

**“Programas de implantación de la
ultrasonografía para el manejo del acceso
venoso periférico difícil”.**

“Ultrasound implementation programs for difficult
peripheral venous access management”.



MARINA HERRERO VACA
DIRECTORA: AMADA PELLICO LÓPEZ
GRADO EN ENFERMERÍA 2024-25
FACULTAD DE ENFERMERÍA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

AVISO RESPONSABILIDAD UC

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros.

La Universidad de Cantabria, el Centro, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado, así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.”

ÍNDICE	
RESUMEN/ PALABRAS CLAVE	Página 3
ABSTRACT/ KEYWORDS	3
INTRODUCCIÓN	4
Objetivos	5
Metodología de trabajo	6
CAPÍTULO 1. ACCESO VENOSO COMO HERRAMIENTA ASISTENCIAL Y QUÉ ES EL PROBLEMA DE ACCESO INTRAVENOSO DIFÍCIL.	9
1.1. El acceso venoso: definición, indicación de uso e importancia	9
1.2. Uso del catéter venoso periférico según nivel asistencial	10
1.3. Definiendo acceso intravenoso difícil y su prevalencia	10
1.4. Escalas de valoración de acceso intravenoso difícil	11
1.5. Factores de riesgo de acceso intravenoso difícil	14
1.6. Consecuencias de un acceso intravenoso difícil	15
CAPÍTULO 2. EL ECÓGRAFO Y EL PRINCIPIO DE ULTRASONOGRAFÍA.	16
2.1. ¿Qué es la ultrasonografía?	16
2.2. Modos y tipos de ultrasonografía	16
2.3. Visualización	17
2.4. Técnica y orientaciones	17
2.5. Planos ecográficos	17
2.6. Relación entre orientación de la sonda-pantalla-planos ecográficos	18
2.7. Procedimiento para canalizar un catéter venoso periférico (CVP)	18
2.8. Ventajas de la técnica	19
CAPÍTULO 3. ANALIZAR RESULTADOS DE ESTUDIOS RECIENTES ACERCA DE LA IMPLANTACIÓN DE PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO EN LA TÉCNICA PARA ENFERMERAS.	21
3.1. Medidas de pre-implementación	21
3.2. Implementación de la técnica	21
3.3. Medidas post-implementación	24
CAPÍTULO 4. IDENTIFICAR RECOMENDACIONES, TENIENDO EN CUENTA LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS ANALIZADOS, SOBRE CÓMO DEBE DE SER UN PROGRAMA DE IMPLANTACIÓN PARA SER EFECTIVO.	25
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	28

RESUMEN/ PALABRAS CLAVE

La canalización de catéteres venosos periféricos (CVP) es una de las técnicas invasivas más utilizadas en el ámbito sanitario. Sin embargo, hay una parte de la población que, debido a diversas condiciones, presentan un acceso intravenoso difícil (DIVA). Esto provoca un mayor número de punciones para conseguir canalizar un CVP, incrementando el gasto de recursos materiales y humanos, además de generar una mayor insatisfacción de los pacientes.

Los continuos avances tecnológicos han permitido crear dispositivos más versátiles y compactos que permiten realizar procedimientos de ultrasonografía a pie de cama. El uso de la ultrasonografía para canalizar un CVP en estos pacientes con DIVA ha sido ampliamente estudiado, demostrando su eficacia y ventajas frente a la técnica convencional.

Para poder incorporar esta técnica en la práctica clínica habitual es imprescindible formar adecuadamente a las enfermeras mediante programas de entrenamiento específicos. Estos programas deben combinar contenidos teóricos con una práctica tanto con simuladores como con pacientes reales de manera supervisada. Como se ha demostrado en este trabajo, estos programas de entrenamiento son altamente eficaces, incrementando la probabilidad de éxito en la canalización al primer intento, lo que se traduce en un impacto positivo sobre el bienestar del paciente.

Palabras clave: Ultrasonografía; Cateterismo Periférico; Acceso Venoso Difícil; programa de entrenamiento para enfermeras.

ABSTRACT/ KEYWORDS

Peripheral intravenous catheter (PIVC) insertion is one of the most commonly used invasive techniques in healthcare. Nevertheless, there is a share of the population who presents with difficult intravenous access (DIVA) due to different conditions,. This results in multiple attempts in order to get a successful PIVC insertion, increasing the material and human resources' expense, as well as leading to increased patient dissatisfaction.

Ongoing technological developments have led to creating more versatile and compact devices that allow to perform bedside ultrasound procedures. The use of ultrasound for PIVC canalization in these patients with DIVA has been widely studied, showing its efficacy and advantages over the traditional technique.

In order to incorporate this technique into the usual clinical practice, it is necessary to properly train nurses through specific training programs. These programs must combine educational sessions with supervised practice with both simulated and real patients. As it is demonstrated throughout this study, these training programs are highly effective, increasing first attempt success, which translates into a positive impact on the patient's well-being.

Keywords: Ultrasonography; Catheterization, Peripheral; Difficult Intravenous Access; nurse training program.

INTRODUCCIÓN

La canalización de catéteres venosos periféricos (CVP) es una de las técnicas invasivas más utilizadas en el ámbito sanitario para la administración de medicación y fluidos. Anualmente, alrededor de mil millones de catéteres periféricos son canalizados en el mundo, lo cual supone una prevalencia de alrededor del 60% de los pacientes hospitalizados (1). Dependiendo del país, la inserción de estos catéteres puede ser llevada a cabo por diferentes profesionales sanitarios, pero más del 70% son realizados por el personal de enfermería (1–3).

A pesar de ser un procedimiento muy habitual y que puede requerir de poco tiempo para realizarse, existe un porcentaje de la población en el que supone una gran dificultad conseguir un acceso venoso de forma exitosa. A este porcentaje de pacientes se les considera de “acceso intravenoso difícil” (DIVA, del inglés “*Difficult IntraVenous Access*”). Actualmente, no existe una definición universal para definir lo que significa este término, y, por eso, la prevalencia de este problema puede variar en función de los criterios utilizados.

Al tratar con un paciente con DIVA nos enfrentamos a diferentes problemas derivados de la dificultad de obtener de forma exitosa una canalización del CVP. Por una parte, se requiere de un mayor número de intentos. Al realizar múltiples punciones, se produce un mayor daño de los tejidos, aumentando así el riesgo de posibles efectos adversos sobre el paciente, produciendo una mayor insatisfacción sobre los cuidados que se le prestan (4) y manifestando mayor dolor (5). Todo ello genera un aumento de los costes, tanto material como sanitario, ya que requiere de un mayor gasto de tiempo y número de profesionales (4). Por otro lado, se produce un retraso para realizar un diagnóstico e iniciar el tratamiento necesario, aumentando la duración de la estancia del paciente (6).

Para poder valorar y detectar más rápidamente a los pacientes con DIVA se han propuesto diversas escalas de valoración que están resultando eficaces (7). Además, existen diferentes dispositivos que ayudan en la canalización de CVP como son los basados en transiluminación, en infrarrojos o en ultrasonidos (ecógrafo). Numerosos estudios apoyan el uso de los dispositivos basados en ultrasonidos como la mejor opción, ya que aumenta la probabilidad de éxito de canalización en el primer intento (8). No obstante, el uso de esta técnica requiere de un entrenamiento previo para conseguir un buen dominio de la misma (9,10).

La motivación para desarrollar este trabajo surgió a partir de mi experiencia como estudiante de enfermería, donde me he enfrentado a diversos casos en los que ha resultado difícil la canalización de un CVP. Dicha dificultad se tradujo en numerosos intentos para conseguirlo, lo cual afectaba negativamente tanto al paciente como al profesional encargado de realizar la técnica. Por ello, me pareció interesante profundizar sobre el problema para poder obtener una forma de realizar la técnica que fuese beneficiosa para ambas partes. Por lo tanto, con esta revisión pretendo recopilar la información científica disponible, ampliar los conocimientos sobre el tema y poder obtener resultados que puedan ser aplicados clínicamente de manera efectiva.

OBJETIVOS

Por tanto, después de lo expuesto, los objetivos del presente Trabajo Fin de Grado serán:

- Definir lo que es el acceso intravenoso difícil y lo que es la ecografía o ultrasonografía.
- Analizar los resultados de estudios recientes para determinar las ventajas de la ecografía en la canalización de pacientes con DIVA.
- Analizar los resultados de estudios recientes para describir el proceso de implantación de programas de entrenamiento en la técnica de canalización ecoguiada dirigidos a enfermeras.
- Identificar recomendaciones, teniendo en cuenta los resultados de los estudios analizados, sobre cómo deben ser los programas de entrenamiento en la técnica de canalización ecoguiada para enfermeras.

Esta monografía consta de introducción, 4 capítulos y conclusión. Tras la necesaria introducción al tema objeto de estudio y dentro de esta, se explicará cómo se ha llevado a cabo el método de revisión. En el primer capítulo se describe la importancia del acceso venoso y se definirá el concepto de acceso intravenoso difícil. En el segundo capítulo se describen los principios de la ultrasonografía y su aplicación en la canalización de catéteres venosos periféricos. En el tercer capítulo se analizan los estudios que han llevado a cabo programas de entrenamiento en enfermeras para la canalización ecoguiada de catéteres venosos periféricos. En el cuarto capítulo se extraen una serie de recomendaciones para la implantación exitosa de un programa de entrenamiento en la técnica de canalización venosa periférica ecoguiada. Finalmente, se concluye con las ideas principales extraídas de los diferentes capítulos y que dan respuesta a los objetivos de este trabajo.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la realización de esta monografía, inicialmente, se efectuó una localización de referencias bibliográficas a través de una búsqueda realizada hasta el mes de diciembre de 2024, en las bases de datos Pubmed, Scopus y Dialnet.

Para la estrategia de búsqueda se utilizaron los descriptores recogidos en el tesoro de la National Library of Medicine de Estados Unidos (MeSH, Medical Subject Headings) y de la Biblioteca Virtual de Salud (DeCS, Descriptores en Ciencias de la Salud):

- MeSH: “Ultrasonography, Interventional”, “Ultrasonography” y “Catheterization, Peripheral”.
- DeCS: “Ultrasonografía Intervencional”, “Ultrasonografía” y “Cateterismo Periférico”

Se efectuaron diferentes combinaciones utilizando los operadores booleanos “AND” y “OR”, aplicando límites en la estrategia de búsqueda: búsqueda 5 años atrás, en inglés y en español (Tabla 1).

Tabla 1. Resultado de la búsqueda inicial.

