

POSICIÓN IDEAL DE LA PUNTA DEL CATÉTER VENOSO CENTRAL

INT. JUAN CRISTÓBAL PEDEMONTTE T,
DRA. CLAUDIA CARVAJAL.

En Estados Unidos se colocan alrededor de 6 millones de catéteres venosos centrales (CVC) por año¹. Este es un procedimiento altamente estandarizado, para el cual existen guías que dan pautas sobre su manejo²⁻⁸. Pero hay un aspecto en el que parece no existe suficiente claridad, y es dónde debe quedar la punta del CVC y por qué esta posición es importante. La mayoría de estas guías²⁻⁶ recomiendan que la punta del catéter se ubique en el tercio inferior de la vena cava superior (VCS), cercana a la unión de ésta con la aurícula derecha (AD), evitando la colocación intracardiaca para prevenir complicaciones como perforación, taponamiento, arritmias y trombosis. Contrario a esta recomendación, en el 2001 la guía de la *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI)*, propuso que los catéteres de hemodiálisis se ubiquen en la unión de la VCS con la AD o dentro de esta última, para asegurar su óptimo funcionamiento y mayor duración⁷.

Revisamos aquí este tema, haciendo énfasis en los métodos existentes para decidir hasta dónde insertar un CVC y las técnicas para corroborar su adecuada posición posterior a la inserción.

IMPORTANCIA DE LA UBICACIÓN DE LA PUNTA DEL CVC

La posición del CVC es importante para asegurar su adecuado funcionamiento y para disminuir el riesgo de complicaciones.

FUNCIONAMIENTO DEL CVC

Dependiendo del uso que se le quiera dar, la posición de la punta del CVC puede variar.

La mayoría de los catéteres centrales que se utilizan para medir la presión venosa o para infundir soluciones funcionarán bien cuando se ubiquen en un vaso grande, sobre o por debajo del corazón.

En cambio, un catéter de hemodiálisis requiere mantener flujos tan altos como 450 ml/m por 3 a 4 horas. Si está ubicado alejado de la AD, en un vaso de pequeño calibre, es probable que el catéter se «pegue» contra la pared del vaso y no permita su buen funcionamiento. Esto ha sido confirmado por varios estudios que han demostrado que la duración de este tipo de catéter es mejor cuando su punta se ubica dentro de la AD⁹⁻¹¹.

COMPLICACIONES ASOCIADAS CON LA POSICIÓN DEL CVC

1. *Trombosis*: Se estima que la frecuencia de trombosis de un CVC es entre 30 a 70%^{12,13}. En la mayoría de los casos se manifiesta como obstrucción del catéter y transcurre en forma asintomática, pero ocasionalmente se asocia con trombosis venosa y tromboembolismo pulmonar, especialmente en catéteres de larga duración¹³⁻¹⁵. El riesgo de trombosis del catéter está determinado por múltiples factores: tiempo de permanencia, material del catéter, características del paciente (por ejemplo, pacientes con ciertos tipos de tumores sólidos, como los pancreáticos o de células renales, están predispuestos a trombosis vascular) y el lugar donde quede ubicada la punta del catéter.

La trombosis se produce por una reacción de cuerpo extraño que hace el huésped frente al CVC. Éste, se cubre con fibrina y proteínas plasmáticas que facilitan el depósito y la agregación plaquetaria terminando en la formación de un trombo¹⁷. En un estudio de autopsias de 141 pacientes que habían tenido un CVC por 2 semanas, Ducatman y cols¹⁴ encontraron trombos alrededor del catéter en 32% de los casos, en las venas braquiocefálicas o en la vena cava superior.

El daño vascular producido por la punta del CVC, tanto en su inserción o secundario a un daño crónico, se ha reconocido como un evento inicial y perpetuador de la trombosis. La punta del catéter posicionada contra la pared de un vaso se convierte en una fuente de daño permanente. Ubicar el catéter adecuadamente puede minimizar esta lesión. Para esto el curso del catéter debe ser paralelo a la pared de la vena cava superior y la punta del catéter debe poder moverse libremente dentro de la luz del vaso. La anatomía del sistema venoso determina que

un catéter central inserto por el lado izquierdo, sin la longitud suficiente para quedar localizado en la parte inferior de la VCS, puede quedar «apoyado» sobre la pared lateral de la VCS. Además, con el movimiento generado por la contracción cardíaca puede convertirse en una fuente de lesión vascular que facilita la trombosis (Figura 1). Puel y cols¹¹, en un estudio de 379 pacientes con CVC para quimioterapia, reportaron una incidencia de trombosis de 28,6% en los catéteres implantados por el lado izquierdo cuya punta se posicionó en la mitad superior de la VCS, comparado con 3% en los catéteres derechos. No hubo episodios de trombosis en los catéteres izquierdos que se dejaron en la unión de la VCS con la AD o en la AD.

