

ESTUDO ORIGINAL

Uma abordagem alternativa para o bloqueio do tronco superior do plexo braquial avaliada por um ensaio clínico de braço único

Thiago Nouer Frederico^a, Rioko Kimiko Sakata^{a,*}, Luiz Fernando dos Reis Falcão^a, Paulo César Castello Branco de Sousa^a, Fernanda Melhmann^a, Cesar Augusto Simões^b, Leonardo Henrique Cunha Ferraro^a

^a Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

^b Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 5 de junho de 2020; aceito em 25 de outubro de 2020.

PALAVRAS-CHAVE:

Ultrassonografia;
Plexo braquial;
Bloqueio de nervo

RESUMO:

Justificativa: O bloqueio do plexo braquial interescalênico está associado à paralisia do nervo frênico. O objetivo deste estudo foi avaliar uma abordagem alternativa aos bloqueios interescalênicos do plexo braquial quanto à eficácia, grau de bloqueio motor e sensitivo e bloqueio do nervo frênico.

Métodos: O estudo foi prospectivo e intervencionista. Os dez pacientes vivos estudados tinham idade entre 18 e 65 anos, estado físico ASA I ou II, e submetidos à correção da lesão do manguito rotador. O bloqueio do tronco superior foi realizado no tronco superior abaixo do músculo omo-hióideo, sem bloqueio do nervo frênico. A agulha foi avançada abaixo da camada pré-vertebral até entrar em contato com o tronco superior. Para garantir o correto posicionamento da ponta da agulha, foi visualizado um padrão intracuster do spread. O bloqueio foi realizado com 5mL de bupivacaína a 0,5% em dez pacientes. Nos seis cadáveres foram injetados 5mL de azul de metileno. A excursão diafragmática foi avaliada por ultrassonografia do hemidiafragma ipsilateral. Em três pacientes, a ventilação pulmonar foi avaliada com tomografia de impedância. Escores de dor e consumo de analgésicos foram avaliados na sala de recuperação por 6h após o bloqueio.

Resultados: Nos seis cadáveres, o azul de metileno não atingiu o nervo frênico. Dez pacientes foram submetidos à cirurgia artroscópica, e clinicamente não foi observada paralisia do nervo frênico. Nenhum paciente relatou dor nas primeiras 6h.

Conclusões: Este estudo sugere que esta nova abordagem do tronco superior para bloqueio do tronco superior pode ser uma técnica alternativa para promover analgesia para cirurgia do ombro em pacientes com função respiratória prejudicada.

Autor correspondente:

E-mail: rsakata@unifesp.br (R.K. Sakata).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2020.10.015>

© 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

O bloqueio interescalênico do plexo braquial (BIE) é a técnica de anestesia regional mais comumente realizada para analgesia perioperatória do ombro. Essa técnica promove o bloqueio de todas as fibras responsáveis pela inervação dos componentes ósseo e muscular do ombro, promovendo analgesia pós-operatória eficaz. No entanto, no BIE, o anestésico local é injetado próximo ao frênico, causando bloqueio desse nervo em praticamente 100% dos casos quando grandes volumes de anestésico local são administrados¹. Portanto, a técnica do BIS pode ser contraindicada em pacientes com reserva pulmonar limitada ou que não toleram uma redução de 25% na capacidade pulmonar. Baixos volumes de anestésicos locais têm sido usados para permitir a preservação do nervo frênico. Apesar da técnica de baixo volume ter reduzido a incidência de paralisia hemidiafragmática para 27-45%^{2,4}, a incidência de bloqueio do nervo frênico ainda é alta.

Uma alternativa ao BIE poderia ser o bloqueio do tronco superior e o bloqueio do nervo supraescapular subomo-hióideo.^{5,6} Alguns estudos mostraram que ambas as técnicas promovem efeito analgésico semelhante ao BIE para cirurgias de ombro,^{7,8} portanto, podem ser substitutos para BIE para permitir a preservação do nervo frênico.⁷