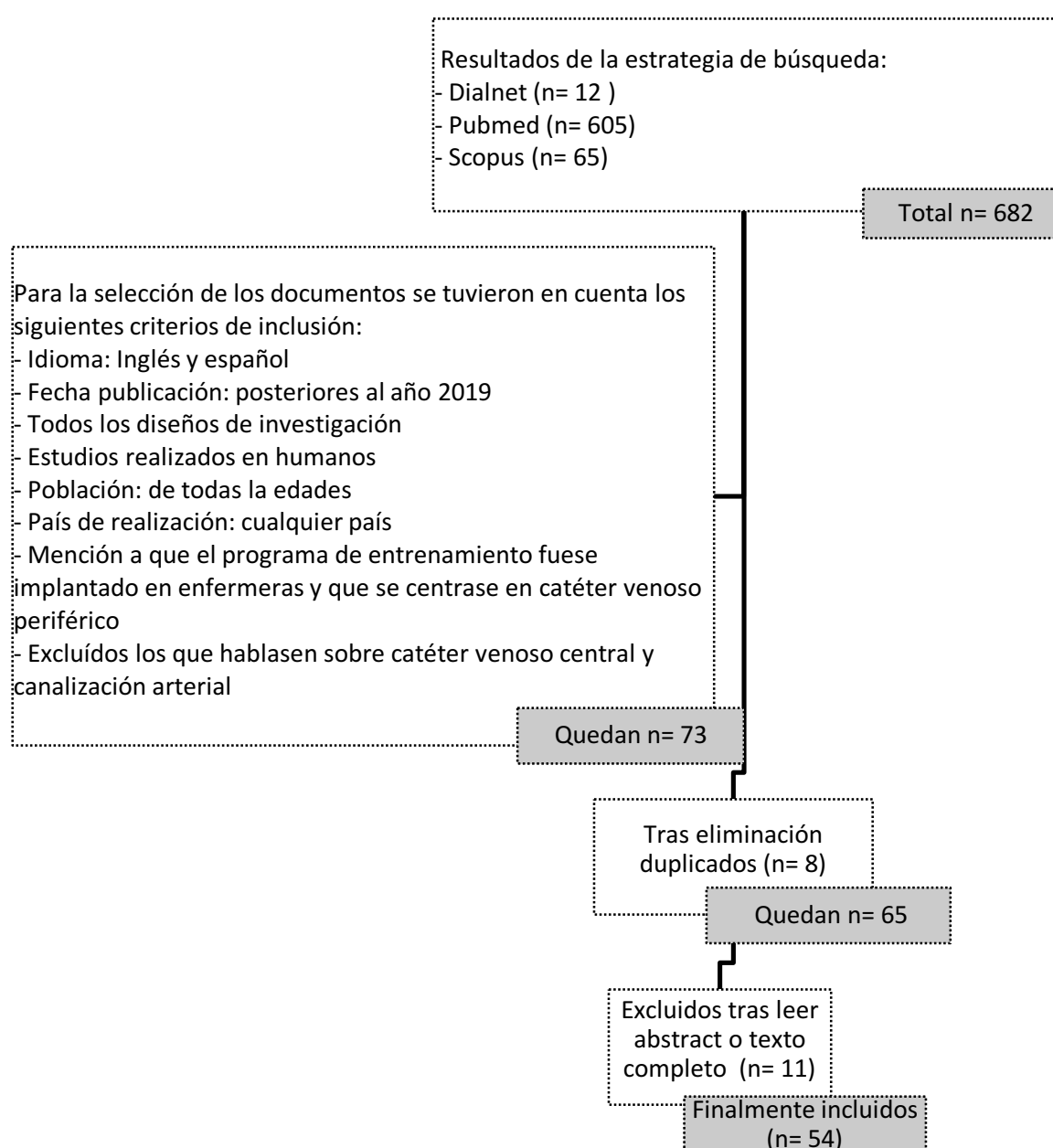
BASE DE DATOS	TÉRMINOS DE BÚSQUEDA	LÍMITES	RESULTADOS
Pubmed	“Ultrasonography, Interventional” OR “Ultrasonography” AND “Catheterization, Peripheral”.	5 años Inglés y español	349
Pubmed	“Ultrasonography, Interventional” AND “Catheterization, Peripheral”.	5 años Inglés y español	249
Pubmed	“Ultrasonography” AND “Catheterization, Peripheral/Nursing”.	5 años Inglés y español	7
Scopus	“Ultrasonography, Interventional” OR “Ultrasonography” AND “Catheterization, Peripheral”.	5 años Inglés y español Nursing	65
Dialnet	“Ecógrafo” AND “Canalización venosa periférica”	10 años	9
Dialnet	“Ultrasonografía” AND “Cateterismo periférico”	5 años	3
			682 TOTAL

Fuente: Elaboración propia.

Los criterios de inclusión o exclusión se aplicaron a las referencias encontradas, mediante la lectura de los resúmenes, o cuando fue necesario, de la lectura completa de los estudios primarios. Se utilizaron, finalmente, los artículos que respondían al objeto de la revisión y cuya población de estudio se adaptaban a nuestros intereses (**Figura 1**).

Por tanto, constituyen la base de la monografía 54 artículos. También se consultaron como fuentes relevantes sobre el tema en libros y en la base de datos de Cochrane. El número total de referencias bibliográficas asciende a 70 documentos.

Figura 1. Árbol de búsqueda bibliográfica.



Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar, como una de las limitaciones de este trabajo, la propia estrategia de búsqueda que puede llevar a un sesgo de selección. Una de las limitaciones es que no en todos los países son las enfermeras las encargadas de canalizar vías venosas periféricas y, por tanto, se han excluido de esta revisión aquellos en los que el entrenamiento en la técnica no involucraba a las enfermeras. Además, otro aspecto a tener en cuenta es que no todas las enfermeras están formadas de la misma manera en los diferentes países. Al limitarse a publicaciones en inglés y español, artículos de libre acceso, priorizar hacia bases de datos de ámbito clínico y tener que manejar una cantidad de información adaptada a la extensión de la presente monografía, se puede perder información relevante. Otra de las limitaciones es que al no haber un consenso sobre qué se considera como acceso venoso difícil, no es posible extrapolar los resultados de entre los estudios. Además, como se verá más adelante, se encuentran resultados contradictorios entre estudios debido, probablemente, a la variabilidad en el tipo de estudios, el tamaño de muestra, la metodología y los contextos. Para realizar una revisión más extensa sería necesario consultar bases de datos más generales y en más idiomas.

CAPÍTULO 1

ACCESO VENOSO COMO HERRAMIENTA ASISTENCIAL Y QUÉ ES EL PROBLEMA DE ACCESO INTRAVENOSO DIFÍCIL.

1.1. El acceso venoso: definición, indicación de uso e importancia

La vía intravenosa es la forma más rápida para introducir líquidos en el organismo y cuyos efectos se producen de manera inmediata. Además, esta vía nos permite administrar volúmenes grandes de líquidos, por lo que, en situaciones de urgencia y emergencia, es la principal vía de elección (11).

Esta vía se utiliza también para la administración de medicamentos, con fines diagnósticos (obtención de muestras, administrar contraste, monitorizar presiones intravasculares o para realizar una biopsia), para transfusiones de sangre o de componentes de la sangre y para depurar sustancias de la sangre (11). En el servicio de urgencias, sus principales usos son la administración de medicación y de fluidos (1–3), la extracción de muestras de sangre, y, por último, la administración de contraste (12).

El acceso venoso puede ser periférico o central (a nivel de la vena cava superior o inferior o de la aurícula derecha) dependiendo de dónde se ubique la punta del catéter. En esta revisión nos centraremos en el catéter venoso periférico (CVP), que es todo aquel catéter cuya punta no se encuentre a nivel central (13). El procedimiento mediante el cual se obtiene el acceso se denomina cateterismo venoso periférico y consiste en la canalización de una cánula de poliuretano u otro material dentro de la vena mediante venopunción. Según la longitud de dicho catéter, un grupo de expertos europeos realizaron la siguiente clasificación (13): catéter periférico corto si su longitud es < 6cm; catéter periférico largo si está entre 6-15cm; y catéter midline o midline claviclar si es >15cm.

Los más utilizados son los catéteres periféricos cortos y, dependiendo del tipo de paciente y las características de la terapia que se vaya a llevar a cabo, existen diferentes calibres. Estos se recogen en la **Figura 2**.

Figura 2. Principales calibres de los catéteres venosos periféricos más utilizados.

Color	Usos más frecuentes	
Naranja	Quirófanos y emergencias para transfusiones rápidas de sangre y/o líquidos muy densos	14G 
Gris	Quirófanos y emergencias para transfusiones rápidas de sangre y/o líquidos muy densos	16G 
Verde	Transfusiones sanguíneas, nutrición parenteral, grandes volúmenes de fluidos.	18G 
Rosa	Transfusiones sanguíneas, grandes volúmenes de fluidos.	20G 
Azul	Transfusiones sanguíneas, la mayoría de medicaciones y fluidos.	22G 
Amarillo	Medicamentos, infusiones de corta duración, venas frágiles, geriatría, neonatos y pediatría.	24G 

Fuente: Basado en Flebitis Zero (14).

Según las recomendaciones del panel de expertos, los CVP cortos están indicados en infusiones de corto a medio plazo de soluciones compatibles por esa vía (pH 5-9, osmolaridad <600mOsm/L, nutrición parenteral de < 800-850 mOsm/L o cualquier medicación que no se asocie a daño endotelial), aféresis o ultrafiltración en determinadas situaciones (13).

1.2. Uso del catéter venoso periférico según nivel asistencial

Los CVP son los dispositivos invasivos más utilizados en la atención hospitalaria, siendo uno de los procedimientos básicos en los servicios de urgencias hospitalarias. En este servicio, el 71-73% de los pacientes adultos presentan un CVP (12,15) y, en pacientes pediátricos, la prevalencia es del 13-20% (16,17). En las unidades de hospitalización, la prevalencia de los CVP es del 78% (12). En pacientes adultos, la mayor parte de los CVP son canalizados en las unidades generales de hospitalización (unidades médico-quirúrgicas y oncología), unidad de cuidados intensivos y en urgencias (2,18). En los pacientes pediátricos, la inserción de los CVP se realiza sobre todo en las unidades generales de hospitalización, en urgencias, en la unidad de cuidados intensivos, en el quirófano, en el servicio de radiología y, por último, extrahospitalariamente en el servicio de emergencias (3).

1.3. Definiendo acceso intravenoso difícil y su prevalencia

En ocasiones no es posible obtener un acceso venoso de forma satisfactoria al primer intento, lo que se traduce en un mayor número de punciones para intentar conseguirlo. Esta circunstancia se denomina DIVA (del inglés *“Difficult IntraVenous Access”*). Actualmente no existe un consenso en la literatura para determinar los criterios que definan a un paciente con DIVA. Por tanto, dependiendo de cuales se utilicen, la prevalencia puede variar.

Según la revisión bibliográfica realizada por Bahl et al. (2023), se agruparon los siguientes criterios junto a su rango de prevalencia:

- Múltiples intentos fallidos mediante la técnica tradicional, no presencia de venas palpables o visibles, o requerir de técnicas más avanzadas (ej. canalización de una vía central); la prevalencia puede ir del 45-59.3% (19).
- Más de 3 intentos mediante la técnica tradicional o el uso de técnicas más avanzadas, la prevalencia varía del 6-11.8% (19–21).

Según los estudios que analizó y las características que estos utilizaban para definir el DIVA, seleccionó los siguientes criterios como los más utilizados: fallar en varios intentos con la técnica convencional, al examinar al paciente no encontrar venas visibles o palpables, historia previa de DIVA, antecedentes de enfermedades crónicas, enfermedad renal en últimos estadios, abuso de drogas endovenosas, requerir de otro profesional para realizar la canalización y el uso de una técnica más avanzada para asegurar el acceso (19).

Más adelante, este mismo autor junto a otros colaboradores proponen la siguiente definición: *“cuando el profesional necesita de dos o más intentos para conseguir un acceso venoso periférico utilizando la técnica tradicional, hallazgos en el examen físico (venas no visibles o palpables) o que el propio paciente ya tenga una historia previa de DIVA”* (22).

Según el estudio realizado por Shokoohi et al. (2020), definió el término DIVA cuando se requería del uso del ecógrafo para la canalización de la vía y era realizado por un médico o un profesional con experiencia avanzada en la técnica. Según este criterio, la prevalencia era del 3,1% (6).