Otro factor que influye en el riesgo de trombosis, es el uso que se le va a dar al catéter. Las soluciones irritantes dañan el endotelio adyacente al catéter favoreciendo la trombosis, pero existe controversia acerca de sí la colocación intracardiaca favorece o protege de esta complicación. Pithie y cols¹⁶, revisaron 45 pacientes

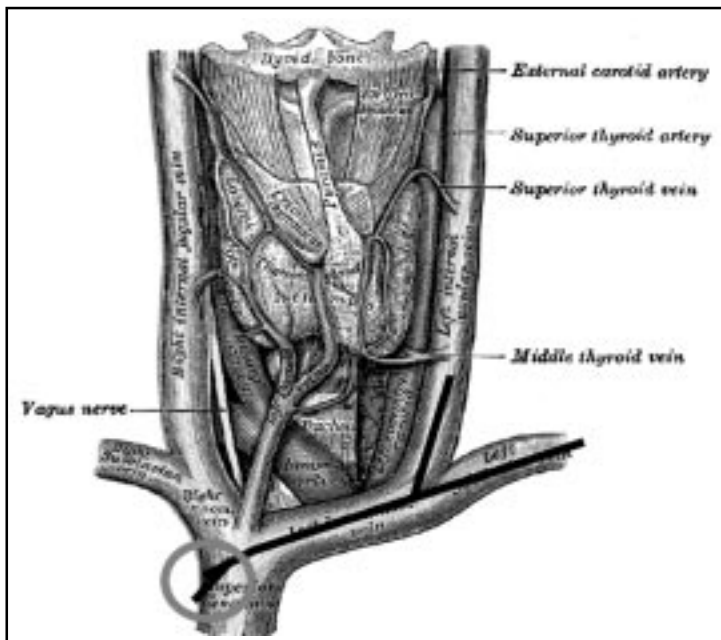


Figura 1. Sistema venoso central. Anatomía del sistema venoso central. Destaca el ángulo que se produce entre la vena innominada izquierda y la VCS. Los catéteres insertos por la izquierda deben dejarse más profundos para intentar que la punta del CVC quede paralela a la pared de la VCS para evitar complicaciones.

Gray's Anatomy <http://education.yahoo.com/reference/gray/subjects/subject?id=168#i560>
Henry Gray (1821-1865). Anatomy of the Human Body. 1918.

con CVC utilizados para administrar alimentación parenteral, encontrando una frecuencia de trombosis de 26,7% en catéteres ubicados en la VCS, contrario a ningún caso (0%) de trombosis en los 16 catéteres ubicados dentro de la aurícula derecha. Se propone que al colocar el catéter en la AD, se disminuye la lesión endotelial y que el alto flujo previene la acumulación de trombos en la punta del catéter. Por otro lado, Gilon y cols¹⁷ usaron ecocardiografía transesofágica para evaluar 55 pacientes con catéteres centrales, encontrando trombos peri-catéter en 46% de los casos ubicados dentro de la AD y ninguno (0%) en los catéteres ubicados en la VCS distal. Ellos especulan que hay áreas de estasis en la AD que podrían potenciar la trombosis.

2. *Infección y sepsis*: Se ha reportado hasta 25% de mortalidad directa en la sepsis asociada a catéter¹⁸. La posición inadecuada de la punta del CVC produce daño endotelial que facilita la producción de trombosis. Una vez que el trombo se encuentra organizado, se convierte en un excelente sustrato para la colonización por bacterias. Si esto ocurre, se generará una infección que puede llegar a producir sepsis. Tampoco se descarta una secuencia inversa en la cual la infección inicial facilita una respuesta inflamatoria local, con aumento de los mediadores trombogénicos y consecuentemente trombosis¹⁹.

