



Ingeniería Biomédica

Docente:

Ing. Ariana Sánchez Mutul

Materia:

Proyectos VII

**DISEÑO DE BASE PARA ENTRENADOR DE CATETERIZACIÓN
VENOSA CENTRAL DE ACCESO YUGULAR Y SUBCLAVIO DE LA
MARCA LAERDA**

Cetina Pat María Fernanda

8°A

Marzo 2024

EXAMEN PARCIAL 1

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
HIPÓTESIS.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS	10
REFERENCIAS	12

INTRODUCCIÓN

La cateterización venosa central (CVC) es un procedimiento médico crítico utilizado para acceder al sistema venoso central del paciente. Esto permite la administración de medicamentos, líquidos intravenosos y la monitorización hemodinámica en situaciones clínicas que requieren un acceso vascular central [5].

Dentro de las ubicaciones comunes para la inserción de un catéter venoso central se encuentran las venas yugular y la subclavia debido a su relativa facilidad de acceso y menor riesgo de complicaciones en comparación con otras ubicaciones.

La adquisición de habilidades en la realización de la CVC es fundamental para los profesionales de la salud, pero la práctica en entornos clínicos reales puede ser limitada debido a diversos factores, como la disponibilidad de pacientes adecuados y el riesgo asociado.

Anatomía y fisiología relevantes:

El conocimiento detallado de la anatomía y fisiología del sistema venoso central es fundamental para el diseño efectivo del entrenador CVC.

Esto incluye comprender la ubicación y trayectoria de las venas yugular y subclavia, así como sus relaciones con otras estructuras anatómicas circundantes, como arterias, nervios y tejidos blancos. Además, es crucial comprender la dinámica del flujo sanguíneo, la presión venosa central y la importancia de mantener la asepsia durante la inserción del catéter para minimizar el riesgo de complicaciones. [3]

- Venas yugular y subclavia: Son ubicaciones comunes para la inserción de un catéter venoso central debido a su relativa accesibilidad y menor riesgo de complicaciones. La vena yugular interna, localizada en el cuello, corre paralela a la arteria carótida y puede ser dividida en secciones externa e interna. La sección externa es más superficial y puede ser palpada con facilidad, mientras que la sección interna es más profunda y se accede típicamente mediante una técnica guiada por ultrasonido. La vena subclavia se encuentra en la región supraclavicular y discurre por debajo de la clavícula. Ambas venas proporcionan acceso al sistema venoso central, permitiendo la administración de líquidos intravenosos y la monitorización hemodinámica. [8].
- Arterias, venas y tejidos cercanos: Al realizar la cateterización venosa central en las ubicaciones yugular y subclavia, es crucial tener en cuenta las estructuras anatómicas circundantes. Las arterias carótida y subclavia están en proximidad a las venas yugular y

subclavia, respectivamente, lo que aumenta el riesgo de punción arterial accidental durante el procedimiento. Además, los nervios importantes como el nervio frénico y el plexo braquial, pueden encontrarse cerca de la vena subclavia, lo que puede resultar en complicaciones neurológicas si se daña durante la inserción del catéter. La presencia de tejidos blandos, como músculos y fascias, también debe tenerse en cuenta para evitar lesiones durante el procedimiento. [7].

- **Dinámica del flujo sanguíneo y presión venosa central:** La dinámica del flujo sanguíneo en el sistema venoso central es crucial para comprender la cateterización venosa central. El flujo sanguíneo en estas venas es influenciado por la presión venosa central, que es la presión sanguínea en la aurícula derecha del corazón. La PVC es un reflejo del retorno venoso y el volumen sanguíneo circulante. Durante la cateterización venosa central, el objetivo es acceder al sistema venoso central sin comprometer el flujo sanguíneo normal y mantener la PVC dentro de rangos fisiológicos seguros. [5].
- **Asepsia:** Es un aspecto crítico durante la cateterización venosa central para prevenir infecciones relacionadas con el procedimiento. Se deben seguir estrictas medidas de asepsia, que incluyen la limpieza adecuada del sitio de inserción con soluciones antisépticas, el uso de campos estériles para mantener una técnica aséptica durante el procedimiento y el uso de equipos y dispositivos estériles para minimizar la contaminación. El incumplimiento de prácticas de asepsia adecuadas puede aumentar significativamente el riesgo de infección asociada con la cateterización venosa central, lo que puede tener graves consecuencias para el paciente. [6]

