



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Publicação Oficial da Sociedade Brasileira de Anestesiologia
www.sba.com.br



ARTIGO CIENTÍFICO

Previsão do comprimento de inserção de cateter em veia subclávia direita à beira do leito

Yoon Ji Choi^a, Kyung-Don Hahm^{b,*}, Koo Kwon^b, Eun-Ho Lee^b,
Young Jin Ro^b e Hong Seuk Yang^b

^a Departamento de Anestesiologia e Medicina da Dor, Seoul Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Seul, República da Coreia

^b Departamento de Anestesiologia e Medicina da Dor, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seul, República da Coreia

Recebido em 10 de julho de 2013; aceito em 8 de outubro de 2013

Disponível na Internet em 29 de agosto de 2014

PALAVRAS-CHAVE

Cateter venoso central;
Entalhe clavicular;
Veia subclávia

Resumo

Justificativa e objetivo: O presente estudo teve como objetivo avaliar se a profundidade de inserção de cateter em veia subclávia (VSC) direita pode ser prevista de forma confiável pelas distâncias do local de inserção na VSC até a incisura clavicular ipsilateral (I-IC), passando diretamente pela parte superior do arco da VSC ou da clavícula (denominadas I-T-IC e I-C-IC, respectivamente).

Método: No total, 70 cateterismos de VSC foram estudados. As distâncias I-IC, I-T-IC e I-C-IC de cada caso foram mensuradas após a inserção do cateter guiada por ultrassom. O comprimento do cateter entre o local de inserção e a incisura clavicular ipsilateral (L) foi calculado por meio de radiografia.

Resultados: As diferenças em centímetros de L em relação às distâncias I-T-IC, I-C-IC e I-IC foram de $0,14 \pm 0,53$; $2,19 \pm 1,17$ e $0,45 \pm 0,68$ respectivamente. A média de I-IC foi significativamente menor que L, enquanto a média de I-C-IC foi significativamente maior. A análise de regressão linear forneceu a seguinte fórmula: Comprimento previsto da inserção de cateter em VSC (cm) = $-0,037 + 0,036 \times \text{Altura (cm)} + 0,903 \times \text{I-T-IC (cm)}$ (r^2 ajustado = 0,64).

Conclusão: A distância I-T-IC pode ser um preditivo confiável do comprimento de inserção ideal para canulação em VSC direita.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

* Autor para correspondência.

E-mail: thisisyjro@naver.com (K.-D. Hahm).

KEYWORDS

Central venous catheter;
Clavicular notch;
Subclavian vein

Bedside prediction of right subclavian venous catheter insertion length**Abstract**

Background and objective: The present study aimed to evaluate whether right subclavian vein (SCV) catheter insertion depth can be predicted reliably by the distances from the SCV insertion site to the ipsilateral clavicular notch directly (denoted as I-IC), via the top of the SCV arch, or via the clavicle (denoted as I-T-IC and I-C-IC, respectively).

Method: In total, 70 SCV catheterizations were studied. The I-IC, I-T-IC, and I-C-IC distances in each case were measured after ultrasound-guided SCV catheter insertion. The actual length of the catheter between the insertion site and the ipsilateral clavicular notch, denoted as L, was calculated by using chest x-ray.

Results: L differed from the I-T-IC, I-C-IC, and I-IC distances by 0.14 ± 0.53 , 2.19 ± 1.17 , and -0.45 ± 0.68 cm, respectively. The mean I-T-IC distance was the most similar to the mean L (intraclass correlation coefficient = 0.89). The mean I-IC was significantly shorter than L, while the mean I-C-IC was significantly longer. Linear regression analysis provided the following formula: Predicted SCV catheter insertion length (cm) = $-0.037 + 0.036 \times \text{Height (cm)} + 0.903 \times \text{I-T-IC (cm)}$ (adjusted $r^2 = 0.64$).