3. *Perforación*: La perforación vascular o cardíaca es la complicación más temida relacionada con la colocación de un CVC y es el principal argumento esgrimido para evitar la colocación del catéter en la cava intrapericárdica o AD. Según su tiempo de aparición, puede catalogarse como temprana o tardía. La primera, habitualmente es secundaria al procedimiento de inserción en el cual una fuerza excesiva, tanto con la guía metálica como con el dilataador, puede producir daño a nivel de diversas estructuras. Se podrá observar entonces un hemotórax, hemomediastino o tamponamiento cardíaco de aparición temprana dependiendo del órgano lesionado. Robinson y cols²⁰, en una revisión retrospectiva, encontraron una incidencia de 0,25% de perforación (10 casos en 4.000 CVC), diagnosticados la mayoría de ellos en las primeras 4 horas luego de completar el procedimiento. En cambio, las perforaciones tardías

suelen producirse secundariamente a lesión permanente de la punta del CVC sobre la pared del vaso y parecen ser más frecuentes en catéteres izquierdos²¹⁻²³. Mukau y cols²⁴ reportaron una incidencia de 0,4% de perforación tardía (4 casos en 1.000 CVC), con un promedio de presentación de 5 días, todas en catéteres izquierdos. Esto se explica por la anatomía propia del sistema venoso central, en la cual al acceder por la izquierda, es necesario enfrentarse a un ángulo de casi 90° que se forma en la unión de la innominada izquierda con la vena cava superior (VCS). El paso de la guía metálica o del propio CVC por este ángulo, facilita el daño de la pared lateral de la VCS por lo que se explicaría la mayor incidencia de perforación al utilizar esta vía de acceso (Figura 1).

En caso de producirse una perforación, la consecuencia más grave es el taponamiento cardíaco, que se produce al perforar la cava intrapericárdica o la aurícula derecha (Figura 2). Para evitar esta complicación, la punta del CVC debería ubicarse idealmente en la VCS extrapericárdica. Albrecht y cols²⁵ diseccionaron cadáveres frescos y midieron la distancia vertical entre la carina y el punto donde el pericardio atraviesa la VCS. Compararon estos datos con los de cadáveres fijados en etanol formalina²⁶, demostrando que las distancias en cuerpos frescos son mayores que en cuerpos fijados. La carina siempre se ubicó por sobre la reflexión pericárdica, lo que disminuiría el riesgo de tamponamiento cardíaco al utilizarla como punto de referencia radiográfico para la posición de la punta del CVC.

4. *Arritmias*: Son muy comunes pero generalmente tienen poca repercusión clínica y ocurren durante la introducción de la guía metálica para posicionar el catéter. Al presentarse después de haber completado la introducción, son secundarias al desplazamiento del catéter, por cambios de posición del paciente²⁷.

6. *Otras complicaciones*:

- 1) Extravasación de sustancias: puede ocurrir cuando se utilizan catéteres de múltiples vías y poca profundidad.
- 2) Control erróneo de parámetros hemodinámicos.
- 3) Posicionamiento dentro del seno coronario.
- 4) Daño de la válvula tricúspide.