No entanto, estudos recentes mostraram que essas duas técnicas podem comprometer a função respiratória por meio do bloqueio do nervo frênico.^{8,9} Uma hipótese para esse comprometimento da função respiratória poderia ser o desfecho da injeção escolhido pelos autores. As variações anatômicas mais comuns são: raiz C5 emergindo anterior ao músculo escaleno anterior e seguindo seu trajeto entre o músculo escaleno anterior e o músculo esternocleidomastoideo até atingir o restante do plexo na região supraclavicular; Raiz de C5 emergindo de seu forame, dentro do músculo escaleno anterior, transfixando-o e seguindo seu trajeto entre o músculo escaleno anterior e o músculo esternocleidomastoideo até encontrar o restante do plexo na região supraclavicular; e raízes de C5 e C6 emergindo de seus forames dentro do músculo escaleno anterior e transfixando-o para encontrar o restante do plexo na região supraclavicular (figura 1). Essa variação mantém as estruturas do tronco superior mais próximas do nervo frênico para um trajeto mais longo ou retarda a formação do tronco superior. Nesse caso, C5 atinge o restante do plexo braquial apenas na região supraclavicular, pois pode percorrer a borda ântero-lateral do músculo escaleno anterior.

Uma injeção intracuster no tronco superior abaixo da camada pré-vertebral da fáscia cervical profunda na região supraclavicular poderia limitar a dispersão para o nervo frênico sem comprometer o efeito analgésico em pacientes submetidos à cirurgia do ombro.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito analgésico e a função respiratória após um bloqueio do tronco superior na região abaixo do músculo omohióideo.

Material e métodos

Desenho do estudo: O estudo foi prospectivo e um ensaio clínico descritivo de braço único.

Configurações: Os dados dos pacientes foram coletados na Seção de Cirurgia de Mão e Membro Superior. Os dados cadavéricos foram coletados no Serviço de Verificação de Óbitos.

Registro: O estudo foi registrado no ClinicalTrials NCT03512990.

Aspectos éticos

O estudo foi realizado após aprovação do Comitê de Ética (CEP 1350/2017; Endereço: Rua Botucatu 740; Pessoa de referência= Miguel Roberto Jorge), e foi obtido o consentimento informado por escrito dos participantes. Foi conduzido de acordo com os princípios éticos e a Declaração de Helsinque.

Critérios de inclusão e exclusão

Participantes

Dez pacientes vivos de ambos os sexos, com idade entre 18 e 65 anos, estado físico da American Society of Anesthesiologists (ASA) I ou II, índice de massa corporal menor que 35 kg/m², e que foram submetidos à correção do ombro de lesão do manguito rotador, foram incluídos. Foram excluídos do estudo pacientes com déficit cognitivo, infecção no local da punção do bloqueio, coagulopatia, em uso de anticoagulantes, alérgicos a medicamentos e gestantes.

Intervenções

Técnica de bloqueio

Os pacientes foram monitorados com cardioscópio, pressão arterial não invasiva e oximetria de pulso.

O bloqueio do tronco superior foi realizado sem sedação para melhor avaliação da função respiratória. Após antisepsia com clorexidina e anestesia local com lidocaína a 1% sem epinefrina, foi utilizado transdutor linear de alta frequência (M-Turbo R System, 38× 6-13 MHz, Fujifilm SonoSite Inc, Bothell, WA, EUA) para o exame de a área. No lado anterolateral inferior do pescoço (triângulo posterior), o plexo braquial foi visualizado na área escalena. Foi realizado um exame cuidadoso da região, identificando os processos transversos das raízes C7 e C6. O processo transversal de C7 tem apenas um tubérculo posterior enquanto C6 tem ambos os tubérculos. Com essas estruturas identificadas, foi possível identificar as raízes de C5 e C6 e acompanhá-las até o momento em que se uniram, formando o tronco superior. Essa junção geralmente ocorre na fenda interescalênica, diferentes variações anatômicas das raízes C5 e C6.

Identificado o tronco superior, seguiu-se mais distalmente até a região supraclavicular, abaixo do músculo omohióideo, onde foi possível identificar a saída do nervo supraescapular do tronco superior¹⁰.