Conclusion: The I-T-IC distance may be a reliable bedside predictor of the optimal insertion length for a right SCV cannulation.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introdução

Vários pontos de referência,^{1,2} fórmulas simples³ e electrocardiografias⁴ são usados para avaliar a profundidade ideal de inserção de cateter venoso central. Contudo, para a punção de veia subclávia, o uso dessas técnicas confirmatórias é limitado.

Um estudo recente⁵ sugeriu que a soma (i) da distância entre o ponto de inserção da agulha e a incisura clavicular ipsilateral (ii) e da distância vertical entre a carina e a incisura clavicular ipsilateral, por meio de radiografia, indica uma posição confiável próxima ao nível da carina que orienta o posicionamento adequado e seguro da ponta do cateter venoso central acima da reflexão do pericárdio.¹ Porém, esse método tem algumas limitações porque requer uma radiografia de tórax, necessária para avaliar a distância vertical entre a carina e a incisura clavicular ipsilateral. Além disso, a veia subclávia segue uma trajetória curva.⁶ Portanto, esse método pode indicar uma profundidade de inserção mais curta que a ideal.

O objetivo do presente estudo foi avaliar se as seguintes distâncias: do ponto de inserção da agulha até a incisura clavicular ipsilateral (denominada I-IC), passando diretamente pela parte superior do arco da VSC ou da clavícula (denominadas I-T-IC e I-C-IC, respectivamente) são preditivos confiáveis do comprimento de inserção ideal para punção de veia subclávia direita guiada por ultrassom.

Método

Obtivemos os termos de consentimento informado assinados por todos os participantes após a aprovação do Conselho de Ética Institucional (2012-0104) e do Serviço de Informação em Pesquisa Clínica (KCT0000612). Todos os pacientes foram submetidos à punção de veia subclávia durante o período

de seis meses. Os pacientes que não concordaram em participar do estudo foram excluídos, bem como aqueles que apresentaram alguma deformidade de coluna ou de vasos ou nos quais o posicionamento do cateter venoso central era inadequado.

Idade, gênero, altura e peso dos pacientes foram registrados. Ao darem entrada na sala de cirurgia, os pacientes foram monitorados. Após a indução da anestesia, a pele e campos estéreis foram preparados. O cateterismo venoso da subclávia foi realizado por meio de cateter venoso central de quatro lumens (Arrow International Inc., Reading, PA, EUA) e a abordagem infraclavicular com vista longitudinal guiada por ultrassom. A sonda (SonoSite S-Series, Bothell, WA, EUA) foi colocada paralela ao eixo longo da veia subclávia e a agulha foi inserida adjacente à borda curta da sonda, de modo que permaneceu visível enquanto passava pelos tecidos sobrejacentes até a veia subclávia.^{7,8} Em seguida, o cateter foi inserido com o uso de um fio-guia. Para determinar a profundidade correta de inserção do cateter, a cabeça e o pescoço do paciente foram colocados em posição neutra após a inserção do cateter, e uma radiografia de tórax em inspiração foi realizada no período intraoperatório para confirmar se a ponta do cateter venoso central estava no nível da carina.² Para otimizar a posição da ponta do cateter, o cateter foi movido para trás e para a frente. A [figura 1](#) mostra os principais pontos de referência e cada distância mensurada. O ponto de inserção da agulha é indicado como I na [figura 1](#), enquanto a incisura clavicular ipsilateral é indicada como IC. O comprimento do cateter entre o ponto de inserção da agulha e a incisura clavicular ipsilateral (indicado como L) foi calculado subtraindo-se o comprimento mensurado do cateter entre a incisura clavicular ipsilateral e a ponta do cateter (esse comprimento é indicado como A), o qual foi mensurado por meio de radiografia de tórax, a partir do comprimento total do cateter entre o ponto de inserção da agulha e a ponta do cateter. As distâncias

