

Catéter venoso central subclavio, complicaciones a la inserción

Enrique Hazael Hernández-Franco,^a
José Luis Martínez-Ordaz^a

Subclavian central venous catheter. Complications at insertion

Background: Central Venous Catheters (CVC) are used as a tool in critically ill patients requiring hemodynamic monitoring and vasopressor support, as well as in stable patients requiring parenteral nutrition or chemotherapy. Placement of a CVC subclavian (CVCs) can present severe complications, even fatal. The aim of the present study was to determine the success of the placement of CVCs without ultrasonographic guidance and the number and type of complications associated with insertion of these.

Methods: In this retrospective cohort study we included all patient who were submitted to CVCs at the Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI. The variables studied were: medical indication for the placement, insertion site, duration, withdrawal motive and if there were complications type number and management of these.

Results: 283 patients aged 16-95 years were studied. Fifty-five percent of the patients had already had a catheter placed during a previous hospitalization. In 45% of the patients was the first placement, the antecedent of a previous placement did not increase the complications. The indications for the CVCs were: NPT, preoperative use, severe patients, chemotherapy, inability to channel, and plasmapheresis.

Conclusions: Placement of a subclavian central venous catheter by trained personnel in patients without risk factors and even without ultrasonographic support is safe and effective, with a success rate of close to 100% in placement, severe complications below 2%, and zero mortality. If the attempts are reduced to two punctures the morbidity can be reduced to almost zero.

Keywords Palabras clave

Catherterization	Cateterismo
Catheterization, central venous	Cateterismo venoso central
Endovascular procedures	Procedimientos endovasculares

Son millones los catéteres venosos centrales (CVC) que se colocan cada año alrededor del mundo,¹ están indicados cuando la vía periférica es inaccesible para la administración de agentes vasoactivos,² ante la necesidad de administrar soluciones hipertónicas, uso de nutrición parenteral total (NPT), incluso a domicilio,³ grandes volúmenes de soluciones para resucitación, hemodiálisis y quimioterapia.⁴

La colocación de un CVC puede estar asociada a morbilidad seria⁵ o, incluso, a la muerte; el porcentaje de pacientes que presenta algún tipo de complicación, ya sea a la colocación, retiro o durante la estancia del catéter, varía entre el 1 hasta el 19%^{6,7} según sea el motivo de colocación, el tiempo de estancia,⁸ la presencia de factores de riesgo, el manejo del catéter⁹ o las comorbilidades.

Entre los factores que aumentan el riesgo de presentar una complicación a la inserción se encuentran: poca experiencia por parte del colocador, los médicos que han colocado más de 50 catéteres venosos centrales subclavios (CVCs) disminuyen en más de la mitad el riesgo de una complicación respecto a aquellos que han realizado el procedimiento menos de 50 veces;^{10,11} el número de punciones es otro factor relevante, incrementando la morbilidad desde las dos punciones, pero con tres o más punciones el riesgo aumenta hasta 6 veces,¹² también son factores de riesgo elevado para complicaciones un índice de masa corporal (IMC) mayor a 30 o menor a 20, cateterizaciones previas fallidas, hipovolemia severa y deshidratación.¹³ El antecedente de una colocación fallida es el predictor más importante para el desarrollo de complicaciones, presentándose hasta en el 20% de los casos, el número de lúmenes no aumenta el riesgo,¹⁴ las coagulopatías,¹⁵ la heparinización¹⁶ y los trastornos hematológicos no parecen incrementar el riesgo¹⁷ si se toman las debidas precauciones^{18,19} (cuadro I).

Aubaniach describió por primera vez la cateterización de la vena subclavia en 1952,²⁰ un año después Seldinger²¹ describió un método para remplazo de catéteres sobre una guía, mejorando la técnica de Aubaniach. Actualmente, una versión modificada de la técnica de Seldinger es la usada para la colocación de CVC de forma percutánea y se basa en referencias de anatomía topográfica para su inserción.²² Esta téc-

^aJefatura de Quirófano, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México, México

Comunicación con: José Luis Martínez Ordaz

Teléfono: 5627 6900

Correo electrónico: jlmo1968@hotmail.com

Recibido: 22/05/2017

Aceptado: 19/06/2017

Introducción: los catéteres venosos centrales (CVC) son utilizados tanto en pacientes gravemente enfermos que ameritan monitorización hemodinámica y apoyo vasopresor, como en pacientes estables que requieren nutrición parenteral o quimioterapia. La colocación de un CVC subclavio (CVCs) puede presentar complicaciones severas incluso mortales. El objetivo del presente estudio fue determinar el éxito de la colocación de CVCs sin guía ultrasonográfica y el número y tipo de complicaciones asociadas a la inserción de estos.

