2018, foram incluídos neste estudo 60 pacientes do sexo masculino e feminino que foram programados para artroplastia eletiva unilateral do joelho. A faixa etária desses pacientes era de 50 a 80 anos, seu peso corporal variava de 50 a 90 kg e cada paciente apresentava um estado físico ASA (American Society of Anesthesiologists) de I-III. Todos os pacientes preencheram os seguintes critérios de inclusão e exclusão: sem história de alergia ao anestésico ou lesão nervosa; sem doenças infecciosas; função de coagulação normal; e sem história de insuficiência hepatorenal grave, distúrbios psiquiátricos ou dependência de drogas.

Os pacientes foram divididos em dois grupos de acordo com o método da tabela de números aleatórios: um grupo tratado com IPACK combinado com bloqueio do canal adutor (grupo I, n = 30) e um grupo tratado com bloqueio do nervo femoral combinado com bloqueio do nervo ciático poplíteo superior (grupo FS, n = 30).

Procedimento cirúrgico

O paciente entrou na sala de operação. O acesso venoso foi aberto e o paciente inalou oxigênio. O pulso do paciente, a saturação de oxigênio, o eletrocardiograma, o índice bispectral (BIS) e a pressão arterial invasiva foram monitorados. A técnica de agulhamento intraplano guiado por ultrassom foi usada para aplicar o bloqueio do nervo. A sonda de ultrassom foi recoberta com manta asséptica, a pele foi desinfetada e induzida anestesia infiltrativa local com lidocaína a 1%. A agulha de punção descartável foi conectada a uma seringa contendo ropivacaína.

No grupo I, o bloqueio IPACK e o bloqueio do canal adutor foram realizados sob orientação de ultrassom. As etapas de bloqueio IPACK podem ser resumidas da seguinte forma. A sonda de ultrassom examinou a fossa poplítea. Depois que o côndilo femoral apareceu no campo, a sonda de ultrassom moveu-se em direção à cabeça até que a diáfise femoral apareceu e a artéria poplítea ficou visível. A agulha de punção foi inserida desde a articulação lateral do joelho até o local entre a artéria poplítea e o fêmur, e 25 mL de ropivacaína a 0,375% foram injetados. Para o bloqueio do canal adutor, a sonda de ultrassom foi posicionada no ponto médio da linha

Tabela 1 Características demográficas dos pacientes submetidos à artroplastia total do joelho

Grupo	Idade (anos)	Gênero n (Feminino/Masculino)	IMC (kg/m ²)	ASA escore n (I/II/III)
Grupo I (n=30)	67,8±6,4	21/9	27,1±3,4	12/13/5
Grupo FS (n=30)	67,8±6,7	20/10	26,7±2,7	15/11/4
Valor P	0,984	0,639	0,610	0,478

Observação:

IMC: índice de massa corporal

ASA: American Society of Anesthesiologists

Grupo I: um grupo com IPACK combinado com um bloqueio do canal adutor

Grupo FS: um grupo com bloqueio do nervo femoral combinado com bloqueio do nervo ciático poplíteo superior

de conexão entre o trocanter maior do fêmur e a borda superior da patela, 10 e a punção guiada por ultrassom foi realizada. Após a confirmação do local da ponta da agulha, a agulha foi retirada. Quando foi confirmado que não havia sangue na agulha, foram injetados 15 mL de ropivacaína a 0,375%.

Os pacientes do grupo FS receberam bloqueio do nervo femoral e bloqueio do nervo ciático poplíteo superior sob orientação de ultrassom. Para o bloqueio do nervo femoral, a sonda de ultrassom escaneou a região inguinal do membro afetado em um corte transversal de eixo curto. Após a punção bem-sucedida, a agulha foi retirada e, quando foi confirmado que não havia sangue dentro da agulha, foram injetados 20 mL de ropivacaína a 0,375%.¹¹⁻¹³ Para o bloqueio do nervo ciático poplíteo superior, o paciente flexionou os membros e joelhos enquanto estava deitado sobre o corpo. de volta. A sonda de ultrassom escaneou a 8-10 cm na articulação lateral do joelho. Após a punção com sucesso, a agulha foi retirada e, quando se constatou que não havia sangue no interior da agulha, foram injetados 20 mL de ropivacaína a 0,375%.