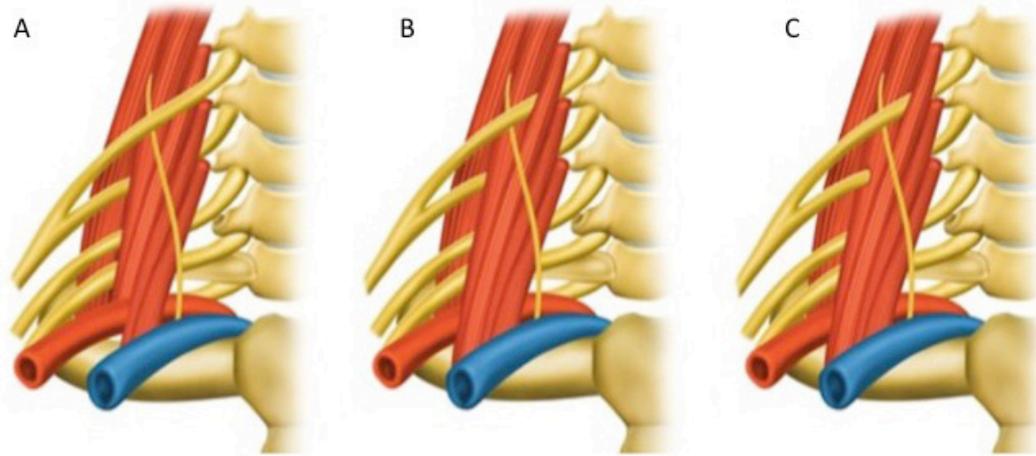


Figura 1 A, raiz de C5 emergindo anterior ao músculo escaleno anterior e seguindo seu trajeto entre o músculo escaleno anterior e o músculo esternocleidomastoideo até atingir o restante do plexo na região supraclavicular. B, raiz de C5 emergindo de seu forame, dentro do músculo escaleno anterior, transfixando-o e seguindo seu trajeto entre o músculo escaleno anterior e o músculo esternocleidomastoideo até encontrar o restante do plexo na região supraclavicular. Raízes C, C5 e C6 emergindo de seus forames dentro do músculo escaleno anterior e transfixando-o para encontrar o restante do plexo na área supraclavicular.

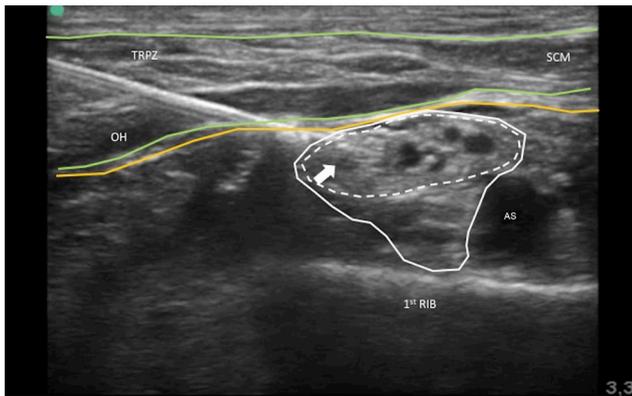


Figura 2 Posição final da agulha, intracluster de tronco superior/subparaneural: AS, Artéria Subclávia; TRPZ, músculo trapézio; OH, músculo omohioideo; Verde, camada de revestimento da fáscia cervical profunda; Laranja, camada pré-vertebral da fáscia cervical profunda; Branco, plexo braquial; Traço branco, tronco superior; Seta sólida, nervo supraescapular ainda dentro da bainha do plexo braquial.

A injeção foi realizada no ponto onde o tronco superior estava posicionado na região supraclavicular, distalmente ao ponto onde o nervo supraescapular deixa o tronco superior do plexo braquial.

Técnica de bloqueio

A ponta da agulha (Stimuplex A 50 mm, BBraun, Alemanha) foi posicionada profundamente na camada pré-vertebral da fáscia cervical profunda, evitando que a ponta da agulha ficasse no plano fascial entre a camada de revestimento da fáscia cervical profunda e a camada pré-vertebral da fáscia cervical profunda. Trata-se de um plano fascial frouxo onde se localizam a cadeia linfática e a gordura marrom adiposa, podendo permitir dispersões fáceis em direção ao nervo frênico. Para garan-

tir a posição correta da ponta, foi realizado um padrão de dispersão intracluster do anestésico local. Nesse local, 5mL de bupivacaína a 0,5% foi injetado nos pacientes (figura 2).