Métodos: estudio de cohorte retrospectivo, que incluyó a todos los pacientes a los cuales se les colocó un CVCs en el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Las variables estudiadas fueron: indicación médica para la

colocación, sitio de inserción, duración, motivo de retiro y si se presentaron complicaciones.

Resultados: se estudió a un total de 283 pacientes de 16 a 95 años. En el 45% de los pacientes fue la primera colocación, el antecedente de una colocación previa no aumentó las complicaciones. Las indicaciones para el CVCs fueron: nutrición parenteral, uso prequirúrgico, pacientes graves, quimioterapia, incapacidad para canalizar y plasmaféresis.

Conclusiones: la colocación de un CVCs por personal capacitado en pacientes sin factores de riesgo y aun sin apoyo ultrasonográfico es segura y eficaz, con complicaciones graves menores al 2% y sin mortalidad. Si los intentos se reducen a dos punciones, la morbilidad puede reducirse aún más.

Resumen

Cuadro I Factores de riesgo asociados a complicaciones durante la colocación de un acceso venoso central

1. Falta de experiencia por parte del colocador*
2. Ausencia de asistencia por ultrasonografía
3. Tres o más punciones
4. Obesidad (IMC > 30)
5. Desnutrición (IMC < 20)
6. Cateterización previa fallida
7. Hipovolemia
8. Deshidratación severa
9. Ventilación mecánica

*Persona experimentada se considera a aquella que ha colocado más de 50 CVCs

CVCs = Catéter venoso central subclavio

nica estandarizada puede ser asistida por ultrasonido (USG), que se utiliza desde 1978²³ con reducción de las complicaciones²⁴ a la inserción, ya sea por vía femoral, yugular interna o subclavia,²⁵ por lo que es recomendable que los CVCs sean colocados de este modo²⁶ si se cuenta con el apoyo.

En la actualidad, todavía se colocan una gran cantidad de CVCs sin apoyo de USG y es de donde nace la pregunta: ¿Es válido colocar un acceso venoso central subclavio sin apoyo de USG?, para contestar a esta pregunta este estudio determina el número de complicaciones asociadas a la colocación de CVCs en un hospital de alta especialidad del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Los objetivos del presente estudio son determinar el éxito de la colocación de CVCs sin guía por USG, así como el número y tipo de complicaciones asociadas a la inserción de estos.

De forma general, las complicaciones pueden dividirse en aquellas relacionadas con la inserción, la estancia²⁷ y el retiro de los CVC; otra forma es clasificarlas en mecánicas, infecciosas y tromboticas.²⁸

El neumotórax es una de las complicaciones mecánicas más comunes de la inserción, se ha reportado como hasta el 30% de todos los eventos adversos mecánicos,²⁹ su incidencia varía entre el cero y el 6.6%,^{30,31} siendo más consistentemente reportado entre el 1 y 1.5%.³² La incidencia de este aumenta con el número de punciones,³³ la colocación urgente y el uso de catéteres de mayor calibre.³⁴ Otros estudios han señalado que la vía subclavia es más riesgosa respecto a la yugular interna,³⁵ aunque en esta última existe hasta un 6% de riesgo de punción a la vena carótida,³⁶ el cual es prácticamente nulo en la vía subclavia. El neumotórax tardío se ha presentado entre el 0.5 hasta el 4% de las inserciones³⁷ y los síntomas ocurren generalmente pasadas las 6 horas,³⁸ aunque no es regla. Generalmente, si el neumotórax es tratado de forma oportuna y adecuada, se obtienen buenos resultados y disminución de la estancia hospitalaria;³⁹ se debe tener especial cuidado con el edema pulmonar por reexpansión que ocurren entre el 1 y 14%.⁴⁰ La trombosis es otra complicación pero relacionada a la estancia.⁴¹ La cefalización de la punta