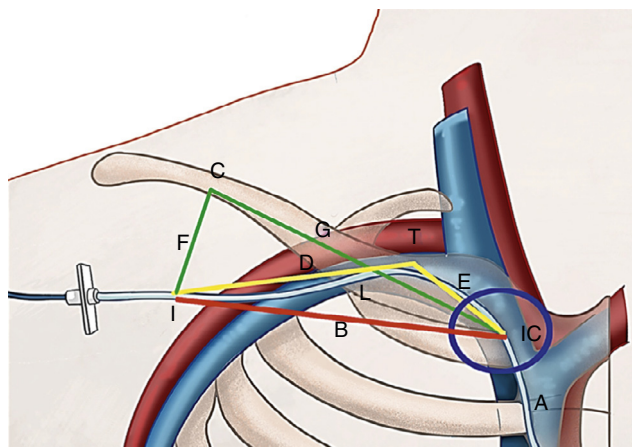


Figura 1 As distâncias I-T-IC, I-C-IC e I-IC foram mensuradas após a inserção guiada por ultrassom do cateter em veia subclávia direita. O círculo azul indica a incisura claviclar ipsilateral (IC). O comprimento total de inserção do cateter (L + A) foi calculado pela soma (i) da distância entre o ponto de inserção da agulha e a incisura claviclar ipsilateral (distância designada como L) mais (ii) a distância entre a incisura claviclar ipsilateral e a ponta do cateter (distância designada como A). A distância I-T-IC é a distância do ponto de inserção da agulha até a incisura claviclar ipsilateral através da superfície da subclávia (isto é, distância D + distância C), indicada pela linha amarela. A distância I-C-IC é a distância do ponto de inserção da agulha até a incisura claviclar ipsilateral através da clavícula (isto é, distância F + distância G), indicada pela linha verde. A distância I-IC é a distância direta do ponto de inserção da agulha até a incisura claviclar ipsilateral, indicada por B e pela linha vermelha.

(I-IC, I-T-IC e I-C-IC) foram mensuradas na superfície da pele após a inserção do cateter na veia subclávia, e a distância I-T-IC foi guiada por ultrassom. A distância I-IC é a linha direta entre o ponto de inserção da agulha e a incisura claviclar ipsilateral, indicada na **figura 1** pela linha vermelha e a letra B. O ponto T, definido como o ponto mais alto do arco da veia subclávia, foi determinado com o uso de ultrassom. A distância I-T-IC (indicada pela linha amarela na **figura 1**) foi determinada pela adição (i) da distância entre o ponto de inserção da agulha e o ponto T (a distância indicada por D) à (ii) distância entre o ponto T e a incisura claviclar ipsilateral (a distância indicada por E). A distância I-C-IC (indicado pela linha verde na **figura 1**) foi determinada pela adição (i) da distância mais curta entre a clavícula (ponto C) e o ponto de inserção da agulha (a distância indicada por F) (ii) à distância entre a clavícula (ponto C) e a incisura claviclar ipsilateral (a distância indicada por G).

Quanto ao tamanho da amostra, determinou-se que 75 mensurações seriam necessárias para um nível de significância de 0,05; um poder de 90% e uma taxa de exclusão de 15%. Essas determinações foram baseadas nos resultados de um estudo anterior⁵ que relatou a distância de 1 cm da carina como um nível seguro para a ponta do cateter venoso central (o DP foi de 1,2 cm). Todas as variáveis foram expressas em média \pm desvio padrão ou número de amostras. O teste *t* pareado com intervalos de confiança de 95% foi usado para avaliar as diferenças entre L e as

Tabela 1 Características demográficas dos pacientes

Características dos pacientes (n = 70)

Idade (anos)	58,36 \pm 15,11
Sexo (M/F)	21/49
Altura (cm)	157,63 \pm 8,55
Peso (kg)	61,49 \pm 10,34

Valores expressos como média \pm DP ou número de pacientes.