A anestesia geral foi realizada após a aplicação bem-sucedida dos bloqueios nervosos. Para a indução da anestesia, foram utilizados 20 g de sufentanil, 1,5 mg.kg⁻¹ de propofol e 0,2 mg.kg⁻¹ de cis-benzeno sulfonato de 0,2 mg.kg⁻¹ de fentanyl, sendo realizada intubação com máscara laríngea. Para a manutenção da anestesia, 0,1 mg.kg⁻¹.min⁻¹ de propofol foi infundido continuamente, cis-benzeno sulfonato de fentanyl foi injetado intermitentemente e 10 g de sufentanil foram injetados por via intravenosa antes da incisão cutânea ser concluída. Durante a operação, sufentanil foi adicionado conforme necessário de acordo com os sinais vitais, e o BIS foi mantido entre 45-60. A analgesia intravenosa controlada pelo paciente foi administrada por 48 horas após a operação, consistindo em 50 g de sufentanil, uma injeção de tartarato de butorfanol 6 mg e 8 mg de ondansetron, adicionados com solução salina normal para atingir um volume total de 100 mL. O volume de infusão de fundo foi de 2 mL.h⁻¹, o volume único adicional de autocontrole foi de 2 mL e a duração foi de 15 minutos. As cápsulas de celecoxib foram tomadas

por via oral para aliviar a dor. A pontuação da escala visual analógica foi mantida ≤ 3 pontos.

Principais resultados

O escore de Bromage modificado e o escore de força muscular do quadríceps femoral no ponto de saída da Sala de Recuperação Pós-Anestésica (SRPA) e 24, 48 e 72 horas após a operação, bem como a distância caminhada em 48 e 72 horas após a operação, foram gravados. Desfechos secundários, como incidência de infecção, hematoma e lesão nervosa causada pelo bloqueio do nervo, foram registrados.

O escore de força do músculo quadríceps do fêmur na SRPA, 24, 48 e 72 horas após a cirurgia foi avaliado usando o padrão de graduação de força muscular do Teste de Músculo Manual (MMT): falha em contrair os músculos em tudo = 0 pontos; os músculos podem se contrair ligeiramente, mas a articulação não pode se mover = 1 ponto; sem resistência gravitacional, a articulação pode atingir uma amplitude total de movimento = 2 pontos; a junta pode resistir à gravidade em toda a amplitude de movimento, mas não pode exercer resistência = 3 pontos; a junta apresenta resistência à gravidade e resistência parcial ao movimento = 4 pontos; e a junta mostra resistência à gravidade e resistência completa ao movimento = 5 pontos.

O escore de Bromage modificado na SRPA, 24, 48 e 72 horas no pós-operatório foi medido da seguinte forma: nenhum bloqueio motor do nervo na extremidade inferior = 0 ponto; o membro afetado não pode levantar a perna = 1 ponto; falha em dobrar o joelho do membro afetado = 2 pontos; e falha em dobrar o tornozelo = 3 pontos. A distância entre a cama do paciente e cada posição relevante na enfermaria foi medida e marcada. O paciente levantou-se da cama para se exercitar de acordo com uma rota prescrita e a rota diária de caminhada foi registrada para calcular a distância caminhada.

Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente com o software estatístico SPSS 24.0. Os dados de medição normalmente distribuídos foram expressos como média ± desvio padrão ($\bar{x} \pm DP$), e as comparações entre os grupos foram realiza-

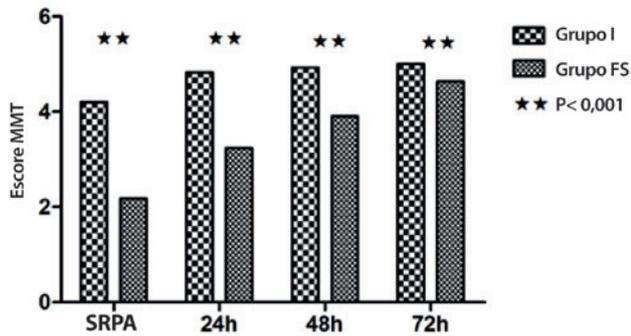


Figura 1 Comparação do escore de força do músculo quadríceps (***, $p = 0,001$). SRPA, ao sair da Sala de Recuperação Pós-Anestésica; Pontuação MMT, pontuação do teste muscular manual ($p < 0,001$).