Para el estudio realizado por Davis et al. (2021), se define paciente DIVA como aquel que requiere más de 3 intentos (fallando al menos 2), ausencia de venas palpables o visibles o que requiera del uso del ecógrafo. La prevalencia es del 8,9% según estos criterios (21).

Para Baion et al. (2023), se considera DIVA si requieren de más de 3 intentos, historia previa de DIVA, enfermedad renal crónica, diálisis, cáncer en tratamiento, hemoglobinopatías, obesidad, adicción a las drogas o están con un tratamiento endovenoso domiciliario (10).

Tras el estudio realizado por Rodríguez-Calero et al. (2020), proponen una definición para clasificar a los pacientes con DIVA y poder con ello llegar a un consenso para futuros estudios. Para ello, deben presentar al menos uno de los siguientes criterios: fallar en 2 o más intentos, que no se vean o se palpen las venas, requerir de otros dispositivos de ayuda como ultrasonidos o infrarrojos, que se acabe canalizando una vía central o que se acabe abandonando el procedimiento por imposibilidad de conseguir un acceso (23).

Cuando nos referimos a los pacientes pediátricos, la dificultad a la hora de realizar la técnica se incrementa. Al menos en el 65% de los niños no se consigue obtener un acceso venoso al primer intento (9). La edad es un factor determinante para la clasificación de DIVA en estos pacientes. Tener una edad inferior a 3 años ya es un criterio importante a tener en cuenta (16,24). En términos generales, el hecho de presentar dificultad para obtener un acceso venoso es lo que se define como DIVA. El estudio que realizaron Girotto et al. (2023), los niños que requerían más de 1 intento ya se les consideraba como DIVA y la prevalencia que encontró fue del 23.4% (25). En cambio, otros autores determinan la presencia de DIVA si se llevan a cabo más de 2 intentos por una enfermera con experiencia, por lo que la prevalencia es del 36.8% (26).

A pesar de no haber un consenso en la definición de DIVA, los diferentes autores coinciden en que la dificultad de conseguir el acceso intravenoso se caracteriza por la necesidad de múltiples intentos para conseguirlo (10,19,21,23), la imposibilidad de visualizar o palpar las venas (19,21–23) y/o recurrir al uso de técnicas más avanzadas como son el uso del ecógrafo o la canalización de una vía central (6,19–23).

1.4. Escalas de valoración de acceso intravenoso difícil

Yen et al. (2008) desarrollaron una escala para predecir la probabilidad de éxito o fracaso canalizando una vía venosa periférica a la primera en niños/as de entre 0 y 21 años. Para ello, realizó un estudio de las características de los individuos de la muestra que predijesen éxito en el procedimiento. La “DIVA score” (ver Tabla 2) puntuaba según la edad del paciente (3 puntos si es prematuro, 3 puntos si es menos de 1 año y 1 punto si tiene entre 1-2 años) y luego puntuaba según si las venas eran, o no, palpables y visibles (2 puntos si no es palpable y 2 puntos si no es visible). Una puntuación mayor o igual a 4 supone que la probabilidad de fallar al primer intento es del 50% (27).

Tabla 2. DIVA score

Criterio DIVA	Puntuación
Edad < 12 meses	3
Edad entre 12 y 36 meses	1
Venas no visibles	2
Venas no palpables	2
Prematuridad	3

Fuente: Yen et al, 2008 (27).

Una de las escalas para adultos (mayores de 18 años) es la A-DIVA (*Adult Difficult IntraVenous Access*, ver **Tabla 3**) que fue propuesta por Van Loon et al. (2016). Se trata de una escala se creó para identificar la probabilidad de presentar DIVA en pacientes de quirófano. Es una herramienta que tiene en cuenta 5 variables: si la vena es palpable, si la vena es visible, si el paciente tiene historia previa de DIVA, si la indicación de la cirugía es por una emergencia y si el diámetro de la vena es menor de 2mm. Aplica 1 punto a cada variable y dependiendo de la puntuación obtenida, valora si el paciente tiene un riesgo bajo (0-1 punto), medio (2-3) o alto (4-5) (28).

Tabla 3. Escala A-DIVA.

Factor de Riesgo	Definición	Puntuación de Riesgo Adicional
Vena palpable	¿Es imposible identificar la vena objetivo palpando la extremidad superior?	1
Historia de acceso intravenoso difícil	¿Fue difícil insertar un catéter intravenoso en el pasado?	1
Vena visible	¿Es imposible identificar la vena objetivo visualizando la extremidad superior?	1
Indicación quirúrgica imprevista	¿El paciente tiene una indicación de cirugía de emergencia?	1
Diámetro de la vena \leq 2 milímetros	¿La vena objetivo tiene un diámetro de como máximo 2 milímetros?	1

Fuente: Van Loon et al, 2016 (28).

Más adelante, realizaron una modificación de la A-DIVA (ver **Tabla 4**) para que pudiese ser aplicada a cualquier paciente hospitalizado. Por tanto, la escala A-DIVA modificada tiene en cuenta las siguientes 5 variables: historia previa de DIVA, la expectativa del profesional sobre cómo es el acceso, si las venas son palpables y visibles tras poner el torniquete, y si el diámetro de la vena es menos o igual a 3 mm tras poner el torniquete. La interpretación de la puntuación es la misma que la de la escala A-DIVA y, por tanto, cuando mayor es la puntuación, mayor será el riesgo de fallar en el primer intento (29).

Tabla 4. Escala A-DIVA modificada.

Factor de Riesgo	Puntuación
¿Hay antecedentes conocidos de acceso intravenoso difícil?	1
¿Espera un primer intento fallido o acceso intravenoso difícil?	1
¿Es incapacidad de identificar una vena dilatada palpando la extremidad superior?	1
¿Es incapaz de identificar una vena dilatada visualizando la extremidad superior?	1
¿La mayor vena dilatada tiene un diámetro inferior a 3 milímetros?	1

Fuente: Van Loon et al, 2019 (29).

Civetta et al (2019) propusieron otra modificación de la escala A-DIVA (ver **Tabla 5**) para poder optimizar los procedimientos de canalización venosa periférica en urgencias de quirófano. Su objetivo es valorar la dificultad del acceso venoso. Tiene en cuenta 8 criterios: historia previa de DIVA, depleción vascular, alteraciones de la coagulación, enfermedad neurovascular, examen clínico de la piel, el peso, evaluación de las venas y la disponibilidad de ambos lados del cuerpo. Según la interpretación de los resultados, si se obtiene una puntuación mayor de 8, estaría indicado el uso de técnicas más avanzadas como por ejemplo la ultrasonografía (30).

Tabla 5. Escala EA-DIVA.

Criterio EA-DIVA	Presencia	Ausencia
Historial de dificultad en la canalización venosa periférica	3	0
Depleción vascular (uso previo de agentes quimioterapéuticos o abuso de drogas intravenosas, venopunciones previas)	2	0
Trastorno de coagulación y/o consumo de anticoagulantes o antiplaquetarios	1	0
Enfermedad neurovascular (neuropatía periférica y/o vasculopatía)	1	0
Examen clínico de la piel (piel oscura, gruesa o frágil)	1	0
Sobrepeso (IMC > 25)	1	0
Evaluación de la vena (no visible, no palpable, móvil o tortuosa)	2	0
Disponibilidad de un solo lado (un solo brazo disponible para la punción)	1	0

Fuente: Civetta et al, 2019 (30).

Por último, otra de las escalas propuestas es la A-DICAVE (ver **Tabla 6**), creada por Salleras-Durán (2020). El objetivo de esta escala es detectar de forma fácil y objetiva el DIVA en pacientes de acuden al servicio de urgencias. Tiene en cuenta únicamente si las venas son palpables y visibles, y si hay historia previa de DIVA. La puntuación total puede ir de 0-5 puntos y si se obtiene más de 3 puntos, se considera que el paciente tiene DIVA (31).

Tabla 6. Escala A-DICAVE.

Factor Evaluado	Puntuación 0	Puntuación 1	Puntuación 2
Visibilidad de la vena	Visible (una vena adecuada para punción es visible)	Apenas visible (una vena visible es tortuosa y delgada, pero puede ser accesible con un catéter de pequeño calibre [22G o menor])	No visible (no se ve ninguna vena adecuada para la punción)
Palpabilidad de la vena	Palpable (una vena adecuada para punción es palpable)	Apenas palpable (una vena palpable es tortuosa y delgada, pero puede ser accesible con un catéter de pequeño calibre [22G o menor])	No palpable (no hay una vena palpable adecuada para punción)
Antecedentes de dificultad de acceso	No (no hay informe previo o historial de dificultad de acceso)	Sí (el paciente tiene antecedentes de dificultad de acceso)	

Fuente: Salleras-Durán et al, 2020 (31).

A pesar de que no existe un consenso sobre qué escala debe utilizarse para valorar a los pacientes que puedan presentar un mal acceso venoso, tras la revisión de los diferentes artículos se puede concluir que en el ámbito pediátrico la más utilizada es la “DIVA score” (32,33) y para pacientes adultos (mayores de 18 años) la más utilizada es la A-DIVA (5,34).

1.5. Factores de riesgo de acceso intravenoso difícil

Como se ha mencionado previamente, los factores que se incluyen en las diferentes escalas de valoración, son a su vez, factores de riesgo de presentar DIVA.

Uno de los principales factores de riesgo según apuntan diversos autores es tener historia previa de DIVA (4,6,22).

Los factores de riesgo propuestos en adultos se pueden agrupar en los siguientes grupos:

- Factores demográficos (edad, género, raza): en cuanto a la edad, dependiendo del autor, apunta como grupos de riesgo a mediados de los 30 años (6) y a mayores de los 60 años (6,7,22). Por otro lado, diversos autores apuntan a la relación que existe entre ser mujer y el riesgo de presentar DIVA (22,23,35). En cuanto a la raza, apunta a que la raza negra es más propensa a presentar DIVA y que puede ser debido a la dificultad para visualizar las venas (6).

- Medidas antropométricas (índice de masa corporal): numerosos estudios apuntan a la estrecha relación entre un alto IMC (mayor de 25) y la presencia de DIVA (35,36).
- Condiciones del acceso vascular (visibilidad de la vena, detección mediante palpación, diámetro del vaso): este es uno de los factores que todas las escalas abordan dentro de los factores a tener en cuenta, ya que la capacidad de palpación y visibilidad de la vena tras aplicar el torniquete van a ser determinantes para determinar si existe DIVA (4,19,23).
- Condiciones médicas o de salud, sobre todo asociadas a enfermedades crónicas (diabetes, insuficiencia renal, abuso de drogas por vía parenteral, cáncer o quimioterapia): todas estas condiciones provocan un deterioro del acceso venoso, haciendo difícil la canalización de CVP en estos pacientes (6,7,22,35) y cuyo riesgo aumenta si se presentan 2 o más comorbilidades (36).
- Factores asociados a la atención sanitaria (ingresos o atención hospitalaria recientes) (37).

Un aspecto que también se menciona en algunos estudios son los factores relacionados con el profesional que lleva a cabo la técnica, sobre todo en su experiencia previa (23,37). Aunque esta relación debe valorarse combinada con las características del paciente, ya que profesionales con mayor experiencia tendrán una probabilidad de éxito en la canalización (38).