distâncias I-T-IC, I-C-IC ou I-IC. A concordância entre L e I-T-IC, I-C-IC ou I-IC foi avaliada calculando-se o coeficiente de correlação intraclasse (CCI). As correlações entre L + A e as distâncias IT-IC e outras variáveis foram avaliadas com a análise de correlação de Pearson. A regressão linear foi realizada para desenvolver um modelo previsto para L + A com base na I-T-IC e altura do paciente. Para os modelos finais previstos, uma análise auto-sustentável (bootstrap) foi realizada: 1.000 replicações auto-sustentáveis foram geradas por amostragem aleatória dos dados originais criados com a substituição. Para o coeficiente de regressão do viés da análise auto-sustentável, a equação da previsão corrigida foi estimada considerando o viés com as amostras das 1.000 replicações auto-sustentáveis. Todos os dados estatísticos foram analisados com o programa SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Um valor *p* inferior a 0,05 foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Dos 75 pacientes originalmente incluídos no estudo, três mudaram de ideia sobre a participação antes do início do estudo e dois foram excluídos porque a ponta do cateter estava em veia jugular interna. Portanto, a coorte final do estudo foi composta por 70 cateterismos de veia subclávia realizadas com orientação ultrassonográfica. As características dos pacientes são apresentadas na **tabela 1**.

A média do comprimento total do cateter subclávio (L + A) que foi inserido era de 14,10 \pm 1,46 cm. A **tabela 2** apresenta as médias de L (comprimento do cateter entre o ponto de inserção da agulha e a incisura ipsilateral claviclar),

Tabela 2 Distâncias usadas para prever o tamanho ideal de punção da subclávia e sua concordância com L

Mensurações	Média \pm DP	Estatística-t	Valor-p	CCI
L (cm)	92,2 \pm 11,6			
I-T-IC (cm)	93,5 \pm 11,7	1,45	0,15	0,89
I-C-IC (cm)	114,0 \pm 15,5	-17,60	<0,001 ^a	0,28
I-IC (cm)	87,6 \pm 10,8	-5,64	<0,001 ^a	0,76

Valores expressos como média \pm DP.

CCI, coeficiente de correlação intraclasse; L, comprimento do cateter do ponto de inserção da agulha até a incisura claviclar ipsilateral; I-T-IC, distância do ponto de inserção da agulha até a incisura claviclar ipsilateral através da superfície da subclávia; I-C-IC, distância entre o ponto de inserção da agulha até a incisura claviclar ipsilateral através da clavícula; I-IC, distância direta do ponto de inserção da agulha até a incisura claviclar ipsilateral.

^a *p* < 0,05 versus L.

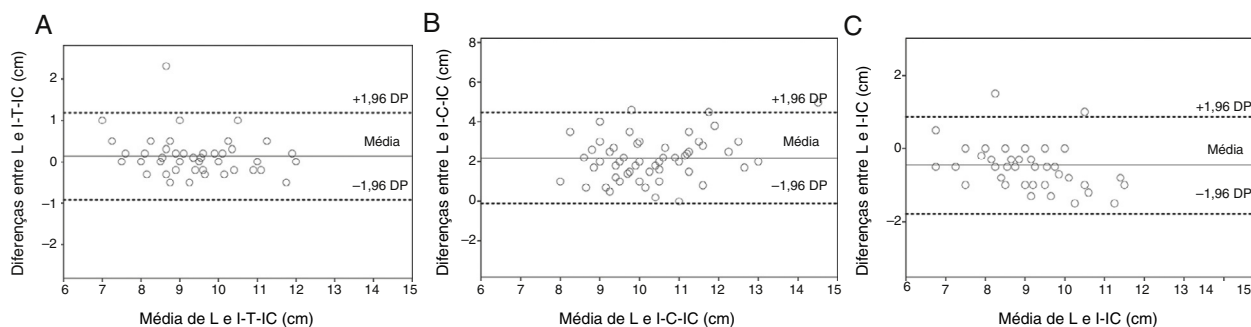


Figura 2 Mapas de Bland-Altman mostrando as médias e diferenças entre L e i-T-IC (A), i-C-IC (B) ou i-IC (C). As médias das diferenças foram 0,14; 2,19 e -0,45 cm, respectivamente. L: comprimento do cateter do ponto de inserção da agulha até incisura clavicular ipsilateral; i-T-IC: distância do ponto de inserção da agulha até a incisura clavicular ipsilateral através da superfície da veia subclávia; i-C-IC: distância do ponto de inserção da agulha até a incisura clavicular ipsilateral através da clavícula; i-IC: distância direta do ponto de inserção da agulha até a incisura clavicular ipsilateral.

das distâncias i-IC, i-C-IC e i-T-IC que foram mensuradas na superfície da pele. Para determinar quão bem essas distâncias previram a profundidade ideal da punção de veia subclávia, a concordância com L foi avaliada.

