



Escuela de
Doctorado

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

TESIS DOCTORAL

*Catéteres venosos centrales de inserción
periférica. Estudio de su utilidad y
seguridad.*

Programa de Doctorado en Investigación en Biomedicina

Samuel González López

Las Palmas de Gran Canaria, España

14 de diciembre de 2020



Escuela de
Doctorado

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

TESIS DOCTORAL

*Catéteres venosos centrales de inserción
periférica. Estudio de su utilidad y
seguridad.*

Programa de Doctorado en Investigación en Biomedicina

Samuel González López

Las Palmas de Gran Canaria, España

14 de diciembre de 2020

PROGRAMA DE DOCTORADO DE INVESTIGACIÓN EN BIOMEDICINA

**JOSÉ ALBERTO MONTOYA ALONSO, Catedrático de Medicina Animal y
COORDINADOR DEL PROGRAMA DE DOCTORADO DE INVESTIGACIÓN EN
BIOMEDICINA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN
CANARIA**

INFORMA:

Que la Comisión Académica del Programa de Doctorado, en su sesión virtual de fecha 9 de diciembre de 2020 tomó el acuerdo de dar el consentimiento para su tramitación, a la tesis doctoral titulada “Catéteres venosos centrales de inserción periférica. Estudio de su utilidad y seguridad” presentada por el doctorando **D. D. Samuel González López** y dirigida por el Dr. **Sergio Ruiz Santana** y la Dr^a **Carmen Rosa Hernández Socorro**

Que la citada tesis doctoral reúne todos los requisitos exigidos por la normativa de este programa de doctorado y de esta universidad, para ser tramitada.

Y para que así conste, y a efectos de lo previsto en el Artº 11 del Reglamento de Estudios de Doctorado (BOULPGC 7/10/2016) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, firmo el presente informe en Las Palmas de Gran Canaria, a nueve de diciembre de dos mil y veinte

**MONTOYA
ALONSO JOSE
ALBERTO -
00687408F**

Firmado digitalmente
por MONTOYA
ALONSO JOSE
ALBERTO - 00687408F
Fecha: 2020.12.09
12:20:07 Z



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EN BIOMEDICINA

Catéteres venosos centrales de inserción periférica.

Estudio de su utilidad y seguridad.

Tesis doctoral presentada por Samuel González López, dirigida y codirigida por
Sergio Ruiz Santana y Carmen Rosa Hernández Socorro

El doctorando



El director



La codirectora



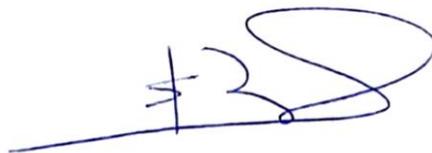
Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas

Las Palmas de Gran Canaria, España 14 de diciembre de 2020

D. SERGIO RUIZ SANTANA, Doctor en Medicina y Catedrático vinculado del Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,

CERTIFICA:

Que la Tesis realizada por **D. SAMUEL GONZÁLEZ LÓPEZ**, Licenciado en Medicina, para optar al grado de Doctor, con el título “**Catéteres venosos centrales de inserción periférica. Estudio de su utilidad y seguridad en nuestro medio,**” ha sido realizada bajo mi dirección, haciendo constar asimismo, que una vez revisado el presente trabajo, lo encuentro APTO para su defensa pública ante el Tribunal dispuesto a tal efecto.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and a horizontal line at the end, positioned to the right of the main text.

Las Palmas de Gran Canaria, 25 de Noviembre de 2020

Dña. CARMEN ROSA HERNÁNDEZ SOCORRO, Doctor en Medicina y Profesora Asociada del Departamento de Ciencias Clínicas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,

CERTIFICA:

Que la Tesis realizada por **D. SAMUEL GONZÁLEZ LÓPEZ**, Licenciado en Medicina, para optar al grado de Doctor, con el título “**Catéteres venosos centrales de inserción periférica. Estudio de su utilidad y seguridad en nuestro medio,**” ha sido realizada bajo mi dirección, haciendo constar asimismo, que una vez revisado el presente trabajo, lo encuentro APTO para su defensa pública ante el Tribunal dispuesto a tal efecto.

A handwritten signature in blue ink, reading 'Carmen Rosa Hernández Socorro'.

Las Palmas de Gran Canaria, 25 de Noviembre de 2020

AGRADECIMIENTOS

La tesis doctoral es un trabajo intenso y continuado, y el documento que sigue a estas líneas tiene detrás muchas horas de esfuerzo y dedicación personal que, en mi caso, se han combinado con la práctica profesional. Por eso, quiero agradecer especialmente el apoyo y el cariño de mi familia, fundamentalmente de mi esposa Cristina, que es siempre mi sostén en los momentos más difíciles y me consta ha leído con atención y minuciosidad este trabajo antes de presentarse; pero también de mis hijos Álvaro, Javier y de la pequeña Clara, gracias a los cuales cada día vuelvo a aprender qué es lo importante en esta vida. Quiero dar las gracias también a mis padres a quienes siempre deberé la vida, el haberme regalado una familia en la que crecer y la posibilidad de formarme como médico.

En el ámbito profesional y académico, no puedo dejar de mencionar en estos agradecimientos, en primer lugar, a mi querido mentor en el campo de la investigación, el doctor Cristóbal León, incansable; en ocasiones, incluso insomne, trabajador enamorado de la investigación, como denotan sus decenas de trabajos publicados. El me dirigió en mis primeros estudios de investigación y, gracias a él nació y tomó forma este proyecto. Su trabajo, desinteresado a pesar de las dificultades, ha sido absolutamente imprescindible para que este proyecto haya podido ver la luz.

Gracias también a mi director de tesis Sergio Ruiz, que me ha ayudado a atravesar un camino que, a veces, se volvía demasiado largo u oscuro. A Pedro Saavedra de quien he aprendido la importancia de tener un sabio estadista en el equipo y a Marta Pulido por su indispensable ayuda en la publicación del artículo que acompaña a esta tesis.

Mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que me han enseñado el “oficio” de la Medicina a quienes les estaré siempre agradecido por haberme descubierto

una profesión que adoro. A Antonio Lesmes, a quien considero mi padre en la Medicina intensiva; a Paco Lucena, mi querido tutor; a José Antonio Sánchez Román, Manolo Guerrero, Ico Ortega, Ana Loza, Lola Herrera, Helena Sancho, Antonio Campanario, José Antonio Irlés... que tanto me han enseñado. Y especialmente a Pedro Jiménez que me descubrió los catéteres PICC, me enseñó la técnica de inserción, a protegerlos de las infecciones y ha sido él quien ha colocado la inmensa mayoría de los catéteres de cuyos datos bebe esta tesis.

Y, por último, no tengo más remedio que dar las gracias a Dios, en quien no me queda más remedio que creer, y confiar en que dirige todos los acontecimientos de mi vida. Que me ayuda a trabajar cada día con diligencia y honradez, haciendo las cosas lo mejor que sé, pero con la tranquilidad de saber que Él está detrás de cada paso que doy.

ÍNDICE

LISTADO DE ABREVIATURAS	I
LISTADO DE FIGURAS	II
LISTADO DE TABLAS	III
LISTADO DE ANEXOS.....	IV
RESUMEN	V
SUMMARY.....	VI
PALABRAS CLAVE / KEY WORDS	VII
CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 CONTEXTO DE LA TESIS. LA UCI EXTENDIDA.....	2
1.2 REPASO HISTÓRICO DEL CATÉTER VENOSO	5
1.3 CAPITAL VENOSO HUMANO.....	18
1.4 EL TRATAMIENTO INTRAVENOSO. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES PARA LA CANALIZACIÓN DE UN CVC.....	24
1.5 EL CATÉTER VENOSO. TIPOS DE CATÉTERES: Características	29
1.6 EL CATÉTER VENOSO. TIPOS DE CATÉTERES: Materiales	41
1.7 COMPLICACIONES DE LOS CATÉTERES PERIFÉRICOS	43
1.8 COMPLICACIONES DE LOS CATÉTERES VENOSOS CENTRALES	46
1.9 RECOMENDACIONES DE CUIDADOS DE CATÉTERES	56
1.10 EL CATÉTER PICC. SUS DIFERENCIAS	64
1.11 EL CATÉTER PICC. IMPLANTACIÓN.....	71
1.12 CATÉTER PICC. BENEFICIOS Y RIESGOS	76
1.13 PICC. LA NECESIDAD DE UN EQUIPO	80

CAPÍTULO 2 – ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN	81
2.1 INTRODUCCIÓN AL ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN	82
2.2 OBJETIVOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA	84
2.3 MATERIAL Y MÉTODO DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA.....	85
2.4 RESULTADOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA	89
2.5 DISCUSIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN.....	101
2.6 CONCLUSIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN	125
CAPÍTULO 3 – CATÉTERES VENOSOS CENTRALES DE INSERCIÓN PERIFÉRICA. ESTUDIO DE SU UTILIDAD Y SEGURIDAD EN NUESTRO MEDIO.....	126
3.1 INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS	127
3.2 OBJETIVOS PRIMARIO Y SECUNDARIOS	129
3.3 MATERIAL Y MÉTODO	131
3.4 RESULTADOS.....	160
3.5 DISCUSIÓN.....	190
3.6 LIMITACIONES	214
3.7 CONCLUSIONES	215
4 - BIBLIOGRAFÍA.....	219
ANEXO 1 – EL PROCESO DE IMPLANTACIÓN DE LOS CATÉTERES PICC EN IMÁGENES	227
ANEXO 2 – ARTÍCULOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN SISTEMÁTICA	250
ANEXO 3 – CERTIFICADO CEIC.....	275
TRABAJO PUBLICADO DERIVADO DE ESTA TESIS.....	277

LISTADO DE ABREVIATURAS

AUC: Área bajo la curva	IQR: Rango Intercuartílico
BOD: Bacteriemia de Origen Desconocido	JCR: Journal Citation Reports
BP: Bacteriemia Primaria	MIN: Servicio de Medicina Interna
BACV: Bacteriemia Asociada al Catéter Vascular	MR: Multirresistente
BRCV: Bacteriemia Relacionada con el Catéter Vascular	NHSN: National Healthcare Safety Network
BS: Bacteriemia Secundaria	NNIS: National Nosocomial Infection Surveillance
CABSI: Catheter Associated Bloodstream Infection	NP: Nutrición Parenteral
CDC: Centers for Disease Control and Prevention	OR: Odds Ratio
CLABSI: Central Line-Associated Bloodstream Infection	PCV: Policloruro de Vinilo
CP: Catéter venoso Periférico	PICC: Peripherally Inserted Central Catheter / Catéter Central de Inserción Periférica
CRBSI: Catheter Related Bloodstream Infection	PVC: Presión Venosa Central
CVC: Catéter Venoso Central	QT: Quimioterapia
DI: Densidad de Incidencia	RR: Riesgo Relativo
Dr.: Doctor	SD: Desviación Estándar
DTI: Dispositivo Totalmente Implantable	SJRI: Scimago Journal Rank Indicator
EII: Enfermedad Inflamatoria Intestinal	SMI: Servicio de Medicina Intensiva
ETE: Ecocardiograma Transesofágico	TD: Tesis Doctoral
ETT: Ecografía Transtorácica	TEP: Tromboembolismo Pulmonar
Fr: French	TIV: Terapia Intravenosa
G: Gauge	TVP: Trombosis Venosa Profunda
GCH: Gluconato de Clorhexidina	UCI: Unidad de Cuidados Intensivos
HC: Hemocultivo	UFC: Unidades Formadoras de Colonias
IC95%: Intervalo de Confianza del 95%	
IDSA: Infectious Diseases Society of America	

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.2.1 Infusión venosa mediante punción directa. Ilustración contenida en el libro “Chirurgia infusoria” - 6	
Figura 1.2.2. Infusión venosa mediante punción venosa en perro. Ilustración contenida en el libro “Clysmatica nova” de Johann Sigismund Elsholtz (1665) -----	7
Figura 1.2.3. Publicación en “The Lancet” sobre la transfusión de sangre en 1829 por James Bundell -----	8
Figura 1.2.4 Tabla publicada en “The Lancet” en el artículo “Chemical Pathology of Cholera” del Dr. O’Shaughnessy -----	9
Figura 1.2.5 Aguja hipodérmica de Francis Rynd-----	10
Figura 1.2.6 Primer catéter venoso periférico fabricado por Massa -----	11
Figura 1.2.7 Radiografía de Werner Forssmann con el catéter introducido hasta aurícula derecha -----	13
Figura 1.2.8 “Drum-Cartridge” de Abbott -----	15
Figura 1.3.1 Venas del brazo. Adaptado de “Tratado LA ANATOMÍA DEL HOMBRE” del Dr. Bourgery ---	21
Figura 1.3.2 Venas del brazo. Adaptado de “Trombosis venosa profunda masiva de miembro superior secundaria a fractura de tercio medio de clavícula. Caso clínico” del Dr. I. Úbeda-Pérez de Heredia -----	22
Figura 1.5.1 CVC -----	30
Figura 1.5.2 CP -----	30
Figura 1.5.3 PICC -----	31
Figura 1.5.4 Catéter tunelizado -----	32
Figura 1.5.5 Disposición de las luces en el interior de un catéter -----	40
Figura 1.12.1 Dispositivos de protección para catéteres PICC -----	77
Figura 2.4.1 Selección de estudios -----	89
Figura 2.4.2 Número de estudios publicados por año -----	91
Figura 2.4.3 Países de publicación de los estudios -----	92
Figura 2.4.4 Cuartil de publicación de estudios -----	93
Figura 2.5.1 Comparación del número de estudios publicados sobre PICC y CVC -----	102
Figura 2.5.2 Mapa de los estudios publicados por país -----	104
Figura 2.5.3 Diagrama de bosque: Densidad de incidencia de bacteriemia por catéter de PICC contra CVC --	112
Figura 3.4.1 Diagrama de flujo de la población de estudio y principales complicaciones -----	161
Figura 3.4.2 Complicaciones durante la inserción del catéter-----	164
Figura 3.4.3 Gravedad de las bacteriemias en pacientes con PICC -----	166
Figura 3.4.4 Funciones de densidad de probabilidad para la vida útil del catéter ajustadas por el enfoque de probabilidad local para la estimación de densidad con datos censurados -----	175
Figura 3.4.5 Tiempo hasta la producción de las CLABSI por trimestres -----	176
Figura 3.4.6 Curvas de supervivencia según los grupos de complicación -----	180
Figura 3.4.7 Satisfacción de los pacientes con PICC -----	183

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.4.1 Algunos fármacos habituales que pueden precisar administración central -----	26
Tabla 1.4.2 Fármacos irritantes y vesicantes -----	27
Tabla 1.9.1 Grados de recomendación para las guías de la CDC en cuanto al manejo de catéteres (117) -----	56
Tabla 2.4.1 Número de artículos publicados en cada revista -----	94
Tabla 2.5.1 Análisis multivariante de factores de riesgo de mortalidad a los 30 días, Bassetti 2015 -----	113
Tabla 3.4.1 Características de los pacientes, dispositivos y complicaciones -----	167-168
Tabla 3.4.2 Análisis univariado de las principales características asociadas a BRCV-----	169-170
Tabla 3.4.3 Análisis univariado de las principales características asociadas a BP -----	171
Tabla 3.4.4 Análisis univariado de las principales características asociadas a TVP -----	173
Tabla 3.4.5 Análisis multivariado de las principales complicaciones durante el uso del catéter -----	174
Tabla 3.4.6 Microorganismos y tiempos de aparición de las complicaciones -----	178
Tabla 3.4.7 Tasa, DI y porcentaje de retirada de las principales complicaciones durante el uso del catéter ----	179
Tabla 3.4.8 Análisis multivariado para el fallo del catéter en el tiempo -----	181
Tabla 3.4.9 Pacientes con catéteres de larga duración -----	185-186
Tabla 3.4.10 Diferencias pacientes hospitalizados y ambulatorios -----	188-190

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO 1. Proceso de implantación de un PICC en imágenes.

ANEXO 2. Artículos incluidos en la Revisión Sistemática

ANEXO 3. Informe CEIC

RESUMEN

Objetivo: evaluar la seguridad y utilidad de los catéteres PICC implantados mediante la cuantificación de las complicaciones durante la inserción y el uso del catéter, así como la cumplimentación del tratamiento.

Métodos: estudio de cohorte prospectiva de 5 años realizado en un hospital universitario de tercer nivel, en pacientes adultos sometidos a inserción de PICC. Se registraron las complicaciones en la implantación y durante el uso de los catéteres PICC, fundamentalmente bacteriemias asociadas al catéter vascular (BACV), incluidas las bacteriemias relacionadas con el catéter (BRCV) y bacteriemias primarias (BP), así como las trombosis venosas profundas (TVP). Los predictores independientes de complicaciones se evaluaron mediante análisis multivariante.

Resultados: se insertaron un total de 1.142 PICC, con 153.191 días de catéter (mediana 79 días). No se identificó ninguna complicación mayor durante la inserción del catéter. Las complicaciones durante el uso del catéter incluyeron 66 casos de BACV (5,78%, 0,43 ‰ días de catéter), 38 de BRCV (3,33%, 0,25 ‰ días de catéter), 28 BP (2,45%, 0,18 ‰ días de catéter) y 23 TVP (2,01%, 0,15 ‰ días de catéter). La nutrición parenteral (OR 3,40, IC 95% 1,77-6,52) y el ingreso en el Servicio de Hematología (OR 4,90, IC 95% 2,25-10,71) se asociaron de forma independiente con BRCV y BP, respectivamente. El ingreso a cargo de Hematología (OR 12,46; IC del 95%: 2,49-62,50) u Oncología (OR 7,89; IC del 95%: 1,77-5,16) se asoció de forma independiente con TVP. El 81,3% de los PICC se retiró sin fallo del catéter, fundamentalmente por finalización del tratamiento. Solo dos pacientes murieron por complicaciones relacionadas por el catéter.

Conclusiones: los PICC son dispositivos seguros ya que muestran una baja tasa de complicaciones trombóticas e infecciosas. Además, la ausencia de complicaciones mayores durante la inserción supone una importante ventaja con respecto a otros catéteres centrales. Han resultado también útiles para la cumplimentación del tratamiento del paciente.

SUMMARY

Objective: To assess safety and usefulness of implanted PICC catheters by quantifying complications during insertion and use, as well as compliance with treatment.

Methods: 5-year prospective cohort study at tertiary care teaching hospital. Catheter-associated bloodstream infection (CABSI) including catheter-related bloodstream infection (CRBSI) and primary bacteremia (PB), and upper extremity deep vein thrombosis (UEDVT) were recorded. Independent predictors of complications were assessed by multivariate analysis.

Results: A total of 1,142 PICCs were inserted, with 153,191 catheter days (median 79 days). No complications were identified during insertion procedure. Complications during use included 66 cases of CABSI (5.78%, 0.43‰ catheter days), 38 of CRBSI (3.33%, 0.25‰ catheter days), 28 PB (2.45%, 0.18‰ catheter days), and 23 UEDVT (2.01%, 0.15‰ catheter days). The median time to infection was 24, 41 and 60 days for CRBSI, PB and UEDVT, respectively. Parenteral nutrition (OR 3.40, 95% CI 1.77-6.52) and admission to the hematology ward (OR 4.90, 95% CI 2.25-10.71) were independently associated with CRBSI and PB, respectively. Admission to the hematology (OR 12.46, 95% CI 2.49-62.50) or to the oncology (OR 7.89, 95% CI 1.77-35.16) wards was independently associated with UEDVT. 81.3% of PICCs were removed without catheter failure, mainly due to the end of treatment. Only two patients died of complications.

Conclusions: PICCs are safe devices as they show a low rate of thrombotic and infectious complications. Furthermore, the absence of major complications during insertion is an important advantage over other central catheters. They have also been useful for the compliance of the patient's treatment.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS

Palabras clave: catéter central de inserción periférica / bacteriemia asociada a catéter vascular / bacteriemia relacionada con catéter vascular / bacteriemia primaria / trombosis venosa profunda

Key words: peripherally inserted central catheters / catheter-associated bloodstream infection / catheter-related bloodstream infection / primary bacteremia / upper extremity deep vein thrombosis

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN

1.1 CONTEXTO DE LA TESIS. LA UCI EXTENDIDA

El presente trabajo nace de la preocupación de una serie de médicos, pertenecientes al SMI del Hospital Universitario Virgen de Valme por mejorar la salud y la calidad de vida de los pacientes que precisan la canalización de un CVC.

En este Servicio se coloca, de forma habitual, todo tipo de catéteres a pacientes de dentro y fuera de la propia unidad. Es posible que esta actividad llame la atención de algunos lectores por entender la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) únicamente como un lugar físico en el que se dispone del personal y los medios necesarios para atender a los pacientes con enfermedades y/o traumas severos que amenazan la vida (1). Este concepto, sin embargo, está cambiando poco a poco (2), sobre todo, tras objetivarse como pacientes no ingresados en UCI también pueden beneficiarse de los conocimientos y habilidades de los intensivistas (3, 4).

En cuanto a los accesos o catéteres vasculares, la experiencia acumulada por los profesionales de la Medicina Intensiva tanto en la implantación como en el manejo y tratamiento de complicaciones es muy amplia. Es difícil pensar en un paciente crítico que no posea un acceso vascular periférico y alrededor de un 65% precisará un acceso central (5). Además, las distintas Sociedades Médicas de Cuidados Intensivos han llevado a cabo importantes proyectos dirigidos, precisamente, a encontrar la excelencia en el manejo de estos accesos vasculares (6).

Pero el uso de catéteres vasculares no es exclusivo de una UCI; sino que es una constante en la mayoría de los pacientes hospitalizados presentándose también, cada vez

más, en pacientes ambulatorios (7). Además, en la actualidad, es frecuente encontrar pacientes hospitalizados que no solo precisan de un acceso vascular sino que, dada la complejidad de sus cuidados y tratamientos, tales como la administración de nutrición parenteral, quimioterapia u otros tratamientos prolongados o a la escasez de accesos periféricos, necesitan un CVC (8).

Como referíamos previamente, en nuestro hospital, se han colocado catéteres de múltiples tipos -CVC clásicos, reservorios “Port-a-Cath®”, Hickman, etc.- a los pacientes que los precisaban a pesar de no encontrarse ingresados en UCI. Esta actuación se ha considerado un brazo más de una UCI “extendida” cuyo objetivo es localizar y atender a los pacientes que se puedan beneficiar, dondequiera que estén, de los conocimientos y habilidades de un intensivista.

Durante el año 2012, se nos ofreció la posibilidad de utilizar un nuevo tipo de catéter conocido por sus siglas en inglés como PICC, cuyo uso se ha extendido dentro y fuera de las UCIs en los últimos años (9, 10). Este nuevo tipo de catéter presentaba ventajas evidentes sobre los previamente utilizados, fundamentalmente, la ausencia de complicaciones durante su inserción lo que permite la colocación a pie de cama incluso por personal de enfermería correctamente entrenado (11).

Considerando que hasta el 39% de los CVC puede sufrir complicaciones durante su implantación, incluyendo un 3.1% de neumotórax cuando se canaliza la vena subclavia, o yugular o un 15% de punciones arteriales cuando se canaliza la vena femoral (12, 13), podemos entender lo destacable que es esta primera característica. Además, nuestra experiencia inicial con estos dispositivos fue muy positiva; así como la satisfacción de los primeros pacientes a los que se les realizó su tratamiento por medio de un PICC.

Sin embargo, al consultar la bibliografía previa, quedaban de manifiesto múltiples dudas sobre el beneficio real de este tipo de catéter, sobre todo respecto a las complicaciones trombóticas (14-16). No obstante, otros estudios presentaban muy buenos resultados y aconsejaban su uso (17-21). A todo esto, se unía una gran variabilidad de técnicas de inserción, implantadores, materiales, tipos de pacientes, de catéteres y usos del mismo (11, 22, 23), lo que nos generó un gran desconcierto.

Dado que no queríamos abandonar una técnica tan prometedora, decidimos realizar un seguimiento estrecho de todos los catéteres colocados en nuestro Servicio para poder llegar a conocer su seguridad y utilidad en nuestra población. Este proyecto ha sido el origen de la presente Tesis Doctoral (TD).

1.2 REPASO HISTÓRICO DEL CATÉTER VENOSO

La existencia del corazón y el sistema circulatorio era conocida desde el antiguo Egipto, tal y como se puede comprobar en el papiro de Edwin Smith que data del año 1650 a. C. (24). En Europa, sin embargo, no fue hasta 1628, más de 3000 años después, cuando el doctor William Harvey realiza la primera descripción del sistema circulatorio en su “*Motu cordis et sanguinis*” (25). Previo a los trabajos del Doctor (Dr.) Harvey, existen varios escritos que refieren transfusiones sanguíneas de animal a persona o de persona a persona, la primera bien documentada data de 1492 cuando se realizó la transfusión de sangre de tres niños al Papa Inocencio VIII con fatales consecuencias (26).

Estas primeras transfusiones se llevaban a cabo con sistemas de intercambio rudimentarios, sistemas que experimentaron su desarrollo inicial gracias al trabajo de un famoso arquitecto, Christopher Wren, en 1658 (27). Este arquitecto y científico diseñó, en su juventud, un sistema de infusión de sustancias a partir de una pluma de ave unida a la vejiga de un cerdo. Su primer experimento y la primera vez que se describe la administración de sustancias diferentes de la sangre en el torrente sanguíneo, sería la infusión de una mezcla de hígado, vino, cerveza y opio en un perro.

Wren dejó sus investigaciones en medicina para dedicarse a la arquitectura y fue un compañero suyo, Richard Lower, el que continuó desarrollando estos instrumentos. Uno de los avances más importantes que introdujo Lower fue el uso de pipetas de plata en lugar de plumas. Con estos nuevos equipos continuó experimentando mediante la punción de venas tanto periféricas como centrales en animales, concretamente era habitual la utilización de la vena yugular en perros. Con el tiempo el Dr. Lower llegó a crear

instrumentos bastante parecidos a los actuales y, por esto, muchos lo consideran el padre de la TIV (28).

A partir de 1660 podemos destacar dos publicaciones de médicos alemanes, Johann Daniel Major y Johann Sigismund Elsholtz, que publican “Chirurgia infusoria” (1667) (29) y “Clysmatica nova” (1665) (30) respectivamente. Ambos son trabajos muy importantes ya que recogen, con detalles e ilustraciones, el conocimiento existente hasta la fecha sobre la infusión venosa de sustancias en seres humanos, así como una gran variedad de utensilios y sistemas para la práctica de la transfusión sanguínea.

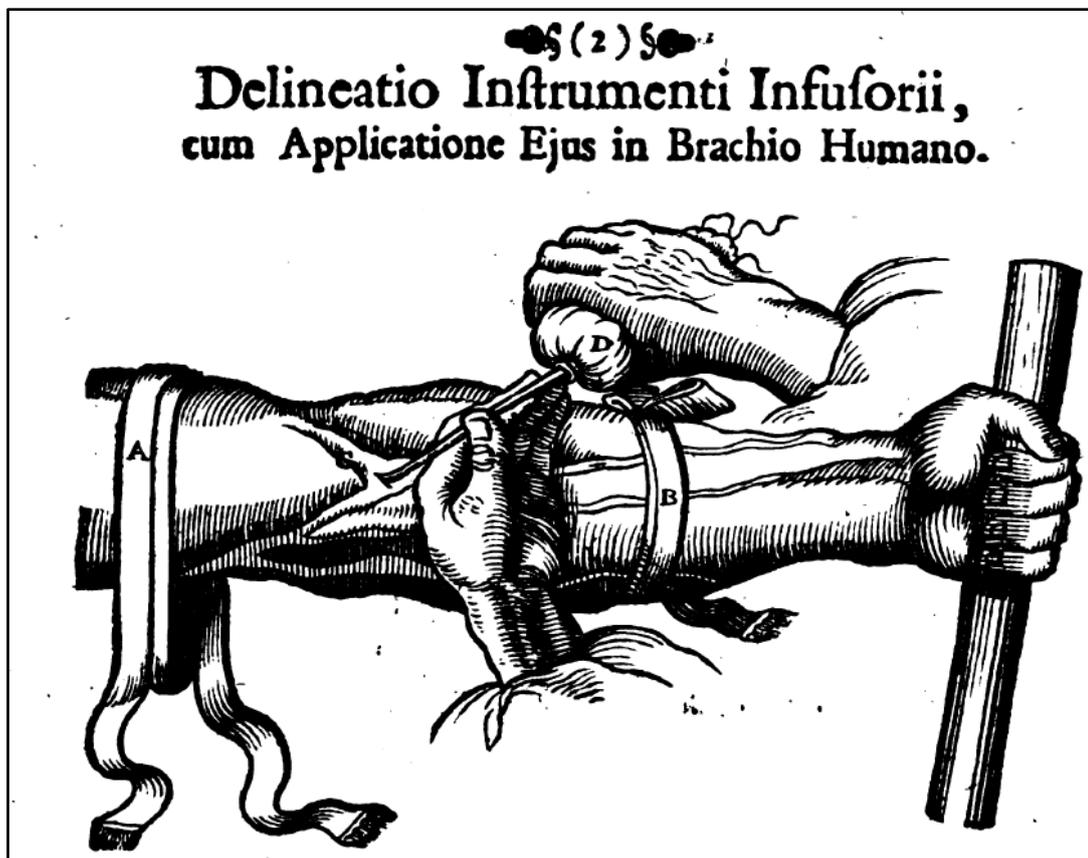


Figura 1.2.1 Infusión venosa mediante punción directa. Ilustración contenida en el libro “Chirurgia infusoria”

Como no podría ser de otra manera, las primeras transfusiones sanguíneas se siguieron de las primeras descripciones de complicaciones y reacciones

postransfusionales (31) lo que derivó, finalmente, en la prohibición de las mismas. En 1668, esta práctica fue prohibida en Francia y Reino Unido y, un año después, el Vaticano hizo lo mismo. Esta prohibición supuso un importante freno a todas las investigaciones de la época en cuanto a TIV.

A pesar de esto, se continuaron canalizando arterias y venas con otros fines y así, en



Figura 1.2.2. Infusión venosa mediante punción venosa en perro. Ilustración contenida en el libro “Clysmatica nova” de Johann Sigismund Elsholtz (1665)

1733, Stephen Hales introdujo un tubo de cristal por la vena yugular de un caballo para medir presiones cardiacas. Sus experimentos terminaron con pruebas también en humanos y con el primer intento de cuantificación del gasto cardiaco (32).

Durante el siglo XVIII, destaca el desarrollo de la medicina clínica con hitos como el nacimiento del concepto de “entidad morbosa” por parte de Thomas Sydenham. La cirugía traumatológica también evoluciona considerablemente con los trabajos de John Hunter, cirujano durante la guerra de los seis

años, cuyas experiencias llevaron a la publicación de “A Treatise on the Blood, Inflammation and Gun-shot Wounds by late John Hunter” en 1794, un año después de su muerte.

Pero el despegue definitivo de la TIV se produce de la mano de la cirugía obstétrica. A lo largo del siglo XIX nacer en un hospital se convirtió en algo cada vez más habitual y los cirujanos obstetras revolucionaron, paso a paso, todos los estándares de la cirugía de la época. En Estados Unidos, el Dr. Philip Syng Physick, conocido como el padre de la cirugía moderna, volvió a proponer la utilización de transfusiones de persona a persona, pero no fue hasta 1818 cuando un

colega suyo, el Dr. James Bundell, realizó varias transfusiones como parte del tratamiento de las complicaciones de estas cirugías (33).

Para entender cómo era la atención médica hospitalaria en el siglo XIX y como se llevaban a cabo estas primeras transfusiones, no podemos dejar de mencionar a otro importante obstetra, el Dr. Ignaz Semmelweis. Este médico observó que las mujeres que daban a luz dentro del hospital presentaban fiebre puerperal con mayor frecuencia que las

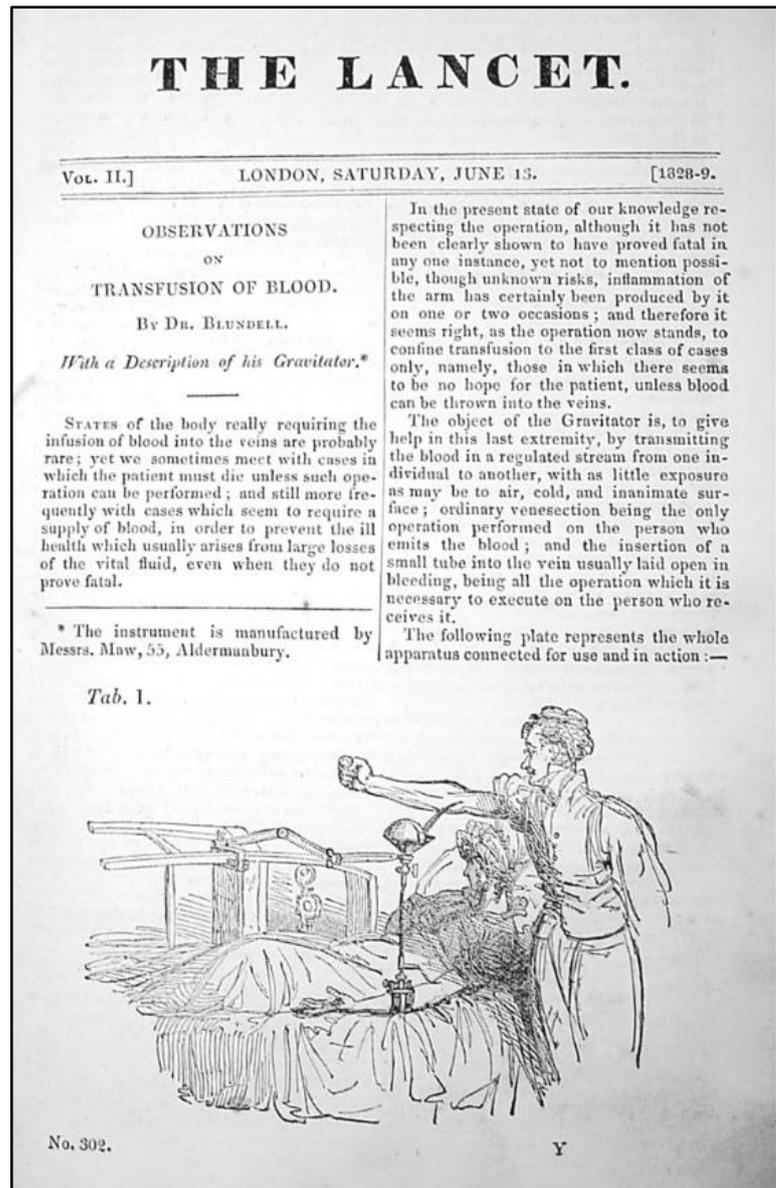


Figura 1.2.3. Publicación en “The Lancet” sobre la transfusión de sangre en 1829 por James Bundell

que lo hacían en la calle. Tras valorar varias hipótesis y actuaciones, en 1847 consiguió reducir la fiebre puerperal en un 90% gracias al lavado de manos (34).

A la vez que los obstetras desarrollaban sus técnicas de transfusión sanguínea, para obtener más éxito en sus cirugías, se iniciaba en India, en 1817, una grave epidemia de cólera que alcanzaría Europa unos años más tarde, en 1831. Los pacientes infectados de cólera fallecían, a pesar de los cuidados de sus médicos, a causa de una deshidratación severa y en medio de terribles calambres provocados por la hipopotasemia.

Este fenómeno llevó a una profunda investigación sobre el tema por parte de los doctores de la época entre los que se encontraban William Brooke O’Shaughnessy y Thomas Latta (35). O’Shaughnessy observó en sus experimentos que la sangre de los pacientes enfermos de cólera presentaba un importante déficit de suero y propuso reemplazar este déficit mediante un líquido de composición parecida a la sangre o mediante agua con una concentración adecuada de sales (36). Finalmente, sería el Dr. Latta el que iniciaría los tratamientos de reposición de volumen con sueros salinos popularizándose rápidamente esta práctica y sirviendo para tratar a muchos enfermos.

	Healthy Standard. Lecanu.	Malignant Cholera. No. 1.	Malignant Cholera. No. 3.
Muriate of Soda and Potassa	6.08	4.00	2.17
Carbonate of Soda.. Phosphate of Soda.. Sulphate of Soda ..	2.10	{ No carbonate of so- da, but 1.60 of phosphate and sul- phate of soda, earthy salts and iron. }	0.5
Earthy Salts and Iron	0.91		0.70

Figura 1.2.4. Tabla publicada en “The Lancet” en el artículo “Chemical Pathology of Cholera” del Dr. O’Shaughnessy

En los años posteriores, se continuó experimentando con otras sustancias también presentes en la sangre. Claude Bernard infundió sueros glucosados en animales en 1843 y en 1854 el Dr. Hodder utilizó leche como parte del tratamiento intravenoso de sus pacientes de cólera.

Durante estos años, la TIV experimentó un tremendo desarrollo, un buen ejemplo de ello es el trabajo del Dr. Sidney Ringer que, en 1876, creó un suero a base de cloruro de sodio, cloruro potásico y cloruro cálcico al que, finalmente, se le añadió también lactato y que continúa utilizándose a día de hoy con el nombre de suero Ringer-Lactato. En este mismo periodo, otros médicos como Alexander Wood o Pierre Cypren comenzaron a experimentar con la administración intravenosa de narcóticos e hidrato de cloral como analgésicos endovenosos durante la cirugía (37).



Figura 1.2.5. Aguja hipodérmica de Francis Rynd

De la mano de la nueva TIV, los instrumentos de infusión también fueron desarrollándose. Francis Rynd inventaría la aguja hipodérmica en 1845 (38), Charles Pravaz

mejoró la jeringa con un diseño a base de cristal y plata en 1853 (39) y para las infusiones más prolongadas, se comenzaron a utilizaron tubos de caucho.

Con todos estos avances, las transfusiones hospitalarias de sangre comenzaron a ser un procedimiento relativamente seguro a lo que contribuyó, por supuesto, el descubrimiento de los grupos sanguíneos en 1901.

A pesar de todos estos progresos, atender a las necesidades generadas en el campo de batalla causadas por la Primera Guerra Mundial (1914-1918) se convertiría en un escollo insuperable. Todo debido a que las necesidades de tratamiento se producían en el propio campo de batalla y trasladar hasta allí la sangre resultaba inviable. Los soldados morían antes de alcanzar un recinto hospitalario donde poder ser correctamente atendidos.

Tras esta experiencia, la empresa Baxter desarrolla y comercializa sueros en vacío y se sustituye el caucho por plástico (polietileno) como línea infusora. Además, el descubrimiento del citrato y la creación de los primeros bancos de sangre permitiría que los combatientes de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) sí pudiesen beneficiarse de sangre total y plasma administrada en el mismo campo de batalla (40, 41).

El desarrollo de los materiales plásticos durante y tras la Segunda Guerra Mundial fue realmente revolucionario. Gracias a esto, en 1950, el Dr. Massa crea una aguja venosa de polietileno para la colocación en venas periféricas, es decir, creó el primer CP (42). Este catéter cobró protagonismo de forma rápida hasta reemplazar todos los sistemas de infusión previos al mismo tiempo que su diseño evolucionaba

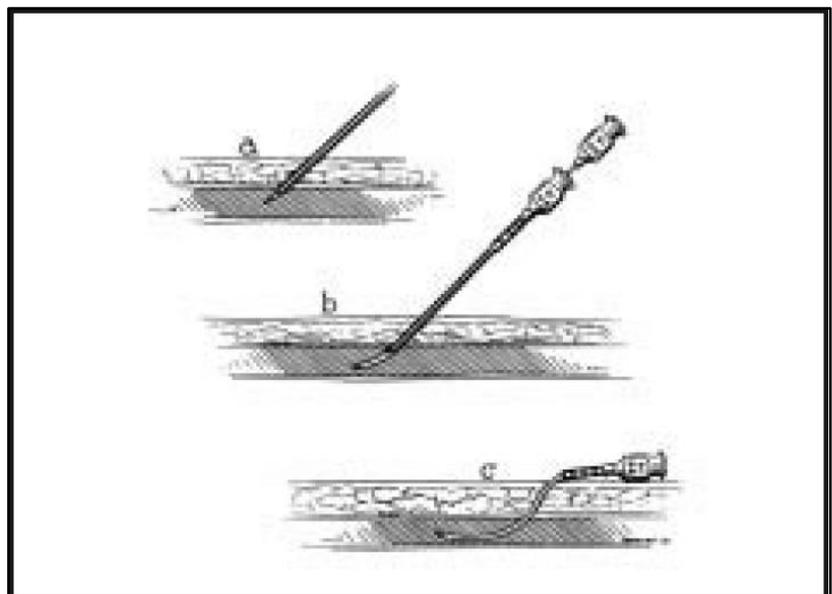


Figura 1.2.6. Primer catéter venoso periférico fabricado por Massa

progresivamente (27). En 1964, se desarrolla el famoso “Angiocath” en Policloruro de

Vinilo (PVC), en 1969 se utilizó el teflón, y en 1983 se comenzaron a fabricar CP con poliuretano los cuales podemos considerar como contemporáneos.

Los catéteres, sin embargo, se han utilizado en medicina desde mucho tiempo atrás. La cateterización uretral era una técnica común desde los antiguos sirios que utilizaban la caña de pequeñas plantas como instrumento para alcanzar la vejiga. Pero para llegar al primer catéter uretral flexible, tendríamos que esperar a 1752 cuando Benjamin Franklin crea un catéter a base de plata trenzada para paliar los padecimientos de su hermano. Hacia 1860, tras desarrollarse las técnicas de vulcanización, se realizaron catéteres uretrales de caucho mucho más flexibles y de menor calibre (43).

Uno de estos catéteres de caucho fue lo que utilizó Fritz Bleichröder para realizar las primeras cateterizaciones cardíacas, es decir centrales, en perros en 1905. El objetivo de Bleichröder era poder obtener muestras de sangre directamente del corazón. Como broche final de sus estudios, su colega Ernst Unger le introdujo al propio Bleichröder unos 35 cm de catéter uretral a través de una vena del brazo hasta que este refirió sentir “una punzada en el corazón” (44). Dada la longitud introducida, el catéter probablemente quedó próximo a la vena cava superior.

Algo más tarde, pero de forma paralela, un residente de cirugía llamado Werner Forssmann, consternado tras ser testigo de la peligrosidad de la inyección intracardiaca de adrenalina realizada en la parada cardíaca intraoperatoria, buscaba un acceso seguro para la introducción de fármacos directamente al corazón.

El doctor Forssmann repitió el experimento de Bleichröder, sin tener previo conocimiento del mismo, con la diferencia de que, en esta ocasión, se realizó una radiografía con dicho catéter colocado, obteniendo lo que podríamos considerar la primera imagen de un PICC y, por lo tanto, la primera imagen también de un CVC.

La técnica utilizada por Forssmann está bien descrita en su artículo; en un primer intento, con un ayudante, tras introducir una cánula en la vena antecubital a través de una larga aguja se introdujo un catéter uretral de 4 French (Fr) impregnado en aceite hasta alcanzar unos 35 cm, en este punto su ayudante detuvo la técnica, a pesar de las indicaciones de Forssmann, por miedo a hacerle daño. Finalmente, Forssmann, en un segundo intento, se realizaría a él mismo una sección venosa, bajo anestesia local, a través de la cual pudo introducirse los 65 cm del catéter para después realizarse la radiografía.

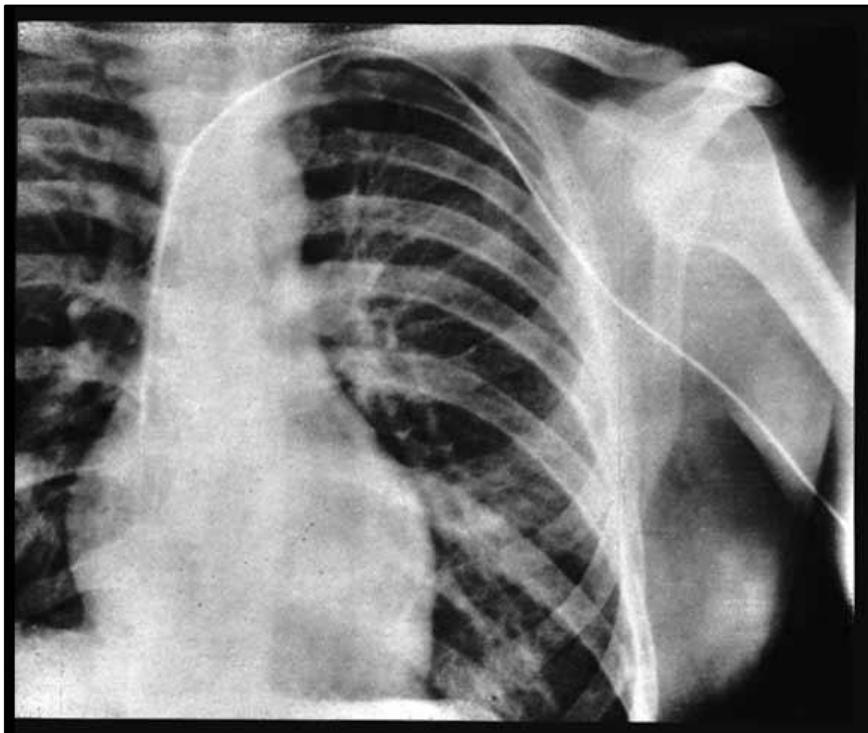


Figura 1.2.7. Radiografía de Werner Forssmann con el catéter introducido hasta aurícula derecha

Estos estudios se publicaron en 1929 y en 1956 el doctor Forssmann recibiría el premio nobel de medicina, junto a Dickinson W. Richards y André Frédéric Cournand por sus trabajos de cateterización cardiaca (45, 46).