Los pacientes pediátricos presentan mayor dificultad a la hora de seleccionar una vena para canalizar ya que el calibre de los vasos es menor y, además, la cantidad de tejido adiposo es mayor (24). También hay que tener en cuenta que la colaboración de este tipo de pacientes suele ser limitada, lo que dificulta aún más la realización del procedimiento. Los factores de riesgo mencionados son la edad (menor de 3 años) (17), prematuridad (17), peso menor a 5 Kg o estar por debajo del percentil, piel oscura y lesiones de la piel (deshidratación, terapias intravenosas de larga duración y haber tenido vías canalizadas) (16,26). El sitio de inserción y la experiencia del profesional también influyen (17).

1.6. Consecuencias de un acceso intravenoso difícil

El DIVA está estrechamente relacionado con el retraso en la administración del tratamiento, sobre todo, de analgesia, sueroterapia, contraste y retraso en los resultados del laboratorio. Todo ello se asocia, además, a una mayor estancia hospitalaria y un aumento de los costes tanto materiales como de tiempo y de personal necesario (6,26,33). También se asocia también a un aumento de los efectos adversos y de la mortalidad (21). A los pacientes que se encuentran en urgencias, estas consecuencias provocan que se produzca un retraso en el orden de admisión (6).

A nivel del paciente, a mayor número de punciones, mayor es el dolor percibido y menor es la satisfacción del paciente con los cuidados prestados (4,5,39). Por otra parte, cuantos más intentos se realizan, mayor daño se va produciendo en los vasos sanguíneos, lo que genera un agotamiento del capital venoso disponible (39).

EL ECÓGRAFO Y EL PRINCIPIO DE ULTRASONOGRAFÍA.

2.1. ¿Qué es la ultrasonografía?

La ultrasonografía o ecografía es la técnica que utiliza las ondas de ultrasonidos para la creación de imágenes de las estructuras internas del cuerpo en tiempo real. Se trata de una técnica no invasiva frecuentemente utilizada en diferentes situaciones clínicas (exploración abdominal, pleural, pélvica y vascular entre otras).

En cuanto a la obtención de un acceso vascular, esta técnica se utiliza para la canalización de accesos venosos centrales y arteriales. Además, numerosos estudios recomiendan el uso de esta técnica en situaciones en las que el paciente presenta un mal acceso venoso para la canalización de un catéter venoso periférico frente al uso de la técnica convencional debido a las múltiples ventajas que presenta la canalización ecoguiada (5,16,20,40).

2.2. Modos y tipos de ultrasonografía

Se han desarrollado diferentes técnicas de obtención de imágenes que permiten visualizar con detalle las estructuras internas del cuerpo. El modo más utilizado y sencillo es el bidimensional o modo B (de “Brillo”), donde se obtienen imágenes en 2 dimensiones en una escala de grises y cuya intensidad de brillo depende de la capacidad del tejido para reflejar las ondas de ultrasonido. Otro modo es el modo M o en “movimiento”, en el que se obtienen imágenes bidimensionales y que permite analizar el movimiento de las estructuras en el tiempo. Y, por último, el modo Doppler que permite hacer una valoración del flujo sanguíneo haciendo un análisis de los cambios en la frecuencia de las ondas que se reflejan (41,42).

Existen diferentes tipos de ecógrafos según el tamaño y la capacidad para ser transportados. Estos se pueden clasificar en (42):

- **Completo:** son los de mayor peso y tamaño, cuya capacidad para ser transportados es limitada debido a que, generalmente, requieren conexión directa a la corriente eléctrica para poder ser utilizados. Estos ecógrafos cuentan con todos los modos de imagen.
- **Portátiles:** son dispositivos que se pueden transportar fácilmente, con un peso moderado, y autonomía de varias horas, lo que permite su utilización sin necesidad de estar conectado a la corriente. Además, poseen diferentes modos de imagen.
- **De bolsillo:** son pequeños y ligeros, fáciles de transportar, con una autonomía de unas pocas horas y normalmente ofrecen un modo de imagen tipo B.

Dependiendo de las estructuras que se necesiten visualizar, existen diferentes tipos de sondas o transductores, siendo esta, la parte del ecógrafo que se encarga de emitir y recibir las ondas. Pueden ser lineales, curvas o cóncavas, sectoriales o intracavitaria. Para la visualización de las venas o estructuras más superficiales está indicado el de tipo lineal. Las sondas lineales, debido a la disposición de los elementos en una matriz plana, generan haces paralelos y forman una imagen rectangular. Estas sondas son capaces de emitir ondas de longitud de onda corta y frecuencia alta de entre 5-15 MHz con una gran resolución de la imagen, lo que permite visualizar estructuras a una profundidad máxima de unos 9cm (41,42).

El dispositivo utilizado para realizar una canalización de un catéter venoso periférico (CVP) es el de bolsillo debido a su facilidad de transporte y su uso a pie de cama. Se compone del ecógrafo y de una pantalla, que puede ser una tablet, móvil u ordenador portátil, donde se visualiza la imagen obtenida. Estos sistemas, como se mencionó anteriormente, utilizan el modo B.

2.3. Visualización

Para poder interpretar las imágenes obtenidas en la pantalla se deben tener en cuenta los siguientes aspectos según la capacidad de las estructuras para poder reflejar las ondas de ultrasonidos (42):

- Aquellas estructuras que transmiten todas las longitudes de onda y no son capaces de reflejar nada, se verán negras. Esta característica corresponde a los líquidos y se les denomina **tejidos anecoicos**.
- Las estructuras que reflejan parcialmente las ondas se verán grisáceas. Por ejemplo, estructuras como el músculo y la grasa, también denominados **tejidos hipoeoicos**.
- Por último, aquellas estructuras que reflejan casi todas las ondas se verán blancas. Esta característica se asocia a los huesos, el metal de la aguja o el poliuretano del catéter. Los tejidos que reflejan en gran medida los ultrasonidos se denominan **hiperecoicos**.

2.4. Técnica y orientaciones

Previo al uso del ecógrafo hay que tener en cuenta diferentes aspectos como la orientación de la sonda, de la pantalla, del operador y del paciente para poder interpretar correctamente la imagen que se está visualizando.

Las sondas poseen una marca o muesca cuya orientación debe corresponder con la marca que aparece en la pantalla. Dicha marca se suele situar en la esquina superior izquierda de la pantalla, aunque se puede poner en cualquier esquina (41,42).

La persona u operador que va a realizar la técnica debe colocarse en la posición más cómoda que le permita manejar el ecógrafo. Dependiendo del espacio que pueda haber entre el operador y la pantalla, podría ser necesaria la colaboración de un segundo operador que maneje los botones para ajustar parámetros (42).

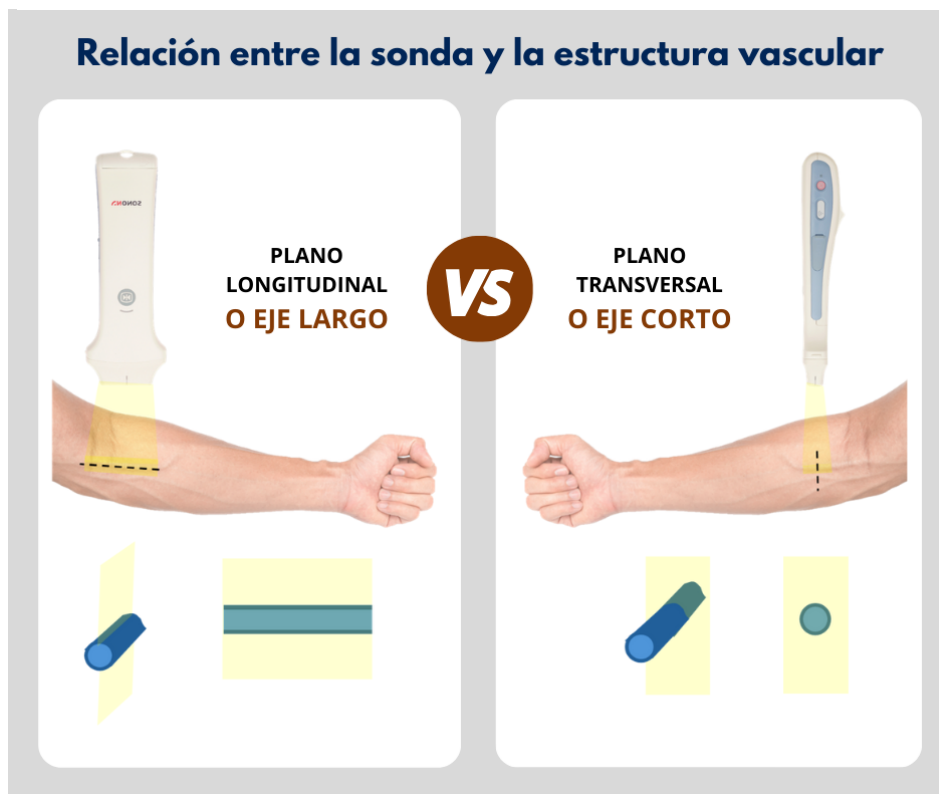
Por último, la orientación del paciente será la más cómoda para él, siempre y cuando pueda mantenerse la alineación de las marcas de la sonda y de la pantalla (41,42).

2.5. Planos ecográficos

En la visualización de los vasos sanguíneos se utilizan dos tipos de planos de acuerdo con los planos anatómicos:

- **Plano longitudinal o eje largo:** se corresponde con el plano anatómico sagital, obteniéndose un corte sagital. La marca de la sonda se orienta en dirección cefálica y la imagen que se obtiene del vaso es una franja negra alargada como se muestra en la Figura 3 (izquierda).
- **Plano transversal o eje corto:** se corresponde con el plano anatómico transversal, obteniéndose un corte horizontal. Para ello habrá que colocar la sonda en posición horizontal, con la marca orientada hacia nuestra izquierda, por lo que la imagen que se obtiene del vaso es un círculo negro tal y como se muestra en la Figura 3 (derecha).

Figura 3. Planos ecográficos longitudinal y transversal.



Fuente: Imagen de elaboración propia.

2.6. Relación entre orientación de la sonda-pantalla-planos ecográficos

Tal como se mencionó anteriormente, la marca de orientación en la pantalla se ubica en la esquina superior izquierda. De esta forma, al estar visualizando un plano transversal, la marca en la zona estará orientada hacia nuestra izquierda. Por lo tanto, lo que se ve en la parte superior de la imagen se corresponderá con la parte más superficial y lo que está a la izquierda de la pantalla será lo que está a nuestra izquierda (es decir, a la derecha del paciente).

En cambio, si estamos visualizando un plano longitudinal, la marca de la sonda se orienta hacia la cabeza del paciente y lo que se encuentra en la parte izquierda de la pantalla será lo que corresponda a la parte superior del cuerpo del paciente.

2.7. Procedimiento para canalizar un catéter venoso periférico (CVP)

Identificación e higiene. Como cualquier otro procedimiento, lo primero será verificar la identidad del paciente y preguntar sobre cualquier alergia que pueda tener. Esta técnica es aséptica, por ello se tendrán en cuenta las precauciones universales de higiene de manos (43).

Colocación. Después deberá colocarse en una posición cómoda al paciente, el equipo del ecógrafo y el profesional que va a realizar la técnica. El paciente se colocará preferiblemente en decúbito supino con el brazo extendido en un ángulo de 90° siempre y cuando sea posible.

Valoración y selección venosa. Una vez realizados los pasos anteriores hay que realizar con el ecógrafo una valoración del capital venoso que presenta el paciente (44). Esta valoración puede realizarse con o sin torniquete. Tras la selección de la vena y del calibre del catéter se realiza la asepsia del lugar de inserción con una solución antiséptica (clorhexidina al 2% en 70% de alcohol isopropílico) (13).