L e i-T-IC não diferiram significativamente ($p=0,15$). No entanto, L diferiu significativamente de i-C-IC ($p < 0,001$) e i-IC ($p < 0,001$). Os mapas de Bland-Altman demonstraram grandes variações nas diferenças entre L e i-IC e entre L e i-C-IC. As médias das diferenças entre L e i-T-IC, i-C-IC ou i-IC foram 0,14; 2,19 e -0,45 cm, respectivamente. As diferenças entre i-T-IC e L foram menores que as diferenças entre L e i-IC e entre L e i-C-IC (figura 2).

A média da diferença entre i-T-IC e L foi de 0,14 centímetros (intervalo de confiança IC de 95%; 0,01, 0,26) e a concordância do CCI foi de 0,89 (IC95 0,83, 0,93). A diferença média entre i-C-IC e L foi de 2,19 cm (IC95 1,91, 2,47), e o ICC de concordância foi de 0,28 (IC95 -0,09, 0,62). A diferença média entre i-IC e L foi -0,45 cm (IC95 -0,61, -0,29), e o ICC de concordância foi de 0,76 (IC95; 0,46, 0,88). Os valores do CCI listados na tabela 2 indicam que houve uma tendência de semelhança entre a distância i-T-IC e L.

O comprimento total de inserção do cateter venoso subclávio (distância L+A na figura 1) apresentou correlação significativa com i-T-IC ($r=0,78$, $p < 0,0001$), idade ($r = -0,72$, $p=0,55$), peso ($r=0,11$, $p=0,36$) e altura ($r=0,36$, $p=0,002$) do paciente.

Para a regressão linear, a seguinte fórmula foi concebida para prever L+A:

$L + A \text{ (cm) previsto} = -0,037 + 0,036 \times \text{Altura (cm)} + 0,903 \times \text{i-T-IC (cm)}$, r^2 ajustado = 0,64.

A figura 3 mostra que os valores de L+A previstos por essa fórmula possuem relação com o valor observado de L+A.

Nenhum dos pacientes apresentou qualquer complicação durante a determinação das distâncias i-IC, i-T-IC, i-C-IC e L ou durante ou após a punção da veia subclávia direita.

Discussão

Dos três pontos de referência anatômica investigados, apenas a distância i-T-IC previu com sucesso o comprimento ideal do cateter venoso subclávio, sugerindo que essa distância pode ser um preditivo útil do comprimento correto

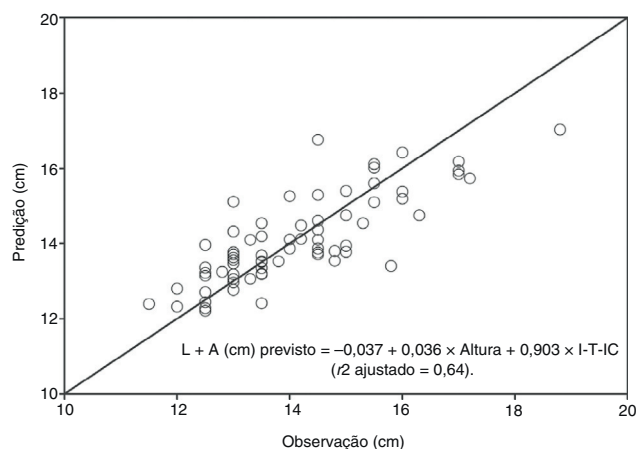


Figura 3 Relação entre o comprimento total de inserção previsto pela seguinte fórmula e comprimento total de inserção observado (L+A).

i-T-IC, distância do ponto de inserção da agulha até a incisura clavicular ipsilateral através da superfície da veia subclávia.

de inserção do cateter a ser usado durante uma punção em veia subclávia direita. Além disso, usando uma fórmula baseada em i-T-IC e altura, o comprimento ideal de inserção do cateter poderia ser previsto sem a necessidade de uma radiografia de tórax.