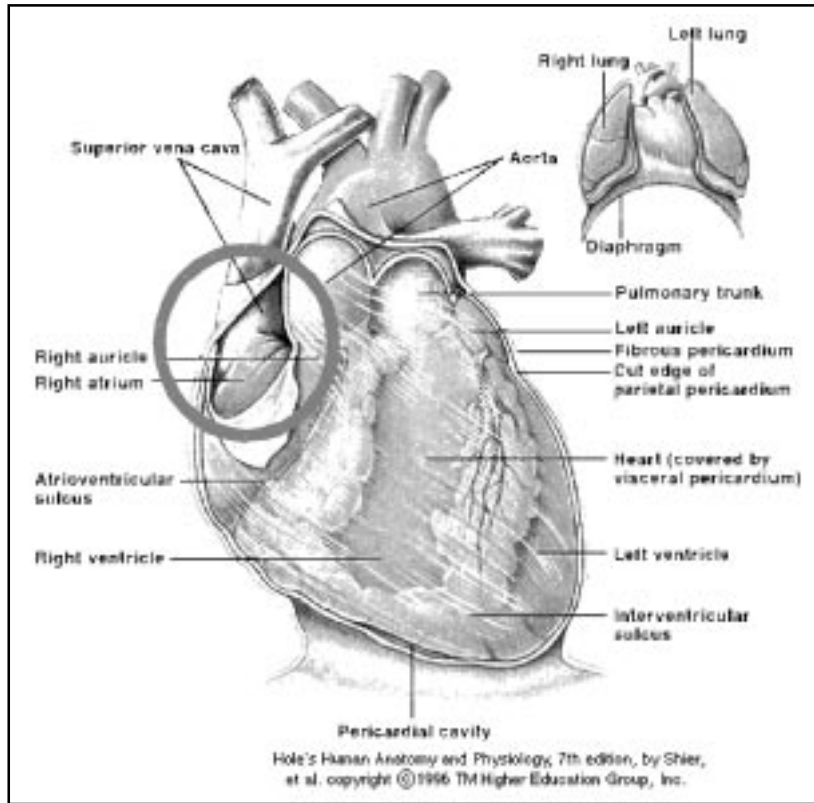


Figura 2. Porción intrapericárdica de la VCS. Imagen del corazón cubierto por pericardio visceral. En el círculo destaca la porción intrapericárdica de la VCS, donde la ruptura y salida de sangre al espacio pericárdico puede determinar un taponamiento cardíaco mortal.

MÉTODOS PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE INSERCIÓN DE UN CVC

Al momento de insertar un CVC es necesario saber a qué distancia se va a dejar la punta del catéter, ya que esto difiere entre un adulto y un niño o entre un hombre y una mujer.

En 1990, Peres²⁸ describió una serie de fórmulas para posicionar la punta del CVC en pa-

cientes adultos, basadas en la altura. Cinco años después, se publicó²⁹ un estudio de validación de estas fórmulas. El resultado de este estudio se describe en la Tabla 1.

Este método destaca por su simplicidad de uso y reporta una eficacia general de 95% independiente del sitio de punción, entendiendo

TABLA 1. LONGITUD DE INSERCIÓN DE UN CVC

Sitio de inserción	Fórmula	En VCS	En AD
SCD	(Altura/10) - 2 cm	96%	4%
SCI	(Altura/10) + 2 cm	97%	2%
YID	(Altura/10) *	90%	10%
YII	(Altura/10) + 4 cm	94%	3%

*Sugerencia: (altura/10) - 1 cm

VCS: Vena Cava Superior; AD: Aurícula Derecha; SCD: Subclavia Derecha; SCI: Subclavia Izquierda; YID: Yugular Interna Derecha; YII: Yugular Interna Izquierda.

Czepizak CA, O'Callaghan JM, Venus B. Evaluation of formulas for optimal positioning of central venous catheters. Chest 1995; 107: 1662-1664.

como eficacia la capacidad para posicionar la punta del CVC en VCS y no en AD.

Un estudio similar al anterior fue realizado por Andropoulos y cols³⁰ en pacientes pediátricos. En este trabajo se insertaron los CVC, vía YID y SCD, guiados por referencias anatómicas o por ecocardiografía transesofágica (ECO TE). Posteriormente se corroboró la posición de la punta del CVC con radiografía de tórax AP y se calculó la longitud ideal del CVC en la unión de la VCS con AD. Con estos datos se realizó el análisis estadístico, para finalmente construir fórmulas y tablas de correlación entre peso/altura con la longitud ideal de inserción del CVC (Tabla 2).

Igual que en el trabajo anterior, este método tiene la ventaja de ser bastante fácil en su utilización y los autores reportan una eficacia de 97% para posicionar la punta del CVC en VCS por fuera de la AD. Con la limitante que sólo se utilizaron accesos derechos.

Kim y cols³¹ realizaron un estudio en pacientes hasta 5 kg, utilizando la vía SCD. Posicionaron la punta del CVC en la unión VCS/AD mediante ECO TE y midieron la longitud desde la punta del CVC hasta el sitio de inserción en la piel. Sus recomendaciones según el peso del paciente se describen en la Tabla 3. Los autores reportan una eficacia de 98% cuando se corroboró la ubicación con radiografía de tórax.