Debido a la longitud de los CVP cortos, la profundidad a la que se debe encontrar la vena tiene que ser inferior a 1cm (45).

Aplicación del gel. Sobre el transductor se aplica una capa de gel, se introduce en una funda protectora transparente de un solo uso, eliminando las posibles burbujas que se hayan podido formar, y sobre esta se aplica otra capa de gel.

Inserción de la aguja. Teniendo en cuenta los planos ecográficos, la inserción de la aguja se puede realizar de dos modos:

Si la aproximación es transversal se denomina fuera de plano, ya que el plano ecográfico y el de la aguja no coinciden. Para realizar esta técnica, hay que centrar el vaso en el centro del ecógrafo e insertar la aguja a la altura del centro del ecógrafo. Además, se inserta la aguja a una distancia del ecógrafo igual a la profundidad a la que se encuentre el vaso y variando también el ángulo de inserción (a mayor profundidad, mayor inclinación). Existen dos variantes de esta técnica dependiendo de si se realiza o no un seguimiento continuo de la punta del catéter, pudiendo ser estática o dinámica (41,42).

Si la aproximación es longitudinal se denomina en plano, ya que el plano ecográfico y el de la aguja coinciden. Se centra el vaso en el ecógrafo y la inserción de la aguja se realiza pegada a la sonda. En esta técnica hay que mantener fijo el transductor (41,42).

También se pueden combinar ambas técnicas, pero esto depende más de la experiencia del operador.

Ambas técnicas son igual de eficaces pero la aproximación transversal fuera de plano es la más sencilla y rápida de aprender. En cambio, la aproximación longitudinal en plano requiere de mayor experiencia (42,46). Varios estudios en pacientes pediátricos apoyan el uso de la aproximación transversal dinámica fuera de plano como la técnica estándar en estos pacientes (24,47,48).

Finalización. Una vez insertado el CVP, se fija con un apósito transparente que permita visualizar el punto de inserción y se registra el procedimiento (13).

2.8. Ventajas de la técnica

La canalización de un CVP ecoguiada es una técnica segura y efectiva (9,10). Frente al uso de la técnica convencional, las ventajas que presenta en pacientes con DIVA son:

- Mayor probabilidad de éxito al primer intento (9,10,16,24,34,49–52).
- Mayor tasa de éxito general (9,10,24,52).
- Menos intentos para conseguir el acceso (5,10,16,39,52).
- Menor tiempo en conseguir el acceso (16,21,34,39). Aunque hay algunos autores que discrepan y en sus estudios no han observado esa mejora en el tiempo (5,50,53). Esto parece estar justificado porque el uso del ecógrafo para canalizar una vía requiere de más tiempo debido a que previo a la técnica hay que realizar diferentes procedimientos.
- Menos complicaciones del catéter (5,40).
- Mayor tiempo de vida del catéter (54).

En cuanto al dolor percibido por el paciente, existe cierto desacuerdo entre si el uso de esta técnica produce o no menos dolor que la técnica convencional. Por un lado, los estudios realizados por Skulec et al. (2020) y Junges et al. (2024) obtuvieron que con el uso del ecógrafo los pacientes referían menos dolor (39,51). Sin embargo, el estudio realizado por Salleras et al. (2024) no obtuvo una diferencia clínicamente significativa entre ambas técnicas (5). En general sí que hay consenso en que la técnica ecoguiada produce una mayor satisfacción en el paciente (5,16,55).

Para el sistema, esta técnica también produce ventajas. Por un lado, supone menos costes materiales (5,56) ya que se requieren de menos intentos y, además, evita el uso de técnicas más avanzadas como la canalización de una línea media o de un catéter central (57). Por otro lado, no se produce impacto en los costes asociados al personal (56), ya que no se requiere de más profesionales para conseguir obtener el acceso venoso.

ANALIZAR RESULTADOS DE ESTUDIOS RECIENTES ACERCA DE LA IMPLANTACIÓN DE PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO EN LA TÉCNICA PARA ENFERMERAS.

El uso de la ecografía para la canalización venosa periférica en pacientes con un acceso venoso difícil ha demostrado ser una técnica eficaz (58,59). Debido a su impacto positivo, tanto clínico como económico, cada vez más centros sanitarios optan por formar a su personal en esta competencia. La implantación de la técnica no sólo exige la disponibilidad de tecnología adecuada y de protocolos estandarizados, sino de programas de entrenamiento correctamente estructurados y basados en la evidencia (60).

A lo largo de este capítulo se analizan los resultados obtenidos de los estudios más recientes en la implantación de programas de entrenamiento para enfermeras. Se detallan las fases de pre-implementación, diseño del programa de formación en la técnica combinando teoría y práctica, y los resultados obtenidos tras la implantación de la técnica.

3.1. Medidas de pre-implementación

Antes de implementar un programa de entrenamiento en el uso del ecógrafo para la canalización vías venosas periféricas es fundamental realizar una valoración inicial que muestre la realidad de la práctica clínica en la situación de partida y que permita compararla con los resultados obtenidos una vez realizada la implementación de la técnica (60).

Varios artículos hacen referencia a esta fase previa y detallan cómo llevarla a cabo. Por ejemplo, mediante un observador que acude al centro donde se quiere implantar el entrenamiento (61) o pidiendo enfermeras voluntarias que quieran realizar el entrenamiento posteriormente (62). El objetivo de esta fase es hacer una recogida de datos objetivos relativos a características de los pacientes que son sugestivas de presentar un acceso venoso periférico difícil, evaluar cómo se está realizando la técnica de inserción y los resultados obtenidos de la misma (número de intentos, éxito en la canalización y técnica utilizada).

Otro aspecto importante a considerar previo a la implantación de la formación, es saber cómo es la actuación frente a un paciente con DIVA. Pocos artículos hacen mención a este aspecto, ya que muchas veces no existe un protocolo a seguir (61). En aquellos casos donde sí se quedaba reflejado el protocolo que se seguía, las actuaciones variaban desde recurrir al uso de dispositivos más avanzados (vías centrales) (63) hasta llamar al equipo especializado para realizar la canalización (64). Por tanto, su objetivo al implantar la técnica, era reducir el número de vías venosas centrales y el volumen de casos que asumía ese equipo especializado, evitando así el retraso en el inicio del tratamiento.

3.2. Implementación de la técnica

La implementación de un curso de formación requiere de una planificación estructurada donde se contemplen los aspectos organizativos y los requisitos formales de la acreditación. Una vez identificada la necesidad de realizar dicha formación hay que diseñar el programa del curso.

Características de los participantes y su captación

Dentro de los estudios analizados, el entrenamiento podía ir dirigido a diferentes profesionales (61,65), pero fundamentalmente estaba destinado a enfermeras. Las unidades a las que se ofrece la formación son aquellas en las que hay más probabilidad de encontrar pacientes con DIVA: urgencias, tanto de adultos como de pediatría (61,66–68), cuidados intensivos (64,69), oncología y quirófano (70), entre otras.

Para la captación de los profesionales, encontramos que la difusión de la formación se puede llevar a cabo de diferentes formas. Uno de los estudios lo realiza vía correo electrónico (61), mientras que otros estudios admiten a todo aquel interesado que quiere formarse voluntariamente (18,62,66,69,70). En otros casos, son los responsables los que proponen a los participantes según su experiencia o la necesidad de adquirir una nueva competencia según el número de plazas ofertadas (36,63,64,67,68).

Según el tipo de estudio, el número de participantes por cada edición puede variar sustancialmente. Mientras que en el estudio de Hackett et al (2021) el número de enfermeras que participaron fue de 8 (64), en el que llevaron a cabo Feinsmith et al (2023) fue de 220 enfermeras (18).

Recursos humanos y materiales

El personal que imparte el curso y supervisa las canalizaciones puede estar formado por médicos o enfermeras con experiencia en la técnica (62,64,66) o personal experto del equipo de acceso vascular (61,62,64,68). No se han encontrado muchos estudios que fijen un límite para considerar cuando un profesional tiene experiencia, pero Hackett et al (2021) estipuló ese límite como aquel profesional que ha realizado más de 30 canalizaciones (64).

Para poder realizar la formación se deberá disponer de los ecógrafos portátiles con sonda lineal, gel conductor, fundas protectoras, solución antiséptica, guantes no estériles, gasas estériles, catéteres venosos periféricos de diferentes calibres junto con tapones o sistemas de infusión y apósitos para fijarlos, compresores venosos y modelos de simulación (65).

Además del material que se requiere para realizar la técnica, deben preverse recursos para impartir el curso como medios audiovisuales (por ejemplo, proyectores y pantallas) y material bibliográfico de apoyo (libros, manuales o protocolos).

Características y tiempo de entrenamiento

Antes de realizar las sesiones, algunos autores hacían una evaluación previa, un pre-test, a través de un cuestionario con diferentes tipos de preguntas que permitían medir los conocimientos, habilidades, autoeficiencia de los participantes hacia la realización de la técnica o su percepción de las ventajas de su uso (61,65,69,70). En uno de los estudios se realizaba ese pre-test mediante simulación (18).

Después, se pasaba a realizar el programa en sí. Casi todos los autores coinciden en la organización del mismo. Primero, se realiza una sesión teórica, seguida de prácticas en simulador para, finalmente, pasar a realizar la técnica en pacientes reales bajo supervisión. Dependiendo del autor, los tiempos dedicados a cada parte varían. En la **Tabla 7** se recogen los tiempos empleados en cada parte según el autor:

Tabla 7. Tiempo de sesiones de teoría y práctica en el entrenamiento en el uso del ecógrafo para canalizar vías venosas periféricas.

Autor	Teoría	Práctica/simulación
Acuña (2020) (36)	Sesión de 4 horas presencial	Sesión de 4 horas con simulador
Anderson (2022) (66)	Sesión de 30 minutos presencial	Sesiones de 90 minutos con simulador
Archer-Jones (2020) (61)	Sesión de 30 minutos presencial	30 minutos de prácticas entre compañeros para visualizar estructuras y 60 minutos de simulación en modelos realizados con carne de pollo
Bhargava (2022) (62)	Presentación presencial (en total 1 hora junto con la parte práctica)	Uso de un simulador de vasos sanguíneos (en total 1 hora junto con la parte teórica)
Blick (2021) (67)	Video de 30 minutos presencial	Sesiones de 2-4 horas en simulador y en pacientes reales
Feinsmith (2023) (18)	Instrucciones didácticas (no refleja tiempo, en total 4 horas dura el entrenamiento)	Prácticas con simulador (no especifica tiempo, en total 4 horas dura el entrenamiento)
Filipovich (2021) (65)	Módulo de entrenamiento online, una presentación de 20 minutos seguido de 40 minutos para hacer preguntas y comprobar comprensión	Prácticas con simuladores de gel y entre compañeros (no especifica el tiempo)
Hackett (2021) (64)	Módulos online de 11,5 horas en total	Sesión de 6 horas de simulación, seguido de sesiones de 2 horas cada día antes de pasar a pacientes reales (no se especifica cuantas sesiones de 2 horas)
Jamal (2023) (68)	Módulo asincrónico en plataforma online	2 sesiones de 4 horas con simulador
Putensen (2024) (63)	Sesión teórica presencial (no especifica duración, 3 horas en total combinado con parte práctica)	Práctica entre compañeros para visualizar estructuras y prácticas en modelos de gel (3 horas en total en combinación con la parte teórica)
Schott (2024) (69)	Video de 17 minutos que estaba disponible en el ordenador	Entrenamiento en simulador que graba los intentos (disponían de 2 meses)
Van Loon (2022) (70)	Sesión de 1 hora presencial	30 minutos para visualizar estructuras entre compañeros y 1 hora de práctica en simulador

Fuente: Elaboración propia.