Não existem padrões-ouro para prever o comprimento ideal de inserção do cateter durante uma punção de veia subclávia. Para determinar o tamanho ideal de inserção do cateter venoso central, vários pontos de referência,^{1,2} fórmulas simples³ e eletrocardiografias⁴ são usados. Contudo, para a punção de veia subclávia, o uso dessas técnicas confirmatórias é limitado.

Fletcher et al. sugeriram que a ponta do cateter venoso central deve ficar acima da reflexão do pericárdio⁹. Se a ponta do cateter ficar abaixo da reflexão do pericárdio, os pacientes correm o risco de tamponamento cardíaco potencialmente fatal, pois a ponta do cateter venoso central pode penetrar na parede do vaso. Além disso, a colocação do cateter venoso central no átrio direito pode causar arritmias, estreitar ou bloquear o seio coronário e lesionar a valva tri-

cúspide. Se a ponta do cateter venoso central ficar acima da reflexão do pericárdio, complicações como hidromedias-tino ou hidrotórax podem ocorrer devido ao extravasamento de líquidos. Os pacientes com a ponta do cateter venoso central posicionada acima da reflexão do pericárdio apresentam lesão de veia cava superior com mais frequência que aqueles com a ponta do cateter posicionada abaixo da reflexão do pericárdio.^{10,11} Além disso, o ângulo da ponta do cateter venoso central em relação à parede do vaso e o tipo de líquido de perfusão podem provocar erosão do vaso, dor durante a injeção de medicamentos, infecção e trombose.^{12,13}

Os pontos topográficos, incluindo o ângulo de Louis¹⁴ e o terceiro espaço intercostal direito¹⁵ foram usados para orientar o posicionamento correto da ponta do cateter venoso subclávio. Ambos estão relacionados com o plano horizontal da carina traqueal.⁶ Em estudos anteriores,^{12,13,16} fórmulas usando a altura do paciente ou a distância da pele para a veia também foram recomendadas. Enquanto as técnicas baseadas em ambos os pontos topográficos são fáceis de usar, sem quaisquer complicações potenciais, essas técnicas também podem ser ao mesmo tempo afetadas pela variação anatômica entre os pacientes e pelos pontos radiológicos e físicos e a altura do paciente.

Kim et al.¹⁷ mostraram que o comprimento ideal de inserção do cateter durante a punção em veia subclávia direita foi de $12,9 \pm 0,9$ cm, enquanto Ryu et al.⁵ sugeriram que 13,8 cm (10,5-18,0 cm) de inserção do cateter seria ideal quando a abordagem do ponto infraclavicular é usada. Contudo, esse comprimento fixo não considera a altura, o ponto de inserção preferido pelo médico ou o método de punção da veia subclávia — todos podem influenciar a localização final da ponta do cateter.

Para determinar o comprimento ideal de inserção do cateter venoso central, uma eletrocardiografia⁴ (ECG) foi realizada. O pico da onda-P é normalmente observado quando a ponta do cateter venoso central está posicionada na junção da veia cava superior com o átrio direito. Com o posicionamento a cerca de 4,0 cm acima da junção da veia cava superior com o átrio direito, a onda P volta à forma e tamanho normais.⁴ Além disso, uma orientação do posicionamento do cateter venoso central também pode ser realizada por meio de ecocardiografia transesofágica. Porém, ambas as técnicas requerem equipamento adicional e estão potencialmente associadas ao aumento dos custos e riscos de complicações.^{18,19}