Los CVC siguieron utilizándose para medicina experimental en el campo de la fisiología animal y humana pero el tratamiento de los pacientes se realizaba

exclusivamente de forma periférica (47). Con el desarrollo progresivo de la nutrición parenteral (48, 49), los accesos periféricos comenzaron a ser insuficientes y algunos cirujanos empezaron a pensar en la posibilidad de tratar a sus pacientes mediante un acceso central.

En 1952, Aubaniac realizó la primera punción percutánea de la vena subclavia aunque su propósito no era colocar un catéter sino obtener sangre e infundir medicación (50). Un año después, el Dr. Sven Ivar Seldinger, radiólogo sueco, describió una técnica de punción percutánea y canalización de grandes vasos que bautizó con su nombre y que, con algunas modificaciones, se continúa utilizando en la actualidad (51).

No fue hasta 1962 cuando Wilson colocó el primer catéter en la vena subclavia por vía infraclavicular (52). La intención del Dr. Wilson solo era poder medir la Presión Venosa Central (PVC); pero solo un año después utilizó una técnica similar para colocar un catéter e introducir medicación (53). Diferentes investigadores y médicos continuaron experimentando nuevas posibilidades de cateterización central. De esta forma, en 1965 se describió la colocación de un catéter por vía supraclavicular (54).

Tanto la vena yugular como la femoral se habían utilizado de forma amplia previamente, sobre todo en animales, como se describe en los trabajos de Denis, para estudios experimentales; pero en estos años se perfeccionan las técnicas de punción y se introducen los primeros catéteres (55, 56).

En cuanto a los PICC, aunque la primera intención de Forssmann fue la de utilizarlos para administrar tratamiento, quedaron relegados en su mayoría a la investigación y la medición de presiones venosas (57). Este hecho, probablemente, fue debido a que la introducción de un catéter de 4 o 5 Fr requería la utilización de grandes agujas que pocas veces eran adecuadas para las venas periféricas del paciente y, tras la difícil canalización,

continuaba existiendo el riesgo de que el catéter no quedase correctamente colocado. Además, la colocación en las venas subclavia, yugular o femoral eran, por lo general, zonas más estables que la flexura del brazo por lo que la duración de un PICC era menor que la de otros catéteres.

El resto de CVC, sin embargo, sí fueron cobrando consideración de forma progresiva y en poco tiempo, comenzaron a utilizarse ampliamente para cirugía, cuidados intensivos, NP, QT y TIV en general. En realidad, la práctica clínica distaba mucho de ser estandarizada y cada médico u enfermero canalizaba CVC según cátedra, sin llegar a diferenciar, en muchas ocasiones, los PICC del resto de los CVC (58-60).

En 1971 Abbott Laboratories saca al mercado un sistema de cateterización central a través de venas periféricas (61), que posteriormente daría lugar al “DRUM-CARTRIDGE®”, el cual continúa utilizándose hoy en día. Este dispositivo facilitó la inserción de PICCs y, pocos años después, la canalización de venas centrales desde la

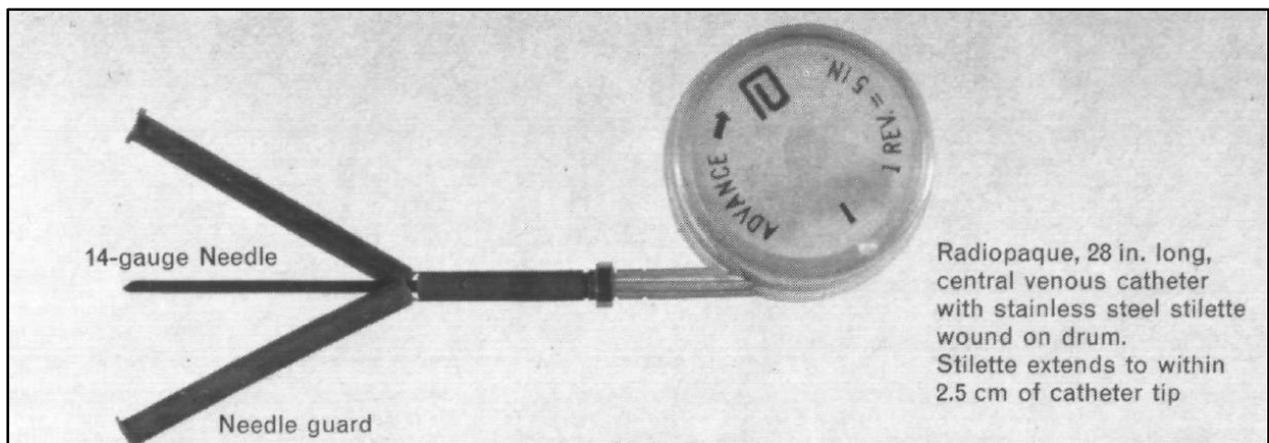


Figura 1.2.8. “Drum-Cartridge” de Abbott

vena basílica o la cefálica era una técnica común para la mayoría de los anestesiistas (62), considerándose incluso mejor que la subclavia para la medición de presiones venosas centrales (63).

A pesar de este desarrollo de la técnica de implantación del PICC, los diferentes profesionales que los implantaban continuaban encontrando problemas para mantenerlos correctamente colocados en el brazo. Por este motivo, se terminó considerando el PICC como un catéter central para tratamientos cortos recomendándose otros CVC para tratamiento más prolongados (64).

Precisamente, para poder realizar tratamientos muy prolongados varios autores fueron desarrollando sus propias versiones de la cateterización venosa central. En 1973 Broviac describe un catéter tunelizado de larga permanencia (65) y en 1979 Hickman desarrolla su famoso catéter (66). En los 70 se describe además un CVC con una cámara subcutánea que corresponderá al primer dispositivo completamente implantable (67) y que, posteriormente, dará lugar a los “port-a-cath®” o reservorios (68, 69).

Probablemente, la primera vez que se describe la colocación de un PICC como un catéter venoso central insertado periféricamente, o como lo describe su autor “peripherally inserted silicone elastomer central venous catheters” fue en 1975 (70) cuando además, se utiliza un novedoso catéter de silicona en lugar del polietileno para disminuir las tromboflebitis. Finalmente, la primera referencia al acrónimo “PICC” la encontramos en el artículo de Goodwin de 1989 (71).

Uno de los últimos catéteres desarrollados, que no pueden obtener la consideración de centrales, y cuyo uso no está excesivamente extendido son los *midlines*. Estos catéteres se describieron en 1992 y comenzaron a utilizarse en niños (72, 73). Presentan como característica que, sin alcanzar la vena cava o cavidades cardiacas, terminan en venas de gran calibre.

Durante la década de 1980, la implantación de PICC experimenta una gran evolución gracias al desarrollo de la técnica de micro-introductor, consiguiendo mejorar la tasa de

éxito de la implantación del 55% al 70%. Además, la inserción guiada por ecografía permitió la utilización de venas profundas y la colocación en el tercio medio del brazo con lo que se mejoró exponencialmente la durabilidad del dispositivo e incrementando la tasa de éxito de la implantación entre el 92 y el 100% según las series (74).

Estas nuevas formas de inserción de PICC, unidas al desarrollo progresivo de nuevos materiales, ha conducido a que, en la actualidad, los catéteres PICC vuelvan a competir con los CVC en el tratamiento de pacientes.

1.3 CAPITAL VENOSO HUMANO

Para poder colocar cualquier tipo de catéter venoso es imprescindible que contemos con la presencia de un vaso adecuado para ello. Cuanto mejor conozcamos el sistema vascular venoso, más probabilidades tendremos de encontrar la vena óptima para la canalización de un determinado catéter. Así mismo, entender las propiedades fisiológicas de la pared venosa nos permitirá aumentar nuestras posibilidades de éxito durante la implantación.

Las venas son los vasos sanguíneos encargados de la recogida de sangre que proviene de los capilares tras la perfusión orgánica. Son vasos de pared delgada ya que trabajan en un sistema de bajas presiones. Su pared está compuesta de tres capas: la capa externa o adventicia es gruesa y está formada por tejido conectivo rico en fibras colágenas, la media o muscular es más delgada con escasa presencia de fibras elásticas y musculares si la comparamos con la misma capa en los vasos arteriales. Por último, la capa interna o endotelio es bastante similar al arterial salvo que en ella podemos encontrar válvulas semilunares. Estas válvulas producen dilataciones a lo largo de la vena e impiden el flujo retrógrado de sangre, siendo más frecuentes en los miembros inferiores.

Al igual que en el sistema vascular arterial, en el venoso, podemos considerar una circulación venosa mayor y otra menor. El sistema venoso mayor está formado a su vez por dos sistemas, uno superficial y otro profundo que están interconectados entre sí por unos vasos denominados venas perforantes.

Toda la sangre recogida por el sistema venoso mayor desembocará en la aurícula derecha. Las venas de este sistema, por lo tanto, se dividen de forma retrógrada desde la aurícula derecha hasta los capilares de todo el organismo. En la aurícula derecha,

confluirán la vena cava superior y la vena cava inferior. En la aurícula izquierda, drenarán las venas pulmonares cuya sangre esta oxigenada; es decir, las del sistema venoso menor.

La vena cava inferior recoge la sangre de los miembros inferiores y del abdomen. Está formada por la unión de ambas venas iliacas comunes y en ella desembocan también un gran número de venas abdominales. A su vez, la vena iliaca común está formada por la iliaca interna y la iliaca externa. La interna recibe sangre de la pelvis y la externa se continúa con la vena femoral. Esta vena femoral común recibe sangre de la femoral profunda y de la vena safena y se continua, distalmente, con la vena poplítea.

La vena femoral profunda drena la sangre de los músculos del muslo y la vena safena es una larga vena superficial que recorre la cara interna de la pierna llegando hasta el pie. La poplítea está formada por la unión de la vena tibial anterior y posterior. La safena menor suele presentar venas perforantes que también terminan en la vena poplítea. Las venas tibiales, por su parte, drenan la sangre del pie, pierna y rodilla.

En nuestro caso, sin embargo, la vena cava superior y las venas de los miembros superiores presentan una mayor relevancia ya que son, con mayor frecuencia, el lugar de emplazamiento de los catéteres venosos.

La cava superior obtiene flujo de las venas braquiocefálicas izquierda y derecha y de la vena ácigos. El tronco venoso braquiocefálico izquierdo o vena innominada izquierda discurre por delante del tronco braquiocefálico arterial y por detrás del esternón en un camino casi vertical. Ambos troncos braquiocefálicos, o venas innominadas, se forman a partir de la vena subclavia y yugular interna de cada lado. El punto de unión de la subclavia y la yugular se conoce también como ángulo de Pirogoff. En esta zona drenará la sangre de las venas yugular externa y yugular anterior a nivel superficial y de las venas yugular interna, vena vertebral, yugular posterior y vena tiroidea inferior a nivel profundo.

La vena ácigos, recibe la sangre de la vena lumbar ascendente y la vena subcostal derecha. Además, junto con la vena hemiacigos y la vena hemiacigos accesoria forma una circulación colateral entre la cava superior e inferior. La yugular interna se forma a partir del seno sigmoideo tras pasar por el agujero yugular del cráneo, recibe, por lo tanto, la sangre del cerebro. En la parte más distal de esta vena, encontramos el llamado bulbo superior que corresponde a una dilatación de dicha vena.

La vena subclavia, por su parte, nace de la unión de la vena axilar y la vena cefálica. La vena subclavia derecha drena además la vena linfática mayor y la izquierda puede drenar el conducto torácico. La parte más distal de la vena subclavia suele presentar válvulas completas. La unión de las venas axilar y cefálica se produce cerca de la articulación esternoclavicular en un ángulo cercano a los 90°, lo que dificulta en ocasiones la progresión desde la vena cefálica a la subclavia. La vena axilar, nace de la unión de la vena basílica y braquiales en el margen inferior del músculo redondo mayor. Recoge sangre tanto del miembro superior como de la parte lateral del tórax y axila.

La vena basílica se origina en el margen cubital de la red dorsal de la mano discurriendo por el antebrazo y el brazo hasta unirse con las venas braquiales. El recorrido por el brazo es superficial hasta llegar a la fosa cubital donde se une a la vena mediana cubital que es, igualmente, superficial. Tras pasar el codo, la vena basílica se introduce, en el tercio medio del brazo, por la aponeurosis muscular, pasando a considerarse profunda durante el resto de su recorrido.

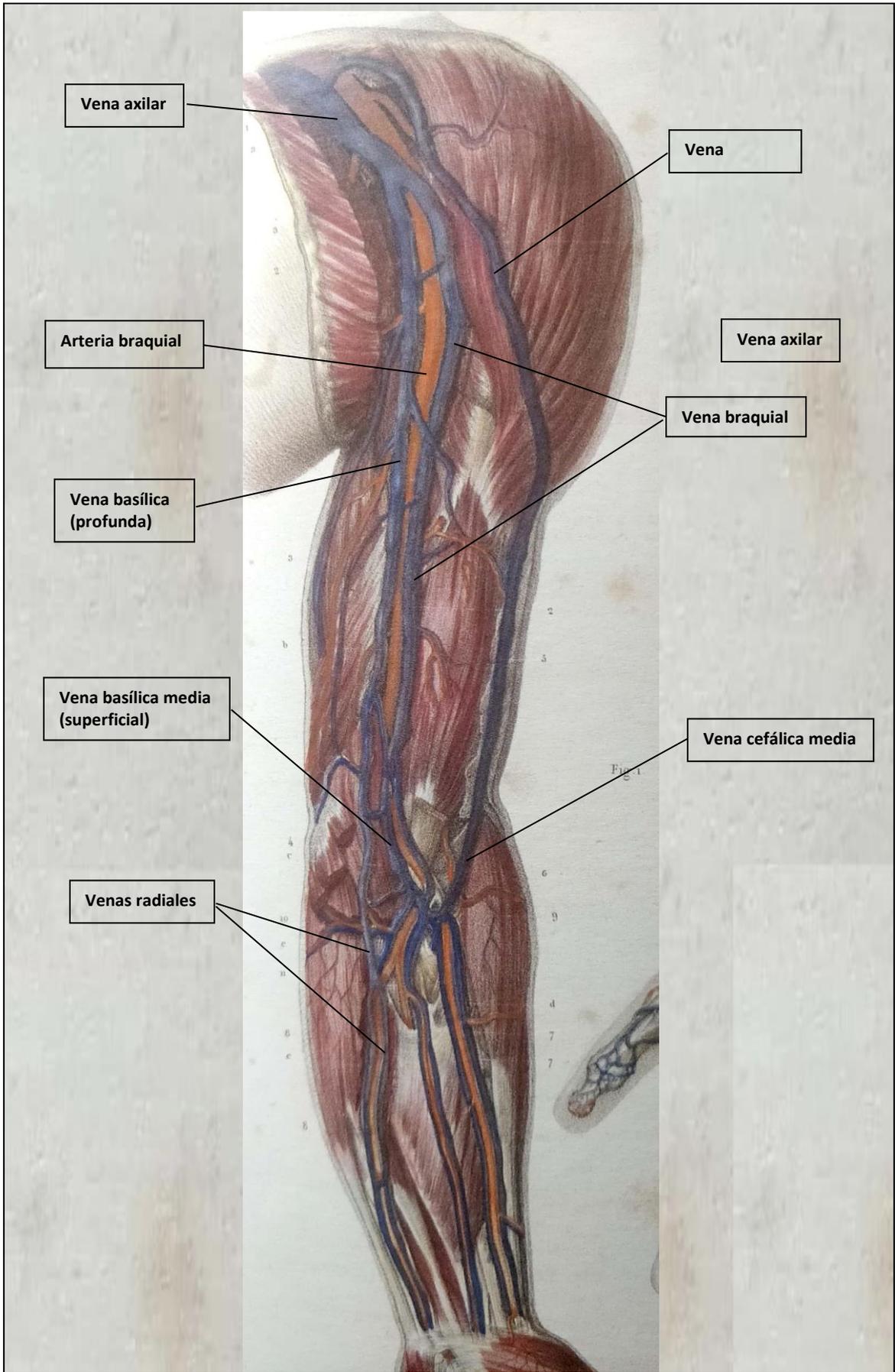


Figura 1.3.1. Venas del brazo. Adaptado de “Tratado LA ANATOMÍA DEL HOMBRE” del Dr. Bourgerly

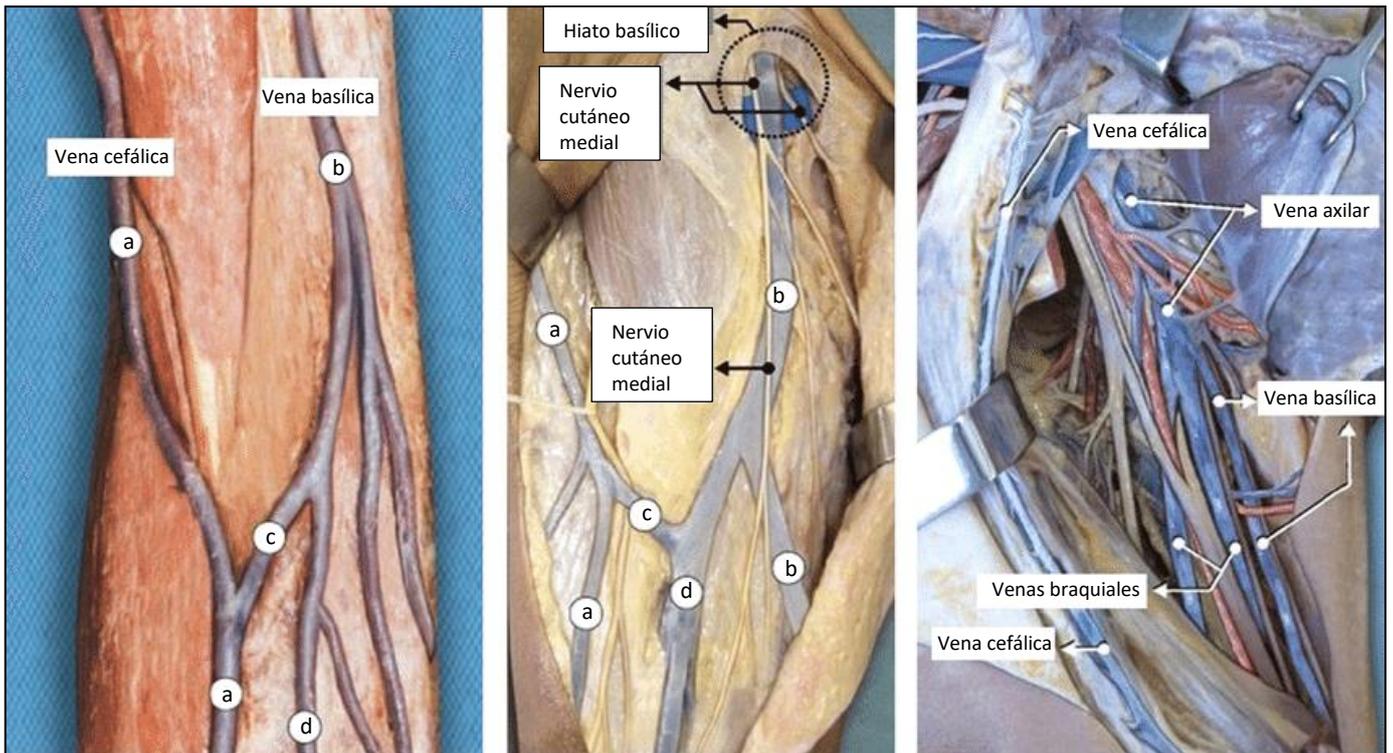


Figura 1.3.2. Venas del brazo. Adaptado de “Trombosis venosa profunda masiva de miembro superior secundaria a fractura de tercio medio de clavícula. Caso clínico” del Dr. I. Úbeda-Pérez de Heredia. a) vena cefálica. b) vena basilica. c) vena intermedia del codo. d) vena intermedia del antebrazo.

La vena cefálica nace, también, en el arco venoso dorsal de la mano y asciende de forma superficial por la cara anterior lateral del antebrazo hasta alcanzar la fosa cubital donde entra en relación con la vena cubital medial, procedente de la basilica y de la vena mediana antebraquial, con las que forma la “M” venosa de la fosa cubital. Cabe destacar que la variabilidad venosa en este punto es amplia, de forma que en ocasiones encontramos este sistema con forma de “O”, “I” o “N” (75).

La vena mediana del antebrazo suele drenar la sangre del plexo venoso de la superficie palmar de la mano. Una vez la vena cefálica abandona la fosa cubital, continúa su ascenso de forma superficial por la cara lateral del brazo hasta el hombro donde se introduce para alcanzar la vena axilar y formar la subclavia. En algunas ocasiones, esta unión se realiza

de forma bastante perpendicular, aunque la variabilidad anatómica también es muy elevada.

Si buscamos las venas profundas del brazo encontraremos a las venas braquiales que trazan su recorrido alrededor de la arteria braquial y se forman a partir de las venas radiales y cubitales. Las venas radiales son concomitantes de la arterial radial y recogen la sangre del dorso de la mano y la cara lateral del antebrazo. Las venas cubitales se desarrollan junto a la arteria cubital desde la mano y la cara medial del antebrazo.

(76)

1.4 EL TRATAMIENTO INTRAVENOSO. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES PARA LA CANALIZACIÓN DE UN CVC

El tratamiento intravenoso o TIV consiste en la administración de sustancias líquidas con fines diagnósticos o terapéuticos en el torrente sanguíneo venoso.

Para muchos fármacos, esta forma de administración es la única posible, para otros, la administración intravenosa resulta más rápida y efectiva que el resto de formas de utilización. La administración intravenosa permite, además, la perfusión continua de sustancias para mantener unos niveles plasmáticos estables. Esta situación es muy frecuente en determinados servicios como puede ser la UCI.

La TIV se considera cuando no es posible administrar el tratamiento por vía oral o cuando se requieren efectos inmediatos de este tratamiento. Para su administración, precisa de la colocación de un catéter venoso ya que el tratamiento mediante punción venosa directa no se realiza de forma habitual en la actualidad.

Existe una amplia variedad de catéteres venosos. Para elegir el más adecuado en cada caso, se valorarán las características del paciente, el tiempo de tratamiento y las propiedades físico-químicas del fármaco a infundir.

Tras analizar estas características, se podrá decidir utilizar un CP o un CVC. Esta elección es una decisión importante ya que la implantación de un CVC conlleva complicaciones potenciales y efectos secundarios. Siempre que hablemos de la administración central de un fármaco nos referiremos a catéteres que liberen el fármaco a nivel de cava superior, inferior o dentro de las cavidades cardiacas.

1.4.1 - Indicaciones de canalización de un CVC

A continuación, se relatan una serie de indicaciones prácticas para la canalización de un CVC y se desglosarán según las características del paciente, el tiempo de tratamiento, las propiedades físico químicas del fármaco y las posibles contraindicaciones para la canalización que puedan ocurrir.

1.4.1.1 Según las características del paciente

Para poder canalizar un catéter periférico es imprescindible valorar el capital venoso del paciente, es decir, la presencia de venas periféricas adecuadas. Esto puede verse dificultado por múltiples factores como la obesidad del paciente, el edema del miembro, hematomas previos, etc. Durante la evaluación de las venas, debemos tener en cuenta que es preferible implantar el catéter en los miembros superiores, aunque en situación especiales, las venas de los miembros inferiores también pueden ser utilizadas. En caso de no encontrar venas adecuadas para la colocación de un CP, se podrá plantear la colocación de un CVC.

1.4.1.2 Según el tiempo de tratamiento

Los CP son los dispositivos más utilizados para llevar a cabo la TIV; pero su uso está restringido a tratamientos de corta duración. Según las recomendaciones actuales deberían emplearse para tratamientos menores a 5 días y ser sustituidas cada 72-96 horas. En la práctica real, su utilización suele ser más prolongada a costa del frecuente recambio del catéter (77). Tratamientos intravenosos prolongados en el tiempo nos llevarán a considerar la necesidad de un CVC.

1.4.1.3 Según las propiedades físico-químicas del fármaco

Se consideran tratamientos idóneos para la administración periférica todos aquellos fármacos que presenten una osmolaridad inferior a 600 mOsm/L o un pH entre 5 y 9. Las sustancias fuera de estos parámetros podrán administrarse de forma periférica en situaciones de urgencia o bajo una indicación médica concreta; pero sabiendo que la probabilidad de lesionar el endotelio venoso y, por lo tanto, la producción de flebitis, trombosis y esclerosis del vaso serán mucho mayores.

En la Tabla 1.4.1 se recogen algunos de los fármacos habituales utilizados mediante un CVC y sus características físico-químicas.

FÁRMACO	pH	Osmolaridad mOsm/L
Aminas	3-5	300-350
Nutrición parenteral periférica	4.5-7	≈ 750
Nutrición parenteral central	4.5-7	900-2,000
Bicarbonato 1M	7-8.5	2,000
Dextrosa 50%	≈ 4.5	2,526
Dextrosa 5% / salino 0.9% + 40mEq ClK	5-6	642
Cloruro Cálcico 10%	5.5-7.5	2,102
Antibióticos	1.8-7.5	250-500
Tiopental	5-7	215

Tabla 1.4.1 Algunos fármacos habituales que pueden precisar administración central.

Además, existen determinadas sustancias con mayor capacidad de producir daños tisulares a pesar de presentar un pH y osmolaridad adecuadas. Estas sustancias se dividen en irritantes y vesicantes según produzcan prurito e inflamación o sean capaces de desprender el tejido cutáneo e incluso causar necrosis del mismo. En las tablas 1.4.2 y 1.4.3, se muestran algunas de las sustancias irritantes o vesicantes más frecuentes.

FÁRMACOS IRRITANTES

amiodarona	clindamicina	indometacina	quinupristina- dalfopristina
amobarbital	dantroleno	irinotecán	levofloxacino
anfotericina b	diazepam	hierro dextrano	meperidina
ampicilina sódica	dolasetrón	octreotida	meropenem
azitromicina	doxapram	ondansetron	metronidazol
aztreonam	doxiciclina	oxacilina	midazolam
bleomicina	eritromicina	pantoprazol	milrinona
bortezomib	foscarnet	penicilina	nicardipina
cefepima	ganciclovir	pentostatina	nitroprusiato
cefotetan	hemina	piperacilina	rifampicina
ceftriaxona	hidromorfona	PPN	rocuronio
cefuroxima	ifosfamida	polimixina	sulbactam sódico
ciprofloxacina	imipenem	KCL	sulfametazol
cisplatino	inmunoglobulina por encima del 10 %	propofol	topotecán

FÁRMACOS VESICANTES

aciclovir	dobutamina	mecloretamina	fenobarbital
cloruro de calcio	docetaxel	metocarbamol	fenilefrina
gluconato de calcio	dopamina	metotrexato	fenitoína
carboplatino	doxorubicina	mitomicina	clorhidrato de prometazina
carmustina	ededato disódico	mitoxantrona	bicarbonato de sodio
clorotiazida	epinefrina	nafcilina	estreptozotocina
ciclofosfamida	epirubicina	norepinefrina	teniposida
dacarbazina	esmolol	oxaliplatino	tobramicina
dactinomicina	etopósido	paclitaxel	TPN
daunorrubicina	idarrubicina	fenergán	vancomicina
dextrosa por encima del 10 %	lorazepam	pentamidina	vasopresina
	manitol 10–20 %	pentobarbital	

Tabla 1.4.2 Fármacos irritantes y vesicantes.

Tras valorar todas estas características, decidiremos si nuestro paciente puede realizar su tratamiento a través de un CP. En los sujetos que no consideremos candidatos a estos, se planteará la posibilidad de canalización de un CVC.

Además de la realización de una TIV concreta, existen otras indicaciones de canalización de un CVC. Estas pueden ser: la monitorización hemodinámica, la realización de terapias extracorpóreas y la colocación de dispositivos venosos como marcapasos, filtros de cava o la inserción de stents venosos.

1.4.2 - Contraindicaciones para la canalización de un CVC

Las contraindicaciones para la canalización de CVC están en relación con la probabilidad de producción de complicaciones relevantes durante su colocación o utilización.

Todos los pacientes con coagulopatía presentan una contraindicación relativa para la inserción de un acceso central ya que la posibilidad de sangrado será mayor. Esta contraindicación es más relevante en el acceso a través de la vena subclavia; ya que, en caso de punción arterial, la compresión de la arteria subclavia resulta más compleja que la de la arteria femoral o la carótida.

Además, todas las alteraciones de los tejidos en la zona de implantación del CVC constituirán una contraindicación relativa o absoluta según la naturaleza de la misma. La presencia de marcapasos o previos podría modificar nuestra decisión de canalizar un CVC en una determinada localización. Las alteraciones vasculares relevantes, como pueden ser estenosis u otras alteraciones vasculares, así como las deformidades anatómicas graves, como grandes escoliosis, cifosis o ciertas alteraciones congénitas también constituirán potenciales contraindicaciones. De esta forma, se vuelve indispensable valorar, de manera individualizada, las características concretas de cada paciente a la hora de canalizar un CVC.

(78, 79)

1.5 EL CATÉTER VENOSO. TIPOS DE CATÉTERES: Características

Cuando hablamos de un catéter venoso o catéter vascular nos referimos a un dispositivo alargado con forma tubular compuesto de dos segmentos; uno intravascular, fabricado habitualmente en silicona o poliuretano, y otro extravascular que puede estar fabricado en una amplia variedad de materiales plásticos. El extremo proximal del segmento extravascular finalizará en una pieza de conexión a los sistemas de sueroterapia denominada también infusor. Entre los segmentos intra y extravasculares, encontramos un sistema de unión de cada una de las luces con un único catéter que contendrá todas las luces en su interior y que será el que se introduzca en el paciente.

A continuación, detallaremos de forma gráfica las partes de los principales tipos de CVC:

- A. Segmento intravascular
- B. Segmento extravascular
- C. Sistema de unión de las luces y fijación
- D. Manguito de dacrón
- E. Conexiones
- F. Clamps

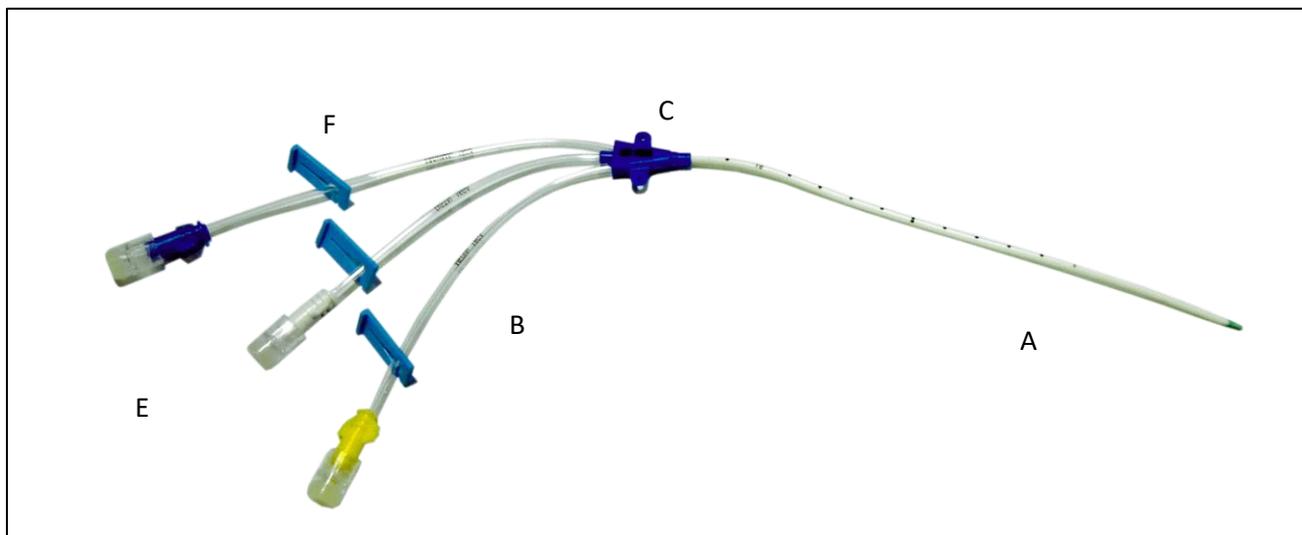


Figura 1.5.1 CVC.

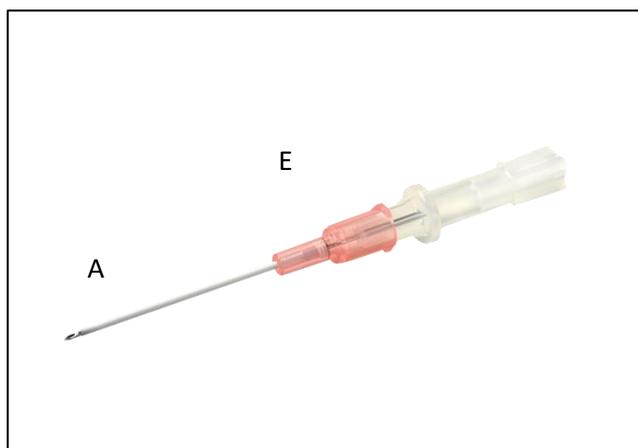


Figura 1.5.2 CP.

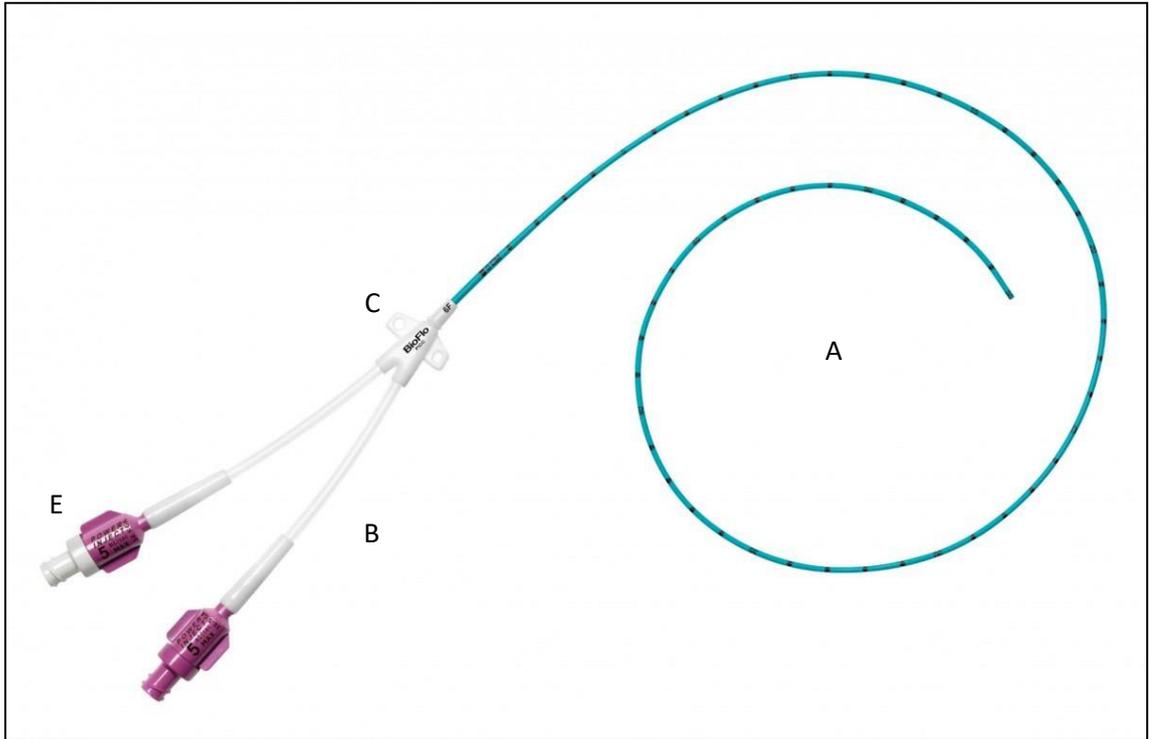


Figura 1.5.3 PICC.

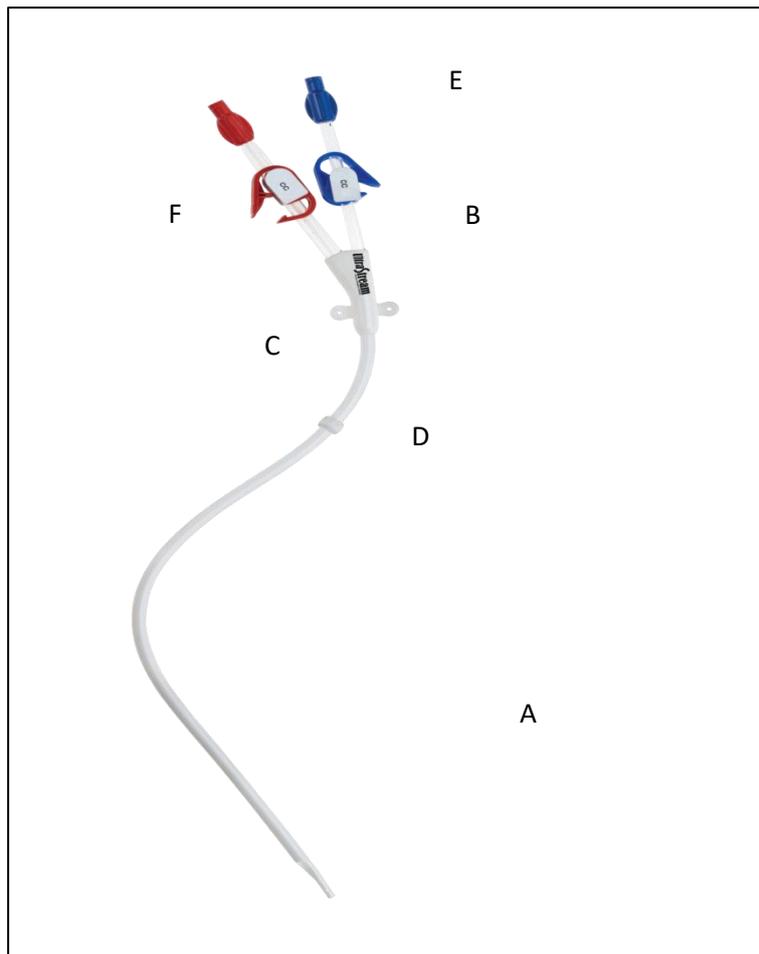


Figura 1.5.4 Catéter tunelizado.

Existen muchas formas diferentes de clasificar los catéteres vasculares. Como observábamos en el capítulo previo, una de las diferencias fundamentales está en relación con el punto de liberación del fármaco en el torrente sanguíneo; ya que muchos fármacos deben ser administrados de forma central, es decir, en una vena de grueso calibre, como la vena cava, o en el interior de las cavidades cardíacas.

La segunda de estas principales formas de diferenciar los catéteres venosos reside en el punto de punción de inserción del catéter. Los catéteres venosos periféticos utilizan venas superficiales de los miembros. Los CVC clásicos se introducen en venas de gran calibre como son la vena yugular, subclavia, axilar o femoral tomando nombre en función de la vena canalizada. Como podemos imaginar, el objetivo de insertar un catéter en zonas

próximas al corazón es alcanzar, fácilmente, la vena cava. En el caso de no ser así, podríamos considerarlos como CVC mal posicionado, ya que no contaría con todas las características ni ventajas de los CVC.

Pero los catéteres centrales también se pueden colocar a través de venas más distales. Cuando encontramos un catéter que, desde una vena periférica, alcanza la vena cava o la aurícula derecha lo denominaremos catéter venoso central de inserción periférica, o por su acrónimo "PICC".

Existe otra característica que nos ayudará a diferenciar los tipos de catéter. Desde 1973, se desarrolló la posibilidad hacer pasar el catéter a través de un recorrido por tejido subcutáneo antes de la introducción en el vaso venoso. A esta técnica se le llamó tunelización. En la actualidad, se comercializan distintos catéteres diseñados específicamente para ser tunelizados; pero cualquier catéter podría presentar una tunelización más o menos amplia. Los catéteres específicamente diseñados con este propósito cuentan con un manguito de dacron que deberá quedar situado en el tejido subcutáneo.

Un tipo específico de CVC tunelizado sería el totalmente implantable conocido también como reservorio, puerto o port-a-cath. Este catéter cuenta con la característica de que no externaliza ninguna de sus partes. En su lugar presenta un dispositivo implantado subcutáneo el cual se perfora, con una aguja diseñada a tal efecto cada vez que se quiere utilizar el catéter.

Otras muchas características pueden diferenciar unos catéteres venosos de otros. Las más importantes, además de las previamente descritas, serían el número de luces, el grosor y la longitud del catéter, la impregnación o no con sustancias antibacterianas o la presencia de válvulas antiretorno proximales o distales.

A continuación, hablaremos de forma más ampliada de cada tipo de catéter venoso que podemos encontrar:

1.5.1 - Según la localización de la punta del catéter

Probablemente se trata de la principal diferencia entre los distintos tipos de catéteres.

1.5.1.1 Catéter periférico corto (clásico)

La gran mayoría de la TIV puede administrarse a través de una vía periférica y, por este motivo, el CP clásico, es con diferencia el más frecuentemente utilizado.

Estos catéteres presentan una luz de entre 12 y 26 Gauge (G) y pueden llegar a medir hasta siete cm. Se colocan en venas superficiales de los miembros superiores e inferiores. Suelen ser catéteres de corta duración, menos de 5 días, por lo que durante el ingreso de un paciente es habitual que se precise la sustitución de varios CP. Sus complicaciones más frecuentes son la flebitis, la retirada accidental y otros problemas mecánicos. Su colocación puede considerarse sencilla en la mayoría de las ocasiones, sobre todo teniendo en cuenta que produce pocas complicaciones graves durante su implantación (80).

1.5.1.2 Catéter de línea media o “midline”

Existe un tipo especial de CP conocido por su nombre en inglés midline, es decir, catéter medio, que presenta una longitud y estabilidad mayor que los CP clásicos. Podemos considerar como midline todo catéter de entre ocho y 35 cm siempre que no alcance la vena cava superior. Este tamaño permite que la punta del catéter quede localizada en la vena axilar o subclavia aumentando su durabilidad del mismo entre dos y cuatro semanas, pero sin poder considerarse un CVC.

1.5.1.3 Catéteres venosos centrales

Como se ha comentado previamente, la principal característica de los catéteres centrales es que su extremo distal finaliza en una vena de grueso calibre; es decir, su punta está localizada en la vena cava superior, vena cava inferior o en la aurícula derecha.

Los CVC se subdividen en varias categorías según el lugar de inserción, materiales utilizados, formas de emplazamiento y mecanismo de infusión del fármaco. Los puntos de inserción más habituales son la vena yugular interna, la vena subclavia y la vena femoral. Miden entre 15 y 30 cm y su calibre es variable según el material empleado y el número de luces que presente, situándose, normalmente, entre los siete y nueve Fr.

La duración de un CVC clásico dependerá de sus cuidados y utilización. De esta forma, se establece una durabilidad de unas tres semanas, pero con un cuidado y vigilancia adecuado puede ser utilizado durante un periodo de tiempo bastante más prolongado.

1.5.2 - Según el punto de inserción del catéter

El punto de inserción del catéter será otra de las principales características diferenciadora de los tipos de catéteres.

1.5.2.1 Catéter PICC

Existen catéteres diseñados para ser colocados a través de venas periféricas que alcanzarán la vena cava o las cavidades cardíacas. Estos catéteres son los que conoceremos como PICC de los que se hablará de forma prolongada en capítulos posteriores de la presente TD.

1.5.3 - Catéteres con recorrido subcutáneo o tunelizados

Importante característica diferenciadora que influirá, entre otros aspectos, en la duración del catéter.

1.5.3.1 Catéteres de diálisis

La diálisis a través de catéter se lleva a cabo cuando no se dispone de una fístula arterio-venosa madura. Por norma general, se utilizarán catéteres tunelizados implantados en la vena yugular interna. En caso de urgencia, se puede proceder a la diálisis a través de catéteres no tunelizados; pero se aconseja no prolongar su uso durante más de 3 semanas. Estos catéteres no tunelizados son conocidos como “catéter Shaldon” en honor al médico que comenzó a realizar esta técnica (81).