si es una complicación de la colocación y se puede presentar hasta en el 15% de los pacientes,⁴² esto se disminuye girando la cabeza hacia el lado de la inserción ya que esta maniobra disminuye el ángulo entre ambos vasos.⁴³ De las complicaciones vasculares a la inserción, la más frecuente es la punción arterial que ocurre entre el 0.5 al 4% de los casos,⁴⁴ la cual aun siendo autolimitada no debe pasar inadvertida, ya que puede producir morbilidad⁴⁵ o incluso la muerte.⁴⁶ Por ejemplo, si se produce un hemotórax, que es la expresión de una punción arterial inadvertida, los pseudoaneurismas⁴⁷ y las fistulas arteriovenosas⁴⁸ son complicaciones raras; otra complicación rara pero potencialmente evitable es la pérdida de la guía,⁴⁹ la infección es la principal complicación relacionada a la permanencia del catéter con una incidencia de 5.3 por cada 1000 días de catéter y una mortalidad de hasta el 18%.

Como vemos, son muchas las posibles complicaciones relacionadas a los CVC, en este estudio específicamente nos interesamos por las complicaciones a las inserción de accesos subclavios en pacientes sin factores de riesgo asociado y sin guía ultrasonográfica.

Métodos

Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, que incluyó a todos los pacientes a quienes se les colocó un catéter venoso central subclavio (CVCs) en el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI durante el periodo comprendido entre el 01 de marzo del 2015 y el 01 de marzo del 2016 por personal calificado, entendiendo esto como aquel que tuviera una experiencia de al menos 50 CVCs colocados previamente. En todos los casos, la colocación del catéter se realizó en la cama del paciente vía subclavia y sin apoyo ultrasonográfico. Se excluyeron aquellos pacientes que tuvieran antecedentes de punción subclavia previa fallida en otra hospitalización, colocación del acceso vascular vía yugular interna o femoral, pacientes que presentaran apoyo mecánico ventilatorio, índice de masa corporal mayor a 30 y menor a 20, y en los que el catéter colocado no fuera Arrow® de doble lumen, 7Fr. por 20 centímetros de longitud, de poliuretano radiopaco con punta flexible Blue Flex Tip.

Previo a la colocación del CVCs se explicó a los pacientes sobre los beneficios y riesgos del procedimiento y se firmó hoja de consentimiento informado, se documentó la indicación de la colocación, si esta se llevó a cabo en el sitio izquierdo o derecho, el número de punciones requeridas y si la posición fue adecuada en el primer intento o ameritó recolocación; la colocación adecuada se comprobó en todos los casos

mediante la prueba del retorno venoso y con radiografía de tórax. Se definió mala posición cuando el ángulo de incidencia del catéter contra la pared del vaso fuera mayor a 40 grados, ya que eso aumenta el riesgo de perforación,⁵⁰ la referencia topográfica para la situación final del catéter fue el ángulo traqueobronquial derecho, ya que este se encuentra 2.9 centímetros por arriba de la reflexión pericárdica en adultos.⁵¹

Si bien no se ha demostrado la superioridad de la heparina sobre la solución salina para la permeabilización de los catéteres,⁵² en esta serie se utilizó sulfato de heparina y no se presentaron casos de oclusión que ameritara retiro.

En caso de que se presentara alguna complicación, se llevó a cabo el registro de la misma y el manejo para su resolución, finalmente se registró el número de días que permaneció el catéter. El análisis estadístico incluyó media, mediana, moda, riesgo relativo con intervalos de confianza del 95% y con un valor de *p* significativo menor a 0.05.

Resultados.

Se incluyeron un total de 283 pacientes de entre 16 y 95 años (cuadro II), de los cuales 50.53% fueron mujeres ($n = 143$) y 49.46% hombres ($n = 140$), se colocaron adecuadamente el 99.65% de los catéteres ($n = 282$, IC 95%: 99.69-99.60, 2 EE $p = 0.0427$), en el paciente en el que no se logró colocar el acceso vía subclavia, se colocó vía femoral sin complicaciones. Todos los catéteres se retiraron, de estos el 85% de los pacientes ($n = 240$) egresaron por mejoría a su domicilio y 15% ($n = 43$) fallecieron en el hospital por causas no relacionadas al catéter.

En el 45 % de los pacientes ($n = 127$) se trataba de la primera colocación y el 55% ($n = 156$) ya tenía el antecedentes de colocación de acceso vascular central previo, sin que esto representara un aumento del riesgo de complicaciones (IC 95% RR = 0.82), en el 70% de los pacientes ($n = 199$) se colocó el acceso del lado derecho, y en el 30% ($n = 84$) el acceso se colocó del lado izquierdo, sin diferencia estadísticamente significativa que demostrara que el lado derecho es más seguro (IC 95% RR = 0.2631).