Em relato de estudo anterior,¹ a carina foi sugerida como ponto de referência confiável para determinar a posição mais conveniente e segura da ponta do cateter venoso subclávio acima da reflexão do pericárdio. As vantagens dessa abordagem incluem a fixação da carina ao tecido conjuntivo, o que garante a preservação do posicionamento (mesmo sob condições de patologia pulmonar) e reduz o risco de tamponamento cardíaco. Portanto, esse ponto de referência também foi usado no presente estudo. Notadamente, a veia jugular interna e a veia subclávia podem ser facilmente encontradas sob a incisura clavicular ipsilateral, que é o local de articulação com a extremidade distal da clavícula e pode ser facilmente palpada com a mão.^{6,20} Em outro estudo,⁵ a carina serviu como ponto de referência adequado para o comprimento de inserção em veia subclávia, juntamente com a estimativa

do comprimento de inserção calculado com base em radiografia tirada antes da inserção do cateter venoso central, com a soma da distância (i) entre o ponto de inserção da agulha e a incisura clavicular ipsilateral e da distância vertical (ii) entre a incisura clavicular ipsilateral e a carina. Contudo, esse método tem limitações. Primeiro, uma radiografia de tórax é necessária para avaliar a distância vertical entre a incisura clavicular ipsilateral e a carina. Segundo, a veia subclávia segue um caminho curvo: a veia axilar estende-se da área axilar, passando acima ou abaixo da clavícula, até abaixo da incisura clavicular ipsilateral.⁶

Portanto, a distância entre o ponto de inserção da agulha e a incisura clavicular ipsilateral pode ser mais curta que o comprimento de inserção ideal. A distância vertical entre a carina e a incisura clavicular ipsilateral pode ser muito curta porque a veia subclávia é curvada, e o médico pode fazer tentativas em vários pontos de inserção, de acordo com a experiência e técnica usada. Logo, o uso da distância vertical entre a incisura clavicular ipsilateral e a carina pode resultar no posicionamento incorreto do cateter venoso subclávio e causar complicações. No presente estudo, os valores de i-IC foram significativamente menores que os de L. Devemos notar que o uso de ultrassom para determinar o ponto mais alto da veia subclávia também pode ser um desafio em algumas circunstâncias.

No presente estudo, a punção da veia subclávia foi realizada mediante abordagem longitudinal guiada por ultrassom. O uso habitual da técnica infraclavicular guiada por pontos de referência pode levar à perfuração da parede posterior da veia subclávia que fica muito próxima do ápice do pulmão. No entanto, com o uso da abordagem longitudinal guiada por ultrassom, o local preferido para atingir a veia axilar (em vez da subclávia) é facilmente puncionado, o que pode diminuir a probabilidade de pneumotórax.⁷ Além disso, a punção da veia axilar entre o músculo subclávio e o ligamento costoclavicular diminui a probabilidade de o cateter ficar preso.²¹ Devemos notar, entretanto, que a abordagem longitudinal guiada por ultrassom pode levar a comprimentos mais variados do cateter venoso subclávio que a técnica infraclavicular guiada por pontos de referência, pois a inserção pode variar dependendo do médico; além disso, a punção da veia axilar significa que um comprimento maior da veia curvada está envolvido. Para compensar isso, a distância de i-T-IC foi mensurada no presente estudo. De fato, dentre as várias distâncias mensuradas, descobrimos que a distância i-T-IC foi a mais similar ao comprimento real.

A distância i-T-IC tem algumas limitações. Às vezes, é difícil identificar a superfície da veia subclávia porque a veia pode estar escondida sob a clavícula; logo, é preciso habilidade para encontrar essa referência. Além disso, a distância A deve ser mensurada com base em radiografia de tórax. Portanto, a fórmula para prever $L + A$ foi calculada com base apenas na distância i-T-IC e na altura. Essa fórmula pode ser usada para identificar o comprimento de inserção ideal em algumas situações.