Anestesia geral

Após o bloqueio e avaliação do nervo frênico, todos os pacientes foram submetidos à anestesia geral com 2 $\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}$ de fentanil, 2 mg/kg^{-1} de propofol e 0,6 mg/kg de rocurônio. A anestesia foi mantida com sevoflurano. Para analgesia pós-operatória, todos os pacientes receberam 2 g de dipirona e 100 mg de cetoprofeno ao final da cirurgia. A analgesia pós-operatória foi avaliada na sala de recuperação por meio de escala numérica e suplementação de morfina por 6 horas após o bloqueio.

Analgesia suplementar

Todos os pacientes podiam tomar 2 mg de morfina a cada 10 minutos conforme a necessidade na sala de recuperação pós-anestésica, antes de sair do hospital.

Avaliação

Efeito analgésico

Um anestesiológico não envolvido no bloqueio avaliou os bloqueios nervosos. A escala modificada de Bromage¹¹ foi utilizada para avaliar a função motora do deltóide e bíceps, grupos musculares do tronco superior. O bloqueio sensorial foi avaliado por meio do teste da picada de agulha com agulha hipodérmica 25G, gaze e álcool. As sensibilidades térmica e dolorosa dos dermatômos C5 e C6 foram examinadas. O bloqueio foi considerado positivo quando houve ausência de distinção térmica, ausência de dor à picada de agulha e função motora ≤ 2 pela escala de Bromage modificada. Em caso de falha do bloqueio, foi realizado um bloqueio interescalênico do plexo braquial com 5 mL de bupivacaína a 0,5% no nível de C7.

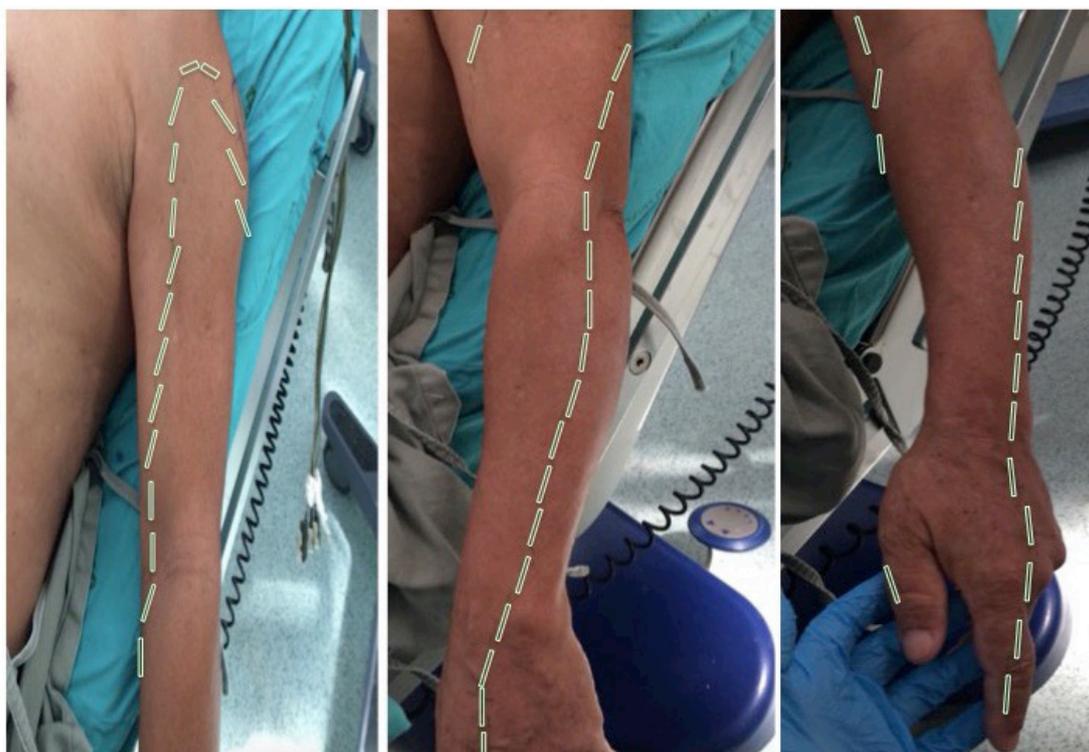


Figura 3 Área de perda sensorial.

O desfecho primário foi o efeito analgésico e o desfecho secundário foi a função respiratória.