La mayoría, sin embargo, serán catéteres tunelizados con un recorrido intravascular de entre 15 a 25 cm, según la localización, con dos luces de similar tamaño; así como un calibre de entre 13 a 15 Fr. La externalización del catéter se realiza normalmente por debajo de la clavícula o la parte superior del hemitórax seleccionado. De forma habitual, cuentan con un sistema de fijación subcutánea a partir de un manguito de dacrón que queda alojado un centímetro antes de la externalización del catéter.

Estos dispositivos pueden durar meses o incluso más de un año según las necesidades del paciente (82).

1.5.3.2 Catéter de Hickman, Broviac y Groshong

El catéter de Hickman es también un dispositivo tunelizado, desarrollado en 1979 y de características similares a los catéteres tunelizados de hemodiálisis; pero que suele utilizarse para la administración de NP, QT, en el trasplante de progenitores hematopoyéticos y en pacientes con necesidad prolongada de tratamiento.

Puede constar de una, dos o tres luces y la forma de canalización más habitual es a través de la yugular interna con una tunelización hasta la pared anterior del tórax.

El catéter de Broviac cumple con casi todas las características típicas de un catéter Hickman; pero es más corto y de menor calibre ya que su uso es, predominante, en pacientes pediátricos.

La principal característica del catéter de Groshong es que posee una válvula de tres luces en la punta que se abre hacia afuera durante la infusión y hacia dentro durante la aspiración. Existen varias versiones de este mismo catéter, podemos encontrarlo como catéter tunelizado o no tunelizado e insertado de forma central o periférica.

1.5.3.3 Dispositivos totalmente implantables

La principal peculiaridad de los dispositivos totalmente implantables (DTI) es la presencia de una cámara de infusión, denominada comúnmente reservorio o puerto, que queda alojada en el plano subcutáneo de la cara anterior del tórax. La TIV se podrá infundir gracias a una aguja especializada que perfora la piel y penetra en este reservorio.

El resto del catéter, tras un recorrido subcutáneo, se introduce a través de la vena subclavia o yugular interna ipsilateral hasta alcanzar la cava superior o la aurícula derecha.

Estos catéteres presentan una gran durabilidad pudiendo quedar implantado durante varios años (83).

1.5.3.4 Otros catéteres tunelizados

Como hemos comentado, la tunelización de los catéteres no es exclusiva de los dispositivos previamente analizados; sino que se puede llevar a cabo con cualquier catéter que tenga la longitud adecuada. Es por esto que tanto los CVC clásicos como los PICC pueden ser tunelizados, a pesar de no presentar manguito de dacrón ni ninguna otra característica específica.

1.5.4 - Catéteres impregnados

Desde que se comenzasen a canalizar catéteres, se ha realizado un importante esfuerzo en evitar las complicaciones relacionadas con la implantación y la utilización de estos dispositivos. Una de las complicaciones más temidas es la bacteriemia.

Entre las estrategias que encontramos para evitar la colonización bacteriana del catéter, y la consiguiente bacteriemia, está la de impregnar el propio catéter con sustancias antisépticas (plata, clorhexidina) o antibióticas (minociclina, rifampicina) con el fin de disminuir la colonización del catéter y la producción de bacteriemias asociadas.

La implantación definitiva de este tipo de catéter aún no se ha llevado a cabo ya que, aunque en muchos estudios parece que pueden ser útiles, la bibliografía es aún contradictoria y su precio es bastante más elevado. Algo que quizá sí está más claro es que la cobertura con minociclina y rifampicina; así como con clorhexidina es más efectiva que la de plata (84-86). Estos catéteres pueden representar una ventaja en ciertas situaciones y actualmente están indicados en aquellas unidades con altas tasas de BRCV.

1.5.5 - Catéteres valvulados

Las válvulas pueden ser colocadas tanto en la parte proximal como distal del catéter. Su objetivo será evitar el reflujo de sangre con lo que, en teoría, se podría conseguir un descenso de las bacteriemias, ya que no ascienden microorganismos desde la sangre; así como de las complicaciones obstructivas, puesto que evita la formación de trombos en el interior del catéter.

Sin embargo, los catéteres valvulados tampoco han llegado a utilizarse de forma relevante y su utilidad aún está en entredicho (87, 88).

1.5.6 - Número de luces, longitud y grosor

Otra forma de poder diferenciar catéteres es en cuanto al número de luces, el diámetro de la luz interna de las mismas o la longitud del catéter. Obviamente, cuantas más luces posea un catéter mayor grosor presentará o menor diámetro tendrá cada una de sus luces. La disposición espacial de estas luces, así como la terminación de cada una a lo largo del catéter es variable y se debe describir junto con el resto de información del catéter.

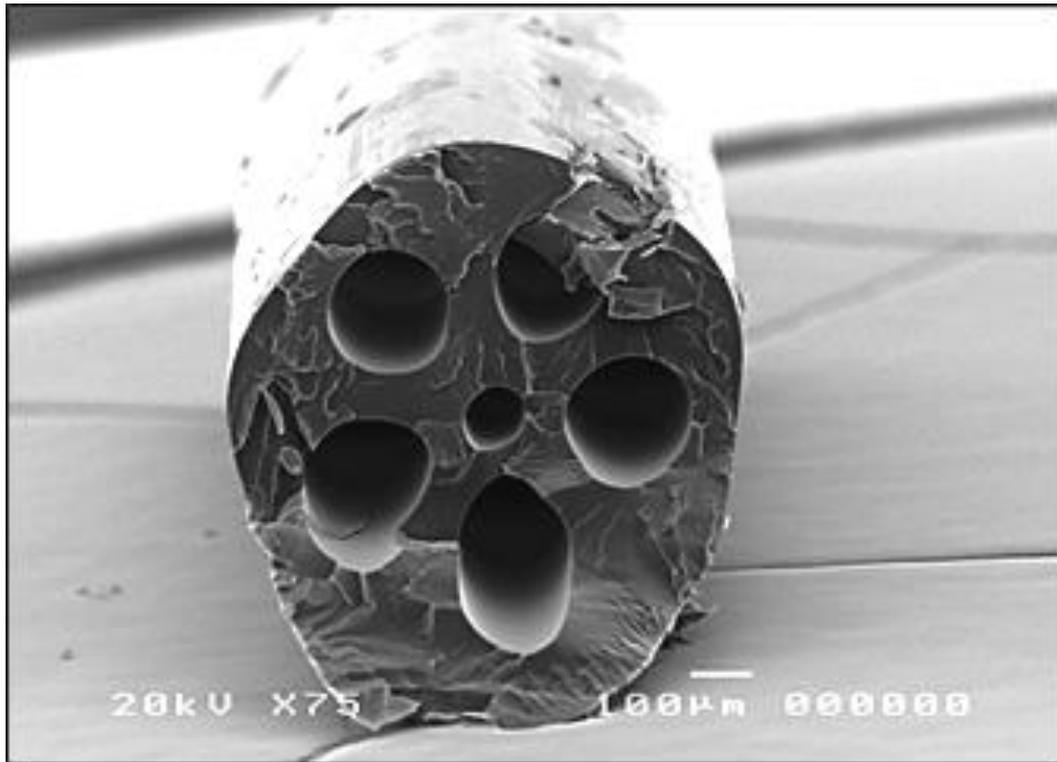


Figura 1.5.5 Disposición de las luces en el interior de un catéter. “Imagen de <http://www.imagingresource.se/>”

(56, 89, 90)

1.6 EL CATÉTER VENOSO. TIPOS DE CATÉTERES: Materiales

La principal cualidad que un catéter venoso debe presentar es la biocompatibilidad, es decir, la capacidad de permanecer inalterado por la respuesta orgánica del paciente en el que está implantado. Esta característica dependerá fundamentalmente del material con el que esté fabricado el catéter.

La respuesta orgánica suele estar liderada por las plaquetas que reconocen el catéter vascular como un elemento extraño, activándose y formando una película sobre el catéter a la que, posteriormente, se le añadirá fibrina. Además, los catéteres más rígidos pueden dañar el endotelio venoso de forma mecánica activando la formación de trombos. Todo esto termina precipitando la obstrucción del catéter, y facilita la adhesión de microorganismos, así como la producción de TVP.

A lo largo de los años, la industria médica ha experimentado con distintos materiales buscando el que mejor se adapte a las necesidades de tratamiento de cada paciente. Los primeros materiales utilizados fueron el polietileno, el nailon, el polipropileno y el PCV. En los años 60, se produjeron también catéteres de teflón; pero la gran revolución se produjo con la llegada de las siliconas y los poliuretanos.

Alguna de las características más importantes del poliuretano es la de presentar muy buena biocompatibilidad, así como resistencia a la extensión y a la presión interna del catéter. Gracias a esta mejor resistencia los catéteres de poliuretano pueden fabricarse más finos, con menor pared, lo que permitirá una luz de mayor tamaño y una menor tendencia a la obstrucción. Además, se vuelven blandos una vez introducidos en el

torrente sanguíneo aumentando su complianza y su diámetro al aplicar una presión para infundir un fármaco. Presentan también una mayor resistencia a la torsión, son tromboresistentes y toleran la inmensa mayoría de productos químicos, salvo el alcohol que sí puede dañarlos.

La principal ventaja de las siliconas es que son más blandas que los poliuretanos y suficientemente resistentes. Esto aumenta su durabilidad y disminuye la formación de trombos, las flebitis mecánicas y el daño endotelial. Sin embargo, pueden romperse ante una fuerza de tracción elevada y, aunque presentan buena resistencia tanto al alcohol como a la mayoría de solventes, la povidona yodada puede llegar a deteriorarlos.

Se utilizan en medicina desde hace más de 60 años y, en la actualidad, podemos decir que existen dos tipos diferentes de siliconas. Las siliconas restringidas “restricted” presentan una menor durabilidad que las no restringidas “unrestricted” que son las que se utilizan para la fabricación de la mayoría de los catéteres.

La práctica totalidad de los catéteres vasculares tanto centrales como periféricos se fabrican con uno de estos dos materiales y se continúan desarrollando nuevas generaciones de poliuretanos, como el Poliuretano Vialon; así como con híbridos de poliuretano y silicona.

En cuanto a los PICC, y dado que la relación entre el calibre del catéter y la vena utilizada puede aumentar la producción de trombos, reducir el diámetro del catéter es fundamental. Es por esto que los catéteres de poliuretano suelen ser los más utilizados (91).

(92, 93)

1.7 COMPLICACIONES DE LOS CATÉTERES PERIFÉRICOS

La canalización de un CP puede considerarse una técnica sencilla y poco invasiva y las complicaciones durante su inserción no son muy relevantes. Sin embargo, las incidencias durante la utilización de estos dispositivos sí son importantes y, además, frecuentes y precoces lo que impide una larga durabilidad y conlleva la necesidad de realizar varios cambios de CP para poder completar un tratamiento.

En cuanto a las complicaciones durante la inserción, las más prevalentes son el sangrado menor y la producción de hematomas, así como la canalización de “falsas vías” que provocaran extravasación del fármaco al iniciar el tratamiento. Además, las punciones pueden ser dolorosas y, en ocasiones, se produce la punción accidental de arterias, tendones o nervios. La compresión por el torniquete también se ha considerado complicación de la técnica en algunos trabajos.

Los principales problemas durante el uso del catéter son la obstrucción, la infiltración y extravasación, la flebitis e infección del catéter y la trombosis venosa. Existen otras complicaciones más raras como el embolismo aéreo, la fragmentación y la migración del catéter.

El lavado correcto de manos y la realización de una técnica aséptica es muy importante durante la canalización de un CP para evitar estas situaciones.

A continuación, comentaremos de forma pormenorizada las complicaciones más relevantes:

1.7.1 - Obstrucción

En cuanto a la obstrucción, lo más frecuente es que esté causada por la presencia de un trombo en el extremo distal del catéter o por la precipitación de sustancias incompatibles introducidas durante el tratamiento. El reflujo de sangre por las luces y sistemas de infusión es un factor de riesgo para la obstrucción por lo que la mayoría de las medidas de prevención están encaminadas a prevenir esto, así como a purgar el catéter adecuadamente.

1.7.2 - Infiltración y extravasación

La infiltración o extravasación es la salida del tratamiento fuera de la circulación sanguínea, en el tejido subcutáneo perivascular. Dependiendo de la capacidad irritativa del producto, este fenómeno provocará un mayor o menor daño en estos tejidos. Hablamos de infiltración cuando el producto que queda en el tejido subcutáneo no es vesicante y extravasación cuando sí lo es.

En cualquier caso, un catéter fuera de luz del vaso es un catéter inutilizado, bien sea por rotura de la vena o por movilización del catéter, y no será posible continuar el tratamiento de forma segura. Además, se deberá realizar cuidados y curas según la lesión que haya provocado el fármaco en cada situación.

1.7.3 - Flebitis e infección del catéter

La flebitis supone la inflamación de la vena en la que se encuentra alojado el dispositivo. Esta inflamación puede estar causada por microorganismos, trombos, causas tóxico-farmacológicas o incluso mecánicas. Cuando está causada por un microorganismo, se considerará infección del catéter y puede presentar exudación de pus por el orificio de salida del catéter.

Para su diagnóstico, es necesaria la revisión diaria de los CP en busca de signos de inflamación: rubor, edema, dolor y/o tumefacción que puede llegar a producir un cordón fibroso palpable a lo largo del recorrido venoso.

La presencia de una flebitis causada por un CP implica la necesaria retirada del mismo, así como la aplicación de otras medidas para tratar la inflamación. No es necesario el tratamiento antibiótico en caso de que se resuelva el proceso al retirar el catéter a no ser que se produzca una infección de partes blandas o que la infección se acompañe de datos de sepsis en el paciente.

1.7.4 - Trombosis venosa

Es una complicación poco frecuente en CP clásicos o cortos. Puede provocar dolor, edema e incapacidad funcional, aunque muchos pacientes continuarán completamente asintomáticos. Puede extenderse a venas de mayor calibre y precipitar, finalmente, una TVP.

(80)

1.8 COMPLICACIONES DE LOS CATÉTERES VENOSOS CENTRALES

Durante este capítulo, hablaremos de las complicaciones de los CVC clásicos, es decir, de los que se insertan en venas de grueso calibre; yugular interna, subclavia o femoral.

Al igual que con los CP, dividiremos este capítulo en complicaciones durante la inserción y complicaciones durante la utilización del catéter.

1.8.1 - Complicaciones durante la inserción

La canalización de un CVC es una técnica invasiva que puede presentar complicaciones graves. Estas pueden resultar especialmente relevantes en pacientes frágiles, como ancianos o enfermos críticos.

La inserción exitosa de un CVC depende de múltiples factores. Alguno de estos factores, como por ejemplo la experiencia del implantador, podrá ser modificable a través de un correcto entrenamiento. Otros, como las características anatómicas -obesidad, variaciones anatómicas de la normalidad- o patológicas -estenosis venosas, trombosis, adenopatías-, no serán modificables en la mayoría de los casos.

Cada médico, en función de su experiencia y su habilidad práctica, debe decidir cuál es la mejor estrategia a la hora de colocar un CVC en un determinado paciente. Es necesario, sin embargo, tener en cuenta que existen herramientas que pueden ayudar a obtener un mayor porcentaje de éxito y una menor tasa de complicación. En este sentido, muchos artículos y revisiones sistemáticas han avalado la utilización de la ecografía durante la inserción de los CVC (94-97).

Aunque existe gran variabilidad entre centros, podemos decir que aproximadamente el 22% de los intentos de canalización de un CVC no son exitosos. La vena más complicada a la hora de implantar un catéter es la subclavia, con hasta un 29% de intentos fallidos, y la más sencilla la vena femoral, con un 15% de fallos.

Las complicaciones más frecuentes durante la canalización de un CVC son la producción de neumotórax, punciones arteriales, mal posición, hematomas y hemotórax.

1.8.1.1 Neumotórax

Por definición, hablamos de neumotórax cuando existe la presencia de aire en la cavidad pleural, es decir, entre pleura parietal y visceral. Esto se produce, en ocasiones, por la ruptura del parénquima pulmonar, lo que permite el paso de aire hacia la pleura. En el caso de los neumotórax iatrogénicos, producidos durante el intento de punción venosa, la aguja traspasa pleura parietal y visceral lesionando el pulmón y provocando la salida de aire.

Según la cantidad de aire que pase a la cavidad pleural, clasificaremos el neumotórax como grande o pequeño. Aunque no existe un consenso universal, podemos decir que los neumotórax con más de tres cm de cámara aérea visualizada en una radiografía de tórax serán considerados como grandes, según recomienda el “American College of Chest Physicians”. Sin embargo, un neumotórax puede llegar a ser mucho mayor y ocupar todo el hemitórax, colapsando completamente el pulmón o incluso transformarse en un neumotórax a tensión en el que un efecto valvular permite la entrada de aire a la cavidad pleural pero no su salida. Esta sería la situación más grave ya que se genera un aumento de la presión dentro de la cavidad torácica desviando las estructuras mediastínicas y produciendo hipoxemia, shock obstructivo y, si no se resuelve, causando la muerte del paciente (98, 99).

Esta complicación se produce con más frecuencia durante la canalización de un CVC en la vena subclavia, encontrándola entre el 1.5 y el 3.1% de las canalizaciones. El neumotórax iatrogénico durante la canalización de la vena yugular interna es más raro ya que el punto de punción está más alejado de la pleura y, por supuesto, la canalización femoral no presenta esta complicación.

En los casos en los que produzcamos un neumotórax grande, se deberá realizar el drenaje percutáneo del mismo mediante la colocación de un catéter conectado a un sistema de drenado con válvula antirretorno.

1.8.1.2 Punción arterial

Cada una de las venas en las que podemos colocar una vía central se relaciona con una arteria de gran calibre acompañante. Esto significa que la posibilidad de punción arterial es siempre una realidad. Los porcentajes de punción arterial varían considerablemente según la localización. Donde más nos encontraremos esta complicación será en la canalización de la vena femoral, con entre un 9.0 y un 15.0% de eventos de este tipo, tras esta la vena yugular presenta una frecuencia de entre un 6.3 y un 9.4% y, finalmente, en la canalización de la vena subclavia se produce entre el 3.1 y el 4.9% de punciones arteriales.

El sangrado arterial se vuelve especialmente relevante en los pacientes anticoagulados donde la punción arterial se verá acompañada de un riesgo alto de hemorragia grave. A pesar de que la canalización en vena subclavia conlleva un bajo riesgo de punción arterial, será la menos utilizada en pacientes anticoagulados dado que una hemorragia en dicha localización sería muy difícil de comprimir y, por tanto, de resolver. La compresión de la arteria carótida y/o femoral resulta mucho más sencilla en caso de punción accidental por

lo que son las indicadas para pacientes anticoagulados o con riesgo aumentado de sangrado.

1.8.1.3 Mal posición

La mal posición del catéter es una complicación temida, no porque cause un daño por sí misma; sino porque en muchas ocasiones supondrá la necesidad de repetir el procedimiento y, por lo tanto, de volver a someter al paciente a una punción. En algunas ocasiones, un catéter mal posicionado puede ser utilizado, siempre que quede alojado en una vena de calibre amplio y las sustancias a infundir no sean especialmente vesicantes.

1.8.1.4 Hemotórax

El hemotórax es una complicación rara en la canalización de un CVC y solo la vamos a encontrar tras la punción de la arteria subclavia. Según los estudios, sucede entre el 0.4 y el 0.6% de los casos y puede llegar a ser muy peligrosa en pacientes anticoagulados o frágiles. En los hemotórax de gran calibre, estará indicado el drenaje torácico de la sangre acumulada.

1.8.1.5 Hematoma

El hematoma podría ser considerado la complicación menos relevante durante la inserción de un catéter, aunque puede determinar un aumento secundario de las complicaciones durante su utilización. En cualquier caso, la frecuencia de esta complicación es también baja.

(12, 13, 95)

1.8.2 - Complicaciones durante la utilización del catéter

Podemos clasificar las complicaciones durante la utilización de un CVC en infecciosas, trombóticas o mecánicas.

1.8.2.1 Complicaciones infecciosas de los CVC

El conjunto de las complicaciones infecciosas relacionadas con el CVC suele denominarse como “Infecciones Relacionadas con el Catéter” (IRC). Dentro de este grupo encontraremos las infecciones locales y las bacteriemias. La colonización del catéter no constituiría una verdadera IRC, pero en ocasiones se las puede encontrar agrupada dentro de este tipo de eventos. Entendemos como colonización del catéter el crecimiento en punta de catéter, habitualmente por cultivo semicuantitativo, de más de 15 ufc (más de 100 ufc por cultivo cuantitativo), sin que se encuentre ningún signo de infección en el paciente.

En cuanto a las infecciones locales o del punto de entrada, estas suelen ser poco relevantes, pueden sospecharse por la salida de pus, induración o eritema en el punto de punción, aunque este último signo es poco específico. Se diagnostica mediante el cultivo de secreciones del punto de salida y, una vez diagnosticada, la indicación es el cambio de catéter. El mayor problema de las infecciones locales es que puede desembocar en una infección sistémica o bacteriémica.

La bacteriemia se considera la complicación más relevante en relación con los CVC ya que puede llevar al desarrollo de sepsis (100) llegando incluso al shock séptico y al fallecimiento del paciente. Además, incrementan el tiempo de estancia hospitalaria y los costes asociados (101, 102).

El correcto diagnóstico y tratamiento de estas complicaciones supone un verdadero reto para el clínico que, en muchas ocasiones, será incapaz de determinar si la infección que presenta el paciente está causada o no por el catéter.

Esta dificultad para el correcto diagnóstico se traduce en una gran complejidad a la hora de su catalogación de forma que existen múltiples términos utilizados para la definición de las IRC bacteriémicas. Además, muchos autores utilizan criterios propios, no estandarizados, para la publicación de sus estudios lo que complica aún más la valoración de dichos trabajos y la comparación de unos estudios con otros.

Para intentar hacer comprensible esta ambigüedad en las definiciones de las bacteriemias por CVC debemos comenzar explicando que existen, fundamentalmente, dos formas de catalogar estas IRC, por un lado, tenemos las Bacteriemias Relacionadas con el Catéter Vascular (BRCV) y, por otro, las Bacteriemias Asociadas al Catéter Vascular (BACV).

Hablaremos de BRCV, en inglés “Catheter Related BloodStream Infection” (CRBSI) cuando existen datos objetivos que nos llevan a pensar que existe una infección bacteriémica causada por el CVC. Esta definición es la que suele utilizarse en la práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de las infecciones del catéter, se usa también en estudios clínicos en los que, habitualmente, no existe un gran número de individuos y los pacientes pueden ser seguidos de cerca y de forma prospectiva.

Para el diagnóstico de una BRCV se requieren unos criterios específicos que resume muy bien la Sociedad Americana de Enfermedades Infecciosas “Infectious Diseases Society of America” (IDSA) (103). Podemos realizar el diagnóstico de BRCV cuando encontramos una bacteriemia o fungemia con repercusión clínica: fiebre, tiritona o hipotensión, en un paciente con un Hemocultivo (HC) positivo obtenido de punción venas

periféricas (se precisan dos HC positivos en caso de microorganismos saprófitos), sin otro foco evidente de infección, cuando se encuentre el mismo microorganismo en el cultivo del catéter que en el HC de sangre periférica. Se podrá establecer también la presencia de una BRCV ante una diferencia de tiempo de crecimiento mayor a dos horas entre los HC obtenidos del catéter y los HC obtenidos de la punción periférica. Para poder diferenciar una verdadera bacteriemia de una contaminación el “Centers for Disease Control and Prevention” (CDC) publica tanto los criterios como los microorganismos que podemos considerar contaminantes o saprófitos.

Reunir toda la información necesaria para satisfacer estos criterios puede resultar difícil o incluso imposible en ciertas ocasiones, sobre todo en estudios epidemiológicos u otro tipo de estudios retrospectivos. Es por este motivo que se desarrolló la definición de BACV, aunque es mucho más común la utilización de los términos en inglés “Central Line-Associated BloodStream Infection” (CLABSI) (104, 105) o “Catheter Associated BloodStream Infection” (CABSI). Los principales organismos para la vigilancia y control de enfermedades, como el CDC utilizarán siempre estos términos. El diagnóstico de BACV presenta criterios más laxos que sí son posibles establecer de forma retrospectiva y que engloban tanto a pacientes que padecen BRCV como a pacientes con Bacteriemias de Origen Desconocido (BOD) o Bacteriemias Primarias (BP) en pacientes que tienen insertado un CVC. Es decir, toda bacteriemia bien documentada, con al menos dos cultivos positivos para microorganismos saprófitos, en la que no exista otro foco potencial de infección se considerará como bacteriemia asociada al catéter. Cuando tengamos otro foco infeccioso como causa más probable de la bacteriemia debemos considerarla como Bacteriemia Secundaria (BS), aunque el paciente tenga insertado un CVC, y, por lo tanto, no lo consideraremos una IRC.

La frecuencia de las IRC es variable según el tipo de paciente, el tipo de catéter, el tratamiento administrado, su manejo y, por supuesto, la definición que utilicemos para clasificarla (106). Como referencia se considera el límite de 3.3 BRCV por cada mil días de catéter para identificar una unidad con alta prevalencia (107). En España, el informe ENVIN (Estudio Nacional de Vigilancia de Infección Nosocomial en UCI) del año 2019 reflejó una DI de CLABSI de 2,5 ‰ días de catéter con una tasa del 2,1 ‰. En EEUU se estima la existencia de más de 30.000 BRCV hospitalarias al año (108).

El lugar de colocación del CVC también es importante con respecto a las BRCV, considerándose la colocación en subclavia como un factor protector frente a la yugular o la femoral, la cual presentaría el mayor riesgo de infección (13).

1.8.2.2 Complicaciones trombóticas de los CVC

La TVP en miembros superiores, en relación a un CVC, es una complicación muy importante que puede provocar obstrucción del catéter, dificultad para el drenaje venoso, edema y dolor; así como alteración de la anatomía venosa dificultando o imposibilitando un posterior acceso en dicho punto. Además, toda TVP es susceptible de migrar y provocar un Tromboembolismo Pulmonar (TEP), el cual es un proceso de una alta mortalidad. Por este motivo, las TVP precisan de anticoagulación salvo contraindicación y, por lo tanto, se añadirán las complicaciones secundarias a este tratamiento (109, 110). En muchos casos las TVP pueden cursar de forma asintomática y solo se descubrirán si el paciente se somete a una técnica de imagen indicada por otro motivo.

A la hora de determinar su frecuencia, nos encontramos con un amplio abanico de prevalencias según el estudio al que hagamos referencia con unas cifras que van desde el 1 al 66% (111-113).

Esta gran variabilidad dependerá del tipo de paciente y del tipo de catéter. Las diferencias entre las localizaciones del CVC no son tan relevantes como en las BRCV aunque, probablemente, la localización femoral constituya un factor de riesgo frente a la localización en subclavia (114).

Existen tres elementos clave para la formación de un trombo en un vaso venoso o arterial. Estos elementos son el flujo de la sangre, a menor flujo más probabilidad de trombosis, la lesión endotelial, lo que expondrá la membrana basal y la posterior adhesión de plaquetas, y la hipercoagulabilidad; unidos forman la triada de Virchow.

La ocupación del calibre venoso por el catéter provoca que la sangre sea derivada a otros vasos disminuyendo el flujo. Además, incluso para los materiales más biocompatibles, la superficie del catéter será reconocida por las plaquetas como un elemento extraño aumentando la probabilidad de formación de trombos, el catéter a su vez, puede provocar lesión directa del endotelio de forma mecánica. Por este motivo, es lógico pensar que la introducción de un catéter en un vaso conlleva un aumento del riesgo de desarrollar TVP. Además, tenemos que tener en cuenta que muchos de los pacientes a los que se les coloca un catéter central, como por ejemplo los pacientes que precisan de QT, presentarán una alta prevalencia de estados de hipercoagulabilidad.

1.8.2.3 Complicaciones mecánicas del CVC

La obstrucción de un CVC es la complicación mecánica más frecuente ya que, según algunos estudios, entre un 0 y un 33% de los catéteres colocados han de ser retirados por obstrucción del mismo (115). Esto supone, en muchos casos, la necesidad de someter al paciente a una nueva punción para la colocación de un nuevo CVC. Esta obstrucción puede estar relacionada con la producción de pequeños trombos en el extremo distal del catéter o por el paso de sangre al interior de la luz donde se coagula. En un menor número

de casos, será debida a la infusión de sustancias incompatibles que precipitan en el interior del catéter, por una torsión del del mismo que reduzca la luz o por el denominado “efecto pared” al quedar la abertura del catéter sobre la pared venosa.

Existen otras complicaciones mecánicas mucho menos frecuentes como puede ser la rotura del catéter o incluso la perforación de cavidades por el catéter que aunque están descritas no dejan de ser anecdóticas (116).

1.9 RECOMENDACIONES DE CUIDADOS DE CATÉTERES

Un uso incorrecto de los catéteres vasculares incrementará el número de complicaciones de forma exponencial. Es por esto que las sociedades científicas se han esforzado por divulgar una serie de recomendaciones para la canalización y manejo de los catéteres centrales. Tales recomendaciones tendremos que tenerlas en cuenta siempre que queramos valorar las complicaciones de un determinado tipo de catéter.

Para este capítulo, resumiremos las más importantes tanto de la CDC como de la IDSA en adultos (117). Estas recomendaciones están clasificadas según definición propia tal y como se muestra en la tabla 1.8.1:

Grado de recomendación y significado	
Grado IA	Altamente recomendable y fuertemente respaldado por estudios experimentales, clínicos o epidemiológicos bien diseñados
Grado IB	Altamente recomendable y respaldado por algunos estudios experimentales, clínicos o epidemiológicos, por la práctica habitual aceptada o por un razonamiento teórico evidente
Grado IC	Obligado por regulaciones estatales o federales
Grado II	Se sugiere su utilización dados algunos estudios clínicos o epidemiológicos o por cierto razonamiento teórico.
Sin resolver	Representa un problema no resuelto para el cual la evidencia es insuficiente o no existe consenso con respecto a la eficacia.

Tabla 1.9.1 Grados de recomendación para las guías de la CDC en cuanto al manejo de catéteres (117)

1.9.1 - Recomendaciones de formación, capacitación y dotación de personal

- Formación del personal en cuanto a las indicaciones para el uso de catéteres intravasculares, procedimientos apropiados de inserción, mantenimiento de catéteres intravasculares y medidas apropiadas de control y prevención de BRCV. Recomendación categoría IA.
- Reevaluación periódica del conocimiento para todo el personal involucrado en la inserción y mantenimiento de los catéteres intravasculares. Recomendación categoría IA.
- Designación del personal capacitado para la inserción y mantenimiento de los CVC. Recomendación categoría IA.
- Proporcionar un ratio adecuado de enfermería para el correcto manejo de los CVC en UCI. Recomendación categoría IB.

1.9.2 - Selección del catéter y lugar de implantación

1.9.2.1 Catéteres periféricos cortos y midlines

- Utilizar venas de los miembros superiores. Recomendación categoría II.
- Seleccionar el catéter en función de la finalidad prevista, duración y características del paciente, así como la experiencia del implantador. Recomendación categoría IB.
- Se debe evitar el uso de agujas de acero. Recomendación categoría IB.

- Se recomienda utilizar un catéter de tipo *midline* o PICC en lugar de un CP cuando la duración de la terapia exceda los seis días. Recomendación categoría II.
- Se debe evaluar diariamente por palpación, retirando el apósito opaco en caso de que el paciente presente molestias o signos de inflamación a la exploración. Recomendación categoría II.
- Retirar los CP en caso de que el paciente presente signos de inflamación o infección, o si el catéter funciona incorrectamente. Recomendación categoría IB.

1.9.2.2 Catéteres venosos centrales

- Se deben sopesar siempre los riesgos y beneficios de la localización elegida para un CVC. Recomendación categoría IA.
- Intentar evitar la utilización de CVC femoral en adultos. Recomendación categoría IA.
- Se recomienda la utilización de un CVC en vena subclavia en lugar de yugular o femoral para evitar las BRCV. Recomendación categoría IA.
- Se debe realizar la inserción eco-guiada del catéter por personal adecuadamente entrenado en esta técnica siempre que se cuente con el material necesario. Recomendación categoría IB.
- Se recomienda retirar todo CVC que no sea necesario. Recomendación categoría IA.
- Cuando durante la colocación del CVC no se haya podido realizar una asepsia adecuada se recomienda la retirada precoz del dispositivo (en las primeras 48 horas). Recomendación categoría IB.

1.9.3 - Higiene de manos y técnica aséptica

- Se debe completar una higiene de manos adecuada, ya sea con agua y jabón o con soluciones alcohólicas, antes y después de la colocación de un CVC. El lavado de manos debe realizarse también antes y después de la sustitución, acceso, reparación o cambio de apósito de un catéter intravascular. No se debe palpar el sitio de punción tras el lavado de manos a no ser que se asegure el mantenimiento de la técnica aséptica. Recomendación categoría IA.
- Mantener la asepsia durante la implantación del catéter. Recomendación categoría IB.
- Utilizar guantes limpios, en lugar de guantes estériles, si no precisa tocar el lugar de inserción tras la limpieza de la piel. Recomendación categoría IC.
- Utilizar guantes estériles para la colocación de catéteres arteriales, centrales o *midlines*. Recomendación categoría IA.
- El cambio de apósitos de un CVC puede realizarse con guantes limpios no estériles. Recomendación categoría IC.

1.9.4 - Medidas de barrera

- Se recomienda el uso de medidas de barrera máximas durante la colocación de un CVC o durante el intercambio sobre guía, lo cual incluye el uso de gorro y mascarilla, guantes estériles, traje estéril y campo completo estéril. Recomendación categoría IB.

1.9.5 - Preparación de la piel

- Se recomienda la limpieza de la piel con antiséptico, alcohol 70%, yodo o Gluconato de Clorhexidina (GCH), antes de la inserción de un CP. Recomendación categoría IB.
- Se recomienda la utilización de clorhexidina alcohólica al 0.05% para la preparación de la piel antes de la colocación de un CVC y durante el cambio de apósitos. Si existe contraindicación para el uso de clorhexidina utilizar alcohol al 70% o povidona iodada. Recomendación categoría IA.
- Los antisépticos deben secarse según la recomendación del fabricante antes de comenzar la intervención. Recomendación categoría IB.

1.9.6 - Utilización y cambio de apósitos

- Se recomienda utilizar una gasa estéril o un apósito transparente, semipermeable y estéril para cubrir el catéter. Recomendación categoría IB.
- Ante el sangrado o la sudoración excesiva se recomienda utilizar gasas estériles como apósito hasta que esto se resuelva. Recomendación categoría II.
- Reemplace el apósito siempre que esté húmedo, sucio o deteriorado por cualquier motivo. Recomendación categoría IB.
- No permita que el catéter se moje. Los pacientes pueden bañarse si el catéter se protege de forma adecuada contra la humedad. Recomendación categoría IB.
- Se recomienda reemplazar los apósitos de gasa estéril de los CVC que no sean de larga duración cada 2 días. Recomendación categoría IB.

- Se recomienda reemplazar los apósitos transparentes de los CVC que no sean de larga duración cada 7 días. Recomendación categoría IB.
- Asegúrese de que las sustancias utilizadas en el cuidado y mantenimiento del catéter son compatibles con el mismo. Recomendación categoría IB.
- Utilice apósitos impregnados en clorhexidina ante una tasa elevada de BRCV a pesar de llevar a cabo de forma correcta todas las recomendaciones. Recomendación categoría IB.
- Ante cualquier indicio de una posible infección del catéter se debe retirar el apósito para realizar una inspección adecuada del mismo. Recomendación categoría IB.

1.9.7 - Limpieza del paciente

- Utilice clorhexidina al 2% en el lavado diario del paciente para disminuir las BRCV. Recomendación categoría II.

1.9.8 - Sistemas de fijación del catéter

- Utilice sistema de fijación sin sutura para disminuir el riesgo de infección del catéter. Recomendación categoría II.

1.9.9 - Catéteres y manguitos impregnados de antibióticos o antiséptico

- Se recomienda la utilización de catéteres impregnados con antiséptico o antibióticos en aquellas Unidades en las que, a pesar de llevar a cabo de forma correcta el resto de recomendaciones, presenten una tasa o una DI elevada de BRCV. Recomendación categoría IA.

1.9.10- Sellado con antibióticos

- La utilización de sellado antibiótico profiláctico y purgado de catéter con antimicrobianos se puede plantear en pacientes con catéteres de larga permanencia con múltiples episodios de BRCV a pesar de un correcto manejo. Recomendación categoría II.

1.9.11 – Anticoagulantes

- No se recomienda el uso de anticoagulación para evitar las BRCV en la población general. Recomendación categoría II.

1.9.12- Recambio de catéteres periféricos cortos y midline

- No es necesario el recambio de CP cortos antes de las 72-96 horas. Recomendación categoría IB.
- Solo recambie los *midline* cuando exista una indicación concreta. Recomendación categoría II.

1.9.13- Recambio de CVC, PICC y catéteres de hemodiálisis

- No recambie CVC, PICC, catéteres de arteria pulmonar o catéteres de hemodiálisis de forma rutinaria para evitar BRCV. Recomendación categoría IB.
- No retire CVC o PICC por fiebre como único motivo sin una valoración adecuada. Recomendación categoría II.
- No intercambie catéteres con guía de forma rutinaria para evitar infecciones. Recomendación categoría IB.
- Sustituya sobre guía catéteres mal funcionantes. Recomendación categoría IB.

1.9.14- Recambio de líneas de infusión

- Recambie cada 24 horas las líneas de infusión en pacientes que reciben sangre, productos sanguíneos o emulsiones lipídicas. Recomendación categoría IB.
- Recambie cada 96 horas las líneas de infusión en pacientes que no reciben sangre, productos sanguíneos o emulsiones lipídicas. Recomendación categoría IA.
- Los sistemas en los que se utiliza propofol deben ser cambiados cada 6 o 12 horas según el fabricante. Recomendación categoría IA.

1.9.15- Sistemas y conexiones sin aguja

- Cambie las conexiones al mismo tiempo que cambia la línea de infusión. No más de cada 72 horas. Recomendación categoría II.
- Limpie el puerto de acceso con antiséptico antes de su utilización y acceda solo con material estéril. Recomendación categoría IA.
- Utilice válvulas tipo “septo dividido” mejor que otras válvulas mecánicas para reducir la incidencia de infecciones. Recomendación categoría II.

1.10 EL CATÉTER PICC. SUS DIFERENCIAS

En los primeros años del siglo XX, Fritz Bleichröder y Werner Forssmann colocaron los primeros catéteres que podríamos considerar PICC utilizando para ello dispositivos uretrales de caucho vulcanizado. Desde entonces, y hasta llegar al día de hoy, los catéteres PICC han experimentado importantes cambios que los han convertido en una alternativa con ventajas potenciales para muchos pacientes que necesitan un CVC.

El desarrollo de nuevos materiales ha permitido la creación de catéteres más finos y biocompatibles, la técnica de implantación se ha modificado y la ayuda de determinadas herramientas permite una colocación más sencilla y en lugares anatómicos de mejor estabilidad.

Pero todos estos cambios han provocado una importante variabilidad en lo que podemos denominar un PICC. De esta forma, en muchas ocasiones, un tipo de catéter PICC puede no tener casi ninguna similitud con otro. Por ejemplo, es difícil equiparar un catéter de silicona de 7 Fr colocado en un box de urgencias en una vena superficial de la flexura del brazo utilizando dos paños estériles (118) con otro de poliuretano de 4 Fr colocado en sala de radiología intervencionista en una vena profunda en el tercio medio del brazo con cobertura completa del paciente con sábana estéril. Incluso un catéter colocado en la vena safena a través de un “drum” utilizando únicamente guantes y un paño estéril, también sería considerado como un PICC. Sin embargo, cada uno de estos catéteres tendrán una duración y una tasa de complicaciones muy diferente.

Para poder evaluar estas diferencias, en muchos casos cruciales a la hora de su utilización, intentaremos clasificar los catéteres PICC según las siguientes características:

1.10.1 – Diferencias en cuanto a la técnica de implantación

Es una de las diferencias más importantes que encontraremos. Podemos dividirlos en dos tipos de inserción:

1.10.1.1 Mediante “drum”

La técnica de colocación de los primeros PICC que se comercializaron. Consiste en un catéter de entre 50 y 70 cm de longitud y unos 5 Fr de diámetro que se enrolla dentro de un tambor. Este tambor está conectado a una aguja metálica de 14 G, a través de la cual se canalizará la vena periférica. Una vez canalizada se introduce el catéter rotando el tambor hasta alcanzar la medida deseada.

1.10.1.2 Mediante técnica de Seldinger modificada

En la actualidad, la técnica de Seldinger original solo se utiliza para la canalización de algunos catéteres arteriales. En su lugar, la técnica de Seldinger modificada utiliza un dilatador, en muchas ocasiones pelable, para aumentar la capacidad del orificio e introducir catéteres de calibre mayor al de la aguja de punción. Esta técnica nos permite que utilizar agujas de unos 18G (3.8 Fr) o menores para posteriormente dilatar e introducir el catéter. Este procedimiento se puede denominar también como micropunción dado el pequeño tamaño de la aguja utilizada.

Para su realización se canaliza, por punción directa, un vaso con una aguja metálica a través de la cual se introduce una guía en el interior del vaso. Una vez la guía está correctamente colocada, se retira la aguja continuando con la dilatación e introducción del catéter.

1.10.2 – Diferencias en cuanto al uso de ultrasonidos

Como vimos en el apartado 1.8, la ecografía es una herramienta que ha demostrado importantes beneficios en la canalización de los CVC. Para la canalización de un PICC su relevancia es incluso mayor debido a que es la única forma de alcanzar venas profundas, en el tercio medio del brazo, para la colocación del catéter.

1.10.2.1 Técnica sin ultrasonidos

Habitualmente colocadas en venas superficiales de la flexura del brazo por palpación directa de la vena.

1.10.2.2 Técnica facilitada por ultrasonidos

Se localiza la vena a canalizar mediante estudio ecográfico y se señala la localización en la piel. La punción, sin embargo, se realiza sin ecografía, “a ciegas”.

1.10.2.3 Técnica dirigida por ultrasonidos o eco-guiada

En la actualidad la más recomendada para la canalización de PICC. Se realiza localización ecográfica del vaso manteniendo la visualización directa durante el recorrido de la aguja y la punción del vaso. Posteriormente puede comprobarse la presencia de la guía en la vena elegida.

1.10.3 – Diferencias en cuanto al lugar de implantación

Tanto la vena como la altura, o distancia, a la que se accede a ella son elementos muy importantes en la canalización de un PICC. Existe una probable relación entre el calibre de la vena utilizada y la producción de TVP de forma que la utilización de la vena basílica o braquial, habitualmente las de mayor calibre, será siempre beneficiosa. La colocación en el tercio medio del brazo, alejado de las zonas de flexura, permitirá la utilización de

catéteres de larga permanencia, sobre todo en pacientes ambulatorios y con la movilidad del miembro conservada.

Además, la utilización de venas de miembros inferiores se relaciona en muchos estudios con el aumento de incidencia de BRCV como sucede con los CVC femorales.

Por todo esto, es relevante saber si el catéter se coloca en el antebrazo, flexura o tercio medio del brazo y si se utiliza la vena mediana, basílica, braquial, cefálica o safena.

1.10.4– Diferencias en cuanto al diámetro del catéter

Intentaremos que el diámetro del catéter sea siempre el menor posible para evitar complicaciones trombóticas. Sin embargo, una luz pequeña, aumentará la posibilidad de obstrucción del catéter, incrementará la resistencia a la infusión y extracción de sangre e imposibilitará la realización de técnicas de imagen con contraste intravenoso a través de este catéter.

Una luz adecuada a las necesidades del paciente permitirá la utilización de flujos altos sin aumentar el riesgo de TVP. Existen catéteres PICC de 7, 6, 5 o incluso 4 Fr, esta característica debemos tenerla en cuenta a la hora de elegir un dispositivo.

1.10.5– Diferencias en cuanto a la longitud del catéter y la posibilidad de adaptación de la misma

La mayoría de los catéteres PICC cuentan con unos 60 cm de longitud. Según la zona de implantación y la altura del paciente la longitud necesaria de catéter puede variar desde los 30 hasta los 60 cm. Por lo tanto, 60 cm serán excesivos en la mayoría de los casos.

Ante este hecho, se pueden adoptar dos actitudes: dejar parte de catéter exteriorizado, con lo que aumentaremos la probabilidad de complicaciones infecciosas y reduciremos la durabilidad del catéter, o cortar el catéter a la medida deseada.