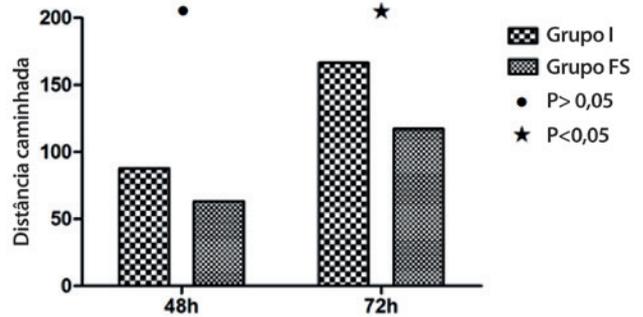


Figura 3 Comparação da distância caminhada pós-operatória ($p < 0,05$; $*$: $p < 0,05$).

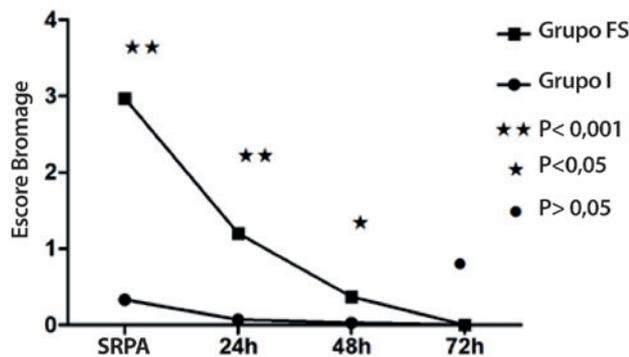


Figura 2 Comparação da pontuação de Bromage. SRPA: ao sair da Sala de Recuperação Pós-Anestésica ($p < 0,05$; $*$: $p < 0,05$; $**$: $p < 0,001$).

das usando um teste t. Os dados de medição não normalmente distribuídos foram também comparados usando um teste de soma de postos de Wilcoxon. Os dados do mesmo índice adquiridos em momentos diferentes foram comparados usando uma análise de variância de medidas repetidas, e os dados de contagem foram comparados usando um teste de qui-quadrado. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

As diferenças nas características gerais entre os dois grupos não foram estatisticamente significativas: idade ($p = 0,984$); sexo ($p = 0,639$); Índice de Massa Corporal (IMC) ($p = 0,610$); e estado físico ASA ($p = 0,478$) (Tabela 1).

Comparação dos escores de força do músculo quadríceps femoral após a operação

Houve diferença estatisticamente significativa entre os escores de força do músculo quadríceps femoral do grupo I e do grupo FS ($p < 0,001$). A pontuação foi significativamente maior no grupo I do que no grupo FS em cada momento pós-operatório: 4,2 vs. 2,17 na SRPA; 4,83 vs. 3,23 às 24h; 4,93 vs. 3,90 às 48h; e 5,0 vs. 4,63 às 72h (Fig. 1).

Comparação do grau de bloqueio motor nos membros afetados

A diferença do grau de bloqueio motor nos membros afetados entre os dois grupos foi estatisticamente significativa ($p = 0,000$). O escore de Bromage dos membros afetados foi significativamente menor no grupo I do que no grupo FS em cada momento dentro de 48 horas após a operação: 0,33 vs. 2,97 na SRPA; 0,07 vs. 1,20 às 24h; e 0,03 vs. 0,37 às 48h ($p = 0,000$). No entanto, a força muscular dos membros afetados voltou ao normal em 72 horas para todos os pacientes, e o escore de Bromage foi 0 em ambos os grupos (0 vs. 0, $p = 1,000$). Assim, não houve diferença estatisticamente significativa entre os escores modificados de Bromage dos membros afetados para os dois grupos neste momento (fig. 2).

Comparação da distância caminhada em um estágio inicial após a operação

Houve diferença estatisticamente significativa entre as distâncias de caminhada dos dois grupos na fase inicial de pós-operatório ($p = 0,000$). A diferença entre os dois grupos em 72 horas foi estatisticamente significativa, com uma distância significativamente maior no grupo I do que no grupo FS (167,14 vs. 118,39, $p = 0,002$). No entanto, a diferença em 48 horas não foi estatisticamente significativa (88,21 vs. 63,55, $p = 0,079$) (fig. 3).

Comparação de complicações pós-operatórias e reações adversas

Nenhuma complicação pós-operatória em termos de infecção, hematoma ou lesão nervosa ocorreu em nenhum dos grupos. O footdrop ocorreu em dois pacientes no grupo I e em 28 pacientes no grupo FS. A incidência de pé caído foi, portanto, significativamente menor no grupo I em um nível significativo (0,07 vs. 0,93, $p = 0,00$).