En la mayoría de los estudios, el entrenamiento se realiza de forma sincrónica y presencial, es decir, cuando el participante y el entrenador interactúan a tiempo real. No obstante, hay autores que apuestan por el entrenamiento asincrónico (68,69), que es cuando la interacción no se produce en el mismo momento. Esta última modalidad permite al participante aprender a su ritmo y adaptarse según sus turnos de trabajo.

En la parte teórica se trataban aspectos como la anatomía de los vasos sanguíneos (63–65,69), principios de la ultrasonografía (63–65,69), técnicas de aproximación (65,68,69), características de los pacientes que tiene un mal acceso venoso (61,66), aprender a seleccionar qué vena se va a canalizar (18,61,66,68), indicaciones y contraindicaciones del uso del ecógrafo para canalizar un CVP (18,68,69).

Las sesiones prácticas se realizaban en algunos casos en grupos pequeños de 3-10 participantes (66,70) para poder asegurar la disponibilidad de ecógrafos y que los entrenadores pudiesen atender a todos correctamente. En estas sesiones se ponían en práctica los conocimientos adquiridos en las sesiones teóricas mediante la simulación en modelos de gel, silicona, etc.

Los mismos estudios que realizaban un pre-test, al finalizar el programa realizaban un post-test de similares características al primero (61,65,69,70).

Acreditación de la técnica

Una vez realizadas las sesiones teóricas y prácticas, se procede a la realización de la canalización de CVP de forma ecoguiada bajo supervisión para poder determinar que se ha adquirido la competencia. El número de canalizaciones que se supervisan varía según los diferentes autores, siendo de entre 3 (66) a 10 canalizaciones (18,67,68,70). Para realizar las valoraciones, el supervisor de la técnica va cumplimentando una lista de verificación (64,68). En algunos casos se puede requerir de un mayor número de canalizaciones de forma independiente tras las realizadas mediante supervisión, como es el caso del estudio de Van Loon et al (2022), donde se pedían 30 canalizaciones más para poder adquirir la competencia (70).

3.3. Medidas post-implementación

Tras la implementación de la técnica, se miden los resultados obtenidos de la misma. En cuanto a la eficacia clínica, se observa un aumento de la probabilidad de éxito en el primer intento (85,9%), de éxito en general (94,3%) y un aumento en la vida del catéter (4 ± 3.84 días) (18,62).

Otro aspecto que se valoró en la fase de pre-implantación era el uso de técnicas más avanzadas como es el uso de catéteres venosos centrales. Tras la implementación de la técnica se vio que se habían evitado el uso de dichos sistemas (63).

CAPÍTULO 4

IDENTIFICAR RECOMENDACIONES, TENIENDO EN CUENTA LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS ANALIZADOS, SOBRE CÓMO DEBE DE SER UN PROGRAMA DE IMPLANTACIÓN PARA SER EFECTIVO.

Tras el análisis de los diferentes estudios se pueden extraer una serie de recomendaciones para poder implantar satisfactoriamente un programa de entrenamiento para la canalización de catéteres venosos periféricos de forma ecoguiada en pacientes con DIVA.

Considerar una fase de pre-implementación mediante una auditoria previa donde recoja información para poder establecer una base de referencia (59,61).

A la hora de seleccionar a los participantes, ofrecerlo en aquellos servicios donde hay mayor probabilidad de encontrar pacientes con un acceso venoso difícil (61,64,66–68,70) y pedir su participación de forma voluntaria (18,62,66,69,70). Asimismo, ofrecérselo no sólo a aquellos profesionales con más experiencia en el uso de la técnica convencional o del ecógrafo, si no a aquellos con menos experiencia ya que su capacidad para adquirir la competencia es la misma (59).

Antes de iniciar el entrenamiento, realizar una valoración inicial de la competencia mediante un pre-test para poder comparar posteriormente una vez finalizado el entrenamiento (61,65,69,70).

En la parte teórica, sesiones inferiores a 1 hora son suficientes para adquirir los conocimientos básicos sobre la técnica (61,62,65–67,69,70) y el contenido debe estar basado en la evidencia (59).

La combinación de diferentes estrategias didácticas garantiza la retención de los conocimientos y habilidades. La simulación facilita el aprendizaje y aumenta la confianza de las enfermeras en la técnica (59,64,65,70).

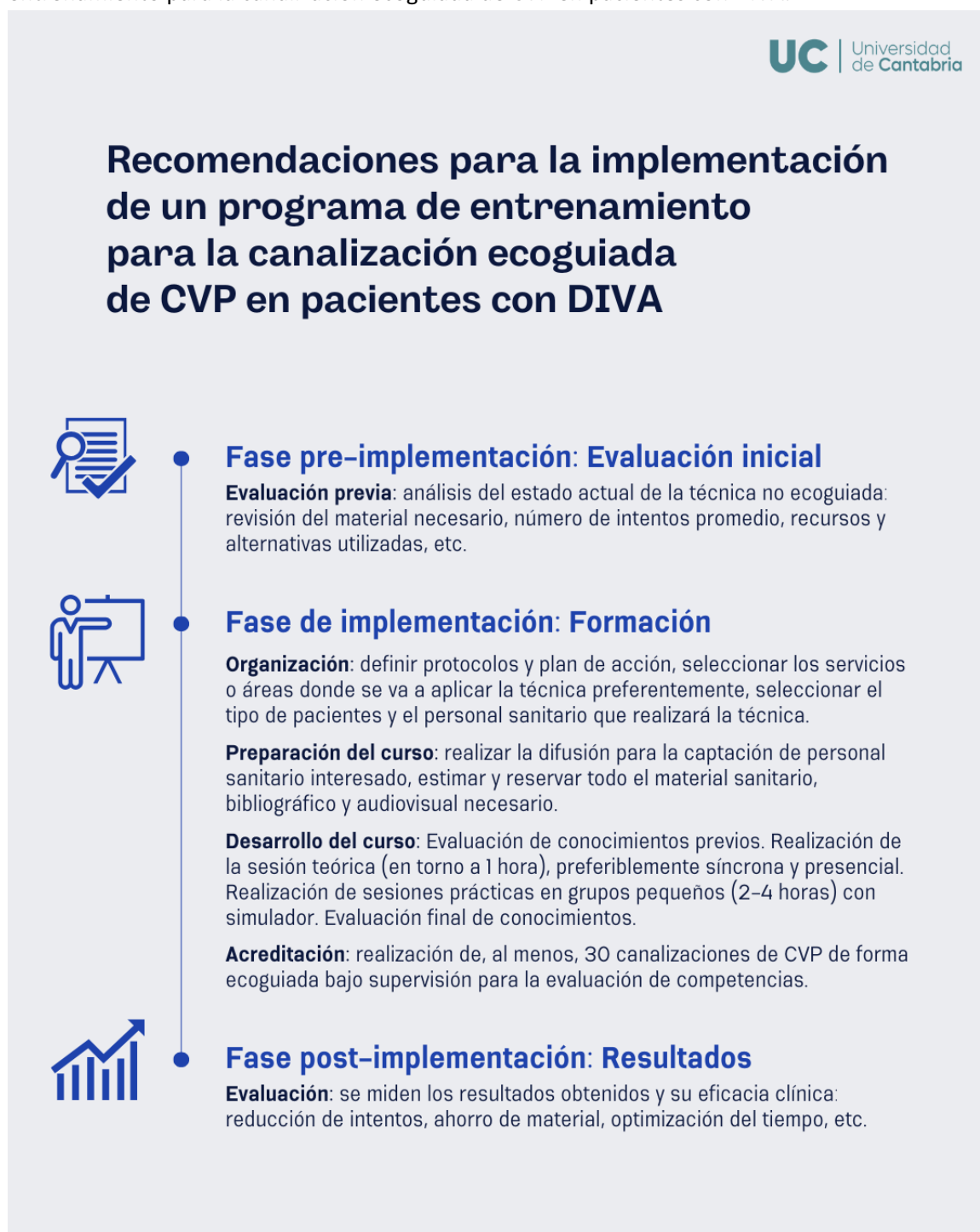
Considerar el modelo asincrónico como una forma eficaz para el aprendizaje de la técnica (68,69).

Disponer de sesiones de seguimiento que permitan repetir la educación y la práctica tiene un efecto positivo en la absorción de los conocimientos y la habilidad (61,66).

Para acreditar la adquisición de la competencia se necesitan de canalizaciones supervisadas en pacientes reales mediante la cumplimentación de una lista de verificación validada (59,64,68). Un total de 10 canalizaciones supervisadas sería suficiente (18,59,67,68,70).

El uso de medidas post-implementación permitirá medir los resultados obtenidos de la implementación del programa de entrenamiento (18,62,63).

Figura 4. Resumen de recomendaciones para la implementación de un programa de entrenamiento para la canalización ecoguiada de CVP en pacientes con DIVA.



Fuente: Imagen de elaboración propia.

CONCLUSIONES

- La definición de DIVA (del inglés “*Difficult IntraVenous Access*”) no está consensuada pero los criterios en los que coinciden los diferentes autores son la necesidad de múltiples intentos para conseguirlo (10,13,19,21,23), la imposibilidad de visualizar o palpar las venas (19,21–23) y/o recurrir al uso de técnicas más avanzadas (6,19–23).
- El uso del ecógrafo para la canalización de un catéter venoso periférico en pacientes con DIVA es una técnica segura y eficaz (9,10,21). Esta técnica permite seleccionar tanto la vena a canalizar como el calibre del catéter más adecuado cuando no es posible palpar o ver la vena (40).
- La canalización ecoguiada de un CVP en pacientes con DIVA tiene múltiples ventajas. Por un lado, mayor probabilidad de éxito al primer intento (9,10,16,24,34,49–52), de éxito general (9,10,24,52) y de tiempo de vida del catéter (54). Por otro lado, se requieren de menos intentos para conseguir el acceso (5,10,16,39,52) y se producen menos complicaciones del catéter (5,40). Además de tener un impacto positivo para los pacientes, también lo tiene para los recursos del propio hospital (63).
- Es importante disponer de una herramienta adecuada para valorar el riesgo de presentar DIVA y tener establecida la ruta que deben seguir estos pacientes, utilizando desde el primer intento el ecógrafo (61).
- A la hora de organizar un programa de entrenamiento hay que establecer los participantes a los que va dirigido el entrenamiento, los recursos materiales y humanos que se necesitan, las características particulares del entrenamiento y cómo va a ser el proceso de acreditación para obtener la competencia. Dentro de las características del entrenamiento, la combinación de una parte teórica corta junto con una parte práctica con simuladores y la puesta en práctica en pacientes reales bajo la supervisión de un experto son las técnicas más utilizadas (59,61,62,64–67,69,70).
- En aquellos servicios en los que hay más probabilidad de que haya pacientes con DIVA (61,64,66–70), la capacitación de las enfermeras en esta técnica produce una mejor atención, acertada y experta, que se traduce en un beneficio para los pacientes (64,68).
- La implantación de esta técnica facilita conseguir el acceso vascular en aquellos pacientes con antecedentes previamente conocidos de DIVA o que hayan adquirido una puntuación alta en la escala de valoración (68).
- Para que el programa de implantación sobre canalización de un CVP ecoguiado sea efectivo debe estructurarse cuidadosamente, siendo fundamentales las 3 fases: una fase previa de análisis y valoración inicial (pre-implementación) (59,61), una fase de desarrollo, formación e implantación de la técnica, y una fase final de evaluación de resultados (post-implementación) (18,62,63). Además, el uso de metodologías activas y la evaluación continua han demostrado ser claves para asegurar la adquisición de la competencia y la efectividad del programa (59,61,64–66,70).