No todos los catéteres están diseñados para poder ser cortados. Los catéteres que si se pueden cortar presentarán en su extremo final luces indiferenciadas o bien podrá desconectarse de la pieza que une los segmentos intra y extravascular para ajustar el tamaño del segmento intravascular y, posteriormente, volver a conectarse a esta pieza de unión.

1.10.6- Número de luces del catéter

El número de luces que presente el catéter dependerá de las necesidades del paciente. Es importante utilizar catéteres con el menor número de luces posible, ya que un mayor número se considera un posible factor de riesgo para el desarrollo de BRCV. Además, a mayor número de luces, es necesario un mayor diámetro del catéter, o una luz más pequeña, pudiendo aumentar las complicaciones. En la actualidad existen catéteres PICC de una, dos o tres luces.

1.10.7- Material del catéter

Como hemos visto previamente el material del que esté fabricado el catéter es importante por su biocompatibilidad, la reducción de complicaciones, la posibilidad de reducir su diámetro o aumentar su luz y la duración del mismo.

1.10.8- Kit de implantación del catéter

En ocasiones, la diferencia entre dos catéteres puede no estar en el catéter en sí mismo; sino en los dispositivos o medios que presenta para completar su inserción. En este

sentido, debemos tener en cuenta, principalmente, las guías, el introductor, el dilatador y el sistema de fijación.

1.10.8.1 La guía vascular

Actualmente, existen en el mercado dos tipos de guía, la clásica de acero inoxidable y otra, de aparición más reciente, de nitinol. Las guías de nitinol son más biocompatibles, presentan mayor capacidad de torsión y recuperación de la forma y son más resistentes por lo que la mayoría de los especialistas las prefieren sobre las guías de acero inoxidable (119).

1.10.8.2 La guía interna

Lo catéteres PICC precisan de una segunda guía que servirá de soporte durante la introducción del catéter, esta guía puede venir incorporada dentro del catéter o se puede introducir previamente en el paciente para después pasar el catéter por encima de esta. Esta segunda guía suele estar fabricada en acero inoxidable. En alguna ocasión, la guía vascular, con la que canalizamos el vaso, puede ser utilizada para la introducción posterior del catéter.

1.10.8.3 El introductor y dilatador

Habitualmente tanto el dilatador como el introductor están unificados en un único dispositivo fabricado también en poliuretano. Suelen presentar una longitud de unos 10 cm y su diámetro será algo mayor que el diámetro del catéter, ya que este debe pasar por su interior. Pueden sufrir deformidades durante la implantación y abocar la colocación del catéter al fracaso.

1.10.8.4 El sistema de fijación del catéter

Al igual que el resto de CVC, los PICC pueden fijarse mediante la sutura del mismo, normalmente a nivel del sistema de unión entre el catéter intravascular y las líneas de extensión extravascular. No obstante, se ha demostrado que la utilización de sistemas de fijación sin sutura disminuye la presencia de complicaciones infecciosas en los CVC y, por lo tanto, muchos kits de canalización de PICC vienen preparados con estos dispositivos (120). Existe otro tipo de dispositivo menos utilizado que incluyen una pieza de sujeción subcutánea que no precisa sutura y que también podría presentar ciertas ventajas frente a la sutura directa (121).

1.11 EL CATÉTER PICC. IMPLANTACIÓN

A pesar de la gran variabilidad existente en cuanto a PICC se refiere, las recomendaciones actuales para su utilización y cuidado están suficientemente estandarizadas y son seguidas por la mayoría de los implantadores de estos catéteres.

1.11.1 - Lugar de canalización

El lugar de implantación más indicado para un catéter PICC es en el tercio medio del brazo (122). Los catéteres colocados entre el antebrazo y el brazo, zona utilizada de forma habitual para CP clásicos, es mucho más inestable con un deterioro rápido tanto de los apósitos como del propio catéter y, como consecuencia, aumentarán las probabilidades de infección y de trombosis. Los catéteres colocados en el tercio proximal del brazo, cerca de la axila, tienen un riesgo elevado de infección debido a la producción de sudor considerándose, además, una zona menos estable.

En los pacientes en los que no se encuentre una vena adecuada en el tercio medio de ninguno de los dos brazos, se puede optar por la canalización proximal y la externalización en el tercio medio del brazo mediante un recorrido tunelizado del catéter.

1.11.2 - Elección de la vena

Las venas más adecuadas para la canalización de PICC son la basílica y las braquiales. La vena cefálica es demasiado superficial en la mayoría de los pacientes, excepto en los obesos, y presenta un ángulo cercano a 90° en su unión a la vena axilar que puede causar dificultades al paso de guía y catéter.

La vena mediana cubital solo la encontramos en la flexura del brazo y, por lo tanto, no es una vena elegible para la colocación de un PICC. Del mismo modo, la vena radial, mediana lateral y medial no son adecuadas para nuestro propósito.

Existen varios estudios que han establecido la relación óptima entre el calibre del catéter y la vena en la que queda implantado. Para evitar la formación de trombos esta debe medir, previamente a la colocación de compresor, al menos tres veces el diámetro del catéter. Es decir, un catéter de 5 Fr precisará una vena de cinco mm de diámetro y un catéter de 6 Fr, seis mm de diámetro (123, 124).

1.11.3 - Punción dirigida por ultrasonidos

Considerada indispensable en la canalización de PICC. La ecografía es el único método que permite la punción a pie de cama de venas profundas del brazo. Utilizaremos, para llevarla a cabo, una sonda linear de alta frecuencia, normalmente de 10 MH, con la ayuda de una funda y gel estériles. Estas sondas permiten muy buena resolución en los primeros centímetros de profundidad.

Tras la elección de la vena, realizaremos la micropunción. Algunos kits de PICC incluyen agujas eco-refringentes para su mejor visualización durante el procedimiento. Es importante no perder de vista la punta de la aguja durante todo el proceso de punción.

El ecógrafo puede colocarse tanto en una posición transversal como longitudinal. Cada una de las técnicas presenta ventajas e inconvenientes, pero ambas han demostrado similar potencia a la hora de conseguir una canalización exitosa.

1.11.4- Sistemas de localización de la punta del catéter

La colocación de catéteres PICC se realiza en una multitud de posibles escenarios, desde una sala de radiología intervencionista hasta a pie de cama de hospitalización o en un ambulatorio. La principal ventaja de realizar la colocación en sala de radiología intervencionista, u otra sala con escopia, es la posibilidad de visualizar el recorrido del catéter durante su implantación y su correcta posición final. En el resto de pacientes, es mandataria la realización de una radiografía de tórax tras la implantación; pero esta forma de confirmación de la posición del catéter conlleva un alto porcentaje de mal posición (125).

Para disminuir este riesgo de mal posición se han llevado a cabo varias estrategias de localización de la punta del catéter durante el procedimiento que no precisan de la utilización de radiación las cuales comentaremos a continuación.

1.11.4.1 Electrocardiograma intracavitario

Esta es una técnica desarrollada hace más de 60 años, pero adaptada en la actualidad por muchos profesionales dada su sencillez y escasa necesidad de equipamiento. Consiste en la utilización de la guía metálica del catéter como electrodo intracavitario mediante la que estudiaremos las diferentes morfologías que adopta la onda P durante el recorrido del catéter.

Cuando el catéter se aproxima a la aurícula derecha, observaremos un aumento progresivo de la amplitud de la onda P que será máximo a la altura de la unión de la aurícula derecha con la vena cava superior. A partir de entonces, mientras el catéter continúa profundizando en la aurícula derecha la onda P disminuirá de tamaño hasta hacerse negativa al sobrepasar la altura del nodo sinusal.

1.11.4.2 Localización por ecografía

Existen varias posibilidades, la más segura de todas ellas consiste en la realización de un Ecocardiograma Transesofágico (ETE) durante la colocación del catéter. Esta técnica presenta el inconveniente de necesitar un equipamiento especial, así como disponer de un segundo técnico que coloque el ETE.

Es posible también la utilización de Ecografía Transtorácica (ETT) a través de la ventana subxifoidea o supraesternal. Nos ayudará a confirmar la colocación del catéter en la aurícula derecha, así como la valoración de la vena yugular que puede descartar una mal posición en dicha localización.

1.11.4.3 Métodos de navegación

Basados en el reconocimiento electromagnético de la punta del catéter. Existen diferentes dispositivos capaces de localizar la punta y representarla en un sistema de navegación en tiempo real. De esta forma se puede realizar un seguimiento directo del recorrido y localización final del catéter. Los tres dispositivos más utilizados a este respecto son el Sherlock®, el Navigator® y el Cath-Finder. En alguno de los mismos, suele combinarse la navegación por electromagnetismo con la electrocardiografía intracavitaria y la identificación de la onda P.

1.11.5 - Posición correcta del catéter

Consideraremos que un catéter PICC está correctamente colocado siempre que su punta, extremo distal, quede alojado en vena cava superior o aurícula derecha. Las recomendaciones actuales, sin embargo, son mucho más estrictas a la hora de describir la localización adecuada que se reservará al tercio inferior de la vena cava superior o a la unión entre cava superior y aurícula derecha.

Catéteres más profundos, más introducidos en la aurícula, presentan un mayor riesgo de producir extrasístoles y otras arritmias cardíacas, y catéteres más alejados de la aurícula derecha, en tercio medio o superior de la vena cava, presentaran una probabilidad aumentada de obstrucción (126, 127).

1.12 CATÉTER PICC. BENEFICIOS Y RIESGOS

A lo largo del presente trabajo hemos podido observar algunos de los beneficios y riesgos de los PICC en comparación con otros CVC los cuales se detallarán en el presente capítulo.

1.12.1 – Beneficios

Los principales beneficios relacionados con la colocación con estos dispositivos son los siguientes:

1.12.1.1 Ausencia de complicaciones durante la inserción

El principal beneficio de los catéteres PICC es la ausencia de complicaciones mayores durante la inserción. Al canalizar el vaso venoso lejos de arterias de gran calibre y de la pleura, evitaremos la aparición de neumotórax, hemotórax y sangrados arteriales mayores. Además, las venas y arterias periféricas son fáciles de comprimir y podremos evitar la aparición de hematomas incluso tras una punción arterial.

1.12.1.2 Menor dolor durante la implantación

Dado que se puede realizar la colocación a través de una micropunción, el dolor producido es, por lo general, mucho menor que con las técnicas habituales de canalización de CVC. Es posible realizar la técnica incluso sin aplicación de anestésico local o administrando este tras la punción ya que la dilatación venosa si puede ser algo más molesta.

1.12.1.3 Facilidad de la retirada

Cuando un PICC deja de ser necesario, o hay que retirarlo por alguna complicación, la retirada se puede llevar a cabo sin dificultad traccionando desde el extremo exterior del catéter. Esto supone una ventaja al compararlo, por ejemplo, con los DTI.

1.12.1.4 Comodidad del catéter

Los criterios utilizados para considerar “cómodo” o “incómodo” un dispositivo pueden variar mucho de un paciente a otro; así como entre diferentes tipos de catéteres PICC. Esto es, sin embargo, un criterio importante a la hora de analizar la calidad de vida de nuestros pacientes, sobre todo para los pacientes ambulatorios.

Generalmente, los catéteres PICC colocados en el tercio medio del brazo son los que mejor se toleran, ya que no impiden la flexión del brazo, y son los que se suelen utilizar para tratamientos prolongados. Estos catéteres se han considerado también adecuados para mejorar la calidad de vida de pacientes paliativos (21).

Determinados pacientes pueden considerar una desventaja el que las luces del catéter estén externalizadas frente a los DTI, sobre todo a la hora del aseo o el baño. Existen, sin embargo, dispositivos que evitan que el catéter se humedezca durante el aseo o incluso el baño completo como se puede ver en la Figura 1.12.1.

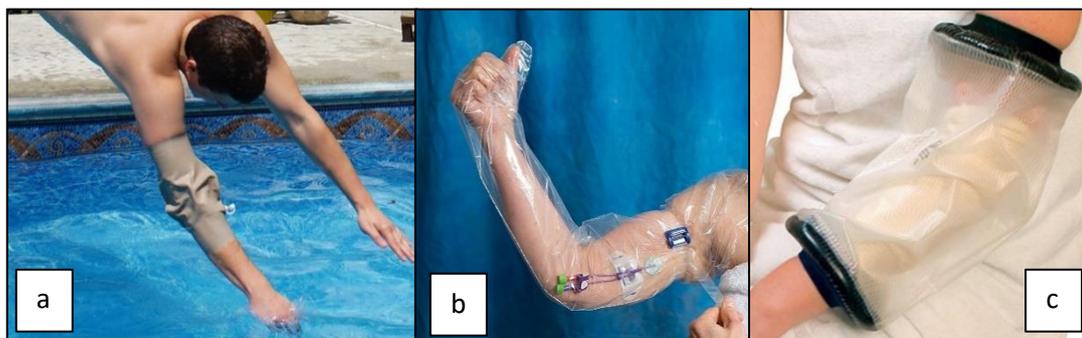


Figura 1.12.1 Dispositivos de protección para catéteres PICC. a) Ryan Pharmacy, b) AquaGard, c) LimbO

1.12.2 – Riesgos

Los riesgos más importantes de los catéteres PICC son los mismos que los de otros tipos de CVC:

1.12.2.1 Trombosis Venosa Profunda

La existencia de una mayor longitud del catéter dentro de la vena, así como la utilización de venas de escaso calibre puede aumentar la producción de TVP en miembros superiores. Esto disminuirá la tolerabilidad del catéter debido a la sintomatología y precisará tratamiento con anticoagulación en la mayoría de los casos. Sin embargo, son pocos los casos descritos de TEP en pacientes con PICC, aunque siempre existe esta posibilidad en pacientes con TVP (128).

1.12.2.2 Bacteriemia Relacionada con Catéter Vascular

Las complicaciones infecciosas también son relevantes en los pacientes con PICC. Existen estudios contradictorios a la hora de reconocer el PICC como un factor de riesgo o un factor protector comparado con otros dispositivos.

1.12.2.3 Mal posición

El riesgo de mal posición del catéter PICC es mayor que el de los CVC clásicos cuando son colocados sin ningún dispositivo de localización de la punta del catéter, es decir, “a ciegas”. Cuando si se utiliza alguno de estos sistemas, la mal posición pasa a ser muy infrecuente.

1.12.2.4 Obstrucción

Teniendo en cuenta que los catéteres PICC son más largos y de un menor diámetro que los CVC clásicos podemos suponer que la obstrucción del mismo puede ser más

frecuente. Sin embargo, con un cuidado adecuado las tasas de obstrucción pueden ser similares a las de cualquier otro catéter intravascular.

1.13 PICC. LA NECESIDAD DE UN EQUIPO

Los conocimientos de muchos profesionales de la sanidad en relación con los CVC son, a veces, insuficientes para un manejo correcto. Como hemos referido en los capítulos previos, un CVC puede conllevar riesgos importantes y estos riesgos pueden disminuirse mediante la supervisión de un equipo de expertos.

La dedicación que exige su implantación y cuidado puede ser elevada pero fundamental para lograr una disminución de las complicaciones. Además, los CVC implican a un gran número de diferentes profesionales; radiólogos intervencionistas, intensivistas, anestesistas, enfermeros, internistas, pediatras, etc. Por todo esto, poco a poco, se han ido desarrollando diferentes tipos de equipos de profesionales, muchos multidisciplinares, que se han encargado de la colocación, cuidado y vigilancia de los catéteres.

Estos profesionales son los que conformarán el equipo PICC. Este, no solo se encargará de la colocación del catéter en las mejores condiciones posibles, sino que mantendrá el seguimiento del catéter incluso cuando el paciente salga del hospital.

El objetivo de estos equipos de profesionales especializados es la prevención y diagnóstico temprano de complicaciones, la mejoría de la calidad de vida del paciente y la dinamización de las posibilidades de tratamiento ambulatorio. Todo ello, como muchos autores han podido comprobar, supone una actividad coste-eficiente por lo que no hay excusas para no llevarlo a cabo.

CAPÍTULO 2 – ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN AL ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN

Siempre que nos enfrentamos a cualquier duda o pregunta durante el desarrollo de nuestra práctica clínica diaria es necesario hacer una reflexión sobre cuál es el estado actual de la cuestión en dicha materia o, dicho de otra forma, debemos revisar qué es lo que ha referido la comunidad científica sobre este determinado problema hasta la fecha.

En ciertas ocasiones, la respuesta a esta pregunta puede ser especialmente compleja siendo incapaces de precisar una solución clara. Esto es, precisamente, lo que nos motivará a plantear la realización de un nuevo estudio.

En nuestro caso, desde que se comenzaron a utilizar CVC, se han publicado multitud de trabajos sobre PICC. Sin embargo, los profesionales continúan expresando sus dudas en cuanto a la utilidad, indicación y ventaja de este tipo de catéter sobre los demás.

Uno de los motivos de esta falta de consenso probablemente esté en la amplia variedad de técnicas de implantación, tipos de catéteres y diferentes pacientes y patologías para las que se utilizan los PICC, lo que dificulta en muchos casos un análisis claro. Además, el continuo desarrollo de nuevos materiales, cada vez más biocompatibles, hace que estudios antiguos sean poco valorables.

Pero no todo son dudas con respecto a estos catéteres, si hay algo en lo que la mayoría de los especialistas están de acuerdo es en que los PICC presentan un menor riesgo de complicaciones durante la implantación que cualquier otro tipo de CVC.

El estudio de las complicaciones durante la utilización de los PICC es más complejo, pudiendo llegar a suponer esto una desventaja para la utilización de este catéter. Las

complicaciones a las que nos referimos son las infecciosas (BRCV y BP), trombóticas (TVP y TEP) y obstructivas.

Conocer si estas complicaciones durante el uso del catéter son lo suficientemente elevadas como para evitar el uso de PICC, en beneficio de otros CVC, es un asunto de gran importancia ya que podría llegar a cambiar la práctica clínica de muchos hospitales y, posiblemente, evitar complicaciones graves durante la implantación de los CVC clásicos e incluso fallecimientos.

Dado que desde los últimos meta-análisis sobre PICC, publicados en 2013, no conocemos nuevos estudios randomizados de suficiente relevancia, la realización de un nuevo meta-análisis se ha considerado injustificada. Además, la amplia variabilidad observada entre tipos de catéteres PICC generaría, como ha ocurrido en estudios anteriores, una heterogeneidad inasumible.

En su lugar, mediante la revisión sistemática de la literatura existente, intentaremos identificar todos los estudios en los que se describa el uso de los catéteres PICC, sus complicaciones y su comparación con otros dispositivos y así poder hacernos una idea aproximada de la evidencia existente hasta la fecha en cuanto a la utilización de los catéteres PICC.

2.2 OBJETIVOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

2.2.1 - Objetivo primario:

Conocer el estado actual de la evidencia sobre catéteres PICC.

2.2.2 - Objetivo secundario:

Identificar y describir todos los estudios publicados sobre catéteres PICC.

2.3 MATERIAL Y MÉTODO DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Para alcanzar los objetivos de este trabajo se llevará a cabo una revisión sistemática de los artículos publicados sobre PICC desde su desarrollo hasta diciembre de 2017. Tras la lectura de todos los artículos y la descripción de los mismos, se discutirán los más relevantes a criterio del investigador principal.

2.3.1 - Fuentes y estrategia de búsqueda

Se ha decidido llevar a cabo una búsqueda libre con la intención de obtener un enfoque amplio y una gran sensibilidad a la hora de identificar estudios. Se realizará, además, una búsqueda manual a partir de los diferentes estudios encontrados.

Se consultarán las bases de datos “Registro de ensayos controlados Cochrane Central” (CENTRAL) (2017, Issue 12) y “MEDLINE” (1966 a diciembre 2017), sin restricciones de idioma.

Estrategias de búsqueda:

MEDLINE (Pubmed):

- (((PICC[All Fields] OR PICCs[All Fields]) OR (peripherally[All Fields] AND inserted[All Fields] AND central[All Fields] AND ("catheters"[MeSH Terms] OR "catheters"[All Fields]))) OR (peripherally[All Fields] AND inserted[All Fields] AND central[All Fields] AND ("catheters"[MeSH Terms] OR "catheters"[All Fields] OR "catheter"[All Fields]))) OR (peripherally[All Fields] AND inserted[All Fields] AND ("silicones"[MeSH Terms] OR

"silicones"[All Fields] OR "silicone"[All Fields]) AND ("catheters"[MeSH Terms] OR "catheters"[All Fields])) OR (peripherally[All Fields] AND inserted[All Fields] AND ("silicones"[MeSH Terms] OR "silicones"[All Fields] OR "silicone"[All Fields]) AND ("catheters"[MeSH Terms] OR "catheters"[All Fields] OR "catheter"[All Fields])) AND ("humans"[MeSH Terms] AND "adult"[MeSH Terms])

COCHRANE CENTRAL:

- PICC OR Peripherally Inserted Central Catheter

2.3.2 - *Criterios de inclusión y exclusión*

Criterios de inclusión:

- Artículos originales, revisiones, revisiones sistemáticas, meta-análisis o series de casos tanto descriptivos como analíticos.

Criterios de exclusión:

- Estudios de caso único, de dos o de tres pacientes.
- Estudios que no analicen las características de los catéteres, complicaciones o experiencias de pacientes con PICC o de los profesionales que los implantan.
- Estudios en menores de 18 años.
- Comunicaciones a congresos y artículos publicados únicamente en suplementos de revistas.

2.3.3 - Extracción de datos y definición de variables

Una vez seleccionados los artículos, se incluirán en una base de datos para su posterior análisis. Se identificará cada artículo por un número de referencia y por el nombre del mismo. Se introducirá en la base de datos los nombres de los 2 primeros autores, así como del tercer autor, o del último, según la importancia del mismo a discreción del investigador principal. Se reflejará la revista en la que se publica el artículo, la fecha de publicación, el impacto de la revista en el año en que se publica dicho artículo, el país del investigador principal y el idioma en el que está escrito el texto. Se anotará también si se ha podido obtener el artículo completo o se ha utilizado únicamente la información contenida en el resumen para su análisis.

Cada artículo será clasificado en función de la metodología utilizada para el mismo como estudios transversales, longitudinales descriptivos, estudios analíticos prospectivos, analíticos retrospectivos, estudios analíticos que incluyan estrategias tanto prospectivas como retrospectivas, estudios randomizados y revisiones sistemáticas o meta-análisis.

Además, los estudios serán catalogados según sus objetivos. Dividiremos los estudios encontrados como estudios sobre complicaciones infecciosas, trombóticas u oclusivas, así como en estudios descriptivos sin referencia a complicaciones, descripción de técnicas, estudios económicos, estudios sobre formación de profesionales, referentes a experiencia de pacientes y estudios sobre mal posición de catéteres. Si algún artículo no se incluye en ninguna de estas características se clasificará como “otros estudios”.

Para los artículos que comparen los catéteres PICC con otro tipo de catéter, se referirá, también, si el resultado es a favor o en contra del PICC, así como el tipo de catéter con el que se compara.

Se ha considerado importante, ya que está en relación directa con las complicaciones, saber si los catéteres fueron colocados en el tercio medio del brazo o en la fosa antecubital, así como si se midió el calibre de la vena y el criterio utilizado para considerarlas adecuadas para la implantación del catéter. Para finalizar, se indicará el tipo de profesional que implanta el catéter.

2.3.4 - *Análisis de los datos*

Tras completar la base de datos se realizará un estudio descriptivo mediante el software informático “SPSS Statistics 23” expresando las variables cualitativas en porcentajes y las cuantitativas en media con desviación estándar (SD) o moda y mediana con IQR según la normalidad de la muestra.

2.3.5 - *Análisis de la calidad de los estudios*

Para el estudio de la calidad de los trabajos incluidos se ha realizado un análisis indirecto a partir del impacto de la revista en el año de publicación de cada artículo. Se ha utilizado la clasificación “Scimago Journal Rank Indicator” (SJRI) que ordena en 4 cuartiles la relevancia o impacto de la revista donde “Q1” corresponde al cuartil de mayor peso en cuanto a la citación de los artículos de dicho año y “Q4” al cuartil de menor relevancia.

2.4 RESULTADOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

A continuación, se expondrán los hallazgos encontrados a través de la presente revisión sistemática sobre la bibliografía identificada sobre catéteres PICC.

2.4.1 - Selección de estudios y obtención de datos

Tras el análisis de la base de datos MEDLINE, según los criterios previamente expuestos, se identificaron un total de 524 artículos de los cuales se eligieron 271. En cuanto a la base de datos COCHRANE CENTRAL, se identificaron un total de 199 artículos de los cuales, tras eliminar duplicados, 11 reunían los criterios de inclusión. Además, se seleccionaron un total de 50 estudios mediante búsqueda manual. Tras el

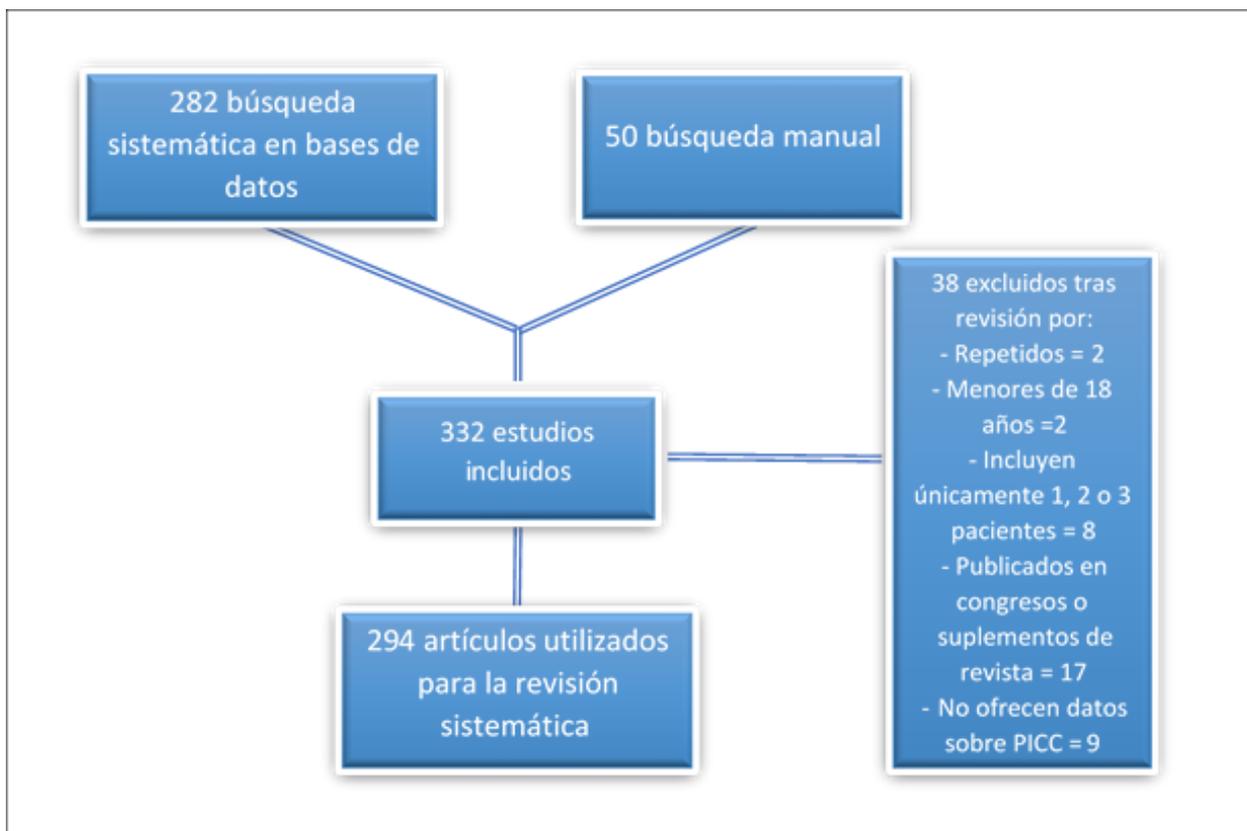


Figura 2.4.1 Selección de estudios

estudio pormenorizado, 38 estudios presentaban criterios de exclusión por lo que fueron descartados del estudio. Finalmente, se utilizaron 294 estudios para la revisión sistemática como se observa en la Figura 2.4.1.

De todos los trabajos seleccionados, se pudo obtener el artículo completo en el 83.3% de los estudios, el resto se analizó según la información contenida en el resumen. La identificación de los estudios, así como sus características principales puede consultarse en el ANEXO 2.

2.4.2 - Fecha de publicación

El estudio más antiguo incluido data de abril de 1973. Mediante búsqueda manual se han localizado estudios previos en los que probablemente se utilizasen PICC sin poder confirmarlo mediante la lectura del resumen, por lo que no se incluyeron en la revisión.

En los años posteriores, se incrementa de forma progresiva el número de publicaciones por año hasta llegar a 2015, año en el que encontramos 35 artículos sobre PICC. En 2016 y 2017 las publicaciones en cuanto a PICC descienden con 16 y 17 artículos publicados respectivamente.

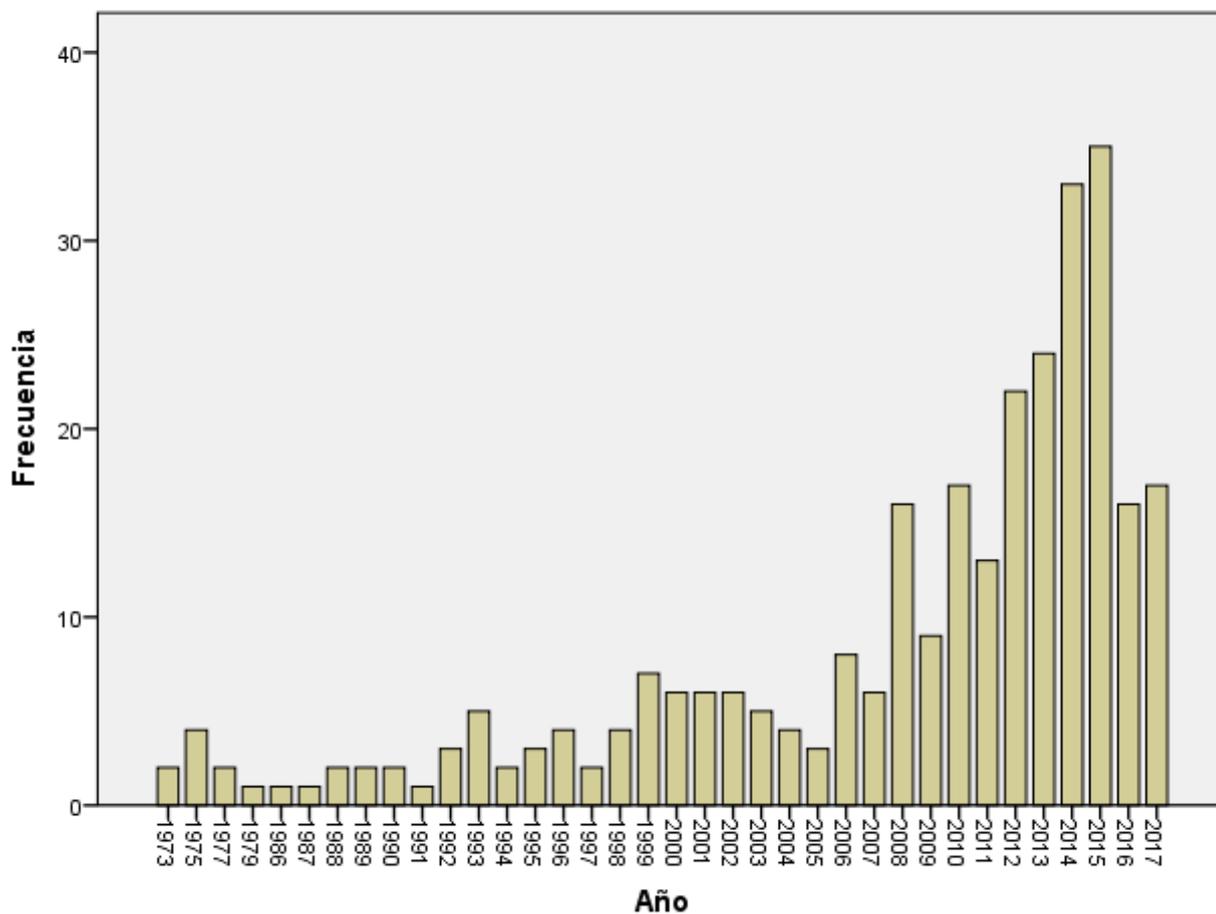


Figura 2.4.2 Número de estudios publicados por año

2.4.3 - Distribución geográfica

Casi la mitad de los artículos han sido publicados por investigadores afincados en Estados Unidos, el segundo país con mayor número de autores es China con un 10% de los artículos. En España, se han localizado solo 6 estudios sobre PICC, lo que supone el 2% del total. Se han publicado estudios en multitud de países como se puede observar en la Figura 2.4.3. El 90% de los artículos están escritos en inglés, pero hasta el 4% se ha publicado en chino.

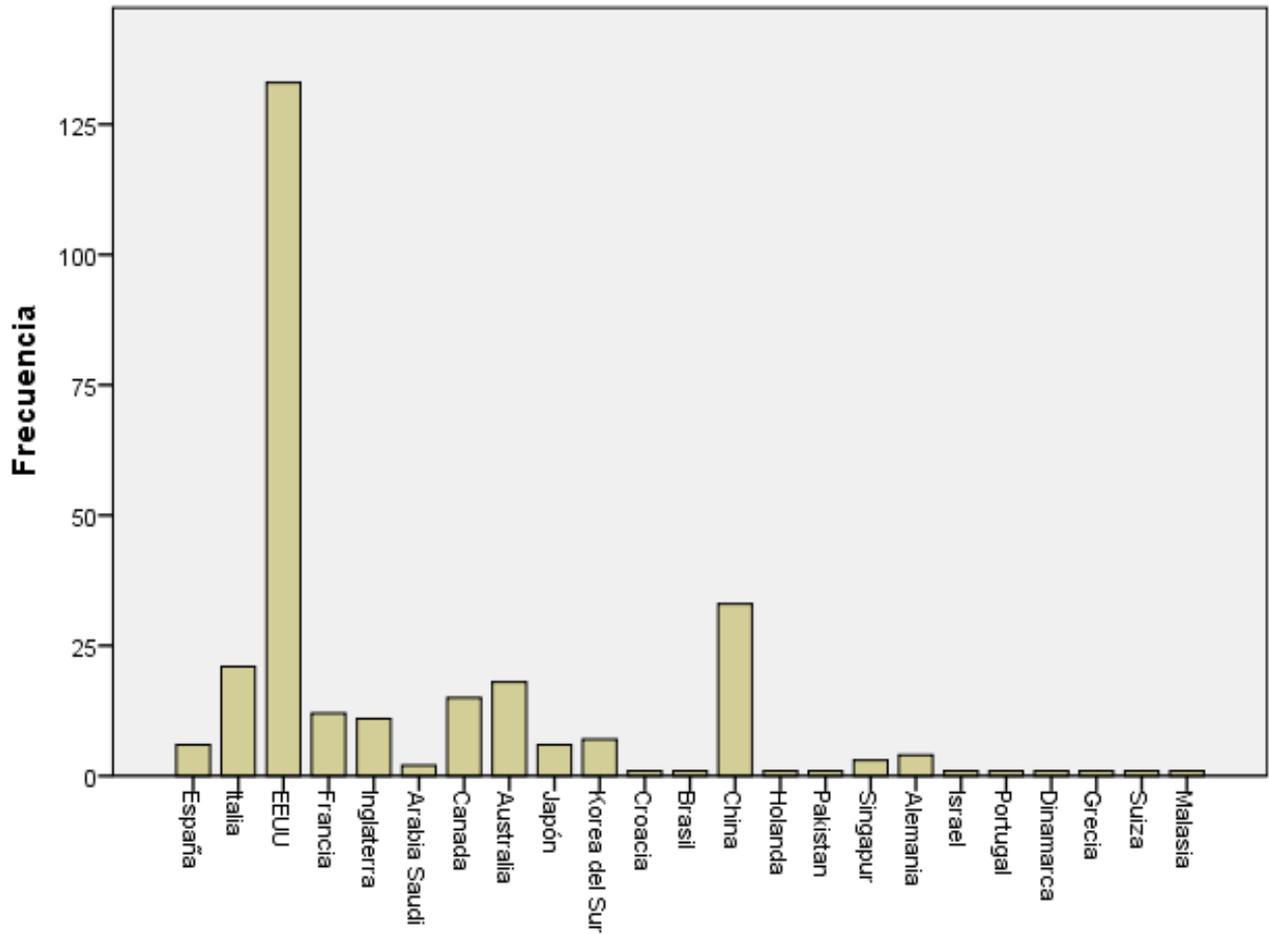


Figura 2.4.3 Países de publicación de los estudios

2.4.4 - Calidad de los estudios y revistas de publicación

En cuanto a la calidad de los estudios, estimada mediante el impacto de la revista en la que se publica, podemos decir que la mitad de ellos, pertenecen a revistas categorizadas como “Q1” y un cuarto de los estudios pertenecen a categoría “Q2” estando el resto de los estudios se hallan repartidos entre las categorías “Q3” y “Q4”, como se puede apreciar en la Figura 2.4.4.

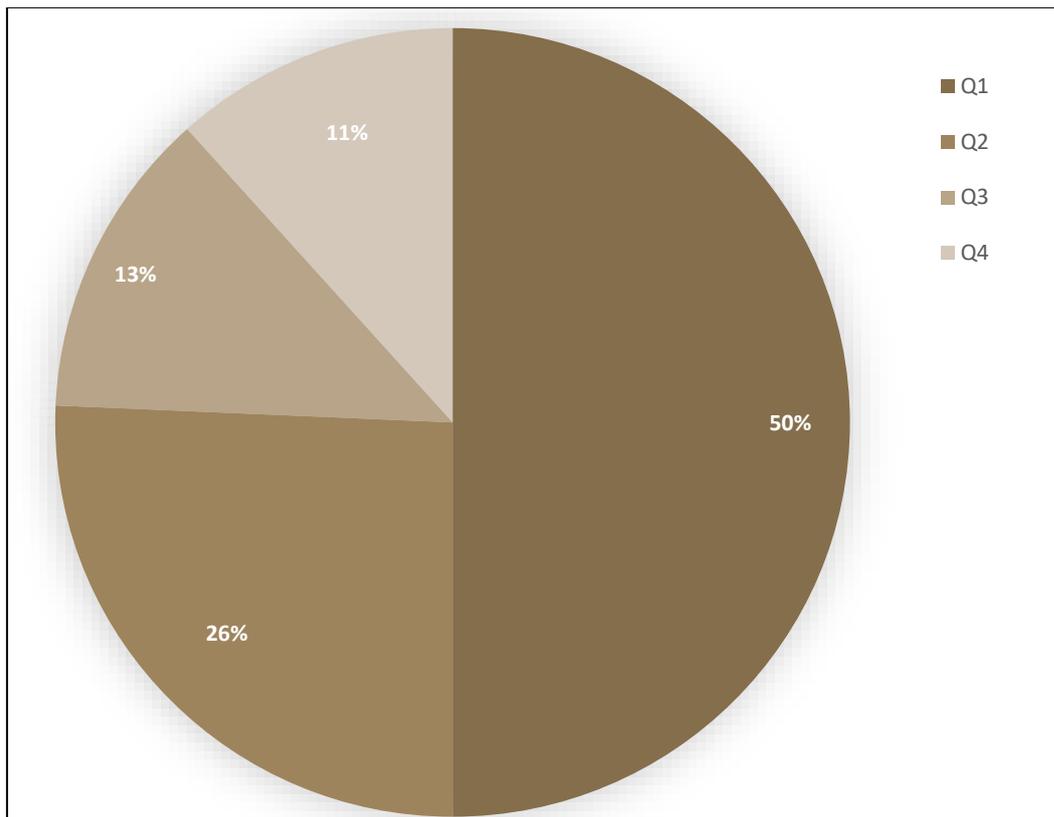


Figura 2.4.4 Cuartil de publicación de estudios

Las revistas a las que hacemos referencia han sido un total de 150. Las que más han publicado sobre PICC son *Journal of Vascular Access* con 21 artículos, *Journal of Infusion Nursing* y *Journal of Vascular Intervention Radiology* con 15 artículos cada una, *Journal of Intravenous Nursing* con 13 artículos y *Support Care Cancer* con 10 artículos publicados. Destacan, por la importancia de la revista, los cuatro artículos publicados en *Chest*. En la tabla 2.4.1 se pueden observar las revistas que han publicado más de un artículo sobre PICC.

Revista	Número de Artículos
J Vasc Access	21
J Infus Nurs	15
J Vasc Interv Radiol	15
J Intraven Nurs	13
Support Care Cancer	10
Infect Control Hosp Epidemiol	8
JPEN J Parenter Enteral Nutr	8
Am J Med	5
Leuk Lymphoma	5
JAVA	5
Chinese journal of clinical nutrition	5
Chest	4
J Hosp Med	4
Cardiovasc Intervent Radiol	4
AJR Am J Roentgenol	4
Burns	3
Australas Radiol	3
Crit Care Med	3
J Burn Care Res	3
Zhonghua Zhong Liu Za Zhi	3
Br J Nurs	3
J Cancer Res Ther	3
Clin Nutr	3
Int J Nurs Stud	3
J Thromb Haemost	3
PLoS One	3
Crit Care	2
Intensive Care Med	2
J Clin Oncol	2
J Pain Symptom Manage	2
Am J Infect Control	2
J Clin Nurs	2
Am J Hematol	2
Nutr Clin Pract	2
BMC Infect Dis	2
J Hosp Infect	2
Am J Surg	2
Radiology	2
Thromb Res	2
Neurocrit Care	2
Ann Saudi Med	2
Anesthesiology	2
Chinese journal of Evidence-Based Medicine	2
Br J Radiol	2
Acta Radiol	2

Tabla 2.4.1 Número de artículos publicados en cada revista

2.4.5 - Metodología de estudio

La mayoría de los estudios incluidos para este análisis han sido estudios meramente descriptivos, llegando a representar el 42.5 % de los mismos. Un 52.7% de los estudios son analíticos y el resto (4.8%) artículos de revisión, revisión sistemática y meta-análisis. Únicamente dos de los artículos eran meta-análisis. En cuanto a los estudios analíticos, un 42.5% son retrospectivos y un 37.4% prospectivos con solo un 15.4% de estudios randomizados. Seis de los estudios analíticos obtienen datos tanto de forma prospectiva como retrospectiva (0.8%) y existe un artículo transversal.

2.4.6 - Autores

Si nos fijamos en los investigadores, 15 han publicado más de un trabajo como autor principal. De entre ellos, seis aparecen también como autores en otros artículos.

El investigador con más artículos publicados es Vinnet Chopra con ocho artículos como primer autor y tres como segundo, tercer o último autor. Mauro Pittiruti es el segundo investigador con más trabajos publicados sobre PICC con tres como investigador principal y otros tres en el resto de categorías. Jeffrey Fletcher, Rebeca Sharp, Julien Potet, Kang Jung Ren y Thomas J. Wilson aparecen en un total de cuatro estudios cada uno. Otros autores a los que debemos citar son John F. Cardella, Paolo Cotogni y R. Scott Evans, los cuales han publicado, cada uno, al menos dos artículos como investigador principal.

2.4.7 - Temática del estudio

La temática de los estudios es también muy variada, aunque bien es cierto que más del 66% se centra en las complicaciones. De este 66% de trabajos que estudian las

complicaciones de los catéteres PICC, el 42.5% analiza los problemas de forma global; es decir, complicaciones infecciosas, trombóticas, oclusivas o de mal posición. Un 28.2% de los estudios solo refiere las complicaciones trombóticas, el 16.9% se centra en complicaciones infecciosas y un 7.1% analiza tanto las trombóticas como las infecciosas. Del resto, siete artículos estudian la mal posición de los catéteres y tres las complicaciones oclusivas.

Por lo demás, encontramos 12 artículos que refieren de forma descriptiva la colocación de catéteres sin especificar complicaciones, 10 sobre la experiencia personal de los pacientes a los que se les implanta PICC, siete artículos son de coste-beneficio y nueve versan sobre la formación en habilidades con respecto a estos catéteres. El resto se divide en 39 artículos (13.3%) que describen diferentes técnicas de colocación o manejo del catéter y 22 (7.5%) con temáticas diversas que se clasificaron como “otros”.

Del conjunto de todos estos estudios, solo el 20.4% (60 estudios) realizaban una comparación de los catéteres PICC con algún otro tipo de catéter. 43 estudios incluían en sus comparaciones CVC, 11 catéteres Hickman u otros tunelizados, 16 DTI, cuatro comparaban con CP no centrales y dos con *midlines*. Algunos estudios comparan a la vez más de dos tipos de catéteres.