Técnicas de cateterización venosa central

El entrenador debe simular con precisión las técnicas de cateterización venosa central para las ubicaciones yugular y subclavia. Esto implica la preparación del paciente y del entorno, incluyendo la identificación del sitio de inserción, preparación de la piel, colocación de campos estériles y asegurar la cooperación del paciente. Deben enseñarse y practicarse técnicas de punción, teniendo en cuenta la elección del dispositivo de punción (aguja o cánula) y la guía por técnicas de imagen (ultrasonido o anatomía palpable). Una vez insertado el catéter, se debe enfatizar la importancia de confirmar su correcta posición radiográficamente y asegurar su fijación adecuada para prevenir desplazamientos. [11]

- **Técnica de Punción Directa (Landmark):** Esta técnica se basa en la identificación de puntos anatómicos externos palpables para guiar la inserción del catéter. Se utilizan referencias anatómicas superficiales, como las clavículas, el ángulo mandibular o la vena yugular

externa. Se realiza una punción directa en la vena seleccionada utilizando una aguja especial y se avanza gradualmente hacia el sistema venoso central bajo guía radiológica o fluoroscópica. Requiere una buena comprensión de la anatomía superficial y profunda, así como habilidades prácticas para mantener la esterilidad y evitar complicaciones.

- **Técnica de Seldinger:** Esta técnica implica la inserción de un catéter central utilizando un método de paso a través de una guía de alambre. Se realiza una pequeña incisión en la piel sobre la vena seleccionada y se introduce una aguja de punción. Una vez dentro de la vena, se inserta una guía de alambre a través de la aguja y se retira la aguja. Se hace una pequeña incisión en la piel sobre la vena seleccionada y se introduce una aguja de punción. Una vez dentro de la vena, se inserta una guía de alambre a través de la aguja y se retira la aguja. Se avanza el catéter sobre la guía de alambre hasta que alcance la posición deseada en el sistema venoso central.
- **Técnica Guiada por Ultrasonido:** Esta técnica utiliza imágenes de ultrasonido en tiempo real para visualizar las estructuras anatómicas y guiar la inserción del catéter. Se identifica la vena deseada y se realiza una punción con una aguja bajo visualización directa por ultrasonido. La técnica guiada por ultrasonido proporciona una visualización clara de las venas y estructuras circundantes, lo que puede mejorar la precisión y reducir el riesgo de complicaciones.
- **Técnica de Doppler:** Similar a la técnica guiada por ultrasonido, la técnica de Doppler utiliza la detección del flujo sanguíneo mediante ultrasonido para identificar las venas yugular y subclavia. Se utiliza un dispositivo Doppler para detectar el flujo sanguíneo en la vena seleccionada y guiar la inserción del catéter. Esta técnica puede ser útil en pacientes con anatomía difícil o en situaciones donde la visualización directa por ultrasonido no es factible.

Complicaciones y manejo

El entrenador debe permitir la práctica en el reconocimiento y manejo de posibles complicaciones asociadas con la CVC. Esto incluye la identificación y manejo de la punción arterial accidental, el neumotórax iatrogénico, así como la prevención de infecciones y sepsis relacionadas con la inserción del catéter.

Tecnología y materiales

Existen varias tecnologías y materiales utilizados en la fabricación de entrenadores de cateterización venosa central de acceso yugular y subclavio. Los cuales se seleccionan cuidadosamente para proporcionar una experiencia de entrenamiento realista y efectiva. [9]

- Simulación de ultrasonido: Algunos entrenadores utilizan tecnología de simulación de ultrasonido para proporcionar una visualización en tiempo real de las estructuras anatómicas relevantes, como las venas y los tejidos circundantes. Esto permite a los estudiantes practicar la técnica guiada por ultrasonido de manera realista y mejorar su habilidad para identificar las venas yugular y subclavia.
- Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA): La RV y la RA se están utilizando cada vez más en la simulación médica para crear entornos virtuales donde los estudiantes pueden practicar procedimientos como la CVC. Estas tecnologías proporcionan una experiencia inmersiva que permite a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas en un entorno seguro y controlado.
- Sensores hápticos: Los sensores hápticos proporcionan retroalimentación táctil a los usuarios, simulando la sensación de tocar y manipular los tejidos durante la inserción del catéter. Esto mejora la experiencia de entrenamiento al proporcionar una retroalimentación realista sobre la resistencia de los tejidos y la posición del catéter.
- Modelado 3D y Fabricación Aditiva: El modelado 3D y la fabricación aditiva se utilizan para crear modelos anatómicos detallados y precisos que replican las estructuras internas y externas relevantes para la CVC. Estos modelos pueden ser personalizados para adaptarse a las necesidades específicas de entrenamiento y proporcionar una representación realista de la anatomía del paciente.