BIBLIOGRAFÍA

1. Alexandrou E, Ray-Barruel G, Carr PJ, Frost S, Inwood S, Higgins N, et al. International prevalence of the use of peripheral intravenous catheters. *J Hosp Med*. 2015 Aug 3;10(8):530–3. doi: 10.1002/jhm.2389.
2. Alexandrou E, Ray-Barruel G, Carr PJ, Frost SA, Inwood S, Higgins N, et al. Use of Short Peripheral Intravenous Catheters: Characteristics, Management, and Outcomes Worldwide. *J Hosp Med*. 2018 May 10;13(5). doi: 10.12788/jhm3039.
3. Ullman AJ, Takashima M, Kleidon T, Ray-Barruel G, Alexandrou E, Rickard CM. Global Pediatric Peripheral Intravenous Catheter Practice and Performance: A Secondary Analysis of 4206 Catheters. *J Pediatr Nurs*. 2020 Jan;50:e18–25. doi: 10.1016/j.pedno.2019.09.023.
4. Rodríguez-Calero MA, de Pedro-Gómez JE, Molero-Ballester LJ, Fernández-Fernández I, Matamalas-Massanet C, Moreno-Mejías L, et al. Risk Factors for Difficult Peripheral Intravenous Cannulation. The PIVV2 Multicentre Case-Control Study. *J Clin Med*. 2020 Mar 15;9(3):799. doi: 10.3390/jcm9030799.
5. Salleras-Duran L, Fuentes-Pumarola C, Fontova-Almató A, Roqueta-Vall-Llosera M, Cámara-Liebana D, Ballester-Ferrando D. Pain and Satisfaction Perceptions of Ultrasound-Guided Versus Conventional Peripheral Intravenous Catheterization: A Randomized Controlled Trial. *Pain Management Nursing [Internet]*. 2024;25(1):e37 – e44. doi:10.1016/j.pmn.2023.07.010.
6. Shokoohi H, Loesche MA, Duggan NM, Liteplo AS, Huang C, Al Saud AA, et al. Difficult intravenous access as an independent predictor of delayed care and prolonged length of stay in the emergency department. *JACEP Open*. 2020 Dec;1(6):1660–8. doi: 10.1002/emp2.12222.
7. Paterson RS, Schults JA, Slaughter E, Cooke M, Ullman A, Kleidon TM, et al. Review article: Peripheral intravenous catheter insertion in adult patients with difficult intravenous access: A systematic review of assessment instruments, clinical practice guidelines and escalation pathways. *Emergency Medicine Australasia*. 2022 Dec 29;34(6):862–70. doi: 10.1111/1742-6723.14069.
8. Hosseini SJ, Firooz M, Yazdi K, Abdollahi M, Hosseini SR, Ramezani M. The efficacy of technology-based devices on the first-attempt success rate for difficult intravenous access in pediatrics: A systematic review and network meta-analysis. *J Vasc Access*. 2024 Jun 17. doi: 10.1177/11297298241259843.
9. Álvarez-Morales L, Gómez-Urquiza JL, Suleiman-Martos N, Membrive-Jiménez MJ, González-Díaz A, García Pérez R, et al. Ultrasound-guided peripheral intravenous cannulation by emergency nurses: A systematic review and meta-analysis. *Int Emerg Nurs*. 2024 Mar;73:101422. doi: 10.1016/j.ienj.2024.101422.
10. Baion DE, La Ferrara A, Maserin D, Caprioli S, Albano R, Malara F, et al. Mono- and bi-plane sonographic approach for difficult accesses in the emergency department - A randomized trial. *Am J Emerg Med*. 2023 Dec;74:49–56. doi: 10.1016/j.ajem.2023.09.018.
11. Herráiz Soria H. Administración de medicación parenteral (subcutánea, intradérmica, intramuscular e intravenosa). In: Morillo Rodríguez J, Fernández Ayuso D, editors. *Enfermería clínica II [Internet]*. 2017. p. 251–64. Disponible en: <https://www.clinicalkey.com/student/nursing/content/book/3-s2.0-B9788490224960000273>
12. Shokoohi H, Boniface KS, Kulie P, Long A, McCarthy M. The Utility and Survivorship of Peripheral Intravenous Catheters Inserted in the Emergency Department. *Ann Emerg Med*. 2019 Sep;74(3):381–90. doi: 10.1016/j.annemergmed.2019.02.003.
13. Pittiruti M, Van Boxtel T, Scoppettuolo G, Carr P, Konstantinou E, Ortiz Miluy G, et al. European recommendations on the proper indication and use of peripheral venous

- access devices (the ERPIUP consensus): A WoCoVA project. *J Vasc Access*. 2023 Jan 4;24(1):165–82. doi: 10.1177/11297298211023274.
14. Flebitis Zero. Módulo 2: Elección adecuada del acceso vascular. [Internet]. [cited 2025 Apr 21]. Disponible en: https://flebitiszero.com/app/formacion/formacionPdf/II_Flebitis%20Zero_%20Eleccion%20adecuada.pdf
15. Thomas C, Cabilan CJ, Johnston ANB. Peripheral intravenous cannula insertion and use in a tertiary hospital emergency department: A cross-sectional study. *Australas Emerg Care*. 2020 Sep;23(3):166–72. doi: 10.1016/j.auec.2020.02.001.
16. D'Alessandro M, Ricci M, Bellini T, Chianucci B, Calevo MG, Piccotti E, et al. Difficult Intravascular Access in Pediatric Emergency Department: The Ultrasound-Assisted Strategy (DIAPEDUS Study). *J Intensive Care Med*. 2024 Mar;39(3):217–21. doi: 10.1177/08850666231199050.
17. Lee SU, Jung JY, Ham EM, Wang SW, Park JW, Hwang S, et al. Factors associated with difficult intravenous access in the pediatric emergency department. *J Vasc Access*. 2020 Mar 3;21(2):180–5. doi: 10.1177/1129729819865709.
18. Feinsmith SE, Amick AE, Feinglass JM, Sell J, Davis EM, Spencer TR, et al. Performance of peripheral catheters inserted with ultrasound guidance versus landmark technique after a simulation-based mastery learning intervention. *J Vasc Access*. 2023 Jul;24(4):630–8. doi: 10.1177/11297298211044363.
19. Bahl A, Johnson S, Alsbrooks K, Mares A, Gala S, Hoerauf K. Defining difficult intravenous access (DIVA): A systematic review. *J Vasc Access*. 2023 Sep 17;24(5):904–10. doi: 10.1177/11297298211059648.
20. Gottlieb M, O'Brien JR, Schraft EK. What Is the Role of Ultrasound Guidance Versus the Landmark-Based Technique for Peripheral Intravenous Cannulation? *Ann Emerg Med*. 2023 Sep;82(3):366–8. doi: 10.1016/j.annemergmed.2023.02.018.
21. Davis EM, Feinsmith S, Amick AE, Sell J, McDonald V, Trinquero P, et al. Difficult intravenous access in the emergency department: Performance and impact of ultrasound-guided IV insertion performed by nurses. *Am J Emerg Med*. 2021 Aug;46:539–44. doi: 10.1016/j.ajem.2020.11.013.
22. Bahl A, Alsbrooks K, Zazyczny KA, Johnson S, Hoerauf K. An Improved Definition and SAFE Rule for Predicting Difficult Intravascular Access (DIVA) in Hospitalized Adults. *Journal of Infusion Nursing*. 2024 Mar;47(2):96–107. doi: 10.1097/NAN.0000000000000535.
23. Rodríguez-Calero MA, Blanco-Mavillard I, Morales-Asencio JM, Fernández-Fernández I, Castro-Sánchez E, de Pedro-Gómez JE. Defining risk factors associated with difficult peripheral venous Cannulation: A systematic review and meta-analysis. *Heart & Lung*. 2020 May;49(3):273–86. doi: 10.1016/j.hrtlng.2020.01.009.
24. Mitchell EO, Jones P, Snelling PJ. Ultrasound for Pediatric Peripheral Intravenous Catheter Insertion: A Systematic Review. *Pediatrics*. 2022 May 1;149(5). doi: 10.1542/peds.2021-055523.
25. Girotto C, Arpone M, Frigo AC, Micheletto M, Mazza A, Da Dalt L, et al. External validation of the DIVA and DIVA3 clinical predictive rules to identify difficult intravenous access in paediatric patients. *Emergency Medicine Journal*. 2020 Dec;37(12):762–7. doi: 10.1136/emmermed-2020-209658.
26. de la Vieja-Soriano M, Blanco-Daza M, Macip-Belmonte S, Dominguez-Muñoz M, López-Sánchez E, Pérez-Pérez E. Vía venosa difícil en una unidad de cuidados intensivos pediátricos. *Enferm Intensiva*. 2022 Apr;33(2):67–76. doi: 10.1016/j.enfi.2021.03.007.
27. Yen K, Riegert A, Gorelick MH. Derivation of the DIVA Score: a clinical prediction rule for the identification of children with difficult intravenous access. *Pediatr Emerg Care*. 2008 Mar;24(3):143–7. doi: 10.1097/PEC.0b013e3181666f32.
28. Loon FHJ van, Puijn LAPM, Houterman S, Bouwman ARA. Development of the A-DIVA Scale: A Clinical Predictive Scale to Identify Difficult Intravenous Access in Adult Patients