2.4.8 - Comparación de PICC con otros tipos de catéteres

De entre los estudios que comparan otros catéteres con catéteres PICC, encontramos 16 trabajos cuyas conclusiones van a favor de los catéteres PICC, 21 artículos que se posicionan en contra de los PICC y 23 con diferencias no significativas.

2.4.8.1 Comparación de complicaciones infecciosas

En cuanto a las complicaciones infecciosas, hay un total de 36 estudios que comparan BRCV o BP en distintos tipos de catéter. De ellos, ocho con resultados a favor de PICC, 12 en contra y 16 sin diferencias entre catéteres. Entre los estudios que comparan PICC con CVC encontramos que solo hay cinco con conclusiones a favor de PICC; mientras que tenemos ocho en contra y 12 con resultados similares en los dos grupos.

Si hablamos de catéteres Hickman u otros tunelizados, dos estudios van a favor de PICC, cuatro en contra y cuatro indiferentes. Con respecto a los DTI solo un estudio plantea el posible beneficio de los PICC contra ocho que defienden la superioridad de los primeros y cinco cuyos resultados son similares en ambos grupos. Analizando los CP y *midlines* observamos únicamente dos estudios que comparan complicaciones infecciosas sin que se hayan podido encontrar resultados a favor o en contra en ninguno de ellos.

2.4.8.2 Comparación de complicaciones trombóticas

Treinta y un estudios comparan complicaciones trombóticas entre dos o más tipos de catéter. Únicamente dos estudios muestran conclusiones a favor de los catéteres PICC, mientras que existen 17 estudios con resultados en contra y 12 con resultados similares. Los dos estudios que se posicionan a favor de los PICC se comparaban con catéteres Hickman u otros tunelizados, aunque con respecto a estos catéteres otros dos estudios encontraban un peor resultado con PICC y tres no establecían claras diferencias.

Con respecto a la comparación con CVC, no encontramos estudios a favor de los PICC y solo nueve estudios comentan resultados similares con ambos catéteres frente a 14 que se posicionan claramente en contra. Algo parecido sucede con los DTI en los que

observamos un total de tres estudios indiferentes y seis en contra. Sobre CP y *midlines* solo encontramos un estudio con resultados similares en ambos grupos.

2.4.8.3 Estudios Coste-Beneficio

En cuanto a los cinco estudios que evalúan resultados de coste-beneficio, encontramos cuatro a favor de PICC y uno indiferente. Este estudio con resultado indiferente comparaba con DTI; aunque otros dos trabajos dan resultados favorables a PICC comparando también con estos catéteres. El resto de publicaciones, con supuesto beneficio económico de los PICC, se comparaban con catéteres Hickman y con CP.

2.4.8.4 Mal posiciones y complicaciones oclusivas

En cuanto a las mal posiciones, únicamente un estudio del año 1975 realiza una comparación de PICC con CVC encontrando que los PICC presentan mayor tasa de mal posición. Para las complicaciones oclusivas, solo disponemos de estudios que las comparan de forma secundaria, sin ser el objetivo principal de ningún trabajo.

2.4.8.5 Experiencia del paciente

Hemos identificado dos estudios que comparan la experiencia del paciente con catéter PICC con la experiencia con otro tipo de catéteres. Uno de estos estudios encuentra mejor tolerabilidad del PICC que de los CVC y otro refiere experiencias similares comparando PICC con CP.

2.4.9 - Lugar de canalización del PICC

En más de 70% de los estudios analizados, porcentaje válido tras eliminar meta-análisis, revisiones y algunos estudios de técnicas sin interés por el lugar anatómico de inserción, no ha sido posible encontrar una correcta descripción del lugar anatómico

donde se colocaba el catéter más allá de la referencia al miembro superior. En un único artículo, el PICC se colocaba en miembro inferior. En 33 estudios (11.2%) se especifica la colocación por encima de la fosa antecubital o el tercio medio del brazo mientras que en 30 artículos (10.2%) se especificaba su colocación en fosa antecubital o distal a esta. Nueve artículos (3.1%) referían ambas posibilidades de colocación.

2.4.10 - Relación entre el catéter y el calibre venoso

El tamaño del vaso en el que se implanta el catéter no ha sido claramente especificado en el 96.3% de los estudios. En los 11 estudios en los que sí se especifica el tamaño del vaso requerido para la implantación se utilizaron diferentes criterios para considerarlo adecuado. En uno de los artículos, se requiere un vaso en el que el 66% del mismo quede libre tras la implantación del catéter; en dos el catéter no podía ser mayor que el 60% de la luz, en cuatro de estos artículos se establece el límite en el 50% del vaso y un artículo utiliza el 45%. El resto de los artículos utilizan la medición pura de la vena requiriendo dimensiones de cuatro o cinco milímetros para su implantación y en un estudio se especifica que la vena, en milímetros, debe ser igual o mayor al catéter medido en Fr.

2.4.11 - Personal encargado de la implantación del catéter

El personal de enfermería aparece en el 29.9% de los artículos, porcentaje válido tras eliminar meta-análisis, revisiones y algunos estudios de técnicas sin interés por el personal encargado de la implantación, como profesional encargado de la colocación del catéter. En cuanto a los médicos, el implantador más frecuente ha sido el radiólogo intervencionista, con el 16.0% con respecto al total de los estudios. En el 9.9% de los trabajos los catéteres se colocaban tanto por enfermería como por radiólogos intervencionistas. Existen otros estudios en los que los catéteres son colocados por

anestesiastas (2.7%) u otros médicos (4.8%). Únicamente hemos identificado un estudio en el que los catéteres eran introducidos por intensivistas, aunque en el 27.2% de los artículos no ha sido posible identificar al implantador.

2.5 DISCUSIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN

Estructuraremos el estado actual de la cuestión en una serie de apartados mediante los que intentaremos resumir y hacer comprensible todo el conocimiento encontrado sobre la colocación de catéteres PICC.

2.5.1 - Evolución temporal de las publicaciones

El primer aspecto que podemos considerar, después de realizar esta revisión sistemática, es que la cantidad de estudios encontrados sobre PICC es mucho más escasa que la que podríamos encontrar al realizar el mismo ejercicio sobre CVC clásicos. Sin embargo, los 294 artículos identificados hacen referencia a la existencia de un claro esfuerzo por parte de los clínicos por definir cuál puede ser la verdadera utilidad de estos catéteres.

Este esfuerzo ha sido progresivo en el tiempo, desde al menos 1973, los catéteres PICC se han tenido en cuenta y se han comparado con otros dispositivos. El aumento exponencial de las publicaciones sobre PICC en los años posteriores no es sorprendente ya que la cantidad de artículos indexados en las diferentes bases de datos ha tenido una evolución similar.

Sin embargo, si comparamos nuestra gráfica de las publicaciones sobre PICC a lo largo de los años con una similar sobre CVC, Figura 2.5.1, podemos observar cómo el incremento más importante en la frecuencia de publicación de estudios sobre CVC se produce alrededor de 2004; mientras que para los PICC esto se produce entre 2008 y

2010. Es decir, la investigación sobre PICC, además de ser considerablemente menor en cuantía, se ha retrasado unos cuatro o cinco años con respecto a los CVC clásicos.

Llama la atención que, a pesar de la tendencia temporal claramente positiva en la publicación de artículos sobre PICC, desde 2015, se ha producido un descenso en la publicación de artículos. Es posible que hayamos pasado el periodo álgido de experimentación sobre este tipo de catéter, cosa que se confirmará si en los próximos años se mantiene este descenso de publicaciones.

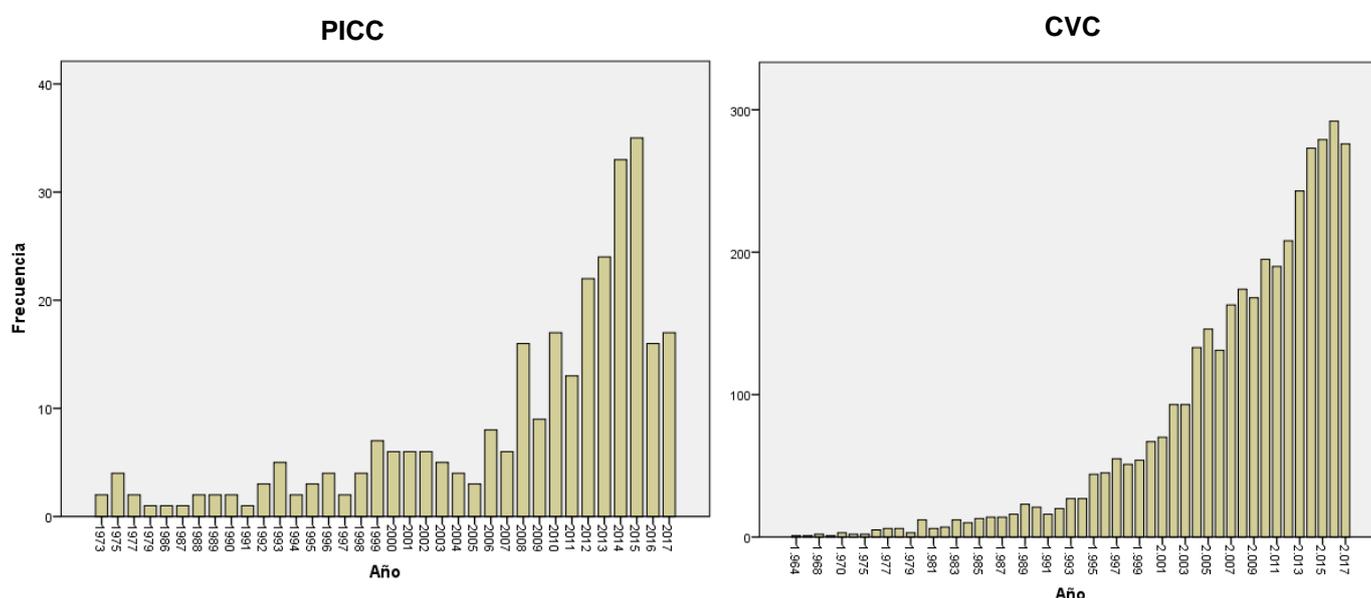


Figura 2.5.1 Comparación del número de estudios publicados sobre PICC y CVC

2.5.2 - El catéter PICC y su distribución geográfica

En cuanto a la localización geográfica de los autores que publican sobre PICC, podemos decir que existe un claro predominio de investigaciones en EEUU de forma global y, sobre todo, con respecto a Europa en la que el país con más investigación es Italia. China se sitúa como el segundo país donde encontramos más autores que estudian los PICC, pero también existe actividad en muchos países asiáticos como Japón, Corea

del Sur, Arabia Saudí, Singapur, Israel y Pakistán. En Australia también se ha publicado una cantidad considerable de trabajos sobre PICC.

Por lo demás, encontramos poca o nula investigación sobre PICC en el resto de América salvo en Canadá, concretamente en centro y Suramérica se ha identificado un único artículo en Brasil. En África tampoco se han encontrado trabajos sobre PICC.

Como era de esperar, la inmensa mayoría de los artículos están escritos en inglés, aunque no es despreciable el porcentaje de artículos escritos en chino.

2.5.3 - *Calidad, metodología y temática de los estudios*

A pesar de no haber podido realizar un análisis profundo de la calidad de todos los artículos mediante criterios estandarizados, es posible observar cómo la mitad de los artículos están publicados en revistas de alto factor de impacto, concretamente en el primer cuartil. En esta revisión, sin embargo, se incluye un volumen no despreciable de artículos cuya calidad podría ser cuestionable al pertenecer a revistas del tercer o cuarto cuartil.

La existencia de una mayoría de estudios descriptivos no es de extrañar, ya que son los trabajos más frecuentemente publicados en la literatura científica en general. No es despreciable, sin embargo, la cantidad de estudios analíticos; aunque también, como era de esperar, la mayoría se trate de estudios retrospectivos. Encontramos un claro déficit de estudios randomizados, por lo que podemos considerarlo como una asignatura pendiente en la investigación en PICC. Por suerte, disponemos de dos meta-análisis que nos ayudarán a despejar muchas dudas durante los próximos párrafos.

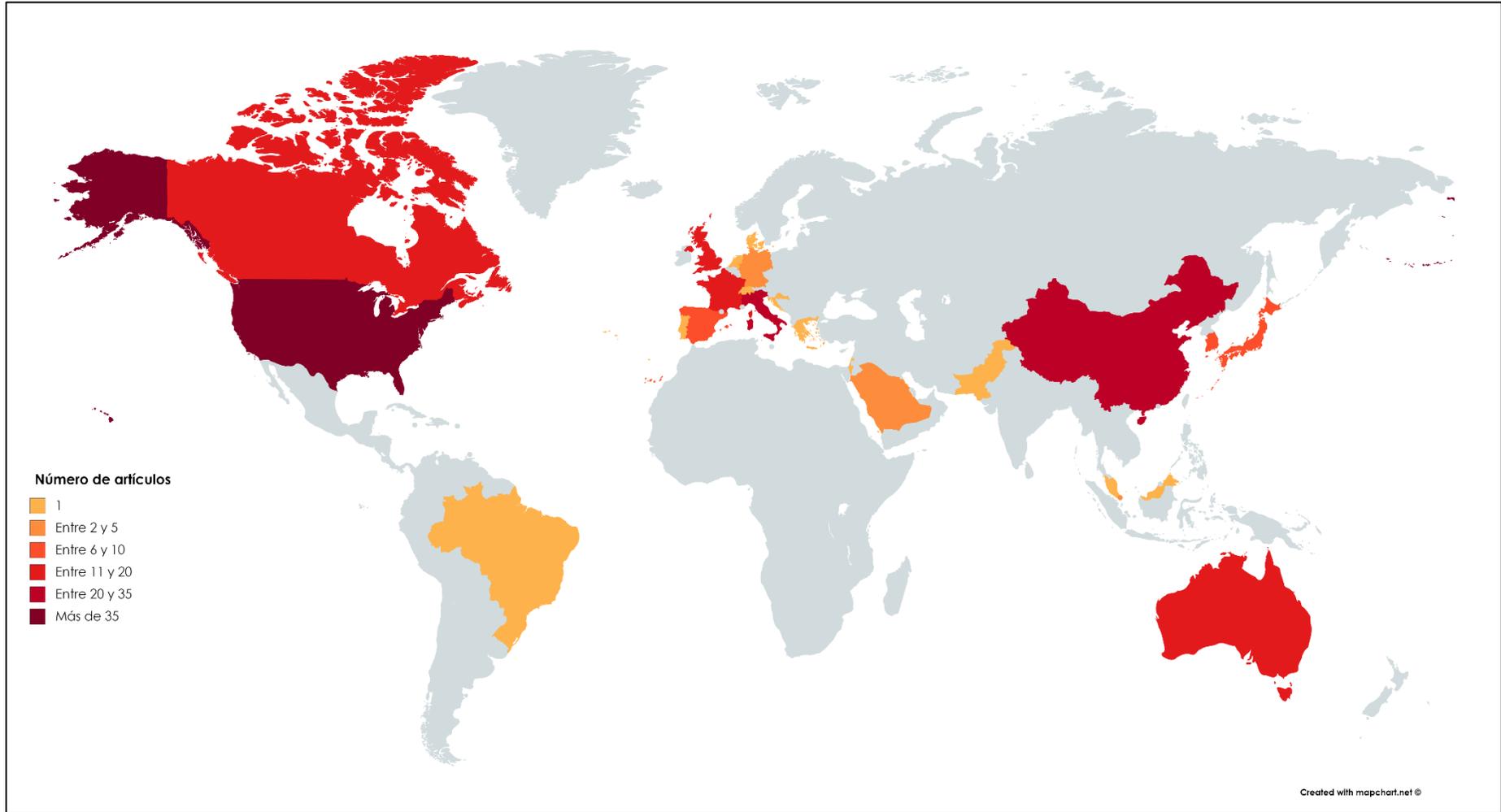


Figura 2.5.2 Mapa de los estudios publicados por país

La mayoría de los estudios sobre PICC se centran en las complicaciones derivadas de la utilización del dispositivo; sobre todo, de complicaciones trombóticas y, en segundo lugar, infecciosas; pero también oclusivas o de mal posición. Existe un importante porcentaje de estudios centrados en describir diferentes técnicas de colocación, control de mal posición o cuidados de los catéteres y unos pocos relacionados con la experiencia de los pacientes o la formación del personal encargado de su colocación y vigilancia. Se han realizado también algunos estudios de coste-beneficio.

2.5.4 - Principales investigadores que han trabajado sobre PICC

Realizaremos ahora un recorrido en el que se describen los perfiles profesionales y académicos de los principales investigadores hallados que han trabajado sobre PICC.

2.5.4.1 Vineet Chopra, MD, MSc:

El doctor Chopra es el autor con más estudios publicados en nuestra revisión sistemática, con ocho estudios como investigador principal y 11 estudios en total. Es, además, el autor de los 2 únicos meta-análisis que existen sobre PICC.

Profesor adjunto de Medicina e Investigación Científica del Programa de Mejora de la Seguridad del Paciente y del Centro de Investigación del Manejo Clínico en el Centro Médico VA de Ann Arbor y el Sistema de Salud de la Universidad de Michigan. Su interés se ha centrado en mejorar la seguridad de los pacientes hospitalizados y la prevención de infecciones adquiridas en el hospital. Está particularmente interesado en prevenir las complicaciones relacionadas con los dispositivos vasculares, incluidos los

CVC y los PICC. La investigación del Dr. Chopra ha sido publicada en revistas líderes como *JAMA*, *BMJ* y *Annals of Internal Medicine*.

2.5.4.2 Mauro Pittiruti, MD:

El Dr. Pittiruti ha dedicado una gran parte de su trabajo, en el Hospital Universitario Católico de Roma, a la canalización de accesos venosos con ecografía. Fruto de este trabajo son sus múltiples publicaciones en revistas como *Journal Of Vascular Access*. Especial mención debe hacerse a su trabajo con niños y neonatos; así como sus estudios sobre diferentes posibilidades en la canalización de accesos periféricos. Acumula una gran experiencia en la canalización de PICC y ha conseguido su popularización en Italia. Colabora de forma habitual con la Universidad del Sacro Cuore de Roma.

2.5.4.3 Jeffrey Fletcher, MD:

Neurocirujano y profesor asociado del Departamento de Neurocirugía y Neurología de la Universidad de Michigan. Realizó la residencia en la Universidad de Texas en Neurología y, posteriormente, se especializó en Neurología Vascular y Neurocríticos en la Universidad de Virginia. Ha trabajado como Neurointensivista en el Hospital Metodista de Bronson en Kalamazoo. Posee, además, un Máster en Investigación Clínica y Estadística.

Durante su carrera, se ha interesado por la reducción de las complicaciones asociadas a los pacientes críticos con hemorragia subaracnoidea y por esto ha utilizado y publicado varios trabajos con PICC.

2.5.4.4 Thomas J. Wilson, MD:

También Neurocirujano, el Dr. Thomas J. Wilson estudió la carrera de Medicina en la Universidad de Nebraska y realizó su residencia en Neurocirugía en la Universidad de Michigan. Continuó su especialización en el campo de la cirugía de nervios periféricos en la Clínica Mayo de Rochester, Minesota. Actualmente trabaja, además, como Profesor Asociado del Centro de Cirugía de Nervios Periféricos de la Universidad de Stanford. Ha realizado también experiencias en implantación y seguimiento de PICC, alguno de sus estudios en compañía de su colega el Dr. Fletcher.

2.5.4.5 Rebeca Sharp, PhD:

Licenciada en Enfermería, alcanzó su doctorado con un trabajo sobre PICC y trombosis venosa. La Dra. Sharp ha trabajado durante muchos años con pacientes de Cirugía Torácica especialmente en patologías como la fibrosis quística y la tuberculosis. Actualmente es profesora en la Universidad del Sur de Australia y continúa trabajando con DTI, PICC y *midlines*.

2.5.4.6 Julien Potet, MD:

Radiólogo Francés e importante colaborador de Médicos Sin Fronteras, trabaja en el Hospital Militar Percy en Clamart. La canalización de catéteres PICC constituye una actividad más de su cartera de servicios en dicho hospital y ha publicado varios artículos sobre estos dispositivos.

2.5.4.7 Jun Ren Kang, MD:

El Dr. Kang trabaja en el departamento de Nutrición Parenteral y Enteral, en el Hospital de la Universidad Médica de Pekín. Pertenece, además, a la Academia China de

Ciencias Médicas y al Colegio Médico de la Unión de Pekín. Ha publicado varios artículos sobre catéteres vasculares.

2.5.4.8 John F. Cardella, MD:

Profesor, presidente y jefe del Departamento de Radiología del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Estatal de Nueva York en Syracuse. Es también jefe de Radiología del Hospital Universitario de dicha ciudad. Graduado en la Universidad de Michigan realizó su residencia en Radiología Diagnóstica en la Clínica Mayo de Rochester, Minnesota. Posee más de 60 publicaciones entre las que se incluyen algunos estudios sobre PICC.

2.5.4.9 Cotogni Paolo, MD:

Jefe del equipo de Anestesia de Cuidados Paliativos del Hospital Universitario de Turín. Ha llevado a cabo múltiples estudios sobre nutrición, tanto en pacientes oncológicos como en pacientes críticos. Ha colaborado en varios trabajos con el Dr. Pittiruti.

2.5.4.10 Scott Evans, PhD:

Zoólogo y microbiólogo, realizó su doctorado en Biomedicina en la Universidad de Utah. Director de Informática Médica en Intermountain Healthcare y profesor de Informática Biomédica en la Facultad de Medicina de la Universidad de Utah. Ha trabajado en el diseño de herramientas de soporte de decisiones computarizadas para mejorar los eventos adversos de dispositivos médicos y eventos tromboembólicos venosos. En este sentido su trabajo ha versado también en la valoración de los PICC.

2.5.5 - Revistas de publicación de PICC

Cabe destacar la importante variedad de revistas que han publicado artículos sobre este tipo de catéter; aunque no es de extrañar que las más frecuentes sean revistas monográficas sobre accesos vasculares como *Journal Of Vascular Access* o *Journal Of Vascular Intervention Radiology* y revistas de enfermería dedicadas al acceso vascular como *Journal Of Infusion Nursing* o *Journal Of Intravein Therapy*.

Dado que se han llevado a cabo multitud de estudios en pacientes oncológicos, la cantidad de publicaciones en revistas centradas en esta patología, como *Support Care Cancer* o *Leukemia & Lymphoma*, es relevante.

La revista *Infection Control & Hospital Epidemiology* ha publicado también varios trabajos, sobre todo en relación a las complicaciones infecciosas de los PICC. Así como *JPEN Journal Of Parenteral and Enteral Nutrition* en relación con la nutrición parenteral a través de PICC.

Encontramos, además, revistas con un factor de impacto relevante como son *CHEST*, *Lancet*, *Radiology* o *Intensive Care Medicine*.

2.5.6 - Complicaciones Infecciosas de los catéteres PICC. Comparación con otros catéteres

Sabemos que las complicaciones infecciosas, BRCV y BP, son probablemente las más temidas tras canalizar un catéter venoso. De los 130 estudios, que tratan sobre complicaciones infecciosas, hemos seleccionado cuatro para su discusión por creer que pueden ser los más ilustrativos y adecuados para resumir cuál es el estado actual de la evidencia con respecto a los catéteres PICC y este tipo de complicación.

2.5.6.1 Meta-análisis sobre complicaciones infecciosas de PICC en comparación con otros CVC

Estudio llevado a cabo por el grupo del Dr. Vinnet Chopra, en 2013 (129), en el que compara los catéteres PICC con CVC según el riesgo de bacteriemia asociada a catéter en pacientes adultos. En él se seleccionan un total de 23 trabajos, para la realización del meta-análisis, entre los que solo existe un estudio randomizado. El total de los pacientes incluidos en el conjunto de trabajos es de 57,250.

En este meta-análisis se intentan analizar tanto tasas de bacteriemia como DI. Como primer criterio diferenciador de los estudios, el Dr. Chopra separa los artículos según los pacientes hayan permanecido hospitalizados, sean pacientes ambulatorios, es decir tratados en domicilio, o se haya utilizado el catéter tanto en hospitalización como en domicilio. Este hecho es importante ya que, al analizar estos estudios, se evidencia una importante inconsistencia ($I=85.2\%/ 87.3\%$) que desaparece al separar los diferentes subgrupos.

Los resultados de este meta-análisis concluyen que, en pacientes ambulatorios, existe un menor riesgo de bacteriemia con el uso de PICC comparado con CVC con un Riesgo Relativo (RR) del 0.22 y un Intervalo de Confianza al 95% (IC95%) de entre el 0.18-0.27 ($I=0\%$). Este estudio se realiza en base a las tasas de bacteriemia, ya que solo un estudio compara DI con un resultado no claramente significativo, aunque va en la misma dirección que los trabajos previamente comentados (RR [IC95%], 0.72 [0.58-0.88]). En los pacientes hospitalizados los resultados tienden a ser menos significativos, en cuanto a tasas encontramos un (RR [IC95%], 0.73 [0.54-0.98]) y en cuanto a DI (RR [IC95%], 0.72 [0.41-1.27]).

La principal limitación que encuentra V. Chopra es que únicamente es capaz de comparar DI en 13 estudios de los que solo uno es en pacientes ambulatorios, tampoco se pudo realizar un análisis a nivel de paciente o de dispositivo. Además, existe un déficit de información con respecto a las características de los dispositivos y cuidados de los catéteres que pueden influir en el desarrollo de bacteriemias.

Por nuestra parte, encontramos una serie de cuestiones que cabría también tener en cuenta. El primer punto son las diferencias en la definición de bacteriemia. Como vimos durante la introducción de esta TD la definición de BP, que es la utilizada por Chopra, es un término epidemiológico, en principio adecuado para este estudio. Sin embargo, el mismo Chopra expone como en tres estudios no se define qué criterio se utiliza para la definición de bacteriemia, 15 estudios utilizan los hallazgos clínicos junto con los datos de cultivos realizando definiciones propias no estandarizadas, un estudio sigue la definición de la National Nosocomial Infection Surveillance (NNIS) y cuatro estudios utilizan la clasificación de la CDC/ National Healthcare Safety Network (NHSN), es decir, los criterios de BRCV.

Otro hecho muy relevante es que no se diferencian los tipos de PICC en algo tan básico como su lugar de implantación, de forma que, mientras algunos autores si realizan la colocación en venas profundas del brazo; otros exponen que se implanta en venas antecubitales, unos pocos las colocan en ambos sitios y, en la mayoría de los artículos, ni siquiera se describe el lugar de implantación.

Además, sabiendo que el material del catéter es muy importante en el desarrollo de complicaciones, está claro que los catéteres que implanta Schuman en 1987 van a ser poco comparables con los que podemos utilizar hoy. De hecho, cuando observamos el diagrama de bosque que publica el Dr. Chopra, en cuanto a los estudios que valoran la DI

de infección por catéter, podemos ver como los únicos artículos que se posicionan claramente en contra de los PICC son los trabajos de Raad y de Smith de 1993 y 1998 respectivamente.

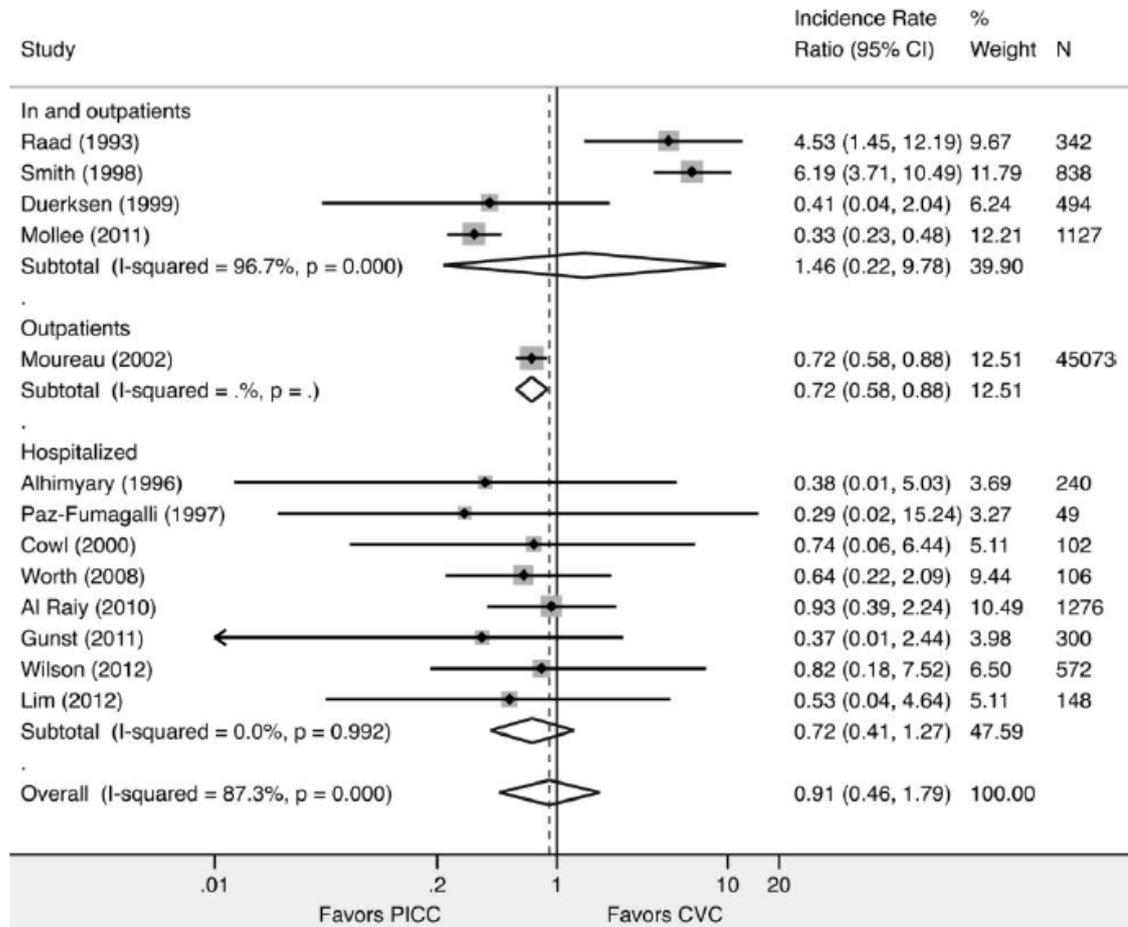


Figura 2.5.3 Diagrama de bosque: Densidad de incidencia de bacteriemia por catéter de PICC contra CVC (126)

En definitiva, lo que sí podemos sacar en claro de este meta-análisis es que los pacientes hospitalizados tienen más infecciones que los ambulatorios y, obviamente, no pueden ser comparados. Además, en pacientes ambulatorios parece existir una ventaja para el uso de catéteres PICC con respecto a otras vías centrales, a pesar las dudas que puedan generar las limitaciones de este estudio.

En pacientes hospitalizados, aunque es cierto que existe una tendencia que indica que los PICC podrían ser una opción favorable respecto a otros CVC, los problemas en la

definición de bacteriemia, el lugar de implantación del catéter y la diferencia de cuidados hace que el resultado de este análisis sea poco valorable.

2.5.6.2 Estudios de interés no incluidos en el último meta-análisis.

Los estudios posteriores a 2013 continúan ratificando los hallazgos del Dr. Chopra en cuanto a las infecciones relacionadas con catéter. De hecho, no es sencillo encontrar trabajos que se posicionen claramente en contra del PICC en los últimos años.

Bassetti et al, publican en 2015 un estudio sobre candidemia en la revista *PLOS one* (130) en el que, curiosamente, las infecciones en PICC, sin ser más prevalentes que en CVC, presentan un riesgo significativamente mayor de fallecimiento que las encontradas en otros tipos de catéteres. Esta significación estadística, se mantiene incluso tras el análisis multivariante.

	Effect likelihood ratio test		Significant ratio	Survival Probability	
	L-R chi square	p-value		OR(95% C.I.)	
CVC	11.63	0.02	Short catheter vs. PICC	7 (1.8–38.17)	0.004
			Portacath vs. PICC	8.19 (1.86–48.27)	0.005
			no CVC vs. PICC	8.41 (1.85–50.86)	0.005
Steroids	7.68	0.005	Steroids vs. no steroids treatment	0.27 (0.09–0.69)	
Apache III	4.1	0.043	Per unit increase	0.98 (0.95–0.99)	
CVC removal	6.04	0.014	Removed vs. not removed	3.77 (1.3–11.76)	
Definitive treatment	15.81	0.007	casposfungin vs no treatment	3.49 (1.28–10)	0.015
			amphotericin B lipid formulation vs. no treatment	15.26 (1.25–366.13)	0.033

doi:10.1371/journal.pone.0127534.t005

Tabla 2.5.1 Análisis multivariante de factores de riesgo de mortalidad a los 30 días, Bassetti 2015 (127)

La causa de estos hallazgos no es explicada por Bassetti que centra su atención en otros aspectos de las candidemias durante la discusión de su artículo.

Otros estudios, como el publicado en 2014 por T. Sakai sobre pacientes hematólogicos (131), refieren un efecto protector del PICC en comparación con otros CVC. En el estudio del Dr. Sakai se analizan de forma retrospectiva 84 pacientes con

PICC y 85 pacientes con CVC encontrando una DI significativamente menor en el grupo de pacientes con PICC, concretamente 1.23 BRCV ‰ días de catéter en PICC contra 5.3 ‰ en CVC. Las características de ambos grupos de pacientes eran similares observándose una mayor durabilidad de los PICC, así como una menor tasa de BRCV (8.9% contra 14.9%).

2.5.7 - Factores de riesgo para BRCV en PICC

Debemos destacar otra publicación del Dr. Chopra de 2014 (132) sobre factores de riesgo para bacteriemia en PICC en la que recoge, de forma retrospectiva, los datos de 966 catéteres. En este estudio, se comprueba cómo, en esta cohorte de pacientes, factores de riesgo clásicos como el tiempo de estancia hospitalaria, el ingreso en UCI y el número de luces del PICC se relacionan de forma significativa con el mayor riesgo de infección. Llama la atención, sin embargo, que otros posibles factores de riesgo, como la NP, no encuentre significación estadística.

2.5.8 - Complicaciones Trombóticas de los catéteres PICC. Comparación con otros catéteres

Las complicaciones trombóticas se han convertido en uno de los grandes temas de estudio para los clínicos que utilizan PICC. La preocupación por esta complicación no es infundada dado que los PICC se colocan en venas de pequeño calibre ocupando gran parte de la luz y, además, su mayor longitud favorece el contacto de la sangre con un cuerpo extraño. Conociendo estos detalles no es de extrañar que se considere el PICC como un teórico factor de riesgo de TVP en miembros superiores y, potencialmente, de TEP.

2.5.8.1 Último meta-análisis y revisiones sobre PICC, TVP y TEP.

Para poder cuantificar el riesgo que supone la colocación de un PICC, sobre todo con respecto a otros CVC, Vinnet Chopra publica en 2013 una revisión y meta-análisis en la revista *The Lancet* (128). La revisión del doctor Chopra es muy exhaustiva, llama la atención que incluye incluso 22 trabajos publicados únicamente como resúmenes en congresos, los demás estudios sí son artículos revisados por pares y publicadas en revistas indexadas en Journal Citation Reports (JCR). Se estudian, en total, 64 documentos de los cuales solo 12 comparan la tasa de TVP en PICC con la de otros CVC, el resto son estudios meramente descriptivos que exponen la tasa o DI de TVP en pacientes con PICC.

De esta forma, el Dr. Chopra analiza, por un lado, las tasas y densidades de TVP y por otro el factor de riesgo que supone tener colocado un PICC en comparación con un CVC.

Cuando empezamos a observar las tasas de TVP, el primer dato que merece nuestra consideración es la amplia variabilidad de estas, encontrando tasas desde el 0.32% hasta el 64.52%, es decir, más de 200 veces mayor en unos estudios que en otros. La explicación a este fenómeno radica, fundamentalmente, en la indicación de la prueba de detección de TVP, es decir, si se realiza la búsqueda activa en pacientes asintomáticos o si solo se busca TVP en pacientes sintomáticos. Vinnet Chopra incluye 5 estudios en los que se realizan las pruebas complementarias a todos los pacientes incluidos en el estudio y 45 en los que solo se les realiza a pacientes sintomáticos. El resto de trabajos no aportan información sobre la indicación de la prueba de confirmación.

A pesar de que este hecho queda claramente reflejado en la exposición de resultados del meta-análisis, el Dr. Chopra incluye todos los estudios en la ponderación sin realizar un análisis de subgrupos según este dato que, claramente, compromete los resultados.

El análisis de subgrupos, se realiza para los diferentes tipos de pacientes, encontrando en los pacientes hospitalizados una tasa de 3.44% (IC95%, 2.46-4.43), en pacientes con cáncer 6.67% (IC95%, 4.69-8.64), en pacientes de UCI un 13.91% (IC95%, 7.68-20.14) y en otros pacientes 4.86% (IC 95% 1.70-5.19). La ponderación general de todos los pacientes incluidos en la revisión arroja una tasa del 4.86% (IC95% 4.08-5.64).

Solo cuatro estudios aportan datos sobre el tiempo desde la cateterización hasta la TVP, observándose una mediana de 8.7 días (IQR 3-22).

En cuanto a los estudios que comparan unos catéteres con otros, se incluyen un total de 11 trabajos para la realización del meta-análisis, hallando una Odds Ratio (OR) de 2.55 (IC95%, 1.54-4.23) en contra de los PICC con una heterogeneidad aceptable ($I^2= 27,7\%$, $p =0.181$).

De los estudios incluidos, solo seis informaron sobre la producción de TEP. Estos estudios incluyeron un total de 5113 pacientes encontrando solo 24 episodios de TEP, es decir, un 0,5%.

En general, las limitaciones encontradas por los autores del estudio hacen referencia a la inexistencia de estudios randomizados y la inclusión de resúmenes de congresos, lo que puede afectar a la robustez de los resultados. Además, el meta-análisis solo se puede realizar con 11 estudios que comparen PICC con otros CVC.

Finalmente, se llega a la conclusión de que los PICC constituyen un probable factor de riesgo para la producción de TVP, pero no para TEP, en comparación con los CVC.

Este meta-análisis, supone un importante punto de partida para la valoración del daño que podemos estar provocando al colocar un PICC en vez de otro tipo de CVC. A pesar de la falta de estudios randomizados, debido a la plausibilidad biológica y la dirección en

la que apuntan todos los estudios debemos considerar al PICC como un factor de riesgo para desarrollar TVP. Este riesgo, está probablemente aumentado en determinados grupos de pacientes; con venas de escaso calibre, con antecedentes de TVP, etc. en los que habrá que valorar cuidadosamente el riesgo y el beneficio de la canalización de un PICC.

2.5.8.2 Estudios de interés no incluidos en el último meta-análisis sobre TVP y TEP.

Comentaremos algunos de los estudios que nos han resultado más relevantes tras la realización de la revisión sistemática:

“Complications and cost associated with parenteral nutrition delivered to hospitalized patients through either subclavian or peripherally-inserted central catheters”

Se trata de un estudio llevado a cabo por el Dr. Cowl (133) y publicado en el año 2000 en el que compara la administración de NP a través de una vía central, subclavia o yugular, con la administración por PICC. En este trabajo se realiza un estudio del riesgo de complicaciones mayores, así como un análisis coste-beneficio.

Incluye 102 pacientes, repartidos al 50% entre PICC y CVC, en tratamiento con NP durante su estancia hospitalaria. Los criterios para la definición de bacteriemia están descritos en el artículo; pero no se ajustan a ninguna clasificación estandarizada, aunque por lo demás se trata de un artículo de aceptable calidad, en cuanto al estudio de las TVP se consideran únicamente las sintomáticas.

Este estudio es el único randomizado utilizado por Chopra en sus meta-análisis sobre BRCV, pero no está incluido en su meta-análisis sobre TVP. Sin embargo, en esta publicación únicamente se describen tres posibles BRCV, una en PICC y dos en CVC;

mientras que se observan nueve TVP, ocho en PICC y una en CVC, resultado que si es claramente significativo.

En cualquier caso, este estudio apunta en la misma dirección que los utilizados por el grupo de Vinnet Chopra vistos previamente.

“Comparison of peripherally inserted central venous catheters (PICC) versus subcutaneously implanted port-chamber catheters by complication and cost for patients receiving chemotherapy for non-haematological malignancies”

Nuevo estudio randomizado sobre complicaciones de PICC. Publicado en 2014 por GS. Patel (134) quien incluye 36 pacientes con PICC y 34 con DTI en pacientes no hematológicos en tratamiento quimioterápico.

En este estudio no se encuentran complicaciones infecciosas, tan solo una infección en un reservorio, pero sí cuatro complicaciones tromboticas en PICC, quedando libres los reservorios de este tipo de complicación.

Patel concluye finalmente que los catéteres PICC presentan más complicaciones graves que los reservorios (HR 0,25 [IC95% 0.09-0.86], P=0,038) debido a estas complicaciones tromboticas.

Existen otros artículos, también randomizados y publicados en los últimos años, que siguen las conclusiones de Patel, como puede ser el artículo de Fletcher de 2016 (135) pero que no añaden ninguna nueva conclusión a esta revisión.

2.5.9 - Factores de riesgo de TVP en PICC

Comentaremos a continuación algunos estudios sobre factores de riesgo para la producción de complicaciones tromboticas en pacientes con PICC.

“Peripherally inserted central catheter (PICC)-related thrombosis in critically ill patients”

Artículo de revisión, publicado en 2014, llevado a cabo por el Dr. Zochios (136) sobre complicaciones en pacientes de UCI en tratamiento a través de PICC. En esta revisión, se incluyen seis artículos, cinco retrospectivos y uno prospectivos.

De forma muy acertada, comienza diferenciando las tasas de TVP entre pacientes sintomáticos y asintomáticos, encontrando un 71.9% de TVP en el primer grupo y entre el tres y el 20% en el segundo. Además, refiere la DI encontrada por Bonizzoli (137) en pacientes de UCI que se situaría en 7.7‰ días de catéter. En cuanto a los factores de riesgo de TVP describen los previamente comentados sin añadir nueva información.

Resulta interesante su análisis de las complicaciones posteriores a la TVP causada por PICC, concretamente el TEP y el síndrome post-trombosis. En cuanto al TEP, se refiere al artículo de Fletcher (135) en el que se observa un 1.3% de eventos, la inmensa mayoría asintomáticos, y el artículo de Malinoski (138) que refiere un 1.3% de TEP tras colocación de CVC con los mismos resultados en CVC clásicos como en PICC. Por lo tanto, no se puede asociar de forma clara un riesgo aumentado de TEP en pacientes con PICC que en pacientes con CVC.

Con respecto al síndrome post-trombosis, los estudios revisados por el grupo de Zochios refieren un riesgo disminuido de este en TVP de miembros superiores. Además, la sintomatología suele ser vaga e inespecífica lo que dificulta llegar a comprender cual es el peso real de esta complicación.

“Patterns, risk factors and treatment associated with PICC-DVT in hospitalized adults: A nested case-control study”

El Dr. Chopra y su equipo continuaron estudiando las complicaciones trombóticas de los pacientes con PICC (139). En 2015, publican un estudio de caso-control anidado en su cohorte previa de pacientes recogidos entre 2012 y 2013 con el objetivo de identificar factores de riesgo para el desarrollo de esta complicación. El estudio incluye 909 pacientes de los cuales 268 son casos de TVP sintomática y 641 controles.

Los factores de riesgo que encuentran relacionados con la producción de TVP son el grosor del catéter (OR 2,74 [IC95% = 0.75-10.09] para 5Fr y 7,40 [IC95% 1,94-28,16] para 6Fr comparados con catéteres de 4Fr, la realización de cirugías durante el uso del catéter (OR 2,75 [IC95% 1.51-5,01] y la colocación en una vena distinta de la basílica (OR 6,75 [IC95% 4,58-9,95] para braquial y 5,75 [IC95% 2,28-14,46] para cefálica. La realización de tratamiento con aspirina y estatinas constituyó un factor protector con una OR de 0,31 [IC95% 0,16-061]. Curiosamente, la canalización por parte de radiólogos intervencionistas, se asoció, tras el estudio multivariante, con un factor de riesgo de TVP con un OR de 7,13 [IC95% 4,63-10,97] hecho al que los autores de este trabajo no dan explicación, ni refieren en su discusión.

“The catheter to vein ratio and rates of symptomatic venous thromboembolism in patients with a peripherally inserted central catheter (PICC): a prospective cohort study”

Estudio prospectivo llevado a cabo por Rebeca Sharp (140) en el que se establece una relación entre el diámetro de la vena en la que se implanta el PICC y la producción de TVP.

En este estudio se siguen 136 catéteres encontrándose únicamente cuatro TVP en catéteres de 5 y 6Fr. En los catéteres de 4Fr no se encontró ninguna TVP.