Discussão

Um estudo anterior confirmou que um bloqueio do canal adutor pode substituir um bloqueio do nervo femoral para obter analgesia pós-operatória adequada, reduzir o impacto pós-operatório na força do músculo quadríceps

femoral e promover a participação precoce de pacientes em exercícios funcionais.¹⁴ No entanto, permanece a questão da dor articular posterior do joelho associada com o bloqueio do canal adutor. A abordagem do bloqueio IPACK resolve esse problema. Estudos anteriores mostraram que o IPACK combinado com um bloqueio do canal adutor tem um efeito analgésico melhor do que o último no isolamento e conduz à recuperação funcional precoce dos pacientes.¹⁵⁻¹⁸

A força do músculo quadríceps femoral é um dos principais indicadores para avaliar a função motora precoce do paciente após uma operação. Os achados do atual estudo revelaram diferença estatisticamente significativa entre os escores de força muscular do quadríceps femoral do grupo I e do grupo FS, sendo que o escore do grupo I foi significativamente maior do que o do grupo FS em cada momento medido. A diferença entre as distâncias percorridas pelos dois grupos foi estatisticamente significativa em um estágio inicial de pós-operatório e 72 horas pós-operatório, com uma distância significativamente maior no grupo I do que no grupo FS. Os resultados dos dois grupos exibiram impacto significativamente menor sobre a força muscular dos membros afetados para os pacientes do grupo I do que para o grupo FS, indicando que o tratamento com IPACK foi favorável à recuperação precoce da função motora articular. O Dr. Paolo Scimia confirmou resultados semelhantes em um estudo que mostra que o IPACK combinado com um bloqueio do canal adutor foi um método eficaz para obter analgesia precoce eficaz e reabilitação funcional pós-operatória oportuna, reduzindo complicações perioperatórias e encurtando o tempo de hospitalização.¹⁹

No entanto, a diferença entre as distâncias de caminhada dos dois grupos não foi estatisticamente significativa 48 horas após a operação; isso pode ser devido ao gerenciamento da enfermaria afetando a distância de tempo após a cirurgia. Após a operação, um dreno foi colocado por 24 a 48 horas para drenar o sangue do joelho, e somente após a retirada do dreno é que o paciente pôde participar da atividade fora do leito; esta política, portanto, afetou diretamente a distância a pé nas primeiras 48 horas. Um estudo anterior revelou que alguns pacientes submetidos a IPACK combinado com um bloqueio do canal adutor podem realizar atividades fora do leito imediatamente após a cirurgia ambulatorial e podem receber alta em 1-2 dias.⁹ Portanto, em estudos de acompanhamento, também observaremos se os pacientes podem ser submetidos a atividade fora do leito imediatamente após a operação (sem drenagem).

O escore de Bromage modificado é um índice de observação usado principalmente para avaliar o grau de bloqueio motor geral após a cirurgia do membro. No presente estudo, o escore de Bromage modificado pós-operatório foi significativamente menor no grupo I do que no grupo FS, indicando um grau significativamente menor de bloqueio motor nos membros afetados no grupo I do que no grupo FS. Esse achado demonstra que o IPACK associado ao bloqueio do canal adutor teve pouco impacto na força muscular dos membros inferiores no pós-operatório e nos primeiros exercícios funcionais.

No presente estudo, a incidência de pé caído também foi significativamente menor no grupo I do que no grupo FS; esse achado foi consistente com os achados do escore de Bromage modificado e revela que o bloqueio IPACK pode reduzir significativamente a queda do pé causada por um bloqueio do nervo ciático. No entanto, quedas temporárias nos pés ainda ocorreram em dois pacientes do grupo I. Pela análise, consideramos que esses casos podem ser decorrentes da infiltração do nervo peroneal comum pela difusão do fármaco. Isso é consistente com os resultados relatados por Niesen et al.,²⁰ que revelaram por meio de nova autópsia de cadáver que a infiltração do nervo fibular comum ocorreu em dois pacientes, e a infiltração do nervo tibial ocorreu em um paciente, quando o IPACK bloqueou a difusão da droga. Esses resultados revelam que, embora um bloqueio IPACK possa ajudar a evitar a queda do pé causada por um bloqueio do nervo ciático, um local de injeção incorreto também acarreta o risco de causar queda temporária do pé. Outros ensaios clínicos são necessários para determinar o melhor local para administrar o bloco IPACK, bem como a concentração e o volume ideais do medicamento líquido para garantir a eficácia e segurança desse método.