Bloqueio do nervo frênico

O bloqueio do nervo frênico foi avaliado por ultrassonografia utilizando o movimento em tempo real do diafragma ipsilateral. Os pacientes foram solicitados a inalar com força pelo nariz como se estivessem fungando. O teste foi realizado imediatamente antes do bloqueio e aos 30 minutos, 4 e 6 horas após o bloqueio. O transdutor foi posicionado no ponto médio das linhas claviculares e no nível do hemidiafragma do lado ipsilateral do bloco. A movimentação do diafragma foi avaliada com o paciente em posição semi-sentada. A excursão diafragmática da linha de base foi medida em centímetros usando o paquímetro digital. Uma diminuição maior que 75% foi considerada paralisia hemidiafragmática¹². Além disso, em 3 casos, a avaliação da função respiratória foi realizada por meio de tomografia de impedância (Enlight 1800, Timpel Medical, São Paulo, SP, Brasil). Essa avaliação ocorreu antes do bloqueio, bem como 30 minutos e 4 horas após o bloqueio.

Dissecação de cadáver

Os bloqueios foram realizados em seis cadáveres pela técnica descrita anteriormente, e apenas 5mL de azul de metileno foram injetados.

Para avaliação da dispersão em cadáveres, a região cervical foi dissecada, expondo a região do plexo braquial desde a fenda interescalênica até a região supraclavicular.

Tabela 1 Dados demográficos e excursão diafragmática - mediana (IQR).

Anos (de idade)	48,4 (21-68)
Gênero-M/F, n (%)	7 (70) : 3 (30)
ASA N (%) I : II	6 (60) : 4 (40)
IMC (kg/m ²) média (±DP)	25,9 (± 4,2)
Lado operado D/E, n (%)	6 (60) : 4 (40)
Excursão diafragmática (cm)	
Linha de base	4 (3,0 - 4,3)
30 minutos	3 (2,5 - 4,0)
4 horas	4 (2,5 - 4,5)
6 horas	4 (3,0 - 4,5)

M, Masculino; F, Feminino; D, Direito; E, Esquerdo; ASA, estado físico da Sociedade Americana de Anestesiologistas; IMC, Índice de Massa Corporal; IQR, intervalo interquartil; DP, Desvio Padrão.

Resultados

Avaliação clínica

Dez pacientes submetidos à cirurgia do ombro por lesão do manguito rotador receberam o bloqueio seletivo de tronco superior. Os dados dos participantes estão na tabela 1. Na avaliação do bloqueio, todos os pacientes apresentaram bloqueio motor dos músculos bíceps e deltoide e não apresentaram dor à picada de agulha nos dermatomos C5 e C6 (figura 3).

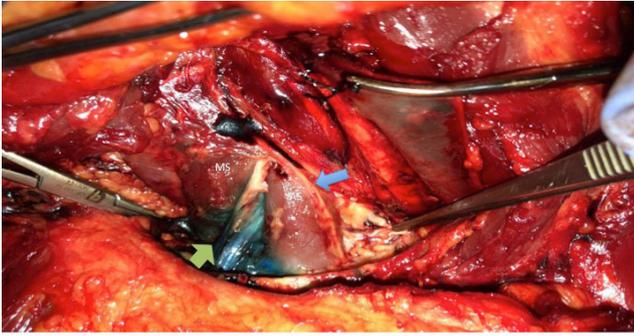


Figura 4 Dissecção do plexo braquial após injeção de azul de metileno mostrou que o azul de metileno estava restrito ao plexo braquial, sem atingir o nervo frênico. EA, Músculo Escaleno Anterior; EM, Músculo Escaleno Médio; Seta Azul, Nervo Frênico; Seta amarela, Nervo Acessório.

Nenhum paciente apresentou paralisia do nervo frênico quando avaliado pela ultrassonografia diafragmática (Tabela 1). Além disso, os três pacientes avaliados pela tomografia de impedância não apresentaram variação da função respiratória (Tabela 2).

Todos os procedimentos ocorreram sem intercorrências. Em relação à analgesia pós-operatória, nenhum paciente referiu dor (escore zero) até 6 horas após o bloqueio. Receberam alta hospitalar sem intercorrências e não necessitaram de readmissão hospitalar.