La indicación para el CVCs fue: nutrición parenteral en 83 pacientes, uso prequirúrgico en 71 pacientes, 67 pacientes graves (se incluyeron los que ameritaron apoyo aminérgico, medición de presión venosa central, control de líquidos o reposición de potasio intravenoso), uso de quimioterapia por trastornos hematológicos en 40 casos, incapacidad para canalizar en 17 pacientes, y plasmaféresis en 5 casos (cuadro III).

El número de intentos necesarios para la colocación fue de una a diez punciones, en el 48% de los

Cuadro II Distribución de la edad de los pacientes a los cuales se les colocó un CVCs

Rango de edad (años)	n = 283	Porcentaje
10-19	2	0.70
20-29	13	4.59
30-39	37	13.07
40-49	69	24.38
50-59	63	22.26
60-69	54	19.08
70-79	23	8.12
80-89	14	4.94
90-99	8	2.82

Cuadro III Distribución de la indicación médica para la colocación de un catéter

Indicación del CVCs	n = 283	Porcentaje
NPT	83	29
Uso prequirúrgico	71	25
Paciente crítico	67	24
Quimioterapia	40	14
Incapacidad para canalizar	17	6
Plasmaféresis	5	1.7

pacientes ($n = 135$) la colocación se aseguró a la primera punción, en el 44% ($n = 125$) se requirieron dos punciones y en el 8% ($n = 23$) tres o más punciones. El 93.93% de las complicaciones ($n = 30$) se presentó en el grupo con más de dos punciones y ninguna complicación grave en el grupo de dos o una punción.

La probabilidad de presentar una complicación fue del 12% (IC 95%: 10.37-13.62, 2 EE, $p = 0.016$, $n = 30$) (cuadro III), de las cuales el 10% ($n = 28$) fueron leves que no requieren manejo invasivo, y 1.7% ($n = 5$) graves. La distribución de las complicaciones fue la siguiente: punción arterial 6.71% (IC 95%: 6.56-6.95) ($n = 19$), neumotórax 1.41% (IC 95%: 1.35-1.46) ($n = 4$), posición inadecuada 1.71% (IC 95%: 1.68-1.72) ($n = 5$), hematoma en el sitio de la punción 0.62% (IC 95%: 0.61-0.62) ($n = 1$), exploración quirúrgica por hemotórax 0.62% (IC 95%: 0.61-0.62) ($n = 1$). No se presentó ningún caso de mortalidad.

Discusión

Los accesos vasculares centrales son una parte fundamental del cuidado de los pacientes graves en unidades de cuidados intensivos, además su uso es frecuente, necesario y en muchos casos imperativos para la vida de pacientes estables, pero que requieren medicamentos que no se pueden administrar por un catéter periférico, apoyo nutricional parenteral, quimioterapia o transfusión de hemoderivados entre otros.

Sin embargo, el uso de estos dispositivos no está exento de complicaciones, estas pueden ser desde leves (donde únicamente se requiere manejo conservador), hasta graves, incluida la muerte de los pacientes. Es por ello que diseñar un método estandarizado es una forma lógica de promover la prevención y disminuir la incidencia de eventos adversos,⁵³ por ello cuando se tiene la disponibilidad de apoyo ultrasonográfico debe ser utilizado, ya que la diferencia entre personal experto e inexperto parece desaparecer con este medio.⁵⁴

En caso de no contar con el apoyo de guía ultrasonográfica, el catéter puede ser colocado en la cama del paciente, en forma subclavia ya sea derecha o izquierda —sin aumentar el riesgo de complicaciones ($n = 283$, nDer. = 199, nIzq. = 84, IC 95% RR = 0.2631, $p < 0.05$)— utilizando la técnica de Seldinger, este método es eficaz ya que presenta una tasa de éxito de hasta el 99.65% (IC 95%: 99.60-99.69, 2 EE = 0.0427), y puede considerarse seguro, pues la probabilidad de complicaciones es del 0.70% ($n = 2$) si el número de punciones es de dos o menos, y aumenta hasta 12% (IC 95%: 10.37-13.62, 2 EE $p = 0.016$) ($n = 33$) si se dan tres o más punciones.