MÉTODOS PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE LA PUNTA DEL CVC

Radiografía de tórax

Es el método más utilizado para verificar la posición del CVC. Se han usado varias referen-

TABLA 2. LONGITUD DE INSERCIÓN DEL CVC SEGÚN PESO Y TALLA EN PACIENTES PEDIÁTRICOS

Peso (kg)	Longitud de inserción de CVC (cm)
2-2,9	4
3-4,9	5
5-6,9	6
7-9,9	7
10-12,9	8
13-19,9	9
20-29,9	10
30-39,9	11
40-49,9	12
50-59,9	13
60-69,9	14
70-79,9	15
≥80	16

<100 cm = (altura/10)-1 >100 cm = (altura/10)-2

Andropoulos DB, Bent ST, Skjonsby B, Stayer SA. The optimal length of insertion of central venous catheters for pediatric patients. *Anesth Analg* 2001; 93: 883-886.

cias para definir la anatomía radiológica de la VCS. Por ejemplo, el espacio entre las vértebras T5 y T6³² y el ángulo que hace el bronquio principal derecho con la tráquea³³ se han descrito correspondiendo con la mitad inferior de la VCS. Asimismo, el borde inferior de las clavículas³⁴ se asocia con el origen de la VCS.

Actualmente, se acepta a la carina como el mejor marcador radiológico existente. Permite asegurar que un CVC cuya punta está a este nivel se encuentra ubicado en la VCS extrapericárdica. Esto en base a trabajos de anatomía aplicada^{25,26} que demuestran que la carina siempre se ubica por encima de la reflexión pericárdica, reconociendo esta ubicación como la de mayor seguridad para la posición de la punta del CVC.

TABLA 3. LONGITUD DE INSERCIÓN DE UN CVC EN PACIENTES PEDIÁTRICOS MENORES DE 5 KG

Peso (kg)	Altura (cms)	Profundidad del CVC (cms)
2,0-2,9	40,0-49,9	4,0-4,5
3,0-3,9	50,0-59,9	4,5-5,0
4,0-4,9	55,0-64,9	5,0-5,5

Kim JH, Kim CS, Bahk JH, Cha KJ, Park YS, Jeon YT, Han SH. The Optimal Depth of Central Venous Catheter for Infants Less Than 5 kg. *Anesth Analg* 2005; 101: 1301-1303

Recientemente, un estudio retrospectivo realizado por Stonelake y cols³⁵ evaluó a la carina como punto de referencia radiológico. Los autores tomaron medidas en radiografías de tórax posinserción de CVC, de la distancia vertical de la punta del CVC sobre o bajo la carina y el ángulo de la punta del CVC con la vertical (línea que une las apófisis espinosas). Se demostró una mayor tendencia de los CVCs instalados desde el lado derecho a estar por debajo de la carina (potencialmente intrapericárdicos) pero en raras ocasiones con un ángulo mayor a 5° con la vertical (4/163). En cambio, los CVCs insertos desde la izquierda, quedaron en mayor proporción por sobre la carina (incluso varios quedaron en la vena innominada izquierda) pero mostraron gran tendencia a hacer un ángulo mayor a 40° con la vertical, lo que implicaría un mayor riesgo de perforación y trombosis. Sin embargo, ningún CVC inserto desde la izquierda con su punta ubicada por debajo de la carina, presentó un ángulo mayor a 19°.

En base a estos resultados, estos autores proponen zonas esquemáticas para el posicionamiento de la punta de los CVC:

- La zona A (VCS baja y AD) sería una zona segura para la punta de CVC insertos desde el lado izquierdo ya que permitiría un mayor paralelismo entre la punta del catéter y la vertical. Es una zona insegura para los insertos desde el lado derecho, por lo cual recomiendan retirarlos en caso de posicionamiento erróneo en esta zona.
- La zona B (VCS alta y unión de venas innominadas) resultaría en una zona segura para la punta de los CVCs insertos desde el lado derecho. Sin embargo, sería peligroso para los catéteres con accesos izquierdos por la mayor probabilidad de formar un ángulo >40° con la vertical con el consiguiente riesgo de perforación. En estos casos, los autores recomiendan avanzarlos.
- Finalmente, la zona C (vena innominada izquierda proximal) sería una zona de seguridad dudosa, sólo utilizable para infusiones por períodos cortos y para reposición de volumen. (Figura 3).