Dissecção de cadáver

Em todas as dissecções, observou-se que o azul de metileno se dispersou no interior do plexo braquial, mas não atingiu o nervo frênico nem por dispersão cefálica nem por dispersão medial (figura 4). Além disso, em todos os casos, o contraste mostrou que a solução atingiu também o nervo supraescapular.

Discussão

Os achados deste estudo sugerem que a injeção intraclostero no tronco superior, exatamente onde se ramifica o nervo supraescapular, profundamente ao músculo omohioideo, é uma técnica fácil, reproduzível e pode ser uma alternativa ao bloqueio interescalênico clássico.

Este estudo mostra que, com a realização do bloqueio superior do tronco, foi possível promover efeito analgésico satisfatório para pacientes submetidos à cirurgia do ombro, sem comprometer a função respiratória.

Devido às complicações respiratórias associadas ao bloqueio interescalênico, novas técnicas vêm sendo estudadas para promover efeito analgésico em cirurgias do ombro. Em 2014, Burckett-St. Laurent et al.⁵ descreveram o bloqueio seletivo de tronco superior. Este procedimento visa os componentes C5 e C6 do plexo braquial mais distalmente depois que eles se unem no tronco superior, mas antes que o nervo supraescapular se ramifique. No entanto, a incidência de envolvimento diafragmático pode ser indiretamente proporcional à distância das raízes nervosas. Portanto, neste estudo, optou-se por um bloqueio mais distal,

na região supraclavicular, exatamente onde o nervo supraescapular está deixando o tronco superior. Os resultados deste estudo sugerem que essa abordagem mais distal pode ser tão eficaz quanto o bloqueio de tronco superior descrito por esses autores, mas com potencial de diminuir ainda mais a chance de bloqueio do nervo frênico.

Recentemente, Kim et al. (2019)⁸ apresentaram estudo com 4,8% de paralisia frênica com 15 ml de bupivacaína injetados no tronco superior. Renes (2009)¹³ descreveu que um bloqueio do nervo supraclavicular posterolateral foi usado como preservação do nervo frênico. Essa abordagem é menos indicada para cirurgia do ombro devido ao reduzido efeito de bloqueio do nervo supraescapular⁸.

De acordo com a anatomia, o tronco superior é preservado desde o momento em que C5 e C6 se unem à mesma bainha, até o nervo supraescapular deixar a bainha comum que circunda as estruturas neurais de C5 e C6. Isso ocorre na região supraclavicular, onde o nervo supraescapular inicia seu trajeto ântero-posterior seguindo o omohioideo até a escápula.

Kim et al. (2019)⁸ usaram o nível de inserção direcionado para a injeção imediatamente antes do ponto de ramificação do nervo supraescapular. Pensamos que identificar o nervo supraescapular ramificando-se dentro da mesma bainha não é a extremidade do tronco superior, mas sim um fascículo nervoso visto dentro do tronco. Logo após a saída do supraescapular desta bainha (na região supraclavicular) podemos dizer que o tronco superior acabou e o bloqueio para o ombro pode falhar. Assim, propomos uma abordagem mais distal ao tronco superior, fora da fenda interescalênica, na região supraclavicular onde são visíveis a primeira costela e a artéria subclávia.

Em 2012, Siegenthaler et al.⁶ descreveram o bloqueio do nervo supraescapular na região supraclavicular, inferior ao ventre do músculo omo-hióideo. Entretanto, devido à proximidade com o tronco superior, esperava-se que o fluido injetado neste ponto chegasse a algumas regiões do plexo braquial, o que foi recentemente demonstrado no estudo em cadáver de Shembi et al. (2019)⁹. Os autores mostraram que 5 mL de contraste injetados ao redor do nervo supraescapular, abaixo do músculo omo-hióideo, atingiram o tronco superior e médio do plexo braquial.

O estudo de Abdallah et al., (2020)¹⁴ mostrou que a via supraescapular bloqueia consistentemente o tronco superior e a qualifica como uma alternativa eficaz de bloqueio interescalênico.