La tasa global de complicaciones fue del 12% (cuadro IV), pero de estas, la mayoría fueron leves y no requirieron manejo invasivo 10% ($n = 25$), las complicaciones graves se presentaron en el 1.7% de los pacientes ($n = 5$). De las complicaciones leves, la más frecuentemente en esta serie fue la punción

Cuadro IV Distribución de complicaciones en la colocación de un catéter venoso central subclavio

Complicación	n	Porcentaje	IC95%	2 EE
Punción arterial	19	6.71	6.56-6.85	0.1486
Neumotórax	4	1.41	1.351-1.469	0.0590
Posición inadecuada	5	1.71	1.6844-1.725	0.0156
Hematoma	1	0.62	0.6165-0.6235	0.0035
Exploración quirúrgica	1	0.62	0.6165-0.6235	0.0035
Mortalidad	0	0.00	00	00

arterial ($n = 20$), diecinueve de las cuales se resolvieron con compresión en el sitio de la lesión, y un caso de hematoma no expansivo, el cual se drenó en cama. De las complicaciones graves, el neumotórax fue la más frecuente, se presentó en el 1.41% de los casos ($n = 4$, IC 95%: 1.35-1.46) con un total de 3 neumotórax inmediatos y uno tardío; en todos los casos se colocó sonda endopleural, la cual se retiró en un tiempo máximo de 7 días sin complicaciones. La posición inadecuada se presentó en el 1.71% de los casos ($n = 5$, IC 95%: 1.68-1.72), en los cuales se recolocó el catéter sin complicaciones, en esta serie se presentó un caso de hemotórax (0.35%) (IC 95%: 0.61-0.62), lo cual coincide con lo descrito en la literatura,⁵⁵ el paciente ameritó exploración quirúrgica y permaneció en la unidad de cuidados intensivos por 10 días, finalmente fue egresado sin complicaciones. No se presentó ninguna defunción relacionada a la colocación de un CVCs.

En el presente estudio, el antecedente de una colocación previa (siempre y cuando esta no fuera fallida)

no aumentó el riesgo de complicaciones (IC 95% RR = 0.82). Cabe aclarar que si bien en ciertas situaciones apremiantes es necesario realizar más de dos punciones para la colocación de un acceso venoso central, siempre que se pueda debe ser evitado.

Conclusiones

La colocación de un catéter venoso central subclavio en un paciente sin factores de riesgo, por personal altamente capacitado aun sin apoyo ultrasonográfico, es segura y eficaz, con un éxito cercano al 100% (99.65%) en la colocación, morbilidad severa menor al 2% y mortalidad de cero.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Referencias

- Raad I. Intravascular catheter related infections. *Lancet*. 1998;351:893-898.
- Loveday H, Wilson J, Pratt R, Golsorkhi M, Tingle A, Bak A, et al. Epic3: National evidence based guidelines for preventing healthcare-associated infections in NHS hospitals in England. *J Hosp Infect*. 2014;86:S1-S70.
- Grau D, Clarivet B, Lotthé A, Bommart S, Parer S. Complications whit peripherally inserted central catheters used in hospitalized patients and outpatients: A prospective cohort study. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*. 2017;6:18.
- Scott WL. Central venous catheteres. An overview of Food and Drug Administration activities. *Surg Oncol Clin North Am*. 1995;4:377-393.
- Serach J. A life-threatening mediastinal hematoma after central venous port system implantation. *Am J Case Rep*. 2015;16:904-907.
- Parás-Bravo P, Paz-Zulueta M, Sarabia-Lavín R, Amo-Setién F, Herrero-Montes M, olavarría-Beivíde E, et al. Complications of Peripherally Inserted Central Venous Catheters: A Retrospective Cohort Study. *PLoS ONE*. 2006;11(9):1-12.
- Sznajder JL, Fabio Rz, Bitterman H, Weiner P, Bursztein S. Central vein catheterization, failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arc Int Med* 1986; 146:259-261.
- Babu GK, Babu MCS, Lokanatha D, Bhat GR. Outcomes, cost comparison, and patient satisfaction during long-term central venous Access in cancer patients: Experience from a Tertiary Care Cancer Institute in South India. *Indian J Med Paediatr Oncol*. 2016;37(4):232-238.
- Khavanin Zadeh M. Skin fold technique for central venous catheter fixation; Comparison with conventional method for postoprating infeccions, *Med J Islam Repub Iran*. 2016;8(30):419.
- Bo-Linn GW, Anderson DJ, Anderson KC, McGoon D. Percutaneous central venous catheterization performed by medical house officers: a prospective study. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1982;8:23-29.
- Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, Lefrant JY, Raffy B, Barre E, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients. A rondomized controlled trial. *JAMA*.