Yoon y cols³⁶ en un estudio prospectivo, con control ecocardiográfico y radiológico, rea-

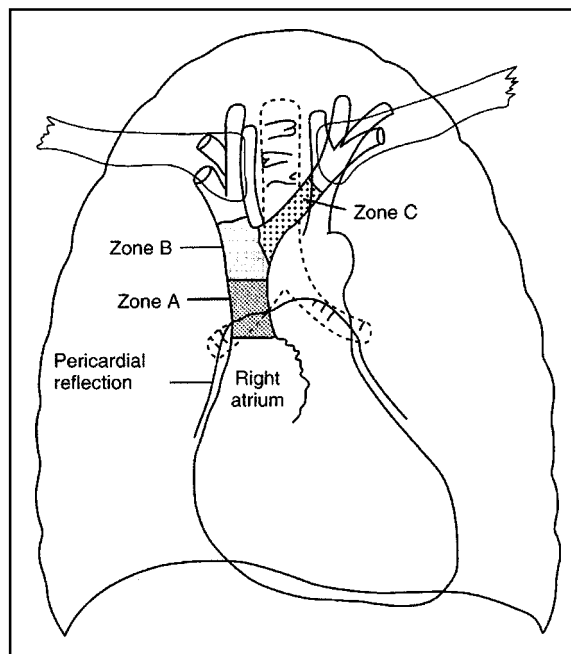


Figura 3. Esquematación de distintas zonas de posición de la punta del CVC. Zona A: VCS baja y aurícula derecha (intrapericárdica); Zona B: VCS alta y unión con venas innominadas; Zona C: vena innominada izquierda proximal.

Stonelake PA, Bodenham AR. The carina as a radiological landmark for central venous catheter tip position. *Br J Anaesth* 2006; 96(3): 335-340

lizado en pacientes pediátricos accedidos por YID, afirman que la carina sería un buen marcador radiológico para la ubicación de la punta del CVC, aun en niños, porque no se alteraría con cambios patológicos en el pulmón, siempre se ubicaría un poco más cefálico que la unión de VCS con AD y sería de fácil identificación.

Ecocardiografía transesofágica

Es una herramienta de utilización relativamente reciente y como todo estudio ecográfico, es operador dependiente. Permite visualizar la AD y la VCS cercana a ella, pero no permite la visualización en toda su extensión.

Andropoulos y cols³⁷ realizaron un estudio en el cual se evaluaba la potencial utilización de ECO TE como guía para el correcto posicionamiento de la punta del CVC en pacientes sometidos a cirugía cardíaca por defectos congénitos. Compararon un grupo en el que el catéter se posicionó en la unión de VCS con AD (1 cm sobre la cresta terminal) guiado con ECO TE (Figura 4) con un grupo control en el que la inserción del CVC fue guiada por referencias anatómicas. El uso de ECO TE permitió una ubicación adecuada en 100% de los casos vs 86% en el grupo control. Los autores concluyen que la ECO TE tiene ventajas al permitir la visión en dos dimensiones y una corrección inmediata en caso de mal posicionamiento, pero requiere un manipulador experimentado y consume tiempo, además no

permite visualizar la punta del CVC si ésta se encuentra >2 cms sobre la cresta terminal.

CONCLUSIONES

El correcto desempeño del CVC depende, entre otras cosas, de la adecuada ubicación de su punta. Es fundamental considerar las potenciales complicaciones que pueden asociarse con un mal posicionamiento del catéter, por lo que se debe intentar ser riguroso en la longitud de su inserción.

La punta del CVC debe localizarse en un vaso de diámetro amplio, idealmente fuera de la cavidad cardíaca y paralelo al eje de la vena para disminuir la probabilidad de lesiones. Debe evitarse la ubicación en la cava intrapericárdica para prevenir el escaso, pero mortal riesgo de un taponamiento cardíaco masivo.

Existen consideraciones especiales en ciertos casos. Los catéteres de hemodiálisis tendrían un mejor funcionamiento al posicionarse en AD y los insertos por la izquierda, debería dejárseles más profundos para lograr el paralelismo con la pared lateral del vaso.