Em conclusão, a distância i-T-IC pode permitir uma previsão confiável à beira do leito do melhor comprimento de inserção de cateter em veia subclávia direita, mesmo quando a orientação por ultrassom é usada para posicionar o cateter.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a Seon-Ok Kim, MS do Departamento de Epidemiologia Clínica e Bioestatística, Asan Medical Center (Seul, Coreia), pelas contribuições valiosas para a análise estatística.

Referências

- Schuster M, Nave H, Piepenbrock S, et al. The carina as a landmark in central venous catheter placement. *Br J Anaesth.* 2000;85:192-4.
- Stonelake PA, Bodenham AR. The carina as a radiological landmark for central venous catheter tip position. *Br J Anaesth.* 2006;96:335-40.
- Chalkiadis GA, Goucke CR. Depth of central venous catheter insertion in adults: an audit and assessment of a technique to improve tip position. *Anaesth Intensive Care.* 1998;26:61-6.
- Jeon Y, Ryu HG, Yoon SZ, et al. Transesophageal echocardiographic evaluation of ECG-guided central venous catheter placement. *Can J Anaesth.* 2006;53:978-83.
- Ryu HG, Bahk JH, Kim JT, et al. Bedside prediction of the central venous catheter insertion depth. *Br J Anaesth.* 2007;98:225-7.
- Ellis H, Dussek JE. Surface anatomy. In: PL W, editor. *Gray's anatomy.* 38th ed. New York: Churchill Livingstone; 1995. p. 1916.
- Mauro MA, Jaques PF. Radiologic placement of long-term central venous catheters: a review. *J Vasc Interv Radiol.* 1993;4:127-37.
- Machi J, Takeda J, Kakegawa T. Safe jugular and subclavian venipuncture under ultrasonographic guidance. *Am J Surg.* 1987;153:321-3.
- Fletcher SJ, Bodenham AR. Safe placement of central venous catheters: where should the tip of the catheter lie? *Br J Anaesth.* 2000;85:188-91.
- Tocino IM, Watanabe A. Impending catheter perforation of superior vena cava: radiographic recognition. *AJR Am J Roentgenol.* 1986;146:487-90.
- Duntley P, Siever J, Korwes ML, et al. Vascular erosion by central venous catheters. Clinical features and outcome. *Chest.* 1992;101:1633-8.
- Raad II, Luna M, Khalil SA, et al. The relationship between the thrombotic and infectious complications of central venous catheters. *JAMA.* 1994;271:1014-6.
- Cadman A, Lawrance JA, Fitzsimmons L, et al. To clot or not to clot? That is the question in central venous catheters. *Clin Radiol.* 2004;59:349-55.
- Ezri T, Weisenberg M, Sessler DI, et al. Correct depth of insertion of right internal jugular central venous catheters based on external landmarks: avoiding the right atrium. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2007;21:497-501.
- Kim KO, Jo JO, Kim HS, et al. Positioning internal jugular venous catheters using the right third intercostal space in children. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2003;47:1284-6.
- Peres PW. Positioning central venous catheters – a prospective survey. *Anaesth Intensive Care.* 1990;18:536-9.
- Kim MC, Kim KS, Choi YK, et al. An estimation of right- and left-sided central venous catheter insertion depth using measurement of surface landmarks along the course of central veins. *Anesth Analg.* 2011;112:1371-4.
- Wilson RG, Gaer JA. Right atrial electrocardiography in placement of central venous catheters. *Lancet.* 1988;1:462-3.
- Andropoulos DB, Stayer SA, Bent ST, et al. A controlled study of transesophageal echocardiography to guide central venous catheter placement in congenital heart surgery patients. *Anesth Analg.* 1999;89:65-70.
- Soames RW. Skeletal system. In: Williams PL, editor. *Gray's anatomy.* New York: Churchill Livingstone; 1995. p. 537.
- Krutchen AE, Bjarnason H, Stackhouse DJ, et al. The mechanisms of positional dysfunction of subclavian venous catheters. *Radiology.* 1996;200:159-63.