La Dr. Sharp establece un límite de catéter-vena del 45% para la inserción segura de un PICC y, aunque los resultados no son significativos, dado que el planteamiento es lógico se ha utilizado este estudio como referencia para la medición sistematizada del vaso antes de implantación.

2.5.10 - Complicaciones oclusivas y mal posición de los catéteres PICC

En la mayoría de los estudios, las complicaciones oclusivas se analizan como un objetivo secundario, por lo que es difícil encontrar trabajos con un diseño adecuado para estudiar esta complicación. Además, después del análisis de múltiples investigaciones, la amplia variabilidad de tipos de catéteres, cuidados y tratamiento hacen que sea muy compleja su comparación.

Sin embargo, las conclusiones de la mayoría de los estudios refieren un mayor porcentaje de oclusiones en catéteres PICC comparados con otros CVC. Este problema suele ser poco relevante ya que son complicaciones que se pueden resolver con un adecuado manejo y tratamiento del catéter.

En cuanto a las mal posiciones, si encontramos estudios que las estudian de forma detenida, pero con la colocación con escopia y los nuevos sistemas de detección del catéter, las mal posiciones en la implantación han quedado relegadas a algo meramente anecdótico. Las mal posiciones secundarias, producidas tras confirmar la correcta colocación inicial del catéter, se encuentran también con muy poca frecuencia.

2.5.11 - Experiencias de pacientes y calidad de vida

Este tema puede ser un tema muy relevante a la hora de tomar la decisión de canalizar un catéter PICC. La experiencia propia del implantador y la opinión de sus pacientes son, en muchos casos, el principal motivo para la elección de un tipo u otro de catéter.

En este sentido, se han llevado a cabo varios estudios que merece la pena referir. Konstantinou et al, realizan una investigación en la que se compara, de forma randomizada, los catéteres PICC con los CVC poniendo un énfasis especial en el análisis de la calidad de vida de los pacientes (141). Se incluyen en el estudio 80 pacientes y se les pide, tanto a pacientes, familiares, médicos y enfermeras, que valoren la satisfacción con el catéter en una escala de 0 a 10. Konstantinou encuentra, en cuanto a los pacientes y familiares una diferencia significativa con una mejor puntuación para los PICC que para los CVC. No es así para enfermería, para la cual no existe una verdadera diferencia, ni tampoco para los médicos los cuales prefieren los CVC clásicos en este estudio.

Otros estudios han buscado mejorar la calidad de vida de pacientes paliativos utilizando catéteres PICC. Este es el caso de Bortolussi, que incluye 48 pacientes con PICC y *midlines* en su trabajo para evaluar tanto el dolor como las molestias secundarias a complicaciones del catéter (142). En estos pacientes no se encuentra un dolor o molestia elevada durante la canalización del catéter. Además, dado que se produjo una baja tasa de complicaciones, Bortolussi concluye que los PICC pueden ser una opción adecuada para pacientes paliativos en orden a mejorar su calidad de vida.

2.5.12 - Estudios Coste-Beneficio

Para la valoración de los resultados de coste-beneficio de los estudios con PICC hemos seleccionado tres trabajos que nos parecen los más representativos:

“Randomized controlled trial of peripherally inserted central catheters vs. peripheral catheters for middle duration in-hospital intravenous therapy”

Se trata de un estudio interesante, publicado por Periard, en el que se randomizan 60 pacientes a realizar su tratamiento durante el ingreso hospitalario mediante un CP o un PICC (10). Su conclusión es que el PICC resulta eficiente para el tratamiento hospitalario de pacientes con más de cinco días de ingreso. En este estudio, se lleva a cabo un estrecho seguimiento de las complicaciones lo que incluye una valoración ecográfica vascular a todos los pacientes encontrando, como es habitual en todos los estudios sobre PICC, una alta tasa de TVP asintomática.

“Temporary central venous catheter utilization patterns in a large tertiary care center: tracking the “idle central venous catheter”

Este artículo, dirigido por el Dr. Tejedor, incluye 102 pacientes italianos en tratamiento con trabectedina y compara los costes de la implantación y mantenimiento de los catéteres PICC con DTI (143). En su análisis, ambos dispositivos se utilizaron sin incidencias con una importante diferencia de precio en la implantación del dispositivo a favor de los PICC. Esta situación cambia al año de tratamiento ya que los DTI precisan de menos atenciones durante su mantenimiento que los PICC. Es por ello que recomienda la colocación de PICC si se considera que el tratamiento será menor de un año.

“Comparison between implantation costs of peripherally inserted central catheter and implanted subcutaneous ports”

Pequeño artículo en francés escrito por Viart en el que compara los costes de canalizar un PICC con canalizar un DTI en sala de radiología objetivando un menor coste de los PICC (144).

2.5.13 – Técnicas

También resaltaremos algunos artículos de interés en cuanto a la técnica de implantación del PICC:

“No going back: advantages of ultrasound-guided upper arm PICC placement”

Artículo del Dr. Simcock (145) en el que compara la colocación de PICC previa al uso de ecografía y tras la implantación de esta técnica. Sus resultados son claramente a favor del implante ecoguiado en cuanto a tasa de éxito en la implantación, durabilidad, disminución de complicaciones infecciosas y trombóticas, así como mal posición del catéter.

“Sutureless securement device reduces complications of peripherally inserted central venous catheters”

En este artículo del Dr. Yamamoto (146) se utilizan dispositivos de sujeción sin sutura. Su hallazgo más relevante es que gracias a esta técnica, además de disminuir el tiempo empleado para la sujeción del catéter, se reduce la tasa de bacteriemias.

2.6 CONCLUSIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN

Los PICC son dispositivos que han convivido con los demás CVC durante mucho tiempo. En los últimos 10 años existe un incremento del interés por estos catéteres lo que, probablemente, está motivado por el desarrollo de nuevos materiales y técnicas de implantación. Este desarrollo ha permitido que las complicaciones durante la inserción sean mínimas y que los catéteres presenten una mayor durabilidad.

Además, la canalización de catéteres PICC supone una ventaja en cuanto al desarrollo de infecciones con respecto a otros CVC en pacientes ambulatorios sin llegar a poder demostrar este descenso de complicaciones infecciosas en los pacientes hospitalizados.

Parece existir una desventaja en el aumento de TVP en comparación con los CVC; aunque la amplia variabilidad entre los estudios nos permite pensar que existen determinados factores de riesgo, derivados del propio paciente y del tipo de catéter, que podríamos intentar controlar para hacer esta complicación menos prevalente.

En cuanto a los estudios de coste-beneficio, el PICC se vuelve rentable en tratamientos de entre cinco días y un año, prefiriéndose el CP en tratamiento menores de cinco días y los DTI en tratamientos de más de un año.

En cuanto a la técnica de inserción, los últimos avances han demostrado claros beneficios por lo que se debe realizar la inserción mediante ecografía en venas profundas del tercio medio del brazo, así como la sujeción del catéter con dispositivos sin sutura.

***CAPÍTULO 3 – CATÉTERES VENOSOS CENTRALES
DE INSERCIÓN PERIFÉRICA. ESTUDIO DE SU
UTILIDAD Y SEGURIDAD EN NUESTRO MEDIO***

3.1 INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

3.1.1 – Introducción

Durante el primer capítulo del presente trabajo, hemos podido observar como el uso de TIV ha sido uno de los pilares fundamentales para llegar a la medicina actual. Esta forma de tratamiento se ha convertido en una constante en los pacientes hospitalizados, siendo también cada vez más frecuente en pacientes ambulatorios. Además, hemos observado cómo, según las características de determinados fármacos o condiciones de los pacientes, en ciertas ocasiones vamos a precisar de la inserción de un CVC.

El procedimiento de colocación de un CVC acarreará una serie de complicaciones durante la implantación que podrían ser salvadas por la implantación de un PICC. Sin embargo, el estado actual de la evidencia con respecto a las complicaciones e indicaciones de estos catéteres sigue sin estar claro, sobre todo, con respecto a las complicaciones trombóticas e infecciosas.

La amplia variedad de catéteres que pueden quedar comprendidos dentro de las siglas PICC, así como la evolución de los materiales y las diferencias entre pacientes y tratamientos que pueden realizarse con este dispositivo, provoca una gran variabilidad de resultados y, por lo tanto, una importante dificultad a la hora de objetivar el beneficio o perjuicio que puede suponer elegir estos determinados catéteres en detrimento de otros CVC.

3.1.2 – Justificación

Teniendo en cuenta las dudas que existen actualmente sobre la utilidad y seguridad de los catéteres PICC, hemos considerado la necesidad de responder a estas cuestiones, mediante el análisis de los resultados obtenidos con nuestra propia experiencia, recogiendo de manera prospectiva las distintas variables recogidas en un protocolo estricto del manejo de todas las situaciones que se pueden producir con su indicación, inserción, y complicaciones derivadas de su uso.

En este caso, dada la gran variabilidad de catéteres, técnicas y condiciones de implantación, disponer de una única Unidad implantadora de catéteres puede suponer una ventaja, ya que facilita el control sobre la idoneidad de colocación del catéter.

3.1.3 – Hipótesis

Teniendo en cuenta el análisis de la literatura académica existente, así como la revisión sistemática realizada del tema objeto de estudio, vamos a formular la siguiente hipótesis de trabajo:

H1: Los catéteres PICC, colocados de forma eco-guiada, en venas profundas del tercio medio del brazo, y en condiciones estrictas de esterilidad, son dispositivos que no presentan complicaciones mayores durante su implantación y cuyas tasas y DI de complicaciones durante la utilización del catéter no son mayores a las de otros CVC.

3.2 OBJETIVOS PRIMARIO Y SECUNDARIOS

Los objetivos buscados por este trabajo se resumen a continuación:

Objetivo primario:

1. Evaluar la seguridad los catéteres PICC implantados mediante la cuantificación y análisis de las complicaciones tanto durante la inserción como durante el uso del catéter.

Objetivos secundarios:

2. Identificar las características demográficas básicas de los pacientes a los que se les implanta un PICC, así como otras relacionadas con el tipo de paciente (servicio de solicitud, patología de base y tratamiento realizado) y el tipo de catéter implantado.
3. Estudio de las complicaciones relacionadas con la implantación del catéter.
4. Estudio de las complicaciones infecciosas relacionadas con el catéter:
 - Análisis de tasa y DI de BRCV y BP.
 - Diferencias encontradas al analizar las bacteriemias según criterios clínicos o epidemiológicos, es decir, entre BRCV o BP.
 - Análisis de los factores de riesgo.
 - Análisis de los microorganismos implicados en las infecciones.
 - Análisis del resto de complicaciones infecciosas relacionadas con el catéter.
5. Estudio de las complicaciones trombóticas relacionadas con el catéter:
 - Análisis de tasa y DI de TVP.
 - Análisis de los factores de riesgo.
6. Estudio de las complicaciones mecánicas relacionadas con el catéter.

7. Estudio temporal de la aparición de las bacteriemias y TVP.
8. Estudio de la efectividad de la implantación de un paquete de medidas para evitar BRCV Y BP.
9. Evaluar el motivo de retirada y la utilidad del catéter con respecto a la cumplimentación del tratamiento para el que se insertó.
10. Dilucidar las causas de mortalidad de los pacientes durante el periodo de seguimiento y su relación con el catéter.
11. Estudio del manejo clínico y los cuidados de los catéteres PICC.
12. Estudio de la confortabilidad de los catéteres PICC
13. Diferenciar las características de los pacientes que requieren terapia intravenosa de larga evolución.
14. Analizar las diferencias entre el subgrupos de pacientes hospitalizados con respecto a los ambulatorios.

3.3 MATERIAL Y MÉTODO

En este capítulo detallaremos los principales aspectos sobre el diseño del presente estudio.

3.3.1 - Diseño y población de estudio

Se trata de un estudio observacional y analítico de cohorte prospectiva, en el que se incluyen todos los pacientes a los que se les implantó un catéter PICC en el Servicio de Medicina Intensiva del Hospital Universitario Virgen de Valme, en Sevilla, entre el uno de enero de 2013 y el 30 de noviembre de 2016.

El Hospital de Valme es un hospital público cuya área asistencial corresponde al sur de Sevilla, unos 250.000 habitantes. Dispone de casi 600 camas de hospitalización convencional y de 14 camas de UCI. Está afiliado a la Facultad de Medicina de la Universidad de Sevilla y gestionado por el Servicio Andaluz de Salud.

3.3.2 - Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Pacientes hospitalizados o no, con necesidad de tratamiento intravenoso por acceso central de más de una semana de duración.
- Pacientes hospitalizados anticoagulados o en los que se prevé un acceso central dificultoso o peligroso por cualquier motivo, y que precisan vía central.
- Pacientes con dificultad/imposibilidad para el acceso venoso periférico a los que se les prevé un tiempo de tratamiento de más de una semana.

Criterios de exclusión:

- Pacientes menores de 18 años.
- Pacientes con *exitus* probable en los próximos 7 días.
- Presencia en ambos miembros superiores de trombosis venosa profunda, linfedema o infección cutánea.

- Rechazo de la técnica por el paciente.
- Catéteres no colocados en las venas periféricas del miembro superior.
- Pacientes en los que resulta imposible conocer datos de complicaciones, uso y retirada del catéter, por dificultad de contactar con el paciente, e inexistencia de información en historia clínica.
- Pacientes con catéteres implantados en una Unidad diferente a la de la UCI del Hospital de Valme en Sevilla.
- Para pacientes con más de un catéter PICC implantado a lo largo del estudio solo se utilizó el primer catéter registrado.
- Los catéteres que no pudieron ser implantados por complicaciones técnicas se excluyeron para el análisis de las complicaciones durante el mantenimiento del catéter, pero quedaron incluidos para el análisis de las complicaciones durante su inserción.

3.3.3 - Colocación del dispositivo

El implante de los dispositivos se realizó en el Hospital Universitario Virgen de Valme de Sevilla. Se ha utilizado, en la mayoría de los casos, una sala habilitada de forma específica para la realización de técnicas invasivas, perteneciente al propio SMI, que dispone de camilla, monitorización, equipo de ultrasonido, sistema de localización de la punta del catéter tipo Sherlock 3CG® y equipo de radioscopia. En algunos de los pacientes, todos pertenecientes al SMI, se realizó la colocación del catéter en el propio box de UCI, que cuenta con las mismas características que la sala descrita previamente, salvo que no dispone de equipo de radioscopia.

El proceso de implantación del dispositivo se llevó a cabo como se explica en los siguientes párrafos. En el ANEXO 1, se detalla el proceso de colocación del catéter

acompañado con documentos gráficos que aclararán las posibles dudas generadas durante este capítulo.

De forma previa a la preparación del campo, se estudian con ecografía las venas basílica, braquiales y cefálica, así como la arteria braquial y el nervio cutáneo medial, en ambos brazos, para seleccionar la mejor estrategia de inserción. Una vez seleccionado el brazo y la vena objetivo se realiza una primera medición de la posible longitud que precisará el catéter. La punción es siempre por encima del codo, lo más próximo posible al tercio medio del brazo, evitándose la colocación en la flexura del brazo o en la vena mediana.

Posteriormente, se procede al lavado y esterilización de la piel y lavado quirúrgico del médico que llevará a cabo la intervención, así como la preparación del material.

La técnica sigue un estricto protocolo de esterilidad, cubriendo al paciente con sábana estéril de pies a cabeza con una abertura a nivel del brazo. El implantador se provee, en todos los casos, de mascarilla y gorro quirúrgico, así como de bata y guantes estériles.

La inserción del catéter se realiza mediante la técnica de Seldinger modificada. En primer lugar, se introduce la sonda ecográfica en funda estéril y se repite el estudio ecográfico. Después, se lleva a cabo la punción de la vena de forma eco-dirigida y la inserción de una guía metálica a través de la aguja. Tras esto, se vuelve a medir la distancia desde el punto de inserción al punto objetivo y se corta el catéter a la medida deseada, el catéter se purga con suero salino previamente a su implantación y se deja preparado. Se coloca un introductor pelable sobre la guía metálica retirando esta, y se implanta el catéter a través del introductor. Posteriormente, se desmonta el introductor y se retira quedando el catéter en su situación definitiva.

Para finalizar, se retira la guía interna que se encuentra colocada dentro del catéter y se comprueba la permeabilidad de todas las luces del catéter dejándolas purgadas con suero salino al 0.9%, o con heparina sódica a 20 U por ml. La fijación se realiza con un dispositivo de sujeción sin sutura denominado “stat-lock” cubriéndose el dispositivo con un apósito transparente. Tras la implantación, se realiza un vendaje no compresivo del brazo para protección de las luces.

Por último, se comprueba, en todos los casos, bien por escopia o mediante sistema de localización Sherlock 3CG R®, el emplazamiento de la punta del dispositivo que debe quedar a no más de dos cm de la unión atrio-cava, en caso de mal posición se retira el dispositivo ajustando el tamaño del catéter para su correcta colocación.

Los dispositivos utilizados corresponden a catéteres de larga permanencia de una, dos o tres luces y de cuatro, cinco o seis Fr de diámetro fabricados en poliuretano.

3.3.4 - Manejo de los catéteres

Tras la colocación del catéter los cuidados de los mismos quedan a cargo de los médicos y enfermeros de referencia, según el servicio de solicitud y la condición de hospitalización del paciente. Desde el SMI se realizaron una serie de recomendaciones a pacientes y enfermería de planta de hospitalización convencional que han evolucionado a lo largo de los años, y están detalladas en el siguiente epígrafe.

Las complicaciones del catéter durante la hospitalización del paciente son comunicadas y solventadas por el SMI. Así mismo, se recomendó a los pacientes ambulatorios contactar con la secretaría de UCI para citar ante cualquier posible complicación, o mal funcionamiento del catéter.

3.3.5 - Mejoras durante el periodo de estudio en cuanto a los cuidados del catéter.

A lo largo de este estudio se ha acumulado experiencia progresiva en el cuidado de los catéteres y se han llevado a cabo un conjunto de medidas de mejora tanto en la inserción como en su manejo.

De esta forma, podríamos diferenciar dos periodos en cuanto a los cuidados. El primero, durante los dos primeros años de estudio, 2013 y 2014, y el segundo en los dos últimos años, 2015 y 2016. La diferenciación de estos periodos no es absoluta; sino que estas medidas se han venido implementando de forma progresiva.

El paquete de medidas de mejoras que diferencian ambos periodos se podría resumir de la siguiente forma:

3.3.5.1 Mejoras en la técnica de inserción

Preparación de la piel:

- Primer periodo. Se llevaba a cabo una limpieza de la zona a implantar con agua y jabón y posteriormente asepsia con GCH al 0,5% en alcohol de 70°
- Segundo periodo. Solo se lava con agua y jabón en pacientes especialmente “sucios” limpiándose, en la mayoría de los casos, directamente con toallitas de GCH al 2% y realizándose la asepsia con GCH al 2% en alcohol de 70°, no solo en la zona a implantar sino desde el hombro hasta la muñeca.

Comprobación de la punta del catéter:

- Primer periodo. Se realizaba con equipo de radioscopia, lo que implica, en la mayoría de los casos, la movilización de la camilla en varias ocasiones.
- Segundo periodo. Se ha utilizado el sistema Sherlock 3CG R®, gracias al cual se han disminuido las movilizaciones del campo quirúrgico y las posibilidades de contaminación.

Apósitos:

- Primer periodo. Se utilizaba un apósito estéril transparentes no oclusivo y semipermeable.
- Segundo periodo. Se cubre el punto de inserción del catéter con un apósito estéril transparente, no oclusivo y semipermeable que incluye una zona central con GCH al 2%.

Bioconectores:

- Primer periodo. Nos limitábamos a dejar los bioconectores que el catéter aporta en su kit.
- Segundo periodo. Se ha colocado un tapón, sobre el bioconector clásico, que contiene una pequeña esponja impregnada en alcohol isopropílico de 70°C.

3.3.5.2 Educación de pacientes:

- Primer periodo. Se le daban al paciente unas indicaciones básicas sobre el cuidado del catéter.
- Segundo periodo. Se ha realizado un importante esfuerzo en el autocuidado del propio paciente, facilitándose una amplia información al mismo y familiares, sobre la importancia de la asepsia en la manipulación del punto de entrada y las conexiones para evitar bacteriemias. Incluso, se le invita al

paciente a poner en conocimiento de la supervisión de enfermería o del SMI las dudas sobre posibles malas praxis a la hora del manejo del catéter.

3.3.5.3 *Indicaciones para enfermería:*

- Primer periodo. No se realizó ninguna intervención sobre enfermería de planta o de centros de día.
- Segundo periodo. Se ofrece, a todos los pacientes ingresados o no, un folleto explicativo recordando la importancia y la técnica de desinfección del catéter con toallitas de alcohol isopropílico de 70° antes y después de su manipulación. Además, se ha comunicado a la enfermería de las plantas de hospitalización la importancia de un correcto uso del catéter, realizándose talleres de trabajo *in situ*, destinados a contestar las dudas y cuestiones generadas.

3.3.5.4 *Limpieza de manos:*

- Desde hace varios años previamente al diseño de este estudio se han realizado en el hospital campañas de lavado de manos por parte de Medicina Preventiva. El éxito de estas campañas ha sido evidente con una mejoría progresiva del lavado de manos por parte de todo el personal sanitario.

3.3.6 - *Recogida de datos y seguimiento*

Se recogieron los datos identificativos y demográficos de los pacientes que reunieron los criterios de ingreso en el estudio, y se identificó el catéter utilizado. Se le solicitó a cada paciente un teléfono de contacto, tras explicar que se llevaría a cabo por nuestra parte un seguimiento telefónico de las posibles complicaciones. Posteriormente a la

colocación del catéter, se registró la información relativa a la inserción del mismo y las complicaciones durante la colocación.

Se mantuvo seguimiento telefónico con los pacientes con llamadas al mes, a los tres y a los seis meses de la implantación del dispositivo, y en todos los casos, se comprobó la fecha y el motivo de la retirada del catéter. El seguimiento de las complicaciones durante la utilización del catéter se continuó durante todo el tiempo que el catéter estuvo implantado, asegurando un seguimiento mínimo de 11 meses para cada catéter.

Además del seguimiento prospectivo de los catéteres y con el fin de no pasar por alto la existencia de otras complicaciones, se realizó un seguimiento en la historia del paciente de los posibles problemas producidos por el catéter.

Las complicaciones infecciosas, en concreto las bacteriemias, fueron comprobadas mediante la consulta del Registro de Bacteriemias del Hospital Universitario Virgen de Valme, que recoge todos los hemocultivos con resultado positivo que se han realizado en el laboratorio de dicho hospital, y que incluiría tanto a los pacientes hospitalizados como los ambulatorios dentro del área de influencia de este hospital.

3.3.7 - Variables registradas

Datos de identificación:

- Código o número de orden

Variables independientes:

- Edad
- Procedencia (hospital/ambulatorio)
- Sexo (mujer/hombre)

- Servicio:
 - MIN
 - Neumología
 - UCI
 - Enfermedades Infecciosas
 - Nutrición
 - Cirugía General
 - Oncología
 - Hematología
 - Urología
 - Enfermedades Digestivas
 - Reumatología
 - Cardiología
 - Traumatología
 - Cirugía Vascular
 - Neurología
 - “Otras”

- Enfermedad de base
 - Tumor sólido
 - EII
 - Aplasia medular
 - Mieloma
 - Leucemia
 - Linfoma
 - Fístulas digestivas

- Suboclusión intestinal
- Pancreatitis
- Cirrosis hepática
- Pluripatológicos sin acceso periférico
- “Otras”
- Uso del catéter
 - NPT
 - QT
 - NPT + QT
 - Terapia biológica
 - Antibióticos
 - Tratamiento con albúmina
 - Transfusiones periódicas
 - “Otros”
- Brazo utilizado (derecho/izquierdo)
- Vena utilizada
 - Basílica
 - Braquial
 - Cefálica
 - Axilar
- Posición final de la punta del catéter
- Unión auriculo-cava más próximo a aurícula
- Unión auriculo-cava más próximo a cava superior
- Mal posicionado
- Calibre del catéter

- 4Fr
 - 5Fr
 - 6Fr
 - 7Fr
- Porcentaje de luz ocupada por el catéter
 - <40%
 - >40%
- Número de luces
 - Una luz
 - Dos luces
 - Tres luces
- Fecha de implantación
- Fecha de retirada
- Número de PICC colocados en este paciente hasta la fecha
- Lugar de curas del catéter
 - Hospital de Valme (Sevilla)
 - Hospital Virgen del Rocío (Sevilla)
 - Hospital de El Tomillar (Sevilla)
 - Familiares en domicilio
 - Propio paciente en domicilio
 - Centro de salud
- Se realiza curas tras la administración de tratamiento (si/no)
- Frecuencia de curas del catéter
 - Una semana
 - 15 días

- Un mes
 - Más de un mes
- Satisfacción al mes de colocación
 - Excelente
 - Buena
 - Mediocre
 - Mala
- Satisfacción a los tres meses de colocación
 - Excelente
 - Buena
 - Mediocre
 - Mala
- Satisfacción a los seis meses de colocación
 - Excelente
 - Buena
 - Mediocre
 - Mala
- Microorganismo productor de la bacteriemia
- Espectro de resistencia microbiana

Variables dependientes:

- Complicaciones durante la inserción
 - Ninguna
 - Canalización difícil
 - Necesidad de abordaje del brazo contralateral

- Canalización imposible
- Punción de nervio
- Punción arterial
- Complicación mayor
- Motivo de retirada
 - Retirada accidental
 - Infección local
 - Flebitis
 - Obstrucción
 - Rotura
 - TVP
 - Sospecha de BRCV
 - Fin de tratamiento
 - *Exitus*
 - Intolerancia del paciente
 - No se llega a implantar
 - No se retira (continúa puesto en la fecha final de análisis de datos)
- Fecha de la complicación
- Obstrucción (Si/No)
- Rotura (Si/No)
- TEP (Si/No)
- TVP (Si/No)
- TVP tiempo desde la inserción hasta la TVP
- Complicación infecciosa del catéter

- BRCV
- BP
- BS
- Infección local
- Colonización
- Contaminación
- Ninguna
- BRCV (Si/No)
- Número total de BRCV en el catéter
- Tiempo desde la inserción a la BRCV
- Bacteriemia primaria (Si/No)
- Número total de BP en el catéter
- Tiempo desde la inserción hasta la BP
- Clínica relacionada con la bacteriemia
 - Sepsis / Síntomas de infección
 - Sepsis grave / Sepsis
 - Shock séptico
 - Ninguna
 - *Exitus*

3.3.8 - Definición de las complicaciones durante la inserción del catéter

Vamos a definir ahora las complicaciones que vamos a tener en cuenta a la hora de insertar el catéter PICC.

3.3.8.1 *Canalización difícil:*

Hace referencia a la necesidad de punción en más de una ocasión por parte de un único implantador, o a la necesidad de más de dos maniobras con el catéter, con el fin de conseguir la correcta colocación del dispositivo.

3.3.8.2 *Abordaje de otro brazo:*

Imposibilidad para la colocación del catéter en el brazo objetivo, siendo posible la colocación en el brazo contrario.

3.3.8.3 *Punción de nervio:*

Dolor de intensidad mayor a la habitual durante la colocación del catéter, en situaciones en las que la aguja queda cercana al nervio mediano.

3.3.8.4 *Punción arterial:*

Lesión de la arteria braquial durante la implantación sin producción de complicación mayor.

3.3.8.5 *Complicación mayor:*

Incluye todas aquellas lesiones que precisen de una actitud específica para su resolución más allá de la compresión transitoria para evitar sangrados. Se consideran también todas aquellas lesiones que continúen afectando al paciente tras el implante, así como hematomas de más de cinco cm, aunque no produzcan otros síntomas.

3.3.9 - *Definición de las complicaciones durante el seguimiento*

A continuación, definiremos también las complicaciones ocurridas desde la implantación hasta la retirada del catéter.

3.3.9.1 Complicaciones Obstructivas:

Hace referencias, únicamente, a la obstrucción del catéter irresoluble que implica la necesidad de retirada del mismo.

3.3.9.2 Complicaciones por rotura del catéter:

Incluye catéteres que presenten roturas parciales o totales.

3.3.9.3 Complicaciones Infecciosas:

Las complicaciones infecciosas las dividiremos en: Infección local, flebitis, colonización del catéter, BRCV, CLABSI, BP, BS y contaminación de la muestra. Los casos dudosos se consultarán con médicos expertos en complicaciones infecciosas:

- Infección local. Presencia de eritema, induración y/o dolor en la zona de punción asociado a otros signos de infección como fiebre o pus en el punto de punción con o sin bacteriemia.
- Flebitis. Cordón venoso palpable doloroso o no.
- Colonización del catéter. Positividad del cultivo de la punta del catéter en cultivo semicuantitativo \geq de 15 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en pacientes sin fiebre ni clínica infecciosa.
- Contaminación de la muestra. No es una complicación infecciosa sino un error en la recogida de la muestra. Se considerarán así los hemocultivos únicos, es decir solo un hemocultivo positivo, en el que crezcan patógenos comensales de la piel o microorganismos con los que el paciente esté colonizado de forma

objetivable. Los casos dudosos se discutirán con experto en infección de catéteres.

- Bacteriemias. La catalogación de las bacteriemias se realizará de forma doble siguiendo tanto los criterios clínicos como los epidemiológicos. Por un lado, se catalogarán las IRC como BRCV o BP y, por otro lado, se reclasificarán dichas infecciones según criterios epidemiológicos como CLABSI.

3.3.9.4 Complicaciones trombóticas:

- TVP. Las definiremos como trombosis de venas profundas en la vena donde está alojado el catéter o tras los primeros 5 días de retirada del mismo. Se consideró paciente sospechoso de TVP a todo aquel que presentase signos de TVP a saber, edema del miembro, dolor o alteración del reflujo venoso. Todos los pacientes con sospecha de TVP fueron remitidos a especialistas en Cirugía Vascular para confirmación mediante ecografía doppler reglada. Se incluyen también los pacientes en los que se encuentra una TVP de forma casual, aunque no presenten síntomas.
- TEP. En todo paciente con sospecha de TEP se realizará un angio-TAC para su confirmación.

3.3.9.5 Definición de las bacteriemias

La bacteriemia, en muchas ocasiones, es difícil de definir. Por ello, dedicaremos unas líneas a intentar aclarar los términos utilizados y las diferencias entre unos conceptos y otros.

- BRCV o, según su acrónimo en inglés, Catheter Related Bloodstream Infection (CRBSI) (103). Se considerará BRCV toda bacteriemia real; es decir, excluyendo contaminación de la muestra (dos HC positivos para microorganismos saprófitos), en pacientes con clínica de bacteriemia (fiebre, tiritona, escalofríos) sin otro foco infeccioso objetivo y que tengan cualquier tipo de CVC canalizado si cumplen alguna de las siguientes condiciones:
 - Hallazgo del mismo microorganismo en HC de venopunción que en cultivo de semicuantitativo de punta de catéter por técnica de Maki.
 - Hallazgo del mismo microorganismo en HC por venopunción que en cultivo de sangre de catéter en los que el microorganismo crece antes en sangre de catéter con un tiempo diferencial de crecimiento mayor o igual a 120 minutos.
 - Casos dudosos tras valoración por experto en infecciones de catéter.
- CLABSI. Se considerará CLABSI o CABSI toda bacteriemia real, es decir excluyendo contaminación de la muestra (dos HC positivos para microorganismos saprófitos), en pacientes con clínica de bacteriemia, fiebre, tiritona o escalofríos, sin otro foco infeccioso objetivo y que tengan un CVC insertado. Esta categoría englobaría tanto a los catéteres que cumplan criterios de BRCV como los que no los cumplan.
- BP. Se considerarán BP todas aquellas CLABSI que no cumplan criterios de BRCV.
- BS. Consideraremos BS toda bacteriemia real, es decir excluyendo contaminaciones, en pacientes con foco infeccioso objetivable (con los mismos microorganismos) o probable tras la valoración por un experto en infecciones de catéteres.

Para el análisis de los factores de riesgo de complicaciones infecciosas tipo BRCV y BP, se tendrá en cuenta únicamente la primera infección que sufre el catéter ya que segundas infecciones pueden estar influidas por la primera y no podríamos considerarlas eventos independientes.

3.3.9.6 Valoración de la clínica relacionada con la bacteriemia

La clínica relacionada con la bacteriemia se ha reclasificado en función de las nuevas definiciones de sepsis recogidas en el documento de consenso Sepsis-3 (100):

- Clínica de infección. Paciente con fiebre, tiritona u otra clínica relacionada con la infección, pero sin afectación orgánica o amenaza para la vida del paciente.
- Sepsis. Disfunción orgánica que amenaza la vida del paciente y que está causada por una infección.
- Shock séptico. Sepsis con hipotensión mantenida que requiere uso de vasopresores para mantener la tensión arterial media por encima de 65 y con un lactato elevado, por encima de 2mmol/L, a pesar de un correcto aporte de volumen.

3.3.10 - Motivo de retirada

Cualquiera de las complicaciones previamente comentadas puede llevar a la retirada del catéter y se identificará como tal, además de estas se presentan las siguientes:

Retirada accidental. Pacientes que se retiran el catéter de forma no intencionada o intencionada en pacientes desorientados.

- Fin de tratamiento. Catéteres retirados por ser innecesarios tras la cumplimentación del tratamiento.
- *Exitus*. Pacientes fallecidos durante su seguimiento
- Intolerancia del paciente. Pacientes que eligen la retirada del catéter por experimentar alguna determinada molestia.
- Sospecha de bacteriemia. Pacientes a los que se les retira el catéter por sintomatología sugerente o comprobada de bacteriemia.
- Continúa puesto al análisis. No se trata de un motivo de retirada sino de la forma de identificar a aquellos pacientes que permanecen con el catéter tras el periodo de seguimiento, finalizado el 30 de noviembre de 2017.

3.3.11 - Valoración de la seguridad y la utilidad del catéter

Para la valoración de la seguridad del catéter se compararán las complicaciones presentes en nuestra cohorte de pacientes, con las que se han presentado en cohortes previas con otro tipo de CVC (114, 147, 148). Si se observan resultados similares o inferiores a estas series, se establecerá la seguridad del catéter.

Para la valoración de la utilidad de los catéteres, se analizará la cumplimentación del tratamiento para el que se implantó el PICC, tras excluir catéteres que permanecen colocados y pacientes fallecidos por causa no relacionada con el catéter. Se establece el criterio de utilidad en la cumplimentación del 70% de los tratamientos deseados.

3.3.12 - Medición de la satisfacción del paciente

La satisfacción del paciente con el catéter es otra de los elementos relevantes para tomar la decisión de canalizar un PICC en vez de otro catéter. Teniendo en cuenta que no se trata de la variable principal del estudio; se ha optado por realizar una encuesta

telefónica de extremada sencillez; pero por contra no validada, en la que se solicita al paciente que valore la satisfacción general según cuatro categorías; excelente, bueno, mediocre y malo.

Dicha encuesta se realizó al mes, a los tres meses y a los seis meses de la colocación del dispositivo.

3.3.13- Tamaño muestral

Se ha realizado el cálculo del tamaño muestral necesario para alcanzar el objetivo principal del estudio que comprende el análisis de las complicaciones tanto durante la inserción como durante el uso de los CVC.

En cuanto a las complicaciones relativas a la inserción, incluso teniendo en cuenta las bajas tasas publicadas en el último artículo del NEJM (114) de entre el 0.8 y el 2.1%, las esperadas en los catéteres PICC serán cercanas a 0. Estableciendo un 0.2% de complicaciones en los PICC y un 1.5% en CVC podríamos obtener resultados significativos con unos 785 pacientes, asumiendo siempre una potencia del 80% y un nivel de confianza del 95%.

En cuanto a las complicaciones durante el seguimiento, nos encontramos con el problema de la amplia variabilidad de resultados en cuanto a TVP e infecciones.

Como vimos en el capítulo 2, la incidencia de TVP varía desde el 0.32% hasta el 64.52% con probabilidad de encontrar más casos entre los PICC que entre los CV. Utilizando el meta-análisis de Chopra, podríamos concluir que la ponderación general de la prevalencia de TVP en PICC está alrededor del 5% y es unas 2.5 veces mayor que en CVC. Con estos datos, necesitaríamos unos 591 pacientes para encontrar un resultado significativo en cuanto a TVP.

La prevalencia de BRCV y de BP también es muy variable y, además, no encontramos diferencias significativas en la mayoría de los estudios entre PICC y CVC por lo que diseñar el tamaño muestral para obtener resultados significativos resulta imposible. Asumimos como un tamaño muestral mínimo necesario unos 1,000 pacientes para contar, al menos, con unos 30 o 40 eventos.

El número de catéteres PICC colocados en 2012 fue de unos 200 dispositivos. Considerando el incremento progresivo de solicitudes de PICC, que sospechamos en unos 250 catéteres/año, hemos calculamos la necesidad de 4 años de estudio para alcanzar los 1000 catéteres objetivo.

3.3.14- Consentimiento informado

Dado que la intencionalidad principal de la recogida de datos es en interés del paciente, para seguimiento y solución de las complicaciones que presenta, se ha considerado suficiente con el consentimiento tácito del paciente, tanto para la colocación del catéter como para la recogida de información, y así se ha recogido en el protocolo aprobado por el Comité de Ética de la Investigación del Hospital de Valme que puede ser consultado en el ANEXO 3.

3.3.15- Análisis estadístico

Comentaremos los aspectos técnicos de cada uno de los diferentes análisis estadísticos realizados para este estudio.

3.3.15.1 Análisis univariantes.

Las variables categóricas se resumieron en frecuencias y porcentaje, y las numéricas en medias y SD o en medianas y rangos intercuartílicos (IQR = percentiles 25 – 75), según

se verificasen o no los supuestos de normalidad. Los porcentajes se compararon, según procediera, con el test de la Chi2 o con el test exacto de Fisher, las medias con el t-test y las medianas, con el de Wilcoxon, ambos para datos independientes. Los datos se analizaron mediante el software estadístico SPSS Statistics versión 23 (IBM).

3.3.15.2 *Regresión logística multivariante.*

El modelo de regresión logística: Para evaluar la asociación de una variable binaria Y cuyos valores representan la presencia (1) o ausencia (0) de un determinado carácter con un vector de variables predictivas $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_p)$ se ha considerado el modelo logístico multidimensional de la forma:

$$\Pr(Y = 1|X_1, \dots, X_p) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p)}$$

Aquí, las variables X_j pueden ser directamente numéricas, binarias que indican la presencia o ausencia de un carácter o variables *dummies* asociadas a otra categórica.

Interpretación de los coeficientes del modelo: En orden a interpretar los coeficientes del modelo, consideraremos (sin pérdida de generalidad) el modelo con dos predictores:

$$\Pr(Y = 1|X_1, X_2) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2)}$$

Puede comprobarse con facilidad la siguiente identidad:

$$\frac{\Pr(Y = 1|X_1 = z + 1, X_2) \cdot \Pr(Y = 0|X_1 = z, X_2)}{\Pr(Y = 1|X_1 = z, X_2) \cdot \Pr(Y = 0|X_1 = z + 1, X_2)} = \exp(\beta_1)$$

El primer miembro de esta expresión corresponde a la OR que mide el riesgo de que ocurra el suceso $\{Y = 1\}$ al variar X_1 de un valor z a un valor $z + 1$ para un valor fijo de la covariable X_2 . En el caso particular de que X_1 sea una variable binaria que indica la *exposición* (1) o no (0) a un cierto factor de riesgo, el referido primer miembro es la *odd-ratio* que mide la asociación entre los sucesos $\{Y = 1\}$ (*por ejemplo, presencia de la enfermedad*) y $\{X_1 = 1\}$ (*por ejemplo, presencia del factor de riesgo*), para un valor fijo de la covariable X_2 . Tal parámetro se define como la *odd-ratio* entre los referidos sucesos, *ajustada por la covariable X_2* (en general, por el resto de las covariables).

En lo que sigue, utilizaremos las siguientes notaciones:

$$p(\mathbf{X}_i) = \Pr(Y_i = 1 | \mathbf{X}_i)$$

y

$$\beta \mathbf{X} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \cdots + \beta_p X_p$$

El método de estimación de la máxima verosimilitud: Considérese ahora el conjunto de datos disponibles para la estimación del modelo logístico con la forma:

$$\{(\mathbf{X}_i; Y_i) : i = 1, \dots, n\}$$

donde n es el número de sujetos incluidos en el estudio y \mathbf{X}_i e Y_i denotan para el i -ésimo sujeto el vector de variables predictivas y la variable de respuesta respectivamente.

Nótese que, condicionalmente al vector \mathbf{X}_i , $Y_i \sim b(1, p(\mathbf{X}_i))$ (distribución binomial), lo que supone que la *función de verosimilitud* sea:

$$L = \prod_{i=1}^n p(\mathbf{X}_i)^{Y_i} (1 - p(\mathbf{X}_i))^{1-Y_i}$$

De esta forma, la función de log-verosimilitud ($\ell = \log L$) es:

$$\ell(\boldsymbol{\beta}) = \log L = \sum_{i=1}^n \{Y_i \cdot \boldsymbol{\beta} \mathbf{X}_i - \log(1 + \exp(\boldsymbol{\beta} \mathbf{X}_i))\}$$

El estimador de máxima verosimilitud es entonces (**si existe**) el valor $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ donde la función $\ell(\boldsymbol{\beta})$ alcanza su máximo valor; esto es:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \arg \max_{\boldsymbol{\beta}} \ell(\boldsymbol{\beta})$$

El estimador $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ recibe el nombre de estimador de máxima verosimilitud. La idea tras este método de estimación consiste en elegir como estimación del parámetro desconocido $\boldsymbol{\beta}$ aquel valor $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ que asigna máxima credibilidad a los datos observados.

Selección de variables, subconjunto óptimo: Un buen modelo es aquel que predice bien la respuesta Y a partir del vector de predictores X en un conjunto de datos independientes de los utilizados para la construcción del modelo (data training). El mejor modelo no es el que incluye todos los potenciales predictores, sino aquel que satisface un

criterio establecido de bondad de ajuste, normalmente, la minimización de una medida de discrepancia entre los *datos* y el modelo. A lo largo de esta memoria utilizamos normalmente el criterio de información de Akaike (AIC). La medida de discrepancia AIC para el modelo logístico se define por:

$$AIC = -2 \cdot \ell(\hat{\beta}) + 2 \cdot k$$

donde $\ell(\hat{\beta})$ es la log-verosimilitud obtenida para el estimador de máxima verosimilitud de β y k es el número de parámetros del modelo.

En general, los métodos de selección variables para la construcción de modelos de regresión óptimos son procesos secuenciales. Los métodos prospectivos (*forward*) inician el modelo incluyendo únicamente el término independiente β_0 para ir progresivamente añadiendo variables (selección prospectiva), hasta que se satisface el criterio de bondad de ajuste (por ejemplo, se alcanza el valor mínimo para la AIC). Los procedimientos retrospectivos (*backward*) parten sin embargo del modelo que utiliza la totalidad de los predictores, y secuencialmente se van suprimiendo variables hasta que se satisfaga el criterio de bondad de ajuste.

En este trabajo se ha utilizado el criterio de la selección del mejor subconjunto (*best-subset selection*), el cual es una alternativa atractiva a los procedimientos anteriores, cuando el número de variables independientes no es demasiado grande. El método consiste en considerar todas las posibles regresiones, y seleccionar aquella que minimice el criterio de bondad de ajuste (AIC en nuestro caso). Aún con un conjunto de muy grande de variables, este procedimiento puede ser computacionalmente muy costoso. Por tal

motivo, Morgan y Tatar (1972) y Furnival y Wilson (1974), propusieron algoritmos que reducen el coste computacional. El método que se ha utilizado es el de Morgan y Tatar implementado en el R-paquete *bestglm*.

Expresión del modelo logístico estimado: Las estimaciones de los modelos logísticos se resumieron en los coeficientes estimados ($\hat{\beta}$), los correspondientes errores estándar, test de Wald (basado en el test estadístico $\hat{\beta}_j/se(\hat{\beta}_j)$), y las odd-ratios, las cuales se estimaron mediante intervalos de confianza al 95%. Es bien sabido que el test de Wald en los modelos logísticos puede tener un comportamiento aberrante (Hauck y Donner, 1977). Por tal motivo se incluyen también los p-valores correspondientes a los test de razón de verosimilitudes (LRT por sus siglas en inglés *Likelihood Ratio Test*). Asimismo, para cada una de las variables seleccionadas mediante el criterio AIC, se consignó el valor AIC que correspondería al modelo que resultara de suprimir esa variable y el AIC para el modelo obtenido.