A continuación se describen los materiales comúnmente utilizados [10]:

- Tejidos sintéticos: Se utilizan materiales sintéticos, como elastómeros y silicona, para simular la textura y la resistencia de los tejidos humanos durante la inserción del catéter. Estos materiales son duraderos y pueden ser diseñados para replicar diferentes tipos de tejidos, desde piel hasta vasos sanguíneos.
- Fluidos simulados: Los fluidos simulados, como soluciones salinas coloreadas, se utilizan para simular la sangre y otros líquidos corporales durante la práctica de la CVC. Estos fluidos proporcionan una retroalimentación visual realista sobre el flujo sanguíneo y la posición del catéter.
- Cánulas y catéteres reales: En algunos casos, se utilizan cánulas y catéteres reales durante el entrenamiento para proporcionar una experiencia más auténtica. Estos dispositivos pueden ser utilizados para practicar técnicas de inserción y fijación del catéter en un entorno simulado.

- Dispositivo de fijación y sujeción: Se utilizan dispositivos de fijación y sujeción, como cintas adhesivas y vendajes, para asegurar el catéter en su lugar una vez insertado. Estos dispositivos permiten a los estudiantes practicar técnicas de fijación seguras y efectivas para prevenir el desplazamiento del catéter.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cateterización venosa central es un procedimiento médico fundamental, pero la capacitación en este ámbito puede ser costosa y limitada en recursos. La falta de acceso a entrenadores de bajo costo y recreables dificulta la formación de profesionales de la salud en esta técnica crucial.

La limitación económica y la falta de disponibilidad de recursos para la capacitación en cateterización venosa central representan un obstáculo significativo para la formación de profesionales de la salud en este procedimiento. La necesidad de un entrenador de bajo costo y recreable se vuelve evidente para superar esta barrera.

La importancia de abordar esta limitación económica radica en la necesidad de garantizar que los profesionales de la salud estén adecuadamente capacitados en cateterización venosa central, lo que a su vez impacta directamente en la calidad de la atención médica y la seguridad del paciente.

El objetivo principal de este planteamiento es proponer el desarrollo de la base de un entrenador de cateterización venosa central de bajo costo y recreable, que permita superar las limitaciones económicas y de acceso a recursos para la formación en este procedimiento.

HIPÓTESIS

Al diseñar una base para el entrenador de cateterización venosa central de acceso yugular y subclavio de la marca Laerda con materiales de alta calidad pero bajo costo y de fácil reproducción, se espera mejorar la accesibilidad y la eficiencia en la formación de profesionales de la salud en estas técnicas, lo que podría traducirse en una reducción de los costos asociados con la capacitación, una mayor disponibilidad de recursos de entrenamiento y, en última instancia, en una mejora en la atención médica al paciente al aumentar la competencia y la confianza de los profesionales en la realización de estas intervenciones.

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar la base de un entrenador de cateterización venosa central (CVC) de acceso yugular y subclavio recreable y de bajo costo que proporcione una plataforma efectiva para la práctica y mejora de habilidades en la realización segura y efectiva de este procedimiento médico crucial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar y analizar la anatomía y fisiología del sistema venoso central, con énfasis en las venas yugular y subclavia, para comprender las estructuras anatómicas relevantes y los aspectos funcionales necesarios para el diseño del entrenador.
- Identificar y evaluar tecnologías, materiales y métodos de construcción que sean recreables y de bajo costo, asegurando la efectividad y realismo del entrenador mientras se mantiene la accesibilidad económica para su reproducción y distribución.
- Desarrollar un diseño detallado de la base del entrenador de CVC que integre las características anatómicas y funcionales relevantes, así como tecnologías y materiales seleccionados, asegurando la precisión y realismo de la simulación de la inserción del catéter venoso central en las ubicaciones yugular y subclavia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales necesarios para llevar a cabo el procedimiento son los siguientes:

- Aceite o vaselina
- Trozos de poliestireno extruido
- Corcho
- Silicona líquida
- Plastilina
- Cutter
- Rotulador de silicona
- Yeso
- Cinta adhesiva
- Vaso medidor
- Recipiente para mezclar