Conclusões

O presente estudo revelou que o IPACK combinado com o bloqueio adutor do canal para analgesia após ATJ tem pouco impacto na força muscular pós-operatória, pode resultar em atividades fora do leito e exercícios de reabilitação iniciais, é conducente à recuperação funcional autocontrolada precoce da articulação do joelho, acelera a reabilitação e tem efeito analgésico superior ao bloqueio do nervo femoral tradicional combinado com o bloqueio do nervo ciático poplíteo superior. Esta abordagem de tratamento está em conformidade com o modelo ERAS.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Nenhum.

Referências

1. Brander V, Stulberg SD. Rehabilitation after hip and knee joint replacement. An experience and evidencebased approach. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006;85:598-118, quiz S119-23.
2. Lu FJ, Shi YS. Analgesia for total knee arthroplasty: a review of lower extremity nerve blocks. *Int J Anesthesiol Resusc.* 2018;39:79-83.
3. Deng QF, Gu HY, Peng WY, et al. Impact of enhanced recovery after surgery on postoperative recovery after joint arthroplasty: results from a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J.* 2019;94:678-93.
4. Zhu S, Qian W, Jiang C, et al. Enhanced recovery after surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J.* 2017;93:736-42.

5. Grape S, Kirkham KR, Baeriswyl M, et al. The analgesic efficacy of sciatic nerve block in addition to femoral nerve block in patients undergoing total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia*. 2016;71:1198---209.
6. Elkassabany NM, Antosh S, Ahmed M, et al. The risk of falls after total knee arthroplasty with the use of a femoral nerve block versus an adductor canal block: a double-blinded randomized controlled study. *Anesth Analg*. 2016;122:1696---703.
7. Li D, Ma GG. Analgesic efficacy and quadriceps strength of adductor canal block versus femoral nerve block following total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24:2614---9.
8. Holm B, Bandholm T, Lunn TH, et al. Role of preoperative pain, muscle function, and activity level in discharge readiness after fast-track hip and knee arthroplasty. *Acta Orthop*. 2014;85:488---92.
9. 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.
10. Wang CG. Study on the analgesic effect of adductor canal block for total knee arthroplasty. Suzhou University; 2017.
11. Hu HS, Huang JJ, An XF, et al. Effects of different concentrations of ropivacaine on phrenic nerve conduction after intermuscular sulcus brachial plexus block. *Zhejiang Med*. 2018;40:2287---90.
12. Tao Y, Zheng SQ, Xu T, et al. Median effective volume of ropivacaine 0.5% for ultrasound-guided adductor canal block. *J Int Med Res*. 2018;46:4207---13.
13. Christiansen CB, Madsen MH, Rothe C, et al. Volume of ropivacaine 0.2% and common peroneal nerve block duration: a randomized, double-blind cohort trial in healthy volunteers. *Anaesthesia*. 2018;73:1361---7.
14. Wang D, Yang Y, Li Q, et al. Adductor canal block versus femoral nerve block for total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Rep*. 2017;7:40721.
15. Sankineani SR, Reddy ARC, Eachempati KK, et al. Comparison of adductor canal block and IPACK block (interspace between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee) with adductor canal block alone after total knee arthroplasty: a prospective control trial on pain and knee function in immediate postoperative period. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28:1391---5.
16. Tran J, Peng PWH, Lam K, et al. Anatomical Study of the Innervation of Anterior Knee Joint Capsule: Implication for Image-Guided Intervention. *Reg Anesth Pain Med*. 2018;43:407---14.
17. Kandarian B, Indelli PF, Sinha S, et al. Implementation of the IPACK (Infiltration between the Popliteal Artery and Capsule of the Knee) block into a multimodal analgesic pathway for total knee replacement. *Korean J Anesthesiol*. 2019;72:238---44.
18. Reddy GAV, Jangale A, Reddy RC, et al. To compare effect of combined block of adductor canal block (ACB) with IPACK (Inter space between the Popliteal Artery and the Capsule of the posterior Knee) and adductor canal block (ACB) alone on Total knee replacement in immediate postoperative rehabilitation. *Int J Orthod Sci*. 2017;3:141---5.
19. Kampitak W, Tansatit T, Tanavalee A, et al. Optimal location of local anesthetic injection into the interspace between the popliteal artery and posterior capsule of the knee (iPACK) for posterior knee pain after total knee arthroplasty: an anatomical and clinical study. *Korean J Anesthesiol*. 2019;72:486---94.
20. Niesen AD, Harris DJ, Johnson CS, et al. Interspace between popliteal artery and posterior capsule of the knee (IPACK) injection spread: a cadaver study. *J Ultrasound Med*. 2019;38:741---5.6