3.3.15.3 Análisis de supervivencia.

La vida útil del catéter se definió como el número de días desde la inserción hasta la falla del catéter. El fracaso se consideró infección local, obstrucción, trombosis venosa profunda, sospecha de CRBSI, flebitis e intolerancia. De lo contrario, la observación se consideró censurada por la derecha. Las curvas de supervivencia según los niveles de varios factores se estimaron mediante el método de Kaplan-Meier y se compararon mediante la prueba de rango logarítmico.

Para obtener el modelo de riesgo proporcional por la vida útil del catéter, se realizó una selección de variables en base a los criterios de información de Akaike (AIC). Las

funciones de densidad de probabilidad para la vida útil del catéter en los grupos CRBSI y PB (considerando la extracción del catéter debido a la sospecha de CRBSI como falla) se estimaron utilizando el enfoque de probabilidad local para la estimación de la densidad con datos censurados

3.3.15.4 Evolución.

El período analizado es entre enero de 2013 y diciembre de 2016. Para cada uno de los dieciséis trimestres del referido período, el número de pacientes a los que se insertó el PICC, el total de días de exposición (D_t) y finalmente, el número de pacientes que presentaron el evento de estudio (PB o BRCV) a lo largo del seguimiento (N_t). Para evaluar la evolución de la incidencia se asumió que la variable aleatoria N_t siguió una distribución de Poisson de media μ_t siendo:

$$\log \mu_t = \log D_t + \alpha + s(t)$$

Aquí, $s(t)$ es una función uniforme del tiempo, que se estimó de forma no paramétrica mediante una spline cúbica. La bondad de ajuste se evaluó mediante el coeficiente de sobredispersión, que se define como la relación entre la desviación y su grado de libertad. Tenga en cuenta que, para cada trimestre ($t = 1, \dots, 16$), $1000 \times \mu_t / D_t$ correspondiente al número esperado de eventos por 1000 catéteres por día. La significación estadística se estableció en $p < 0,05$. Los datos se analizaron utilizando el paquete R, versión 3.6.1.

3.3.16- Aspectos éticos

El diseño de este estudio es observacional, por lo tanto, la elección del catéter PICC como medio para realizar el tratamiento ha sido tomada por el médico responsable de cada paciente. Por esto, consideramos que no implica ninguna otra consideración ética por nuestra parte. En cualquier caso, nuestra actuación ha consistido en reevaluar las

posibilidades de tratamiento para pacientes que no presentaron indicación de colocación del catéter.

Dado que el seguimiento sistemático de las complicaciones del paciente se ha considerado en un claro beneficio para los mismos, únicamente se solicitará el consentimiento tácito de los pacientes. Prueba de este consentimiento es la facilitación voluntaria del número de teléfono personal del paciente.

La consulta de complicaciones en la historia clínica del paciente también se considera en último beneficio del paciente.

El manejo de los datos se ha llevado a cabo mediante la producción en el mismo hospital de una base de datos con la información de los mismos, la cual, una vez cumplimentada, ha sido anonimizada mediante la colocación de un código y la eliminación de todos los demás datos de carácter personal o identificativo.

3.4 RESULTADOS

En el presente capítulo recogeremos todos los resultados obtenidos tras analizar, de forma completa, la base de datos generada.

3.4.1 - Población incluida y análisis descriptivo

Durante el periodo de inclusión de catéteres se recibieron un total de 1,332 solicitudes de canalización de PICC de las cuales dos se rechazaron por ausencia de indicación de CVC y tres por presentar el paciente una esperanza de vida menor a una semana con otras posibilidades para la administración del tratamiento. Se atendieron el resto de solicitudes, pero no se incluyeron en el estudio 17 casos en los que los catéteres no se colocaron en venas profundas del brazo y siete en los que los pacientes eran menores de 18 años. De esta forma se incluyeron 1,303 pacientes de los cuales 161 presentaban criterios de exclusión por no ser el primer PICC implantado al paciente (156 casos) o por que la canalización del catéter no fue posible (solo dos casos). El resto, salvo dos estudios duplicados y uno en el que no fue posible reunir la suficiente información sobre el paciente, fue incluido en la población de estudio que resultó en 1,142 pacientes únicos. Estos datos se pueden consultar resumidos en la Figura 3.4.1.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta los dos catéteres que no se llegaron a implantar, se analizan, para las complicaciones en la inserción, los 1,144 catéteres que cumplían criterios de inclusión y se intentaron implantar y, para el resto del estudio, los 1,142 catéteres canalizados.

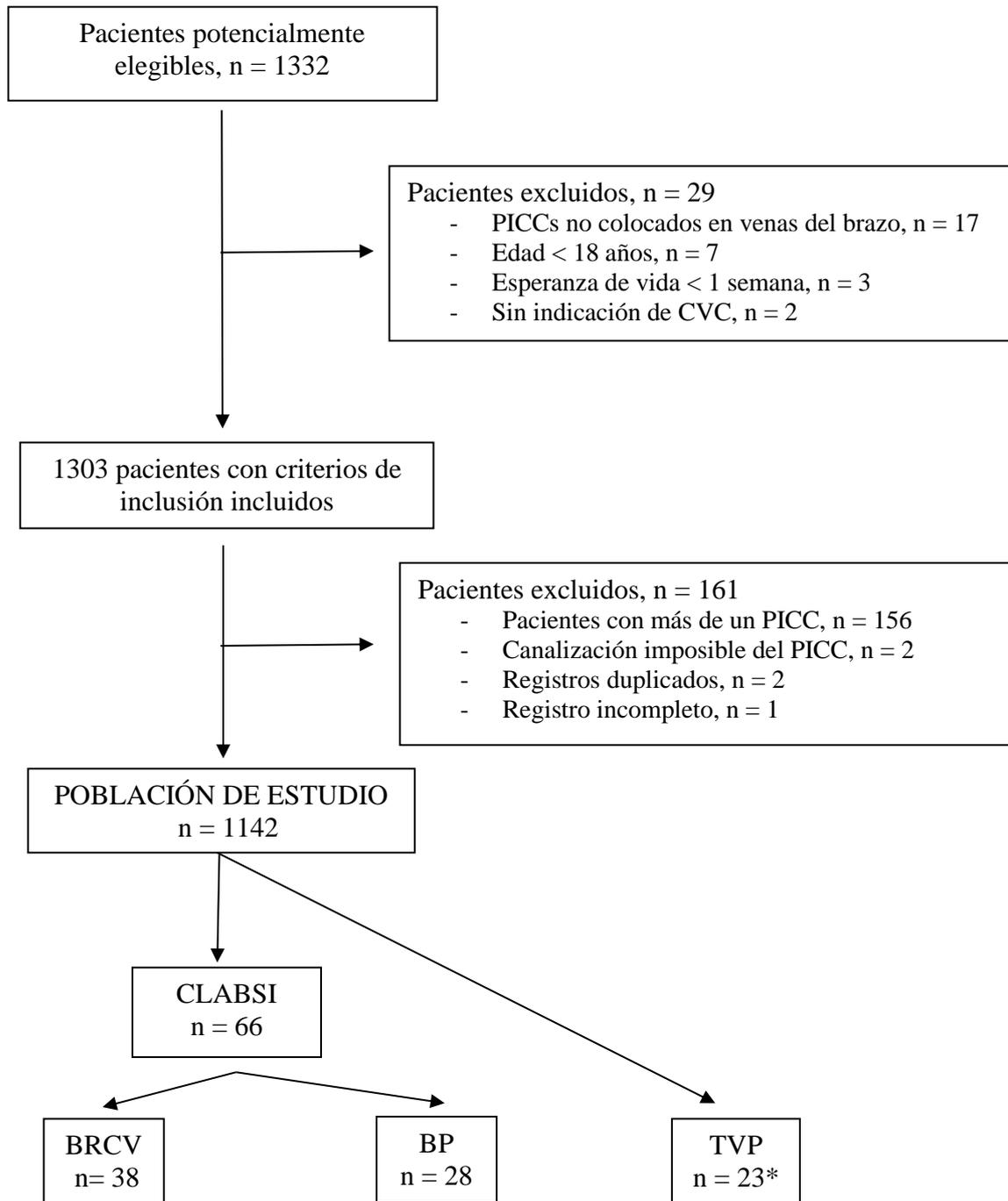


Figura 3.4.1 Diagrama de flujo de la población de estudio y principales complicaciones. *2 de los pacientes con TVP presentaron además BP

La edad de los pacientes incluidos en el estudio se distribuyó como una variable normal con una media de 60.4 años \pm 15,1. En cuanto al sexo, encontramos una mínima prevalencia de mujeres que suponen el 51.2% de los pacientes.

En 652 ocasiones se solicitó la colocación del dispositivo durante el ingreso hospitalario del paciente (57.1%), mientras que 490 catéteres (42.9%) se colocaron en pacientes que provenían de su domicilio.

El servicio desde el que se solicitó la colocación del catéter de forma más prevalente fue el Servicio de Oncología con un 38.8% de las solicitudes, tras este Hematología, MIN, Cirugía General y el Servicio de Enfermedades Digestivas realizaron un 12.7%, 10.9%, 10.8% y 7.6% de las peticiones de catéter, respectivamente. Finalmente, otros servicios como UCI, Nutrición, Neumología y Enfermedades Infecciosas solicitaron el 5.2%, 4.6%, 2.0%, y 1.2% de los catéteres, respectivamente.

La mayoría de los pacientes a los que se les solicitó la implantación del PICC presentaron, como patología principal, una tumoración sólida llegando a suponer el 48.4% de todos los pacientes incluidos en el estudio. Después, el 13.4% presentaba enfermedad hematológica, un 10.2% eran pacientes con múltiples comorbilidades sin acceso periférico adecuado, un 4.9% presentaba Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII), un 2.5% pancreatitis, y el resto patologías varias que se describen de forma más pormenorizada en la Tabla 3.4.1 (por subgrupos de complicaciones) y en la Tabla 3.4.9 (total y por duración del catéter).

La mayoría de los catéteres, un 52.0%, se utilizó para la administración solo de QT. El segundo tratamiento más empleado fue la NP administrada al 21.9% de los pacientes. En 19 casos, los pacientes recibieron QT y NP al mismo tiempo (1.7%). La tercera causa más frecuente de colocación fue la administración de antibioterapia con un 6.4% de los

pacientes. Los demás pacientes (17.8%) utilizaron el catéter para la administración de una amplia variedad de tratamientos, los cuales pueden observarse en la Tabla 3.4.9.

Un 80.2% de los catéteres quedó colocado en la parte superior de la aurícula derecha, y un 19.8% en el tercio inferior de la cava superior. La vena más utilizada fue la basílica, elegida en el 86.3% de los casos, la vena braquial se utilizó en 124 ocasiones (10.9%) y la axilar solo 32 veces (2.8%). Únicamente se colocó un catéter en vena cefálica (0.1%). El brazo más utilizado fue el izquierdo con un 83.6% de catéteres en dicha localización.

El porcentaje de luz ocupada ha sido una variable recogida únicamente en 175 pacientes. En el 78.3% de los casos, el catéter ocupaba menos del 40% de la luz venosa, mientras que en el 21.7% ocupaba el 40% o más.

Los catéteres utilizados fueron, en todos los casos, dispositivos de larga permanencia de calibres comprendidos entre cuatro y seis Fr, aunque se usaron los de cinco Fr en el 95.1% de los casos con un empleo escaso del resto de los diámetros (4 Fr 4.0%, 6 Fr 0.9%).

Un 48.5% de los catéteres colocados solo poseían una luz, mientras que el 50.6% eran catéteres de dos luces. Solo se implantaron 10 catéteres de tres luces (0.9%).

El tiempo de implantación del catéter o duración del catéter se distribuyó como una variable no normal con una mediana de 79 días y un IQR de 20-188 días. La duración mínima encontrada ha sido de 0 días y la máxima de 1,256 días. El 20% de los catéteres permaneció colocado durante más de 217 días y el 10% estuvo implantado más de 338 días. Ciento tres catéteres se mantuvieron durante más de un año y 12 catéteres más de dos años. La suma total de los días durante los que se ha realizado el seguimiento de los catéteres ascendió a 153,190 días.

3.4.2 - Complicaciones durante la implantación del catéter

No se produjo ninguna complicación mayor en ninguno de los 1,144 catéteres que se intentaron implantar y el 96.1% de los catéteres, se implantó sin ninguna complicación. La tasa de fracaso en la implantación fue del 0.2% (solo 2 catéteres) aunque en 9 ocasiones

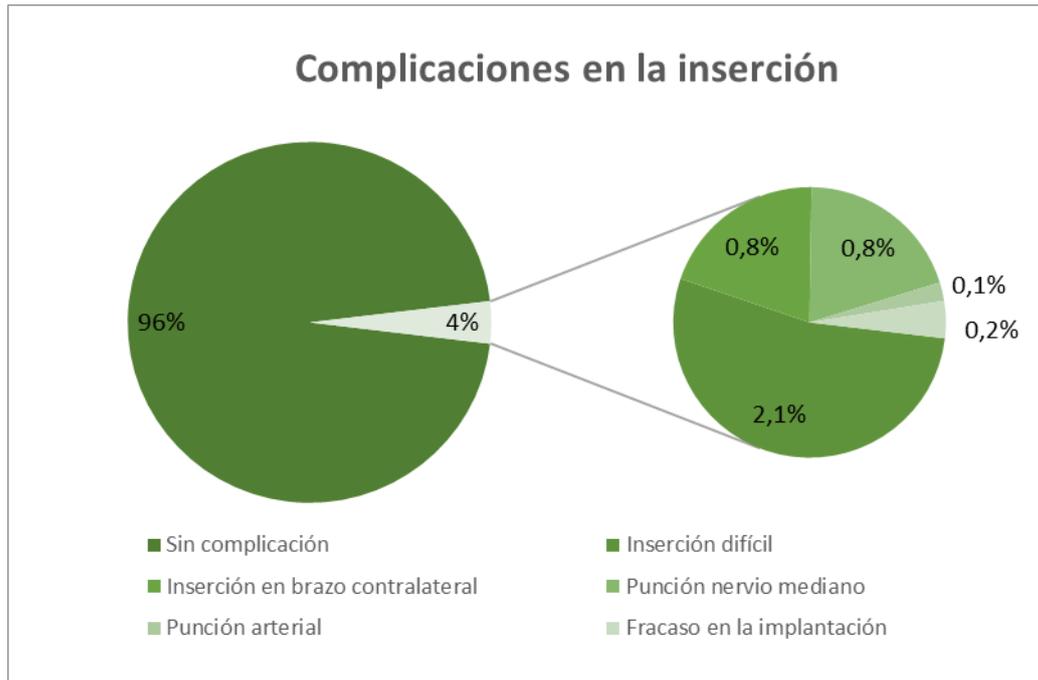


Figura 3.4.2 Complicaciones durante la inserción del catéter

(0.8%) hubo que colocar el catéter en el brazo contralateral y en 24 casos (2.1%) la implantación se consideró dificultosa. Como complicaciones menores encontramos 9 punciones del nervio mediano (0.8%) y una punción arterial (0.1%).

3.4.3 - Seguimiento y complicaciones derivadas del uso del catéter

A continuación, se describen las complicaciones ocurridas durante el tiempo que el catéter permaneció implantado. Las resumiremos en complicaciones infecciosas o IRC, trombóticas y mecánicas. En la Tabla 3.4.1 se comparan los grupos formados por las tres

principales complicaciones (BRCV, BP y TVP), con el grupo de pacientes que no presentaron complicación.

3.4.3.1 Complicaciones infecciosas durante el seguimiento-IRC

La complicación más relevante, por cantidad de eventos, durante el seguimiento del catéter ha sido la infecciosa. Se ha encontrado una IRC en el 9.3% de los pacientes, concretamente, 38 BRCV, 28 BP (la suma completa de bacteriemias o CLABSIs sería de 66 casos), 31 infecciones locales y cinco flebitis; así como cuatro colonizaciones. Además, se documentaron 38 BS que no estaban relacionadas con el catéter.

Teniendo en cuenta las BRCV halladas podemos hablar de una tasa total de BRCV del 3.3%, con una DI del 0.25%. Si hablamos, sin embargo, de BP la tasa sería de 2.5% con una DI del 0.18%. El conjunto de las CLABSI contaría con una tasa total del 5.8% y una DI del 0.43%. Pueden consultarse las tasas y DI de las principales complicaciones en la Tabla 3.4.7.

Dentro del grupo de las BRCV no se encontró ningún caso de fallecimiento, ni de shock séptico. Se identificaron, sin embargo, tres sepsis con afectación orgánica, siendo el resto bacteriemias leves. En cuanto a las BP, se han identificado dos casos que evolucionaron hacia el shock séptico y, finalmente, el fallecimiento, con un único caso de sepsis, siendo el resto bacteriemias de menor gravedad.

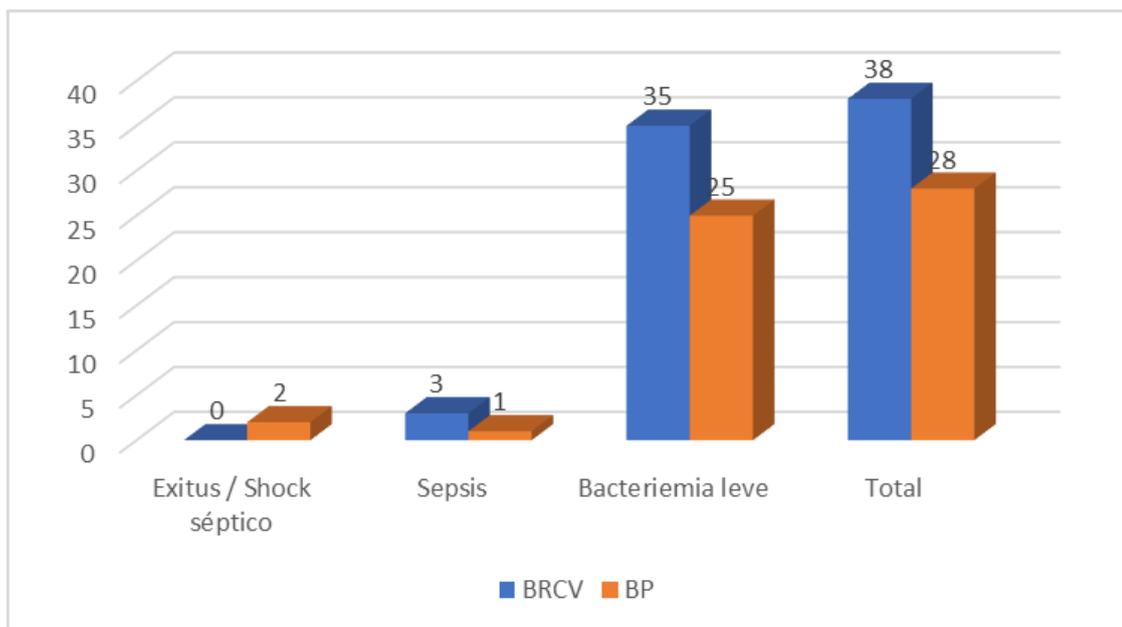


Figura 3.4.3 Gravedad de las bacteriemias en pacientes con PICC

3.4.3.2 Complicaciones trombóticas durante el seguimiento - TVP

En relación con las TVP se han identificado 23 casos, lo que supone una tasa del 2.01%, y una DI del 0.15 % días de catéter. No se identificó ningún caso de TEP o de fallecimiento en relación con la TVP.

3.4.3.3 Complicaciones mecánicas durante el seguimiento - Obstrucción y rotura del Catéter

La obstrucción completa del catéter ha ocurrido en solo 10 ocasiones lo que equivale a una tasa del 0.9% y una DI de 0.06 % días de catéter.

En cuanto a la rotura del dispositivo, únicamente se ha registrado un caso de entre los 1,142 catéteres implantados.

Variables	No complicación n = 1,055	Complicaciones mayores		
		BRCV n = 38	BP n = 28 **	TVP n = 21 *
Sexo masculino, n (%)	502 (47.6)	26 (68.4)	19 (67.9)	10 (47.6)
Edad en años (SD)	60.7 (15.0)	60.9 (16.4)	54.1 (15.1)	51.8 (16.6)
Tipo de pacientes, n (%)				
Planta de hospitalización	596 (56.5)	30 (78.9)	21 (75.0)	5 (23.8)
Paciente ambulatorio	459 (43.5)	8 (21.1)	7 (25.0)	16 (76.2)
Enfermedad de base, n (%)				
Tumor sólido	519 (49.2)	12 (31.6)	8 (28.6)	14 (66.7)
Múltiples comorbilidades	109 (10.3)	6 (15.8)	1 (3.6)	0
Linfoma	74 (7.0)	1 (2.6)	3 (10.7)	4 (19.0)
Enfermedad Inflamatoria Intestinal	49 (4.6)	4 (10.5)	3 (10.7)	0
Leucemia	41 (3.9)	4 (10.5)	5 (17.9)	2 (9.5)
Pancreatitis	24 (2.3)	3 (7.9)	1 (3.6)	0
Suboclusión intestinal	23 (2.2)	2 (5.3)	0	0
Fístula intestinal	18 (1.7)	2 (5.3)	0	0
Mieloma	10 (0.9)	0	2 (7.1)	0
Cirrosis hepática	12 (1.1)	0	0	0
Aplasia	4 (0.4)	0	2 (7.1)	0
Otras	172 (16.3)	4 (10.5)	3 (10.7)	1 (4.8)
Indicación de PICC, n (%)				
Quimioterapia	552 (52.3)	11 (28.9)	12 (42.9)	19 (90.5)
Nutrición parenteral	223 (21.1)	18 (47.4)	8 (28.6)	1 (4.8)
Imposibilidad para otro acceso venoso	109 (10.3)	0	0	0
Tratamiento antibiótico	72 (6.8)	0	1 (3.6)	0
Quimioterapia y NP	17 (1.6)	1 (2.6)	1 (3.6)	0
Otros	82 (7.8)	8 (21.1)	6 (21.4)	1 (4.8)
Servicio de solicitud del catéter, n (%)				
Oncología	421 (39.9)	5 (13.2)	4 (14.3)	13 (61.9)
Hematología	123 (11.7)	5 (13.2)	11 (39.3)	6 (28.6)
Medicina Interna	115 (10.9)	8 (21.1)	1 (3.6)	0
Cirugía	110 (10.4)	12 (31.6)	1 (3.6)	0
Digestivo	82 (7.8)	4 (10.5)	1 (3.6)	0
Cuidados Intensivos	53 (5.0)	1 (2.6)	4 (14.3)	1 (4.8)
Nutrición	48 (4.5)	1 (2.6)	4 (14.3)	0
Otros	103 (9.8)	2 (5.3)	2 (7.1)	1 (4.8)
Brazo de colocación del PICC, n (%)				
Izquierdo	881 (83.5)	34 (89.5)	24 (85.7)	16 (76.2)
Derecho	174 (16.5)	4 (10.5)	4 (14.3)	5 (23.8)
Vena canalizada, n (%)				
Basílica	911 (86.4)	32 (84.2)	24 (85.7)	18 (85.7)
Braquial	112 (10.6)	6 (15.8)	3 (10.7)	3 (14.3)
Axilar	31 (2.9)	0	1 (3.6)	0
Cefálica	1 (0.1)	0	0	0
Diámetro del catéter, n (%)				
5F	1,001 (94.9)	37 (97.4)	28 (100)	20 (95.2)
4F	44 (4.2)	1 (2.6)	0	1 (4.2)
6F	10 (0.9)	0	0	0
Número de luces, n (%)				
Una	519 (49.2)	10 (26.3)	8 (28.6)	17 (81.0)
Dos	526 (49.9)	28 (73.7)	20 (71.4)	4 (19.0)
Tres	10 (0.9)	0	0	0
Porcentaje de ocupación del vaso, n (%)*				
<40%	127 (78.9)	5 (83.3)	3 (75.0)	2 (50.0)
>40%	34 (21.1)	1 (16.7)	1 (25.0)	2 (50.0)
Posición de la punta del catéter, n (%)				
Unión atrio-cava	849 (80.5)	29 (76.3)	22 (78.6)	16 (76.2)
Vena cava superior (tercio inferior)	206 (19.5)	9 (23.7)	6 (21.4)	5 (23.8)
Motivo de retirada del PICC, n (%)				
Fin del tratamiento	625 (59.2)	3 (7.9)	6 (21.4)	10 (47.6)
Sospecha de bacteriemia	58 (5.5)	30 (78.9)	12 (42.9)	0
Retirada accidental	28 (2.7)	0	0	0
Infección local	27 (2.6)	0	0	0
Intolerancia subjetiva	9 (0.9)	0	2 (7.1)	0
Obstrucción	10 (0.9)	0	0	0
TVP	0	0	0	7 (33.3)
Flebitis	4 (0.4)	1 (2.6)	0	0

Continúa colocado al final del estudio, n (%)	26 (2.3)	0	0	0
Duración del catéter, mediana (RIQ)	84 (19-187)	38 (21-108)	68 (24-220)	158 (70-244)
Complicación en la implantación n (%)				
Ninguna	1014 (96.1)	36 (94.7)	28 (100)	21 (100)
Canalización difícil	22 (2.1)	2 (5.3)	0	0
Necesidad de abordaje del otro brazo	9 (0.9)	0	0	0
Punción del nervio	9 (0.9)	0	0	0
Punción arterial	1 (0.1)	0	0	0
Complicación durante el uso, n (%)				
Ninguna	1015 (96.2)	0	0	0
BRCV	0	38 (100.0)	0	0
BP	0	0	28 (100.0)	0
TVP	0	0	2 (7.1)**	21 (100.0)
Infección local	31 (2.9)	0	0	0
Flebitis	5 (0.5)	0	0	0
Colonización del catéter	4 (0.4)	0	0	0
Mortalidad, n (%)	268 (25.4)	4 (10.5)	8 (28.6)	4 (19.1)

Tabla 3.4.1 Características de los pacientes, dispositivos y complicaciones. * Solo analizado en 175 pacientes. **Dos pacientes presentaron BP y TVP al mismo tiempo, pero para su tabulación se incluyeron solo en el grupo BP

3.4.4 - Análisis de los factores de riesgo para las principales complicaciones producidas durante el seguimiento del paciente

Nos detendremos ahora en el análisis univariado y multivariado de los factores de riesgo para las complicaciones más relevantes encontradas durante el análisis descriptivo, es decir, para BRCV, BP y TVP.

3.4.4.1 Análisis univariado y multivariado de BRCV

En la Tabla 3.4.2 se pueden comparar las características de los pacientes con y sin BRCV. Observamos posibles factores de riesgo como el sexo masculino, estar hospitalizado, pertenecer al Servicio de Cirugía, utilizar el PICC para NP o tener un catéter con más de una luz. Y otros que podrían considerarse como factores de protección como el ser mujer, pertenecer al servicio de Oncología, presentar un tumor sólido, utilizar

el catéter para QT o tener colocado un catéter de una sola luz. El resto de variables no presentan una distribución con diferencias significativas en estos grupos.

En cuanto a la duración del dispositivo encontramos que entre los pacientes con BRCV el tiempo de permanencia del catéter fue sensiblemente menor. La mortalidad también fue significativamente menor en este grupo de pacientes.

En el estudio multivariado, sin embargo, solo permanece en el modelo la NP como factor de riesgo pudiéndose eliminar el resto. Como se puede observar en la Tabla 3.4.5, la utilización de NP supone un aumento significativo del riesgo que es más de tres veces mayor que en el resto de pacientes, OR 3.4 (IC95% 1.77-6.52).

	Total n = 1142	BRCV n = 38	No BRCV n = 1104	p
Edad en años (SD)	60.4 (15.1)	60.9 (16.4)	60.4 (15.1)	0.846
Sexo masculino, n (%)	557 (48.8)	26 (68.4)	531 (48.1)	0.014
Tipo de paciente, n (%)				0.006
Planta de hospitalización	652 (57.1)	30 (78.9)	622 (56.3)	
Paciente ambulatorio	490 (42.9)	8 (21.1)	482 (43.7)	
Enfermedad de base, n (%)				
Tumor sólido	553 (48.4)	12 (31.6)	541 (49.0)	0.035
Linfoma	82 (7.2)	1 (2.6)	81 (7.3)	0.516
EII	56 (4.9)	4 (10.5)	52 (4.7)	0.111
Leucemia	52 (4.6)	4 (10.5)	48 (4.3)	0.090
Pancreatitis	28 (2.5)	3 (7.9)	25 (2.3)	0.063
Aplasia	6 (0.5)	0	6 (.5)	1
Indicación de PICC, n (%)				
Quimioterapia	594 (52.0)	11 (28.9)	583 (52.8)	0.005
Nutrición parenteral	250 (21.9)	18 (47.4)	232 (21.0)	<0.001
Tratamiento antibiótico	73 (6.4)	0	73 (6.6)	0.167
Quimioterapia y NP	19 (1.7)	1 (2.6)	18 (1.6)	0.622
Servicio de solicitud del catéter, n (%)				
Oncología	443 (38.8)	5 (13.2)	438 (39.7)	<0.001
Hematología	145 (12.7)	5 (13.2)	140 (12.7)	0.808
Medicina Interna	124 (10.9)	8 (21.1)	116 (10.5)	0.057
Cirugía	123 (10.8)	12 (31.6)	111 (10.1)	<0.001
Cuidados Intensivos	59 (5.2)	1 (2.6)	58 (5.2)	0.717
Brazo de inserción, n (%)				0.322
Izquierdo	955 (83.6)	34 (89.5)	921 (83.4)	
Derecho	187 (16.4)	4 (10.5)	183 (16.6)	
Vena canalizada, n (%)				0.473
Basílica	985 (86.3)	32 (84.2)	953 (86.3)	
Braquial	124 (10.9)	6 (15.0)	118 (10.7)	
Diámetro del catéter, n (%)				1
5F	1086 (95.1)	37 (97.4)	1049 (95.0)	
4F	46 (4.0)	1 (2.6)	45 (4.1)	

6F	10 (0.9)	0	10 (0.9)	
Número de luces, n (%)				0.001
Una	554 (48.5)	10 (26.3)	544 (49.3)	
Dos	578 (50.6)	28 (73.7)	550 (49.8)	
Tres	10 (0.9)	0	10 (0.9)	
Ocupación del vaso, n (%)*				1
<40%	137 (78.3)	5 (83.3)	132 (78.1)	
>40%	38 (21.7)	1 (16.7)	37 (21.9)	
Punta del catéter, n (%)				0.540
Unión atrio-cava	916 (80.2)	29 (76.3)	887(80.3)	
Vena cava superior	226 (19.8)	9 (23.7)	217(19.7)	
Tiempo de catéter, días (RIQ)	79 (20-188)	38 (22-99)	85 (20-189)	0.005
Mortalidad, n (%)	284 (24.9)	4 (10.5)	280 (25.7)	0.037

Tabla 3.4.2 Análisis univariado de las principales características asociadas a BRCV (en algunas de las variables no se presentan todas las opciones por lo que la suma de los porcentajes puede ser menor del 100%). * Se analiza únicamente en 175 pacientes.

3.4.4.2 Análisis univariado y multivariado de BP

Analizaremos ahora las características de los pacientes con y sin BP. En la Tabla 3.4.3 se resume los porcentajes de cada característica en relación con la presencia o no de BP.

Como se puede observar existe una serie de variables que muestran diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos de BP y no BP. Incluimos dentro de los posibles factores de riesgo a los pacientes jóvenes y a los hombres, además, tener leucemia o aplasia medular o incluso pertenecer al Servicio de Hematología supone un riesgo estadísticamente significativo. Los pacientes en UCI también presentan un aumento del riesgo.

	Total n = 1142	BP n = 28	No BP n = 1114	p
Edad en años (SD)	60.4 (15.1)	54.1(15.1)	63.0 (15.1)	0.025
Sexo masculino, n (%)	557 (48.8)	19 (67.9)	538 (48.3)	0.041
Tipo de paciente, n (%)				0.053
Planta de hospitalización	652 (57.1)	21 (75.0)	631 (56.6)	
Paciente ambulatorio	490 (42.9)	7 (25.0)	483 (43.4)	
Enfermedad de base, n (%)				
Tumor sólido	553 (48.4)	8 (28.6)	545 (48.9)	0.033
Linfoma	82 (7.2)	3 (10.7)	79 (7.1)	0.463
EII	56 (4.9)	3 (10.7)	53 (4.8)	0.149
Leucemia	52 (4.6)	5 (17.9)	47 (4.2)	0.001
Pancreatitis	28 (2.5)	1 (3.6)	27 (2.4)	0.698
Aplasia	6 (0.5)	2 (7.1)	4 (0.4)	<0.001
Indicación de PICC, n (%)				
Quimioterapia	594 (52.0)	12 (42.9)	582 (52.2)	0.436
Nutrición parenteral	250 (21.9)	8 (28.6)	242 (21.7)	0.278
Tratamiento antibiótico	73 (6.4)	1 (3.6)	72 (6.5)	0.537
Quimioterapia y NP	19 (1.7)	1 (3.6)	18 (1.6)	0.696
Servicio de solicitud del catéter, n (%)				
Oncología	443 (38.8)	4 (14.3)	439 (39.4)	0.007
Hematología	145 (12.7)	11 (39.3)	134 (12.0)	<0.001
Medicina Interna	124 (10.9)	1 (3.6)	123 (11.0)	0.210
Cirugía	123 (10.8)	1 (3.6)	122 (11.0)	0.213
Cuidados Intensivos	59 (5.2)	4 (14.3)	55 (4.9)	0.027
Brazo de inserción, n (%)				0.762
Izquierdo	955 (83.6)	24 (85.7)	931 (83.6)	
Derecho	187 (16.4)	4 (14.3)	183 (16.4)	
Vena canalizada, n (%)				0.087
Basilíca	985 (86.3)	24 (85.7)	961 (86.3)	
Braquial	124 (10.9)	3 (10.7)	121 (10.9)	
Diámetro del catéter, n (%)				0.477
5F	1086 (95.1)	28 (100)	1058 (95.0)	
4F	46 (4.0)	0	45 (4.1)	
6F	10 (0.9)	0	10 (0.9)	
Número de luces, n (%)				0.080
Una	554 (48.5)	8 (28.6)	546 (49.0)	
Dos	578 (50.6)	20 (71.4)	558 (50.1)	
Tres	10 (0.9)	0	10 (0.9)	
Ocupación del vaso, n (%)*				0.872
<40%	137 (78.3)	3 (75.0)	134 (78.4)	
>40%	38 (21.7)	1 (25.0)	37 (21.6)	
Punta del catéter, n (%)				0.826
Unión atrio-cava	916 (80.2)	22 (78.6)	894 (80.3)	
Vena cava superior	226 (19.8)	6 (21.4)	220 (19.7)	
Tiempo de catéter, días (RIQ)	79 (20-188)	68 (24-220)	79 (20-187)	0.863
Mortalidad, n (%)	284 (24.9)	8 (28.6)	276 (24.8)	0.646

Tabla 3.4.3 Análisis univariado de las principales características asociadas a BP (en algunas de las variables no se presentan todas las opciones por lo que la suma de los porcentajes puede ser menor del 100%). * Se analiza únicamente en 175 pacientes.

Al aproximarnos a dichas variables mediante el modelo de regresión logística multivariante, encontramos como la única característica que permanece es la pertenencia al Servicio de Hematología con una OR de 4.9 (IC95%; 2.25-10.7) (Tabla 3.4.5).

3.4.4.3 Análisis univariado y multivariado de TVP

En cuanto a las TVP, en la Tabla 3.4.4 se exponen las variables que han resultado significativas junto a los datos del resto de variables.

La pertenencia al servicio de Oncología, la presencia de tumor sólido, el uso de QT, tener colocado un catéter de una sola luz, y el ser pacientes ambulatorios, han sido las variables identificadas como posibles factores de riesgo. La edad y el tratamiento con NP aparecen como posibles factores de protección.

La duración del catéter, el tiempo que permanece colocado, es otro de los factores posiblemente relacionados con la producción de TVP.

Tras aplicar la regresión logística para el análisis multivariado, además de permanecer en el modelo la pertenencia al Servicio de Oncología, se añade el Servicio de Hematología como factor de riesgo. Para el Servicio de Hematología OR de 12.5 (IC95% 2.49 – 62.50) y para el Servicio de Oncología OR de 7.9 (IC95% 1.77-35.16). El resto de variables desaparecen como se observa en la Tabla 3.4.5.

	Total n = 1142	TVP n = 23	No TVP n = 1119	p
Edad en años (SD)	60.4 (15.1)	52.8(15.0)	60.6 (16.3)	0.015
Sexo masculino, n (%)	557 (48.8)	10 (43.5)	547 (43.5)	0.608
Tipo de paciente, n (%)				0.002
Planta de hospitalización	652 (57.1)	6 (26.1)	646 (57.7)	
Paciente ambulatorio	490 (42.9)	17 (73.9)	473 (42.3)	
Enfermedad de base, n (%)				
Tumor sólido	553 (48.4)	16 (69.6)	537 (48.0)	0.040
Linfoma	82 (7.2)	4 (17.4)	78 (7.0)	0.077
EII	56 (4.9)	0	56 (5.0)	0.149
Leucemia	52 (4.6)	2 (8.7)	50 (4.5)	0.282
Pancreatitis	28 (2.5)	0	28 (2.5)	1
Aplasia	6 (0.5)	0	6 (0.5)	1
Indicación de PICC, n (%)				
Quimioterapia	594 (52.0)	21 (91.3)	573 (51.2)	<0.001
Nutrición parenteral	250 (21.9)	1 (4.3)	249 (22.3)	0.028
Tratamiento antibiótico	73 (6.4)	0	72 (6.5)	0.393
Quimioterapia y NP	19 (1.7)	0	19 (1.7)	0.529
Servicio de solicitud del catéter, n (%)				
Oncología	443 (38.8)	14 (60.9)	429 (38.3)	0.028
Hematología	145 (12.7)	6 (26.1)	139 (12.4)	0.061
Medicina Interna	124 (10.9)	1 (4.3)	123 (11.0)	0.501
Cirugía	123 (10.8)	0	123 (11.0)	0.163
Cuidados Intensivos	59 (5.2)	1 (4.3)	58 (5.2)	1
Brazo de inserción, n (%)				0.248
Izquierdo	955 (83.6)	17 (73.9)	938 (83.8)	
Derecho	187 (16.4)	6 (26.1)	181 (16.2)	
Vena canalizada, n (%)				0.867
Basílica	985 (86.3)	20 (87.0)	965 (87.0)	
Braquial	124 (10.9)	3 (13.0)	121 (10.8)	
Diámetro del catéter, n (%)				0.689
5F	1086 (95.1)	22 (95.7)	1064 (95.1)	
4F	46 (4.0)	1 (4.3)	45 (4.0)	
6F	10 (0.9)	0	10 (0.9)	
Número de luces				0.001
Una	554 (48.5)	19 (82.6)	535 (47.8)	
Dos	578 (50.6)	4 (17.4)	574 (51.3)	
Tres	10 (0.9)	0	10 (0.9)	
Ocupación del vaso, n (%)*				0.206
<40%	137 (78.3)	2 (50.0)	135 (78.9)	
>40%	38 (21.7)	2 (50.0)	36 (21.1)	
Punta del catéter, n (%)				0.793
Unión atrio-cava	916 (80.2)	18 (78.3)	898 (80.3)	
Vena cava superior	226 (19.8)	5 (21.7)	221 (19.7)	
Tiempo de catéter, días (RIQ)	79 (20-188)	158 (94-224)	76 (20-186)	0.010
Mortalidad, n (%)	284 (24.9)	4 (17.4)	280 (25.0)	0.402

Tabla 3.4.4 Análisis univariado de las principales características asociadas a TVP (en algunas de las variables no se presentan todas las opciones por lo que la suma de los porcentajes puede ser menor del 100%). * Se analiza únicamente en 175 pacientes

Complicación	Variable	Coficiente (SE)	P	BIC	Odds-ratio (95% CI)
BRCV	(intercept)	-3.759 (0.232)	-	331.1*	
	Nutrición Parenteral	1.223 (0.333)	< 0.001	337**	3.396 (1.769 ; 6.518)
BP	(intercept)	-4.004 (0.245)	-	260.5*	
	Paciente de Hematología	1.590 (0.399)	< 0.001	267**	4.903 (2.245 ; 10.710)
TVP	(intercept)	-5.543 (0.708)	-	197.5*	
	Paciente de Hematología	2.523 (0.823)	< 0.001	206.9**	12.463 (2.485 ; 62.499)
	Paciente de Oncología	2.066 (0.762)	< 0.001	206.7**	7.890 (1.771 ; 35.157)

Tabla 3.4.5 Análisis multivariado de las principales complicaciones durante el uso del catéter. BIC: Bayesian information criterion. * BIC para todo el modelo. ** BIC si se retira el factor del modelor.

3.4.5 - Análisis temporal de la aparición de las complicaciones - CLABSI y TVP.

Durante los primeros cinco días desde la colocación del catéter no se ha producido bacteriemia en ningún caso. Tras este periodo, empezamos a encontrar CLABSIs. El 25% más precoz se sitúa en los primeros 15 días tras la implantación, es decir entre el 6º y el 15º día de implantación y la mediana de aparición quedaría dentro de los primeros 32 días desde la colocación; posteriormente la frecuencia de aparición cae hasta hallar el tercer cuartil en los 64 días y la bacteriemia más alejada de la inserción en el día 459 días desde la colocación de catéter.

Analizando de forma separada BRCV y BP, observamos como 20 casos de BRCV se presentaron en los primeros 24 días de llevar el dispositivo, 5 casos entre los días 24- 41 días, y 13 casos a partir de los 42 días, con un tiempo mediano de aparición de 24 (14-63) días. Las BPs, en la misma secuencia de periodos de tiempo (< 24, 24-41, y > 42

días), aparecieron 11, 2 y 15 casos respectivamente, siendo el tiempo mediano de 41 (15-66) días.

La mediana del tiempo hasta la producción de la TVP ha sido de 60 días, con un IQR de 27-118. El tiempo mínimo hasta encontrar una TVP ha sido de solo siete días y el máximo de 459. En la Figura 3.4.4, podemos observar como la aparición de TVP es más o menos lineal en el tiempo, a diferencia de lo que observábamos en las bacteriemias.

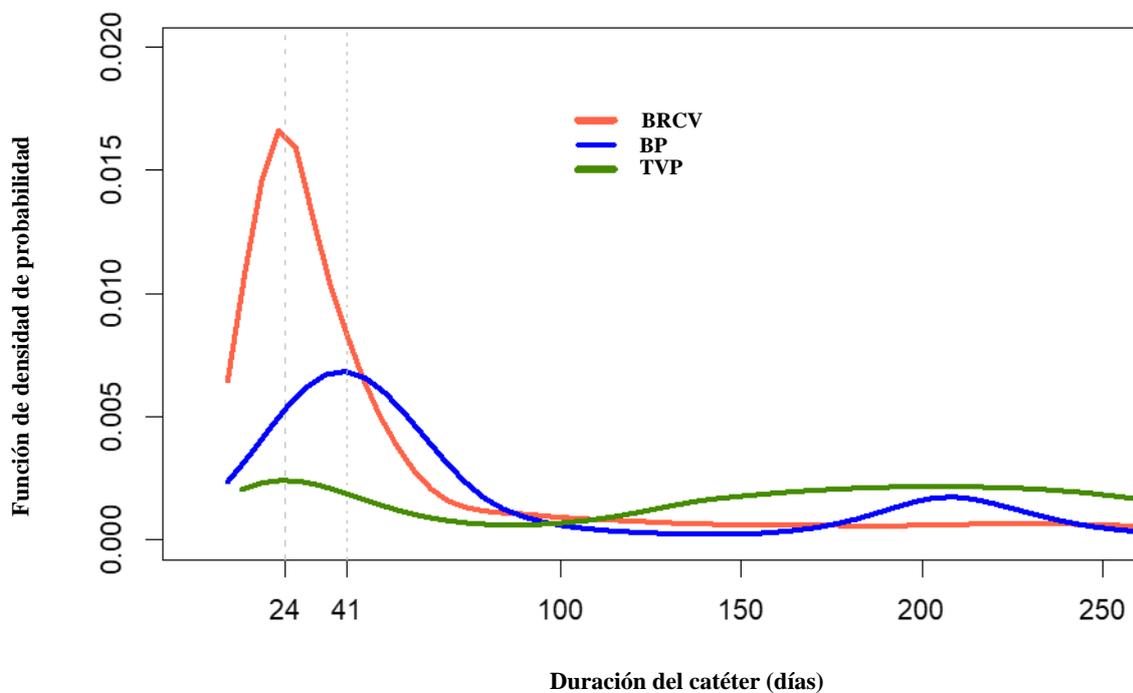


Figura 3.4.4 Funciones de densidad de probabilidad para la vida útil del catéter ajustadas por el enfoque de probabilidad local para la estimación de densidad con datos censurados.