El procedimiento a seguir para realizar el molde de la base con yeso, y de ahí partir para la recreación del simulador con distintos materiales es el siguiente:

1. Aplicar una capa de aceite o vaselina como agente desmoldante.
2. Utilizar un trozo de poliestireno extruido o madera como base.
3. Construir una barrera de contención alrededor de la base con trozos de poliestireno.
4. Medir y cortar trozos de corcho para crear una cámara de aire alrededor de la figura u objeto a reproducir.
5. Verter silicona líquida dentro de la cámara de aire.
6. Después de que la silicona haya catalizado, sellar los posibles huecos con plastilina.
7. Retirar los muros de poliestireno y recortar los excesos de silicona.
8. Dividir la silicona catalizada en dos mitades iguales con un rotulador de silicona y cubrir la primera mitad con más poliestireno.
9. Separar la primera mitad para realizar la madre forma con escayola.
10. Recordar los sobrantes de poliestireno y sujetar toda la pieza con cinta adhesiva.
11. Aplicar vaselina a toda la parte del molde.
12. Verter yeso en la primera mitad cubierta y al cofrado levantado.
13. Dar un golpe para eliminar las burbujas de aire y dejar que seque.
14. Una vez que el yeso esté fraguado, retirar todo el poliestireno y repasar la cara de la madre forma.

15. Hacer unos orificios para que encaje y levantar el encofrado de la segunda mitad.
16. Aplicar vaselina a toda esa parte del molde para evitar que el yeso se pegue entre sí.
17. Verter el yeso para crear la segunda mitad y repasar la madre forma con un cutter para delinear el molde.
18. Dar golpecitos para separar las dos partes.
19. Cortar la mitad de la silicona con un cutter

REFERENCIAS

1. American College of Surgeons. (2018). Advanced Trauma Life Support (ATLS) Student Course Manual (10th ed.). Chicago, IL: American College of Surgeons.
2. Eisen, L. A., Narasimhan, M., Berger, J. S., Mayo, P. H., Rosen, M. J., & Schneider, R. F. (2016). Mechanical complications of central venous catheters. *Journal of Intensive Care Medicine*, 21(1), 40-46.
3. MacLaren, R., Gallagher, J., Shin, J., Clack, S., & Malbrain, M. L. (2021). Vasopressor use following cardiac surgery: A contemporary review of factors affecting postoperative hemodynamics. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 35(10), 3004-3013.
4. McGee, D. C., & Gould, M. K. (2013). Preventing complications of central venous catheterization. *New England Journal of Medicine*, 348(12), 1123-1133.
5. Merrer, J., De Jonghe, B., Golliot, F., Lefrant, J. Y., Raffy, B., Barre, E., ... & Nitenberg, G. (2021). Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: A randomized controlled trial. *JAMA*, 286(6), 700-707.
6. Miller, A. H., Roth, B. A., Mills, T. J., Woody, J. R., Longmoor, C. E., & Foster, B. (2012). Ultrasound guidance versus the landmark technique for the placement of central venous catheters in the emergency department. *Academic Emergency Medicine*, 9(8), 800-805.
7. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). (2019). Central Venous Catheters: Infection Prevention and Control. NICE guideline [NG49]. Retrieved from <https://www.nice.org.uk/guidance/ng49>
8. National Health Service (NHS) England. (2018). National Patient Safety Alert: Resources to Support Safer Insertion of Central Venous Catheters. Retrieved from <https://www.england.nhs.uk/patient-safety/alerts-and-directives/national-patient-safety-alert-central-venous-catheter-insertion-resources/>
9. Parienti, J. J., Mongardon, N., Mégarbane, B., Mira, J. P., Kalfon, P., Gros, A., ... & du Cheyron, D. (2015). Intravascular complications of central venous catheterization by insertion site. *New England Journal of Medicine*, 373(13), 1220-1229.
10. Pikwer, A., Acosta, S., Kolbel, T., Malina, M., Sonesson, B., & Akeson, J. (2019). Management of inadvertent arterial catheterisation associated with central venous access procedures. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 38(6), 707-714.
11. Srinivasan, V., Nadig, S., Kunal, S., & Ramesh, K. R. (2020). Ultrasound-guided cannulation of the subclavian vein: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Intensive Care Medicine*, 35(9), 931-941.

12. Troianos, C. A., Hartman, G. S., Glas, K. E., Skubas, N. J., Eberhardt, R. T., Walker, J. D., ... & Reeves, S. T. (2014). Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 24(12), 1291-1318.