- 2001;286:700(6)-707.
12. Mansfield P, Hohn DC, Fornage BD, Gregurich MA, Ota DM. Complication and failures of subclavian vein catheterization. *N Engl J Med.* 1994;331:1735-1738.
 13. Takeyama H, Taniguchi M, Sawai H, Funahashi H, Akamo Y, Suzuki S, et al. Limiting vein puncture to three needle passes in subclavian vein catheterization by the infraclavicular approach. *Surg Today.* 2006;36:779-782.
 14. McGee WT. Central venous catheterization: better and worse. *J Intensive Care Med.* 2006;20:51-53.
 15. Goldfarb G, Lebrec D. Percutaneous cannulation of the internal jugular vein in patients with coagulopathies. An experience base don 1000 attempts. *Anesthesiology.* 1982;56:321-323.
 16. Patersen GA. Does systemic anticoagulation increase the risk of internal jugular vein cannulation? *Anesthesiology.* 1991;75:1124.
 17. Hashimoto Y, Fukuta T, Maryama J, Omura H, Tanaka T. Experience of peripherally inserted central venous catheter in patients with hematologic diseases. *Intern Med.* 2017;56:398-393.
 18. Foster PJ, Moore LR, Sankary HN, Ashman MK, WiDiams JW. Central venous catheterization in patients with coagulopathy. *Arch Surg.* 1992;127:273-275.
 19. DeLoughery TG, Liebler JM, Simonds V, Goognight SH. Invasive line placement in critically ill patients: do hemostatic defects matter? *1996;36(9):827-31.*
 20. Veseley TM. Central venous catheter tip position: a continuing controversy. *J Vasc Interv Radiol.* 2003;14:527-534.
 21. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med.* 2003;348:1123-1133.
 22. Kowalski CM, Kaufman JA, Rivitz SM, et al. Migration of central venous catheters: implications for initial catheter tip positioning. *J Vasc Interv Radiol.* 1997;8:443-447.
 23. Ullman JI, Stoelting RK. Internal jugular vein location with the ultrasound Doppler blood flow detector. *Anesth Analg.* 1978;57:118.
 24. Dietrich CF, Horn R, Morf S, Chiorean L, Dong Y, Cui XW, et al. Ultrasound-guided central vascular interventions, comments on the European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology guidelines on interventional ultrasound. *J Thorac Dis.* 2016;8(9):E851-E868.
 25. Gann M, Sardi A. Improved results using US guidance for central venous access. *Am Surg.* 2003;69:1104-1107.
 26. Tan J, Lui L, Xie J, Hu L, Yang Q, Wang H. Cost-effectiveness analysis of ultrasound-guided Seldinger peripherally inserted central catheters. *SpringerPlus.* 2016;5:2051.
 27. Takashima M, Ray-Barruel G, Ullman A, Keogh S, Rickard C. Randomized controlled trials in central vascular Access devices: A scoping review. *PLoS ONE.* 2017;12(3):e0174164.
 28. Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, Mayo PH, Rosen MJ, Schneider RF. Mechanical complications of central venous catheters. *J Intensive Care Med.* 2006;21:40-46.
 29. Mitchell SE, Clark RA. Complications of central venous catheterization. *AJR Am J Roentgenol.* 1979;133:467-476.
 30. Plaus WJ. Delayed pneumothorax after subclavian vein catheterization. *J Parenter Enteral Nutr.* 1990;14:414-415.
 31. Herbs CA Jr. Indications, management, and complications of percutaneous subclavian catheters. An audit. *Arch Surg.* 1978;113:1421-1425.
 32. Laronga C, Meric F, Troung MT, Mayfield C, Mansfield P. A treatment algorithm for pneumothoraces complication central venous catheter insertion. *Am J Surg.* 2000;180:523-527.
 33. Lefrant JY, Muller L, De la Coussaye JE, Prudhomme M, Ripart J, Gouzes C, et al. Risk factors of failure and immediate complication of subclavian vein catheterization in critically ill patients. *Intensive Care Med.* 2002;28:136-1041.
 34. Steele R, Irving CB. Central line mechanical complication rate in emergency medicine patients. *Acad Emerg Med.* 2001;8:204-207.
 35. Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, Mayo PH, Rosen MJ, Schneider RF. Mechanical complications of central venous catheters. *J Intensive Care Med.* 2006;21:40-16.
 36. Reuber M, Dunkley LA, Turton EP, Bell MD, Bamford JM. Stroke after internal jugular venous cannulation. *Acta Neurol Scand.* 2002;105:235-239.
 37. Chang TC, Funaki B, Szymiski GX. Are routine chest radiographs necessary after image guided placement of internal jugular central venous access devices? *ARJ Am Roentgenol.* 1998;171:335-357.
 38. Tyburski JG, Joseph AL, Thomas GA, Saxe JM, Lucas CE. Delayed pneumothorax after central venous Access: a potential hazard. *Am Surg.* 1993;59:587-589.
 39. Guyrley MB, Richli WR, Waugh KA. Outpatient management of pneumothorax after central venous access: a potential hazard. *Am Surg.* 1993;90:235-238.
 40. Rozenman J, Yellin A, Simansky DA, Shiner RJ. Re-expansion pulmonary edema following spontaneous pneumothorax. *Respir Med.* 1996;90:235-238.
 41. Kuminsky RE. Complications of Central Venous Catheterization. *Am College of Surg.* 2006;1:681-689.
 42. Kidney DD, Nguyen DT, Deustsch LS. Radiologic evaluation and management of malfunctioning long term central vein catheters: *AJR Am J Roentgenol.* 1998;171:1251-1257.
 43. Tripathi M, Dubey PK, Ambesh SP. Direction of the J tip of the guidewire, in Seldinger technique, is a significant factor in misplacement of subclavian vein catheter: a randomized, controlled study. *Anesth Analg.* 2005;100:21-24.
 44. Merrer J, De Jonghe B, Tramer MR. Complications of central venous catheters: internal jugular versus subclavian access. A systematic review. *Crit Care Med* 2002;30:454-460.
 45. Denys BG, Uretsky BF, Reddy S. Ultrasound assisted cannulation of the internal jugular vein. *A*