Actualmente contamos con elementos eficaces y sencillos para decidir la longitud de inserción del CVC, tanto en adultos²⁹ como en niños^{30,31}. Además, la tecnología contemporánea nos permite utilizar herramientas, como la Rx de Tx y la ECO TE, que facilitan la correcta inserción o la verificación de la ubicación de la punta del CVC.

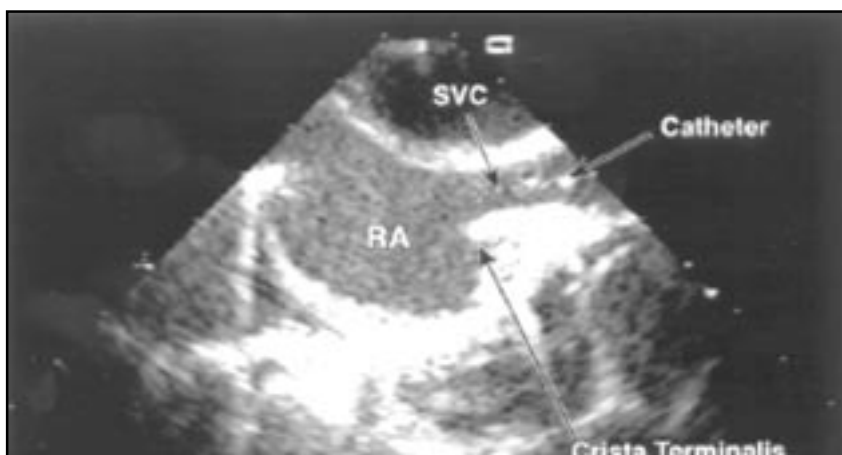


Figura 4. Ecocardiografía de la punta del CVC 6 mm sobre la unión vena cava-aurícula derecha.

Andropoulos DB, Stayer SA, Bent ST, Campos CJ, Bezold LI, Alvarez M, Fraser CD. A controlled study of transesophageal echocardiography to guide central venous catheter placement in congenital heart patients. *Anesth Analg* 1999; 89: 65-70.