Além disso, Shembi et al. (2019)⁹ também demonstraram que em 20% dos casos as dissecções apresentavam comprometimento do nervo frênico, sugerindo um possível risco de hemiparalisia diafragmática com essa técnica. Apesar do local de injeção semelhante ao de Shembi et al. (2019)⁹, este estudo não encontrou dispersão de contraste no nervo frênico em nenhuma das dissecções. Acreditamos que a diferença nos resultados se deva ao ponto final da injeção. Shembi et al. (2019)⁹ realizaram a injeção profundamente à camada de revestimento da fásia cervical profunda, fora da camada pré-vertebral da fásia cervical profunda (bainha do plexo braquial), lateralmente dentro

do triângulo inferior posterior do pescoço. Nesse ponto, a injeção pode ser feita em um plano fascial frouxo e pode permitir dispersões maiores atingindo o nervo frênico. Em nossa técnica, foi realizada como injeção intracluster no tronco superior profundamente à camada pré-vertebral da fásia cervical profunda o que provavelmente limitou a dispersão do contraste para o nervo frênico.

Sabe-se que a bainha do plexo braquial ou bainha axilar é uma extensão da fásia pré-vertebral que se estende do pescoço até a axila. Portanto, provavelmente impede a disseminação látero-medial nesse nível, mantendo a maior parte do líquido injetado contido no interior da bainha do plexo braquial. Além disso, quando o bloqueio é realizado na região supraclavicular, o fluido injetado provavelmente flui mais facilmente distalmente do que proximal, pois os músculos escalenos fazem uma constrição ao redor dos troncos, impedindo que o fluido injetado atinja o nervo frênico por meio de disseminação proximal (cranial)¹⁵⁻¹⁷.

Um ponto importante do nosso estudo foi avaliar o mesmo volume e local de injeção da injeção realizada nos cadáveres. Observou-se que a injeção desse volume por essa técnica foi suficiente para promover efeito analgésico satisfatório para os pacientes submetidos à cirurgia do ombro, comprovando que a dispersão também atingiu o nervo supraescapular.

Além disso, foi registrado o não comprometimento da função respiratória desses pacientes, sugerindo que essa técnica pode ser segura em pacientes com função respiratória comprometida.

Portanto, novos estudos podem avaliar se esta técnica pode ser utilizada como técnica anestésica para cirurgias do ombro. Neste caso, deve-se considerar que a maior parte da pele ao redor do ombro é inervada pelos nervos supraclaviculares (C3-C4) que vêm do plexo cervical superficial e o trajeto do nervo em direção ao ombro entre a camada de revestimento do músculo profundo fásia cervical e a camada pré-vertebral da fásia cervical profunda. A técnica potencialmente poupa esses ramos cutâneos. Portanto, a sedação leve provavelmente é suficiente para tolerar esse leve estímulo doloroso dos portais artroscópicos, ou melhor, uma infiltração cutânea local pode ser realizada.

Optou-se por 5 mL de azul de metileno ou anestésico local, pois estudo anterior demonstrou que este volume é suficiente para promover efeito analgésico para cirurgias do ombro através do bloqueio do tronco superior¹¹.

Em conclusão, este estudo demonstra que um bloqueio de tronco superior, abaixo do músculo omohioideo, pode ser uma técnica alternativa para promover efeito analgésico para cirurgia do ombro. As limitações do estudo incluíram a falta de comparação com outras técnicas, bem como o baixo número de participantes.

Disponibilidade de dados e materiais

Com autor e na Universidade Federal de São Paulo.

Contribuições dos autores

Thiago Nouer Frederico: concepção e desenho do estudo, obtenção dos dados e redação do artigo.

Rioko Kimiko Sakata: revisão crítica de conteúdo intelectual importante e aprovação final da versão a ser submetida.

Luiz Fernando dos Reis Falcão: análise e interpretação dos dados.

Paulo Cesar Castello Branco de Sousa: aquisição de dados.

Fernanda Melhmann: elaboração do manuscrito.

Cesar Augusto Simões: aquisição de dados.

Leonardo Henrique Cunha Ferraro: concepção e desenho do estudo, aquisição de dados e redação do artigo.

Declaração de financiamento

Institucional.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Departamentais.