- prospective comparison to the external Landmark Guided Technique. *Circulation*. 1993;87:1557-1562.
46. O'Leary AM. Acute upper airway obstruction due to arterial puncture during percutaneous central venous cannulation of the subclavian vein. *Anesthesiology*. 1990;73:780-782.
 47. Brzowki BK, Mills JL, Beckett WC. Iatrogenic subclavian artery pseudoaneurysm: case reports. *J Trauma*. 1990;30:616-618.
 48. Sato O, Tada Y, Sudo K, Ueno A, Nobori M, Idezuki Y. Arteriovenous fistula following central venous catheterization. *Arch Surg*. 1986;121:729-731.
 49. Kashif M, Hasmi H, Jadhav P, Khaja M. A missing Guide Wire After Placement of Peripherally Inserted Central Venous Catheter. *Am j Case Rep*. 2016;17:925-928.
 50. Gravenstein N, Blckshear RH. In vitro evaluation of relative perforating potential of central venous catheters: comparison of materials, selected models, numbers of lumens, and angles of incidence to simulated membrane. *J Clin Monit*. 1991;7:1-6.
 51. Aslamy Z, Dewald CL, Heffner JE. MRI of central venous anatomy. Implications for central venous catheter insertion. *Chest*. 1998;114:820-826.
 52. Zong L, Wang HL, Xu B, Yuan Y, Wang X, Zhang YY, et al. Normal saline versus heparin for patency of central venous catheters in adult patients a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2017;21:5.
 53. Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM, Gledhill KS, Streed SA, Kiger B, et al. Education of physicians-in-training can decrease the risk for vascular catheter infection. *Ann Intern Med*. 2000;132:641-648.
 54. Geddes CC, Walbaum D, Fox JG, et al. Insertion of internal jugular temporary hemodialysis cannulae by direct ultrasound guidance a prospective comparison of experienced and inexperienced operators. *Clin Nephrol* 1998;50:320-32
 55. Ruesch S, Walder B, Tramer MR. Complications of central venous catheters: internal jugular versus subclavian access a systematic review. *Crit Care Med* 2002;30:454-460