REFERENCIAS

1. Collier PE, Blocker SH, Graff DM et al. Cardiac tamponade from central venous catheters. *Am J Surg* 1998; 176: 212-4.
2. Food and Drug Administration Task Force. Precautions necessary with central venous catheters. *FDA Drug Bulletin* 1989; 15-16.
3. Scott WL. Central venous catheters: an overview of Food and Drug Administration activities. *Surg Oncol Clin North Am* 1995; 4: 377-92.
4. Oncology Nursing Society. Access Device Guidelines: Recommendations for Nursing Practice and Education. Pittsburgh, PA: Oncology Nursing Press, 1996.
5. National Association of Vascular Access Networks. NAVAN Position Statement. *J Vasc Access Devices* 1998; 3: 8-10.
6. Infusion Nurses Society. Standard of Practice. *J Intrav Nurs* 2000; 23 (suppl): 6S.
7. National Kidney Foundation. K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Vascular Access. *Am J Kidney Dis* 2001; 37(suppl 1): S137-S181.
8. Silberzweig JE, Sacks D, Khorsandi AS et al. Reporting standards for central venous access. *J Vasc Interv Radiol* 2000; 11; 391-400.
9. Timsit JF, Farkas JC, Boyer JM et al. Central vein catheter-related thrombosis in intensive care patients: incidence, risk factors and relationship with catheter-related sepsis. *Chest* 1998; 114: 207-13.
10. Raad ii, Luna M, Khalil SM et al. The relationship between the thrombotic and infectious complications of central venous catheters. *JAMA* 1994; 271: 1014-6.
11. Puel V, Caudry M, Le Metayer P et al. Superior vena cava thrombosis related to catheter malposition in cancer chemotherapy given through implanted ports. *Cancer* 1993; 72: 2248-52.
12. Pollard AJ, Sreeram N, Wright JG et al. ECG and echocardiographic diagnosis of pulmonary thromboembolism associated with central venous lines. *Arch Dis Child* 1995; 73: 147-50.
13. Dollery CM, Sullivan ID, Bauraind O et al. Thrombosis and embolism in long-term central venous access for parenteral nutrition. *Lancet* 1994; 344: 1043-5.
14. Ducatman BS, McMichan JC, Edwards WD. Catheter-induced lesions of the right side of the Heart: a one-year prospective study of 141 autopsies. *JAMA* 1985; 253: 791-5.
15. Xiang DZ, Verbeneen EK, Van Lommel ATL, et al. Composition and formation of the sleeve enveloping a central venous catheter. *J Vasc Surg* 1998; 28: 260-71.
16. Pithie A, Soltar JS, Pennington CR. Catheter tip position in central vein thrombosis. *JPEN* 1988; 12: 613-4.
17. Gilon D, Schechter D, Rein AJJT et al. Right atrial thrombi are related to indwelling central venous catheter position: insights into time course and possible mechanism of formation. *Am Heart J* 1998; 135: 457-562.
18. Pittet D. Nosocomial bloodstream infections in the critically ill. *JAMA* 1994; 272: 1818-20.
19. 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.
20. Robinson JF, Robinson WA, Cohn A, Garg K, Armstrong GD. Perforation of the great vessels during central venous line placement. *Arch Intern Med* 1995; 155: 1225-8.
21. Tocino IM, Watanabe A. Impending catheter perforation of superior vena cava: radiographic recognition. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 146: 487-90.
22. Duntley P, Siever J, Korwes ML, Harpel K, Heffner JE. Vascular erosions by central venous catheters. Clinical features and outcome. *Chest* 1992; 101: 1633-8.
23. Vesely TM. Central Venous Catheter Tip Position: A Continuing Controversy. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14: 527-34.
24. Mukau L, Talamini MA, Sitzmann JV. Risks factors for central venous catheter-related vascular erosions. *J Parenter Enteral Nutr* 1991; 15: 513-6.
25. Albrecht K, Nave H, Breitmeier D, Panning B, Tröger HD. Applied anatomy of the superior vena cava - the carina as a landmark to guide central venous catheter placement. *Br J Anaesth* 2004; 92: 75-7.
26. Schuster M, Nave H, Piepenbrock S, Pabst R, Panning B. The carina as a landmark in central venous catheter placement. *Br J Anaesth* 2000; 85: 192-4.
27. Bivins MH, Callahan MJ. Position dependant ventricular tachycardia related to a peripherally inserted central catheter. *Mayo Clin Proc* 2000; 75: 414-6.
28. Peres PW. Positioning central venous catheters: a prospective survey. *Anaesthesia Intensive Care* 1990; 18: 536-9.
29. Czepizak CA, O'Callaghan JM, Venus B. Evaluation of formulas for optimal positioning of central venous catheters. *Chest* 1995; 107: 1662-4.
30. Andropoulos DB, Bent ST, Skjonsby B, Stayer SA. The optimal length of insertion of central venous catheters for pediatric patients. *Anesth Analg* 2001; 93: 883-6.
31. Kim JH, Kim CS, Bahk JH, Cha KJ, Park YS, Jeon YT, Han SH. The Optimal Depth of Central Venous Catheter for Infants Less Than 5 kg. *Anesth Analg* 2005; 101: 1301-3.
32. Defalque RJ, Campbell C. Cardiac tamponade from central venous catheter. *Anesthesiology* 1979; 50: 249-52.
33. Rutherford JS, Merry AF, Occlshaw CJ. Depth of central venous catheterization: an audit of practice in a cardiac surgical unit. *Anaesth Intensive Care* 1994; 22: 267-71.
34. Greenall MJ, Blewitt RW, McMahon MJ. Cardiac tamponade and central venous catheters. *BMJ* 1975; 2: 595-7.
35. Stonelake PA, Bodenham AR. The carina as a radiological landmark for central venous catheter tip position. *Br J Anaesth* 2006; 96: 335-40.
36. Yoon SZ, Shin JH, Hahn S, Oh AY, Kim HS, Kim SD and Kim CS. Usefulness of the carina as a radiographic landmark for central venous catheter placement in paediatric patients. *Br J Anaesth* 2005; 95: 514-7.
37. Andropoulos DB, Stayer SA, Bent ST, Campos CJ, Bezold LI, Alvarez M, Fraser CD. A controlled study of transesophageal echocardiography to guide central venous catheter placement in congenital heart patients. *Anesth Analg* 1999; 89: 65-70.