Referências

1. Urmey WF, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg* 1991;72:498-503. <https://doi.org/10.1213/0000539-199104000-00014>.
2. Riazi S, Carmichael N, Awad I, Holtby RM, McCartney CJ. Effect of local anaesthetic volume (20 vs 5 ml) on the efficacy and respiratory consequences of ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Br J Anaesth* 2008;101:549-56. <https://doi.org/10.1093/bja/aen229>
3. Stundner O, Meissnitzer M, Brummett CM, et al. Comparison of tissue distribution, phrenic nerve involvement, and epidural spread in standard- vs low-volume ultrasound-guided interscalene plexus block using contrast magnetic resonance imaging: a randomized, controlled trial. *Br J Anaesth* 2016;116:405-12. <https://doi.org/10.1093/bja/aev550>
4. Tran DQ, Elgueta MF, Aliste J, Finlayson RJ. Diaphragm-Sparing Nerve Blocks for Shoulder Surgery. *Reg Anesth Pain Med* 2017;42:32-8. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000529>
5. Burckett-St Laurent D, Chan V, Chin KJ. Refining the ultrasound-guided interscalene brachial plexus block: the superior trunk approach. *Can J Anaesth* 2014;61:1098-102. <https://doi.org/10.1007/s12630-014-0237-3>
6. Siegenthaler A, Moriggl B, Mlekusch S, Schliessbach J, Haug M, Curatolo M, Eichenberger U. Ultrasound-guided suprascapular nerve block, description of a novel supraclavicular approach. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37:325-8. <https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3182409168>
7. Hussain N, Goldar G, Ragina N, Banfield L, Laffey JG, Abdallah FW. Suprascapular and interscalene nerve block for

- shoulder surgery: a systematic review and meta-analysis. *Anesthesiology* 2017;127:998-1013. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001894>
8. Kim DH, Lin Y, Beathe JC, Liu J, Oxendine JA, Haskins SC, Ho MC, Wetmore DS, Allen AA, LL, Garnett C, Memtsoudis SG. Superior Trunk Block: A Phrenic-sparing Alternative to the Interscalene Block: A Randomized Controlled Trial. *Anesthesiology* 2019;131(3):521-533. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002841>.
 9. Sehmbi H, Johnson M, Dhir S. Ultrasound-guided subomohyoid suprascapular nerve block and phrenic nerve involvement: a cadaveric dye study. *Reg Anesth Pain Med* 2019;44:561-4. <https://doi.org/10.1136/rapm-2018-100075>
 10. Lookman AA. Brachial plexus infiltration; single injection technique. *Anaesthesia*. 1958;13:5-18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1958.tb08017.x>.
 11. Falcão LF, Perez MV, de Castro I, Yamashita AM, Tardelli MA, Amaral JL. Minimum effective volume of 0.5% bupivacaine with epinephrine in ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Br J Anaesth* 2013;110:450-5. <https://doi.org/10.1093/bja/aes419>. Epub 2012 Nov 29
 12. Petrar SD, Seltnerich ME, Head SJ, Schwarz SK. Hemidiaphragmatic Paralysis Following Ultrasound-Guided Supraclavicular Versus Infraclavicular Brachial Plexus Blockade. A Randomized Clinical Trial. *Reg Anesth Pain Med* 2015;40:133-8. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000215>
 13. Renes SH, Spoormans HH, Gielen MJ, Rettig HC, van Gefen GJ. Hemidiaphragmatic paresis can be avoided in ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34:595-9. <https://doi.org/10.1097/aap.0b013e3181bfbd83>
 14. Abdallah FW, Wijeyesundera DN, Laupacis A, et al. Subomohyoid Anterior Suprascapular Block versus Interscalene Block for Arthroscopic Shoulder Surgery: A Multicenter Randomized Trial. *Anesthesiology* 2020;132(4):839-853. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003132>.
 15. Cornish PB, Leaper CJ, Hahn JL. The "axillary tunnel": an anatomic reappraisal of the limits and dynamics of spread during brachial plexus blockade. *Anesth Analg* 2007;104:1288-91. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000260322.67439.b5>.
 16. Franco CD, Rahman A, Voronov G, Kerns JM, Beck RJ, Buckenmaier CC 3rd. Gross anatomy of the brachial plexus sheath in human cadavers. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33:64-9. <https://doi.org/10.1016/j.rapm.2007.09.003>
 17. Nieuwveld D, Mojica V, Herrera AE, Pomés J, Prats A, Sala-Blanch. Medial approach of ultrasound-guided costoclavicular plexus block and its effects on regional perfusion. *Rev Esp Anestesiol Reanim* 2017;64:198-205. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2016.09.010>