- Based on Clinical Observations. *Medicine*. 2016 Apr;95(16):e3428. doi: 10.1097/MD.0000000000003428.
29. van Loon FHJ, van Hooff LWE, de Boer HD, Koopman SSHA, Buise MP, Korsten HHM, et al. The Modified A-DIVA Scale as a Predictive Tool for Prospective Identification of Adult Patients at Risk of a Difficult Intravenous Access: A Multicenter Validation Study. *J Clin Med*. 2019 Jan 26;8(2):144. doi: 10.3390/jcm8020144.
 30. Civetta G, Cortesi S, Mancardi M, De Pirro A, Vischio M, Mazzocchi M, et al. EA-DIVA score (Enhanced Adult DIVA score): A new scale to predict difficult preoperative venous cannulation in adult surgical patients. *J Vasc Access*. 2019 May 16;20(3):281–9. doi: 10.1177/1129729818804994.
 31. Salleras-Duran L, Fuentes-Pumarola C, Ballester-Ferrando D, Congost-Devesa L, Delclós-Rabassa J, Fontova-Almató A. Development, Diagnostic Sensitivity, and Prognostic Accuracy of the Adult–Difficult Venous Catheterization Scale for Emergency Departments. *J Emerg Nurs*. 2020 Nov;46(6):827–837.e2. doi: 10.1016/j.jen.2020.06.013.
 32. Keskin G, Akin M, Senayli Y, Saydam S, Kurt DT. Evaluation of the difficulty of peripheral venous cannulation during anesthesia induction in children: Is DIVA score sufficient? *J Vasc Access*. 2022 Mar 13;23(2):240–5. doi: 10.1177/1129729820987947.
 33. Schults J, Rickard C, Kleidon T, Paterson R, Macfarlane F, Ullman A. Difficult Peripheral Venous Access in Children: An International Survey and Critical Appraisal of Assessment Tools and Escalation Pathways. *Journal of Nursing Scholarship*. 2019 Sep;51(5):537–46. doi: 10.1111/jnu.12505.
 34. Hansel LA, Junges M, Santos MS, Hirakata VN, do Nascimento RC, Czerwinski GPV, et al. UltraSound guided PEripheral Catheterization increases first-atTempT success RATE in hospitalized patients when compared with conventional technique: SPECTRA - Randomized Clinical Trial. *J Vasc Access*. 2024 Sep;25(5):1450–9. doi: 10.1177/11297298231162132.
 35. Piredda M, Biagioli V, Barrella B, Carpisassi I, Ghinelli R, Giannarelli D, et al. Factors affecting difficult peripheral intravenous cannulation in adults: a prospective observational study. *J Clin Nurs*. 2017 Apr 7;26(7–8):1074–84. doi: 10.1111/jocn.13444.
 36. Acuña J, Sorenson J, Gades A, Wyatt R, Stea N, Drachman M, et al. Handheld Ultrasound: Overcoming the Challenge of Difficult Peripheral Intravenous Access in the Emergency Department. *J Ultrasound Med*. 2020 Oct;39(10):1985–91. doi: 10.1002/jum.15303.
 37. Rodríguez Calero MÁ. Definiendo la vía venosa periférica de difícil canalización y los factores de riesgo asociados. Revisión sistemática. *Medicina Balear*. 2019;34(1):11–9. doi: 10.3306/MEDICINABALEAR.34.01.11.
 38. Carr PJ, Rippey JCR, Budgeon CA, Cooke ML, Higgins N, Rickard CM. Insertion of Peripheral Intravenous Cannulae in the Emergency Department: Factors Associated with First-time Insertion Success. *J Vasc Access*. 2016 Mar 12;17(2):182–90. doi: 10.5301/jva.5000487.
 39. Junges M, Hansel LA, Santos MS, Hirakata VN, Nascimento Ceratti R do, Czerwinski GPV, et al. Ultrasound-Guided Peripheral Venipuncture Decreases the Procedure’s Pain and Positively Impacts Patient’s Experience: The PRECISE Randomized Clinical Trial. *J Infus Nurs*. 2024;47(3):190–9. doi: 10.1097/NAN.0000000000000542.
 40. Abe-Doi M, Murayama R, Komiyama C, Tateishi R, Sanada H. Effectiveness of ultrasonography for peripheral catheter insertion and catheter failure prevention in visible and palpable veins. *J Vasc Access*. 2023 Jan;24(1):14–21. doi: 10.1177/11297298211022078.
 41. Soni N, Arntfield R, Kory P. *Ecografía a pie de cama: Fundamentos de la ecografía clínica*. 2ª Edición. Barcelona: Elsevier; 2020.
 42. Bernal Pérez E, Camós Ejarque M, López-Reina Roldán JM, Moreda Aragón H. *Guía integral de ecografía aplicada a intervenciones enfermeras*. 1ª Edición. Madrid: Fuden; 2023.

43. Organización Mundial de la Salud (OMS). Cinco momentos para la higiene de manos. [Internet]. 2021 [cited 2025 Mar 23]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/m/item/five-moments-for-hand-hygiene>
44. Lamperti M, Biasucci DG, Disma N, Pittiruti M, Breschan C, Vailati D, et al. European Society of Anaesthesiology guidelines on peri-operative use of ultrasound-guided for vascular access (PERSEUS vascular access). *Eur J Anaesthesiol*. 2020 May;37(5):344–76. doi: 10.1097/EJA.0000000000001180.
45. Alexandrou E. Right Assessment and Vein Selection. In: *Vessel Health and Preservation: The Right Approach for Vascular Access*. Cham: Springer International Publishing; 2019. p. 9–22. doi: 10.1007/978-3-030-03149-7_2.
46. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Med*. 2012 Jul 22;38(7):1105–17. doi: 10.1007/s00134-012-2597-x.
47. Takeshita J, Nakayama Y, Tachibana K, Nakajima Y, Shime N. Ultrasound-Guided Short-Axis Out-of-Plane Approach With or Without Dynamic Needle-Tip Positioning for Peripheral Venous Catheterization in Pediatric Patients: A Systematic Review With Network Meta-Analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2023 Oct;37(10):2057–64. doi: 10.1053/jvca.2023.04.039.
48. Munshey F, Parra DA, McDonnell C, Matava C. Ultrasound-guided techniques for peripheral intravenous placement in children with difficult venous access. *Paediatr Anaesth*. 2020 Feb;30(2):108–15. doi: 10.1111/pan.13780.
49. Hansen ØM, Solbakken R. Experiences and perceptions of critical care nurses on the use of point-of-care ultrasound (POCUS) to establish peripheral venous access in patients with difficult intravenous access: a qualitative study. *BMJ Open*. 2024 Jun 4;14(6):e078106. doi: 10.1136/bmjopen-2023-078106.
50. Tran QK, Flanagan K, Fairchild M, Yardi I, Pourmand A. Nurses and Efficacy of Ultrasound-Guided Versus Traditional Venous Access: A Systemic Review and Meta-Analysis. *J Emerg Nurs*. 2022 Mar;48(2):145-158.e1. doi: 10.1016/j.jen.2021.12.003.
51. Skulec R, Callero J, Vojtisek P, Cerny V. Two different techniques of ultrasound-guided peripheral venous catheter placement versus the traditional approach in the pre-hospital emergency setting: a randomized study. *Intern Emerg Med*. 2020 Mar 7;15(2):303–10. doi: 10.1007/s11739-019-02226-w.
52. Tada M, Yamada N, Matsumoto T, Takeda C, Furukawa TA, Watanabe N. Ultrasound guidance versus landmark method for peripheral venous cannulation in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2022 Dec 12;2022(12). doi: 10.1002/14651858.CD013434.pub2.
53. Kleidon TM, Schults J, Paterson R, Rickard CM, Ullman AJ. Comparison of ultrasound-guided peripheral intravenous catheter insertion with landmark technique in paediatric patients: A systematic review and meta-analysis. *J Paediatr Child Health*. 2022 Jun;58(6):953–61. doi: 10.1111/jpc.15985.
54. Cottrell JT, Chang T, Baird J, Barreras J, Elkhunovich MA. Ultrasound-guided placement of peripherally inserted intravenous catheters increase catheter dwell time in children. *J Vasc Access*. 2021 Mar;22(2):189–93. doi: 10.1177/1129729820929826.
55. Tran QK, Fairchild M, Yardi I, Mirda D, Markin K, Pourmand A. Efficacy of Ultrasound-Guided Peripheral Intravenous Cannulation versus Standard of Care: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ultrasound Med Biol*. 2021 Nov;47(11):3068–78. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2021.07.002.
56. van Loon FH, Leggett T, Bouwman AR, Dierick-van Daele AT. Cost-utilization of peripheral intravenous cannulation in hospitalized adults: An observational study. *J Vasc Access*. 2020 Sep 23;21(5):687–93. doi: 10.1177/1129729820901653.
57. Galen B, Baron S, Young S, Hall A, Berger-Spivack L, Southern W. Reducing peripherally inserted central catheters and midline catheters by training nurses in ultrasound-guided

- peripheral intravenous catheter placement. *BMJ Qual Saf.* 2020 Mar;29(3):245–9. doi: 10.1136/bmjqs-2019-009923.
58. Stone R, Walker RM, Marsh N, Ullman AJ. Educational programs for implementing ultrasound guided peripheral intravenous catheter insertion in emergency departments: A systematic integrative literature review. *Australas Emerg Care.* 2023 Dec;26(4):352–9. doi: 10.1016/j.auec.2023.06.001.
 59. Hoskins MJ, Nolan BC, Evans KL, Phillips B. Educating health professionals in ultrasound guided peripheral intravenous cannulation: A systematic review of teaching methods, competence assessment, and patient outcomes. *Medicine.* 2023 Apr 21;102(16):e33624. doi: 10.1097/MD.00000000000033624.
 60. Loon FH Van, Scholten HJ, Erp I Van, Bouwman AR, Daele ATD Van. Establishing the required components for training in ultrasoundguided peripheral intravenous cannulation: a systematic review of available evidence. *Med Ultrason.* 2019 Nov 24;21(4):464. doi: 10.11152/mu-2120.
 61. Archer-Jones A, Sweeny A, Schults JA, Rickard CM, Johnson L, Gunter A, et al. Evaluating an ultrasound-guided peripheral intravenous cannulation training program for emergency clinicians: An Australian perspective. *Australas Emerg Care.* 2020 Sep;23(3):151–6. doi: 10.1016/j.auec.2019.12.008.
 62. Bhargava V, Su E, Haileselassie B, Davis D, Steffen KM. Ultrasound education improves safety for peripheral intravenous catheter insertion in critically ill children. *Pediatr Res.* 2022 Apr;91(5):1057–63. doi: 10.1038/s41390-021-01568-6.
 63. Putensen D, Ntakirutimana S, Lyon M, Audsley B, Newbound N. Implementation of Ultrasound-Guided Cannulation Training Across Eight NHSBT Therapeutic Apheresis Units in England. *J Clin Apher.* 2024 Oct;39(5): e22149. doi: 10.1002/JCA.22149.
 64. Hackett A, Wells C, Zhang Z, Kero J, Soriano J, Rivera J, et al. Development of a Peripheral Intravenous Access Training Program for Nurses in the Pediatric Intensive Care Units. *J Pediatr Nurs.* 2021;61:394–403. doi: 10.1016/j.pedn.2021.09.017.
 65. Filipovich SJ, Dilgard JW, Conrad SP, Moore CB, Hefley JB. Training Program for Ultrasound-Guided Intravenous Catheter Insertion. *Mil Med.* 2021 Aug 28;186(9–10):e879–83. doi: 10.1093/milmed/usab176.
 66. Anderson AP, Taroc AM, Wang X, Beardsley E, Solari P, Klein EJ. Ultrasound guided peripheral IV placement: An observational study of the learning curve in pediatric patients. *J Vasc Access.* 2022 Mar 19;23(2):250–6. doi: 10.1177/1129729820987958.
 67. Blick C, Vinograd A, Chung J, Nguyen E, Abbadessa MKF, Gaines S, et al. Procedural competency for ultrasound-guided peripheral intravenous catheter insertion for nurses in a pediatric emergency department. *J Vasc Access.* 2021 Mar 27;22(2):232–7. doi: 10.1177/1129729820937131.
 68. Jamal AN, Ruse N, Wellings T, McLean LJ. Outcomes of a Comprehensive Ultrasound Guided Peripheral IV Insertion (USGPV) Training Program in a Pediatric Emergency Department. *J Emerg Nurs.* 2023 Nov;49(6):870–80. doi: 10.1016/j.jen.2023.05.007.
 69. Schott CK, Devore JA, Kelly MY, Mayr FB. Asynchronous training for ultrasound-guided peripheral IV placement among critical care nurses. *J Vasc Access.* 2024 May 6;25(3):883–91. doi: 10.1177/11297298221129675.
 70. Loon FH Van, Scholten HJ, Korsten HH, Dierick - van Daele AT, Bouwman AR. The learning curve for ultrasound-guided peripheral intravenous cannulation in adults: a multicenter study. *Med Ultrason.* 2022 May 25;24(2):188. doi: 10.11152/mu-3322.