Hemos analizado también las complicaciones infecciosas agrupando los catéteres por trimestres a lo largo del periodo del estudio, observando una tendencia a la

disminución, no significativa, de las tasas de infecciones (p de 0.072, 0.99 y 0.127 para CLABSI, CRBSI y BP, respectivamente, Figura 3.4.5.

Año	Trimestre	N.º pacientes	Días de catéter	CLABSI		BRCV		BP	
				N.º	Por 1000 días	N.º	Por 1000 días	N.º	Por 1000 días
2013	1	45	6694	3	0,4482	1	0,1494	2	0,2988
2013	2	63	7694	7	0,9098	2	0,2599	5	0,6499
2013	3	35	4837	2	0,4135	1	0,2067	1	0,2067
2013	4	66	9036	6	0,6640	4	0,4427	2	0,2213
2014	5	53	5677	4	0,7046	2	0,3523	2	0,3523
2014	6	77	7828	4	0,5110	2	0,2555	2	0,2555
2014	7	62	10031	5	0,4985	3	0,2991	2	0,1994
2014	8	74	9058	2	0,2208	1	0,1104	1	0,1104
2015	9	98	14076	3	0,2131	3	0,2131	0	0,0000
2015	10	79	12537	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
2015	11	74	9613	6	0,6242	4	0,4161	2	0,2081
2015	12	76	10530	3	0,2849	2	0,1899	1	0,0950
2016	13	78	10272	6	0,5841	4	0,3894	2	0,1947
2016	14	95	12178	6	0,4927	3	0,2463	3	0,2463
2016	15	78	11247	3	0,2667	3	0,2667	0	0,0000
2016	16	89	11883	6	0,5049	3	0,2525	3	0,2525
1142				66		38		28	

Análisis por trimestres de CLABSI, BRCV, BP por 1000 días de catéter

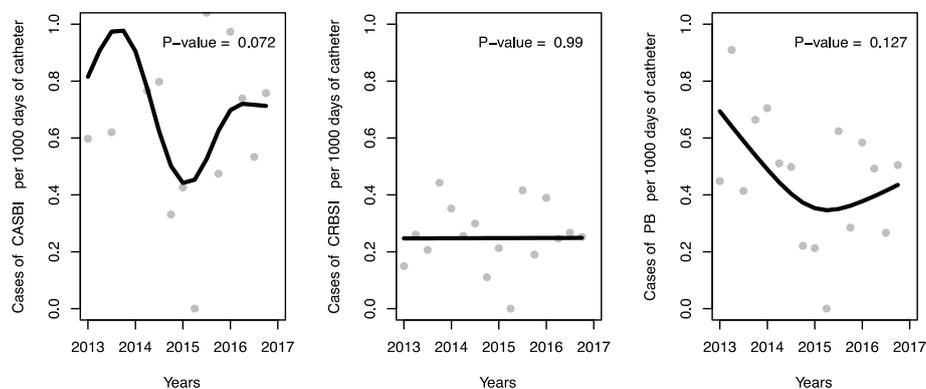


Figura 3.4.5 Tiempo hasta la producción de las CLABSI por trimestres.

3.4.6 - Análisis microbiológico de las bacteriemias

En el análisis microbiológico de las CLABSI destaca la importancia de la infección por gram +, tanto en las BRCV (71.0%) como en las BP (71.4%) y no así en las BS (22.0%) en las que predominan la infección por gram – (56%). Las candidemias son poco frecuentes con un 7.9% en las BRCV y sin encontrar ningún caso entre las BP.

Entre los patógenos gram + destaca el *Staphylococcus epidermidis* que supone el 59.3% las BRCV y el 35% de las BP. Además, se trata de microorganismos con una alta frecuencia de resistencias con un 46% de cepas con resistencia ampliada. El *S. aureus* tiene una menor presencia en BRCV donde supone un 14.8% y no así en BP donde aparece en el 25% de las bacteriemias. No se han encontrado cepas resistentes de *S. aureus*.

En los microorganismos gram – existe una prevalencia de *E. coli* para el conjunto de las CLABSI mientras que para las BRCV *Klebsiella pneumoniae* es el microorganismo más frecuente. Únicamente se encontró un organismo productor de carbapenemasas, concretamente un *Proteus mirabilis* en una BRCV, así como una *Klebsiella pneumoniae* productora de betalactamasas de espectro ampliado.

En cuanto a las BS por gram –, el microorganismo más frecuentemente aislado ha sido *Klebsiella pneumoniae* el cual representa el 20% de todos los microorganismos aislados seguido de *E. coli* que supone el 14%.

En cuanto a los hongos, solo se han identificado tres candidemias, dos de ellas por *C. albicans* y una última definida por microbiología como *Candida spp*, ninguna de ellas resistentes.

En la Tabla 3.4.6 puede consultarse más detalladamente los microorganismos, su distribución y sus tiempos de aparición.

	CLABSI n (%)	Días a la bacteriemia*	BRCV n (%)	Días a la bacteriemia *	BP n (%)	Días a la bacteriemia *
Gram positivo	47 (71.2)	23 (12-61)	27 (71.0)	21 (12-53)	20 (71.4)	40 (12-88)
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	23 (48.9)	23 (10-47)	16 (59.3)	20 (8-41)	7 (35.0)	23 (11-58)
<i>Staphylococcus aureus</i>	9 (19.1)	23 (10-146)	4 (14.8)	109 (15-393) **	5 (25.0)	22 (9-69)
<i>Streptococcus spp</i>	3 (6.4)	77 (63-160)	0 (0)	-	3 (15.0)	77 (63-160)
<i>Staphylococcus hominis</i>	3 (6.4)	218 (218-218)	2 (7.4)	174 (61-287)	1 (5.0)	218
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	3 (6.4)	21 (17-50)	2 (7.4)	19 (17-21)	1 (5.0)	50
<i>Coagulase negative Staphylococcus</i>	2 (4.3)	64 (18-39)	1 (3.7)	18	1 (5.0)	39
<i>Streptococcus faecalis</i>	2 (4.3)	18 (17-20)	1 (3.7)	20	1 (5.0)	17
<i>Granulicatella adiacens</i>	1 (2.1)	273	0 (0)	-	1 (5.0)	273
<i>Staphylococcus capitis</i>	1 (2.1)	19	1 (3.7)	19	0 (0)	-
Gram negativo	16 (24.2)	45 (23-78)	8 (21.1)	58 (15-115)	8 (28.6)	43 (23-65)
<i>Escherichia coli</i>	7 (43.7)	43 (11-59)	2 (25.0)	78 (8-148)	5 (62.5)	43 (22-51)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3 (18.7)	108 (34-117)	3 (37.5)	108 (34-117)	0 (0)	-
<i>Serratia liquefaciens</i>	1 (6.3)	20	0 (0)	-	1 (12.5)	20
<i>Stenotrophomona maltophilia</i>	1 (6.3)	81	0 (0)	-	1 (12.5)	81
<i>Bacteroides fragilis</i>	1 (6.3)	67	0 (0)	-	1 (12.5) **	67
<i>Enterobacter aerogenes</i>	1 (6.3)	9	1 (12.5)	9	0 (0)	-
<i>Serratia marcescens</i>	1 (6.3)	46	1 (12.5)	46	0 (0)	-
<i>Proteus mirabilis</i>	1 (6.3)	70	1 (12.5)	70	0 (0)	-
Hongos	3 (4.6)	31 (21-37)	3 (7.9)	31 (21-37)	0 (0)	-
<i>Candida albicans</i>	2 (66.6)	35 (31-39)	2 (66.6)	35 (31-39)	0 (0)	-
<i>Candida spp</i>	1 (33.3)	21	1 (33.3)	21	0 (0)	-
Total	66		38		28	

Tabla 3.4.6 Microorganismos y tiempos de aparición de las complicaciones. * mediana de tiempo hasta la bacteriemia más RIQ. ** Asociado a un episodio de TVP

3.4.7 - Análisis del fallo del catéter. Motivo de retirada del catéter y cumplimentación del tratamiento.

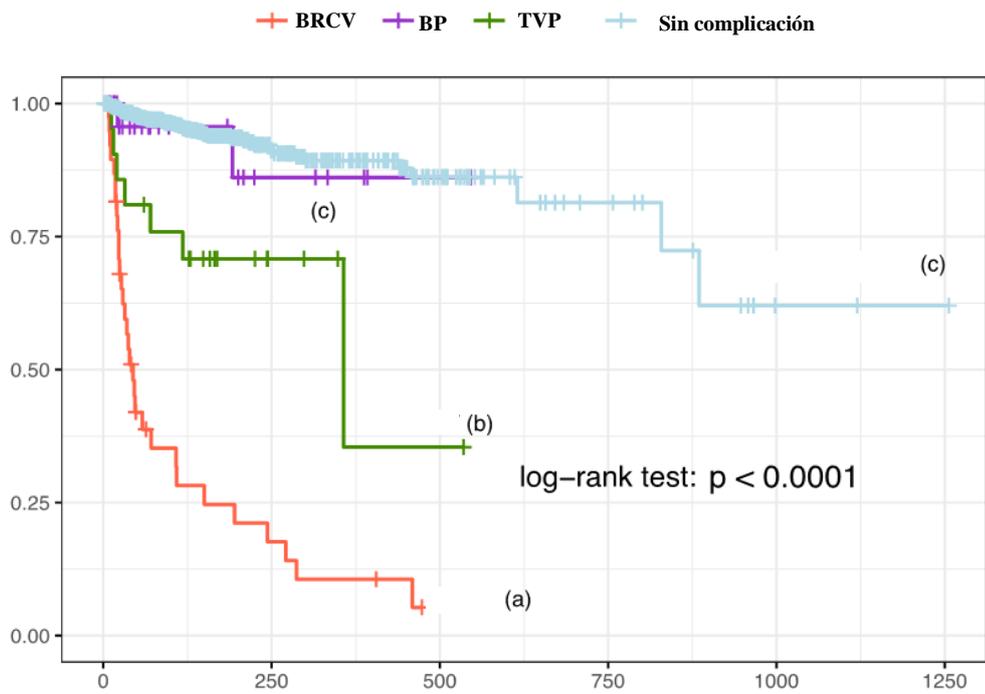
Ciento treinta y tres (11.6%) PICCs desarrollaron complicaciones y 91 (7.9%) fueron eventualmente removidos. Como comentábamos previamente, se observó BRCV en 38 casos (3.3 %), siendo retirado los PICCs en 30 ocasiones (2.6 %), por causa de dicha complicación, con un tiempo mediano hasta la retirada de 24 (14-63) días. En los 28 (2.4%) casos de BP, se retiraron 12 (1.0 %) dispositivos, con tiempo mediano hasta la retirada de 43 (15-66). En los dispositivos con bacteriemias que no se retiraron se llevó a

cabo un sellado bien con antibióticos o alcohol. La TVP sintomática fue detectada en 23 (2.0%) casos, siendo removido el catéter en 7 (0.6 %) casos, con una mediana de tiempo hasta la retirada de 60 días (27-118). La infección local y flebitis ocurrió en 36 ocasiones (3.2%), siendo retirado en 32 casos (2.8%), con tiempo mediana de retirada de 118 (29-242) días. En relación a las complicaciones mecánicas, hubo oclusión irreversible en 10 casos (0.9%), lo que motivó la retirada del dispositivo en todos ellos, con tiempo mediano de 75 (40-180) días. En el análisis multivariado por tiempo los dos factores de riesgo independientes para el fallo del catéter son la presencia de BRCV y TVP (HR 14.4, 95% CI: 8.9-23.0; HR 2.3 95% CI: 1.0-4.9, respectivamente). Siendo el tratamiento con QT un factor positivo determinante para el aumento de duración del catéter (HR 0.39, 95% CI: 0.24-0.63) (Figura 3.4.6 y Tabla 3.4.8). En presencia de BP, sin embargo, la supervivencia del catéter fue muy similar al resto de catéteres del estudio sin que existiese una diferencia significativa con los mismos como se observa en la Figura 3.4.6.

	Tasa n (%)	Retirada n (%)	Tiempo hasta la complicación (RIQ)	Incidencia por 1000 días de catéter
Infeciosas				
BRCV	38 (3.3)	30 (2.6)	24 (14-63)	0.25
BP	28 (2.5)	12 (1.1)	43 (15-66)	0.18
CLABSI*	66 (5.8)	42 (3.6)	32 (15-64)	0.43
Infección local	31 (2.7)	27 (2.4)	118 (29-242)	0.24
Flebitis	5 (0.4)	5 (0.4)	33 (25-180)	0.03
Trombóticas				
TVP **	23 (2.0)	7 (0.6)	60 (27-118)	0.15
Mecánicas				
Obstrucción irreversible	10 (0.9)	10 (0.9)	75 (40-180)	0.06
Total	133 (11.6)	91 (7.9)	-	-

Tabla 3.4.7 Tasa, DI y porcentaje de retirada de las principales complicaciones durante el uso del catéter. * BRCV + BP. ** Dos pacientes presentaron simultáneamente TVP y BP.

Seiscientos cuarenta y cuatro PICCs (56.4%) y 284 (24.9%) fueron retirados sin fallo del catéter por fin del tratamiento y fallecimiento del paciente, con una mediana de tiempo de 104 (21-178) y 50 (12-185) días, respectivamente. En 58 (5.5%) de 1055 pacientes sin complicaciones, los PICCs fueron retirados por sospecha no confirmada de CRBSI, con mediana de permanencia de 51 (21-141) días, con una DI de 0.38 por 1000 días de catéter. En 28 casos (2.5%) se produjo una retirada accidental del PICC, ocurriendo en un tiempo mediano de 47 (9-213) días, con una DI de 0.18 por 1000 días de catéter. En 11 (1.0 %) casos los pacientes aquejaron intolerancia que obligó a retirar el dispositivo, siendo el



BRCV	38	5	0	0	0	0
BP	28	5	1	0	0	0
TVP	21	4	1	0	0	0
Sin complicación	1055	168	37	12	2	1

Figura 3.4.6 Curvas de supervivencia según los grupos de complicación. a, b, c: letras diferentes indican diferencias significativas entre las curvas

tiempo medio de 41 (21-155) días, y la DI de 0.07 por 1000 días de catéter. Por lo tanto, casi el 90% de los PICC fueron retirados sin fallo del catéter.

	Coficiente (SE)	p	AIC*	Hazards ratio (95% CI)
BRCV	2.666 (0.244)	< 0.001	1062	14.386 (8.919 ; 23.204)
TVP	0.831 (0.390)	0.0485	977.6	2.296 (1.068 ; 4.933)
QT	-0.938 (0.245)	<0.001	987.8	0.391 (0.242 ; 0.633)

Tabla 3.4.8 Análisis multivariado para el fallo del catéter en el tiempo.

3.4.8 - Análisis de mortalidad

La mortalidad global de la muestra durante el periodo de estudio ha sido del 24.9% (284 pacientes) sin que exista un aumento de la mortalidad con respecto a ninguna de las complicaciones analizadas siendo la mortalidad cruda del 10.5, 28.6, 19.1 y 25.4%, para las poblaciones de BRCVI, PB, TVP y sin complicaciones, respectivamente. En el caso de los pacientes con BRCV se aprecia, incluso, un descenso significativo de la mortalidad. Solo hubo dos casos de mortalidad atribuible en el grupo de pacientes con PB, que desarrollaron shock séptico, aislándose en los hemocultivos *Bacteroides fragilis* y *Staphylococcus aureus*. En el resto el fallecimiento no tuvo relación con la complicación. Sin embargo, se observó un aumento significativo en la mortalidad cruda en el grupo de pacientes hospitalizados en relación a la observada en el grupo de pacientes en domicilio (ambulatorios) que se pone sobre todo de relevancia en los primeros 30 días de catéter 185 (28.4%) vs. 99 (20.2%), $p= 0.002$, 108 (16.6%) vs.11 (2.2%), $p < 0.001$, respectivamente y que comentaremos posteriormente.

3.4.9 - Cuidados del catéter

La inmensa mayoría de los catéteres (93.9%) se cuidaron por personal del propio centro hospitalario, ya sea durante el ingreso o en consultas, y un 2.7% fue curado y vigilado por personal del Hospital de El Tomillar. Se realizaron también curas en el centro de salud del paciente en el 0.8% de los casos, y en el Hospital Virgen del Rocío en el 0.6%. Los familiares o el propio paciente, fueron los responsables de las curas en el 1.0 y el 0.4% de los casos respectivamente. En el 10.9% de los catéteres, no se pudo establecer con claridad donde se realizaron las curas del mismo.

La mayoría de los pacientes, además, se realizaba curas tras la administración de cada tratamiento (74.8%). Aunque este ítem solo se ha recogido en algo menos de la mitad de los pacientes.

El tiempo entre curas del catéter también ha sido una variable con especial dificultad para su recogida accediéndose únicamente al 43.9% de los datos. De estos pacientes, el 76.8% se realizaba curas cada 15 días, el 17.7% cada semana, y el 4.7% cada mes. En el 0.7% de catéteres restantes, se realizaron curas cada más de 30 días.

3.4.10 - Experiencia personal del paciente con el catéter PICC

La satisfacción de los encuestados al mes de la implantación fue referida como excelente en el 91.8% de los pacientes encuestados. El 6.5% refirió una buena experiencia con el catéter, y solo un 1.4 y un 0.3% presentó una experiencia mediocre o mala respectivamente. Hay que tener en cuenta que casi la mitad de los pacientes (561) no contestaron esta encuesta por varios motivos, entre los que se encuentran pacientes fallecidos o muy enfermos, dificultad para contactar con la familia, y retirada del catéter hace tiempo.

A los tres meses del implante, se volvió a preguntar a los pacientes con PICC, y el resultado fue bastante similar con un 91.3% de pacientes con experiencia excelente, un 6.9% con buena experiencia, un 1.7% con valoración mediocre, y un 0.1%, un paciente, con mala valoración. A los tres meses, solo fue posible encuestar al 37.1% de toda la muestra.

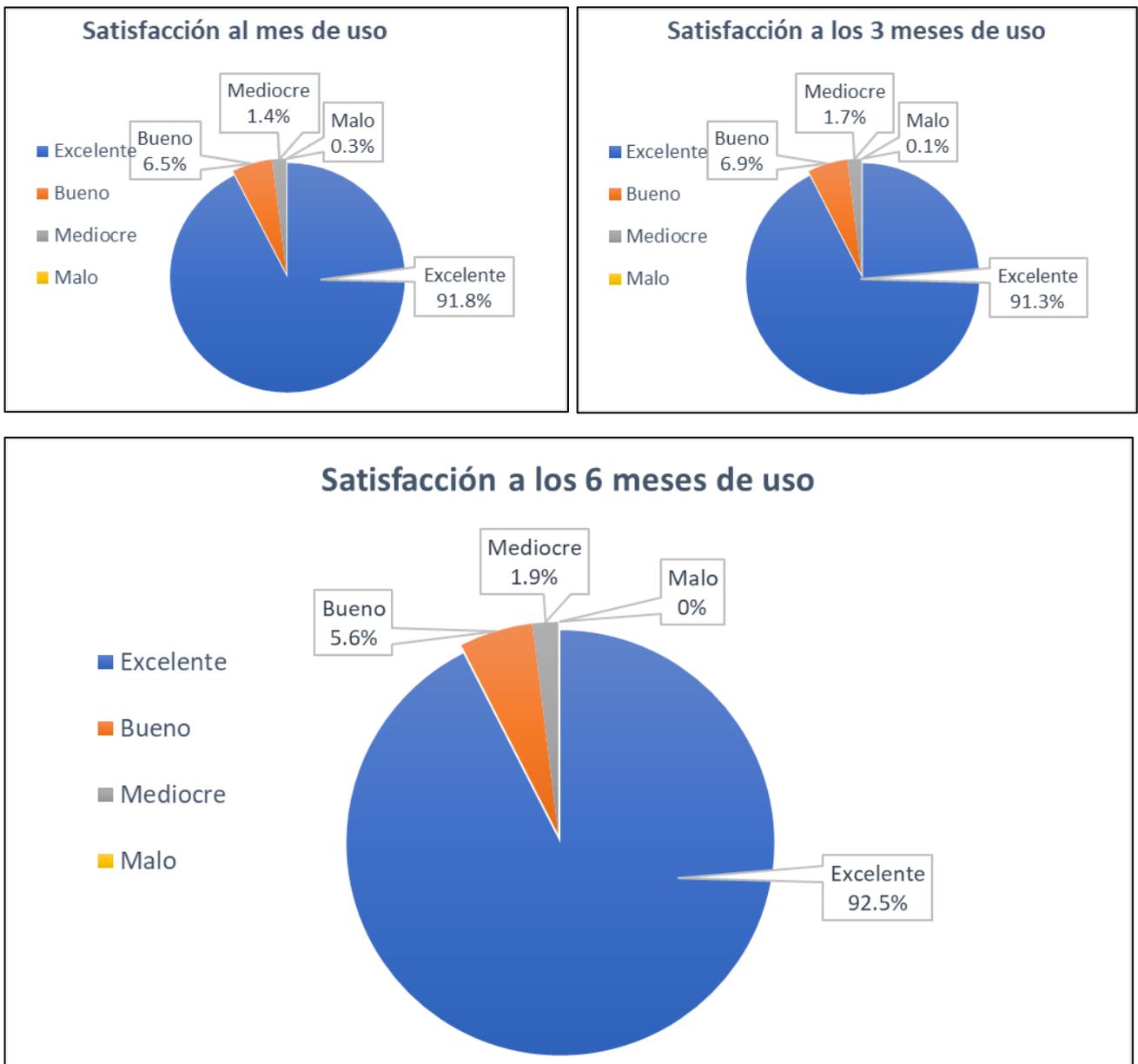


Figura 3.4.7 Satisfacción de los pacientes con PICC

Los resultados a los 6 meses mantienen las tendencias previas con un 92.5% de experiencias excelentes, un 1.5% de buenas experiencias y un 0.5% de experiencias mediocres. En esta última encuesta se pudo consultar únicamente el 27.8% de la muestra.

3.4.11 - Pacientes con cateterización prolongada

Dada la elevada duración de algunos dispositivos hemos querido realizar un análisis concreto de los catéteres que han permanecido más tiempo colocados. Para ello, utilizaremos todos los dispositivos incluidos dentro del último cuartil de duración (catéteres con más de 188 días de duración), analizando, además, los catéteres que permanecieron más de un año y más de dos años colocados.

En la Tabla 3.4.9 se observa algunas de las características de los catéteres que han presentado una duración prolongada comparados con los catéteres que han presentado una duración menor; así como las complicaciones presentadas en ambos grupos. No hemos añadido la significación estadística para los grupos de pacientes con más de un año y más de dos años de cateterización dado el escaso número de individuos que presentan, 103 y 12 respectivamente.

Con respecto a la edad, encontramos una diferencia estadísticamente significativa en el último cuartil de duración, aunque esta diferencia sea de solo tres años, los catéteres de larga duración han estado colocados en personas más jóvenes. No existen diferencias con respecto al sexo de los pacientes.

Los PICC cuyo uso se ha prolongado han sido colocados predominantemente en pacientes ambulatorios, solo el 26.5% de los mismos pertenecían a pacientes hospitalizados, comparados con el 67.4% de pacientes hospitalizados en el resto de catéteres.

En cuanto al servicio de procedencia, existen diferencias significativas entre los grupos, lo que queda de manifiesto al comprobar que hasta el 67.6% de los catéteres habían sido solicitados por Oncología; mientras que a este servicio solo pertenecen el 29.1% de los catéteres que no son de larga duración. En la enfermedad de base y el uso del catéter nos sucede algo similar, con un predominio de pacientes con linfoma y tumor sólido en los catéteres de larga duración, y un uso mayoritario de QT en los pacientes con catéteres de larga duración, ambos resultados son significativos.

	Total n = 1142	< 188 días n = 855	± 188 días n = 287	p	≥ 365 días n = 103	≥ 730 días n = 12
Edad en años (SD)	60.4 (15.1)	61.1 (15.8)	58.4 (12.6)	0.027	66.0 (12.0)	69.0 (11.6)
Sexo masculino, n (%)	557 (48.8)	408 (47.7)	149 (52.0)	0.027	54 (52.4)	6 (50.0)
Tipo de paciente, n (%)				<0.001		
Planta de hospitalización	652 (57.1)	576 (67.4)	76 (26.5)		28 (27.2)	1 (8.3)
Paciente ambulatorio	490 (42.9)	279 (32.6)	211 (73.5)		75 (78.8)	11 (91.7)
Enfermedad de base, n (%)				<0.001		
Tumor sólido	553 (48.4)	344 (40.2)	209 (72.8)		74 (71.8)	11 (91.7)
Múltiples comorbilidades	116 (10.2)	113 (13.2)	3 (1.0)		3 (2.9)	0
Linfoma	82 (7.2)	43 (5.0)	39 (13.6)		8 (7.8)	0
EII	56 (4.9)	55 (6.4)	1 (0.3)		0	0
Leucemia	52 (4.6)	38 (4.4)	14 (4.9)		6 (5.8)	0
Pancreatitis	28 (2.5)	28 (3.3)	0		0	0
Suboclusión intestinal	25 (2.2)	22 (2.6)	3 (1.0)		2 (1.9)	0
Fístula intestinal	20 (1.8)	19 (2.2)	1 (0.3)		0	0
Mieloma	12 (1.1)	9 (1.1)	3 (1.0)		1 (1.0)	0
Cirrosis hepática	12 (1.1)	12 (1.4)	0		0	0
Aplasia	6 (0.5)	3 (0.4)	3 (1.0)		3 (2.9)	1 (8.3)
Otras	180 (15.8)	169 (19.8)	11 (3.8)		6 (5.8)	0
Indicación de PICC, n (%)				<0.001		
Quimioterapia	594 (52.0)	344 (40.2)	250 (87.1)		89 (86.4)	11 (91.7)
Nutrición parenteral	250 (21.9)	236 (27.6)	14 (4.9)		4 (3.9)	0 (0.0)
Imposibilidad para otro acceso venoso	116 (10.2)	113 (13.2)	3 (1.0)		0	0
Tratamiento antibiótico	73 (6.4)	69 (8.1)	4 (1.4)		4 (3.9)	1 (8.3)
Quimioterapia y NP	19 (1.7)	12 (1.4)	7 (2.4)		2 (1.9)	0
Otros	90 (7.8)	81 (9.5)	9 (3.1)		4 (3.9)	0
Servicio de solicitud del catéter, n (%)				<0.001		
Oncología	443 (38.8)	249 (29.1)	194 (67.6)		71 (68.9)	11 (91.7)
Hematología	145 (12.7)	88 (10.3)	57 (19.9)		17 (16.5)	0 (0.0)
Medicina Interna	124 (10.9)	115 (13.5)	9 (3.1)		5 (4.9)	1 (8.3)
Cirugía	123 (10.8)	113 (13.2)	10 (3.5)		4 (3.9)	0 (0.0)
Digestivo	87 (7.6)	81 (9.5)	6 (2.1)		2 (1.9)	0 (0.0)
Cuidados Intensivos	59 (5.2)	59 (6.9)	0		0	0 (0.0)
Nutrición	53 (4.6)	51 (6.0)	2 (0.7)		0	0
Otros	108 (9.5)	99 (11.5)	9 (3.1)		4 (3.9)	0
Brazo de inserción, n (%)				<0.001		
Izquierdo	955 (83.6)	697 (81.5)	258 (89.9)		92 (89.3)	12 (100)
Derecho	187 (16.4)	158 (18.5)	29 (10.1)		11 (10.7)	0
Vena canalizada, n (%)				0.527		
Basílica	985 (86.3)	738 (86.3)	247 (86.1)		86 (83.5)	11 (91.7)
Braquial	124 (10.9)	96 (11.2)	28 (9.8)		12 (11.7)	1 (8.3)
Axilar	32 (2.8)	20 (2.3)	12 (4.2)		5 (4.9)	0
Cefálica	1 (0.1)	1 (0.1)	0		0	0

Diámetro del catéter, n (%)	0.163					
5F	1086 (95.1)	809 (94.6)	277 (96.5)		98 (95.1)	12 (100)
4F	46 (4.0)	36 (4.2)	10 (3.5)		5 (4.9)	0
6F	10 (0.9)	10 (1.2)	0		0	0
Número de luces, n (%)	<0.001					
Una	554 (48.5)	330 (38.6)	224 (78.0)		76 (73.8)	11 (91.7)
Dos	578 (50.6)	515 (60.2)	63 (22.0)		27 (26.2)	1 (8.3)
Tres	10 (0.9)	10 (1.2)	0		0	0
Ocupación del vaso, n (%) ^b	0.301					
<40%	137 (78.3)	104 (80.0)	33 (73.3)		12 (63.2)	-
>40%	38 (21.7)	26 (20.0)	12 (26.7)		7 (36.8)	-
Punta del catéter, n (%)	0.631					
Unión atrio-cava	916 (80.2)	689 (80.6)	227 (79.1)		82 (79.6)	11 (91.7)
Vena cava superior	226 (19.8)	166 (19.4)	60 (20.9)		21 (20.4)	1 (8.3)
Motivo de retirada, n (%)	<0.001					
Fin del tratamiento	644 (56.4)	495 (57.9)	149 (51.9)		40 (38.8)	3 (25.0)
Sospecha de bacteriemia	100 (8.8)	81 (9.5)	19 (6.6)		6 (5.8)	0
Retirada accidental	28 (2.5)	20 (2.3)	8 (2.8)		1 (1.0)	0
Infección local	27 (2.4)	17 (2.0)	10 (3.5)		4 (3.9)	2 (16.7)
Intolerancia subjetiva	11 (1.0)	9 (1.1)	2 (0.7)		0	0
Obstrucción	10 (0.9)	8 (0.9)	2 (0.7)		1 (1.0)	0
TVP	7 (0.6)	6 (0.7)	1 (0.3)		0	0
Flebitis	5 (0.4)	4 (0.5)	1 (0.3)		0	0
Continúa colocado al final del estudio, n (%)	26 (2.3)	0	26 (9.1)		25 (24.3)	4 (33.3)
Complicación durante el uso, n (%)						
Ninguna	1015 (88.9)	765 (89.5)	248 (86.4)	-	91 (88.3)	10 (83.3)
BRCV	38 (3.3)	31 (3.6)	7 (2.4)	0.350	3 (2.9)	0
BP	28 (2.5)	18 (2.1)	10 (3.5)	0.179	3 (2.9)	0
TVP	23 (2.0)	14 (1.6)	9 (3.1)	0.110	2 (1.9)	0
Infección local	31 (2.7)	20 (2.3)	11 (3.8)	0.139	4 (3.9)	2 (16.7)
Flebitis	5 (0.4)	4 (0.5)	1 (0.3)	0.801	0	0
Colonización del catéter	4 (0.4)	3 (0.4)	1 (0.3)	0.995	0	0
Mortalidad, n (%)	284 (24.9)	215 (25.1)	69 (24.0)		26 (25.2)	3 (25.0)

Tabla 3.4.9 Pacientes con catéteres de larga duración

Como observamos previamente, la implantación del catéter se realiza de forma predominante en el brazo izquierdo, 83.6%; pero en el grupo de catéteres de larga duración, la utilización de este brazo es aún más frecuente, 89.9%. Otra de las características que ha resultado significativa es el número de luces del catéter, con un predominio de catéteres de una luz en el grupo de catéteres de larga duración.

Las diferencias en cuanto al motivo de retirada del catéter vienen dadas por los catéteres que continúan colocados en el momento del análisis. Veintiséis catéteres continuaban colocados en el grupo de larga duración sin que existiese ningún dispositivo colocado en el otro grupo.

En cuanto a las complicaciones durante la utilización del catéter, no se han identificado diferencias significativas ni con relación a las TVP ni a las complicaciones infecciosas, BRCV y BP.

Las diferencias observadas se mantienen más o menos constantes durante el primer año de catéter siendo aún mayores para los pocos catéteres con más de dos años de implantación, salvo para la edad.

3.4.12 - Diferencias entre pacientes ambulatorios y hospitalizados

Se aprecian diferencias significativas en gran parte de las variables según la procedencia del paciente, hospitalizados vs ambulatorios, estas se pueden consultar en la Tabla 3.4.10. A modo de resumen expondremos que los pacientes hospitalizados tienen mayor edad existiendo un predominio de hombres, además, hay menos pacientes con tumor sólido en beneficio de pacientes con múltiples comorbilidades, menos pacientes con QT con aumento de pacientes con NP, menos pacientes de Oncología y más de Hematología. Los catéteres que se implantan a los pacientes hospitalizados suelen ser de más luces y grosor y es más frecuente su colocación más profunda (aurícula). En cuanto a las complicaciones, las CRBSIs y PBs fueron más frecuentes en los pacientes hospitalizados que en domicilio, 30 vs 8 episodios (RR 8.51; 95% CI 3.90-18.57) y 21 vs 7 casos (RR 6.81; 95% CI 2.89-16.02), respectivamente; y la mayoría de las TVP se presentaron en los pacientes en domicilio 15 vs 6 casos (RR 0.71; 95% CI 0.26-1.93). La mortalidad también fue mayor en los pacientes hospitalizados (28.4% frente a 20.2%) con una importante diferencia, sobre todo, en la mortalidad antes de los 30 días.

	Total n = 1142	Ambulatorios n = 490	Hospitalizados n = 652	p
Eda den años, media (SD)	60.4 (15.1)	57.4 (13.0)	62.7 (16.2)	< 0.001
Sexo masculino, n (%)	557 (48.8)	200 (40.8)	357 (54.8)	< 0.001
Enfermedad de base, n (%)				< 0.001
Tumor sólido	553 (48.4)	424 (86.5)	129 (19.8)	
Múltiples comorbilidades	116 (10.2)	2 (0.4)	114 (17.5)	
Linfoma	82 (7.2)	40 (8.2)	42 (6.4)	
EII	56 (4.9)	4 (0.8)	52 (8.0)	
Leucemia	52 (4.6)	3 (0.6)	49 (7.5)	
Pancreatitis	28 (2.5)	0 (0.0)	28 (4.3)	
Suboclusión intestinal	25 (2.2)	0 (0.0)	25 (3.8)	
Fístula intestinal	20 (1.8)	1 (0.2)	19 (2.9)	
Mieloma	12 (1.1)	3 (0.6)	9 (1.4)	
Cirrosis hepática	12 (1.1)	2 (0.4)	10 (1.5)	
Aplasia	6 (0.5)	1 (0.2)	5 (0.8)	
Otras	180 (15.8)	10 (2.0)	170 (26.1)	
Indicación de PICC, n (%)				< 0.001
Quimioterapia	594 (52.0)	464 (94.7)	130 (19.9)	
Nutrición parenteral	250 (21.9)	7 (1.4)	243 (37.3)	
Imposibilidad para otro acceso venoso	116 (10.1)	2 (0.4)	114 (17.5)	
Tratamiento antibiótico	73 (6.4)	2 (0.4)	71 (10.9)	
Quimioterapia y NP	19 (1.7)	1 (0.2)	18 (2.8)	
Otros	90 (7.8)	14 (2.9)	76 (11.6)	
Servicio de solicitud del catéter, n (%)				< 0.001
Oncología	443 (38.8)	429 (87.6)	14 (2.1)	
Hematología	145 (12.7)	45 (9.2)	100 (15.3)	
Medicina Interna	124 (10.9)	8 (1.6)	116 (17.8)	
Cirugía	123 (10.8)	1 (0.2)	122 (18.7)	
Digestivo	87 (7.6)	3 (0.6)	84 (12.9)	
Cuidados Intensivos	59 (5.2)	2 (0.4)	57 (8.7)	
Nutrición	53 (4.6)	1 (0.2)	52 (8.0)	
Otros	108 (9.5)	1 (0.2)	107 (16.4)	
Brazo de inserción, n (%)				0.601
Izquierdo	955 (83.6)	413 (84.3)	542 (83.1)	
Derecho	187 (16.4)	77 (15.7)	110 (16.9)	
Vena canalizada, n (%)				0.087
Basílica	985 (86.3)	426 (86.9)	559 (85.7)	
Braquial	124 (10.9)	45 (9.2)	79 (12.1)	
Axilar	32 (2.8)	19 (3.9)	13 (2.0)	
Cefálica	1 (0.1)	0 (0.0)	1 (0.2)	
Diámetro del catéter, n (%)				< 0.001
5F	46 (4.0)	43 (8.8)	3 (0.5)	
4F	1086 (95.1)	447 (91.2)	639 (98.0)	
6F	10 (0.9)	0 (0.0)	10 (1.5)	
Número de luces, n (%)				< 0.001
Una	554 (48.5)	468 (95.5)	86 (13.2)	
Dos	578 (50.6)	22 (4.5)	556 (85.3)	
Tres	10 (0.9)	0 (0.0)	10 (1.5)	
Ocupación del vaso, n (%)*				0.755
<40%	137 (78.3)	76 (79.2)	61 (77.2)	
>40%	38 (21.7)	20 (20.8)	18 (22.8)	
Punta del catéter, n (%)				0.002
Unión atrio-cava	916 (80.2)	372 (75.9)	544 (83.4)	
Vena cava superior	226 (19.8)	118 (24.1)	108 (16.6)	
Motivo de retirada, n (%)				< 0.001
Fin del tratamiento	644 (56.3)	299 (61.0)	345 (52.9)	
Sospecha de bacteriemia	100 (8.8)	22 (4.5)	78 (12.0)	
Retirada accidental	28 (2.5)	13 (2.7)	15 (2.3)	
Infección local	27 (2.4)	17 (3.5)	10 (1.5)	
Intolerancia subjetiva	11 (1.0)	4 (0.8)	7 (1.1)	
Obstrucción	10 (0.9)	5 (1.0)	5 (0.8)	
TVP	7 (0.6)	6 (1.2)	1 (0.2)	
Flebitis	5 (0.4)	2 (0.4)	3 (0.5)	

Continúa colocado al final del estudio	26 (2.3)	23 (4.7)	3 (0.5)	
Tiempo de cateterización, mediana (RIQ)	79 (20-188)	164 (116 - 271)	25 (11 - 73)	< 0.001
Complicaciones durante la inserción, n (%)				0.018
Ninguna	1099 (96.2)	463 (94.5)	636 (97.5)	
Cateterización difícil	24 (2.1)	12 (2.4)	12 (1.8)	
Cambio de brazo	9 (0.8)	6 (1.2)	3 (0.5)	
Punción del nervio	9 (0.8)	8 (1.6)	1 (0.2)	
Punción arterial	1 (0.1)	1 (0.2)	0 (0.0)	
Complicación durante el uso, n (%)				< 0.001
Ninguna	1015 (88.9)	437 (89.2)	578 (88.6)	
BRCV	38 (3.3)	8 (1.6)	30 (4.6)	
BP	28 (2.5)	7 (1.4)	21 (3.2)	
TVP	23 (2.0)	17 (3.5)	6 (0.9)	
Infección local	31 (2.7)	19 (3.9)	12 (1.8)	
Flebitis	5 (0.4)	2 (0.4)	3 (0.5)	
Colonización del catéter	4 (0.4)	1 (0.2)	3 (0.5)	
Mortalidad, n (%)	284 (24.9)	99 (20.2)	185 (28.4)	0.002
Mortalidad antes de 30 días, n (%)	119 (10.4)	11 (2.2)	108 (16.6)	< 0.001

Tabla 3.4.10 Diferencias pacientes hospitalizados y ambulatorios. * Se analiza únicamente en 175 pacientes

3.5 DISCUSIÓN

Intentaremos a continuación extraer y dar forma a toda la información contenida en los resultados de este estudio sobre catéteres PICC.

Lo primero que debemos tener en cuenta es que se trata de un estudio amplio, cosa que podemos afirmar tras haber analizado la literatura previa sobre catéteres PICC. Es cierto que existen estudios retrospectivos que analizan datos de muchos más catéteres, pero en diseño prospectivo pocos estudios han analizado más de los 153,190 días, más de 419 años, de seguimiento del presente estudio.

3.5.1 - Sobre los tipos de pacientes a los que se les solicita la implantación de un catéter PICC: Servicio de procedencia, enfermedad de base y uso del catéter.

Hemos podido estudiar, gracias a este trabajo, a qué pacientes se les solicita y se les coloca un catéter PICC. Llama la atención la importante variedad de pacientes encontrada, identificando hasta 14 servicios hospitalarios que solicitan la inserción de catéteres. A pesar de esto, podemos observar un claro predominio de pacientes procedentes del Servicio de Oncología, que supone el 38.8%. El segundo servicio más prevalente en la solicitud de catéteres PICC es el Servicio de Hematología, con el 12.7% de los pacientes. Únicamente con estos dos subgrupos llegaríamos a algo más del 50% del total de solicitudes. Ambos servicios tratarán pacientes oncológicos, por lo que no es de extrañar que el uso más frecuente del catéter haya sido la QT, que ha alcanzado el 52.0%. De la misma forma, la enfermedad de base más frecuente ha sido el tumor sólido con el 48.4% de los catéteres dedicados a esto. Las enfermedades hematológicas son la segunda dolencia más prevalente y, dentro de ella, existe un claro predominio de pacientes

con linfoma y leucemia; de forma que el mieloma y la aplasia medular suponen un escaso porcentaje.

En este primer subgrupo de pacientes, que supondrían algo más del 50% de los registros de este estudio, encontramos pacientes oncológicos y hematológicos que utilizan el catéter para tratamiento quimioterápico con una mayor prevalencia de pacientes con algún tipo de tumor sólido que pacientes con neoplasias hematológicas.

La otra mitad de los pacientes correspondería a solicitudes desde los servicios, por orden de prevalencia, de MIN, Cirugía General, Enfermedades Digestivas, UCI, Nutrición, Neumología, Enfermedades Infecciosas, Neurología, Reumatología, Traumatología, Urología y Cirugía Vascul ar. Estos pacientes han utilizado el catéter PICC para una amplia variedad de tratamientos entre los que destaca, por su frecuencia, la NP con un 21.9% del total. Por lo tanto, los pacientes que utilizan el catéter para NP supondrían un segundo grupo de relevancia dentro de este registro. En este grupo, encontraremos pacientes con múltiples procesos digestivos; en concreto, 141 pacientes con diferentes enfermedades digestivas.

Existe un tercer grupo que correspondería a pacientes que utilizan el catéter para tratamientos antibióticos prolongados. Estos pacientes suponen únicamente el 6.4% de los catéteres, por lo que no se puede considerar un subgrupo relevante.

Finalmente, nos quedan los pacientes que han utilizado el catéter para realizar el tratamiento general hospitalario o para algunos tratamientos más infrecuentes. En este grupo, se incluyen 116 catéteres, 10.2%, que se colocaron a pacientes pluripatológicos sin otro posible acceso vascular y un resto de pacientes, bastante amplio por otro lado, que utilizaron el catéter para tratamientos generales o muy específicos que no correspondían a QT, NP ni antibioterapia y que suponen el 15.8% de los pacientes

incluidos. Dentro de este grupo, podemos encontrar, por ejemplo, los pacientes de UCI (59), que utilizan el catéter para tratamiento con aminas, perfusiones, sueroterapia, etc.; así como pacientes que lo emplearon para infusión de albúmina, hemoderivados u otros tratamientos.

Por lo tanto, lo primero que podemos deducir es que la mayoría de los PICCs de nuestro hospital han sido colocados en pacientes oncológicos o hemato-oncológicos con necesidad, principalmente, de tratamiento quimioterápico que se realizaba muchas veces en domicilio. Sin embargo, una parte no despreciable de los catéteres se ha utilizado, fundamentalmente, para NP la cual, en algunas ocasiones, también se realizaba de forma domiciliaria y en pacientes con enfermedades digestivas. Los pacientes que se colocaban el catéter exclusivamente para tratamientos antibióticos prolongados han sido escasos y existe una prevalencia importante de pacientes que utilizaban el catéter para realizar un tratamiento completo hospitalario.

3.5.2 - Sobre las características y el manejo clínico de los catéteres PICC insertados

En cuanto a las características de los PICC que se han colocado, hemos observado como la mayoría han sido catéteres de 5Fr de una o dos luces. Estos datos, son los esperables tras conocer en qué de pacientes se han canalizado los catéteres. Para los pacientes con necesidad de QT, lo habitual es que solo se precise una luz mientras que en pacientes con NP y hospitalizados, o en pacientes que precisen múltiples tratamientos hospitalarios, puede ser necesaria una segunda luz.

La colocación de un catéter PICC de tres luces puede precisarse en pacientes con perfusiones continuas de fármacos y estas situaciones se suelen dar, por ejemplo, en

pacientes críticos que ingresan en UCI. En nuestro estudio, a pesar de que se colocaron 59 catéteres en pacientes de UCI, solo hemos registrado 14 catéteres de tres luces por lo que es posible que estos pacientes no se encontrasen en fases agudas con fallo multiorgánico; sino en etapas más cronificadas.

En cuanto a la punta del catéter, lo más habitual ha sido que quede alojada en la parte superior de la aurícula derecha. En muchos trabajos, se intenta que el catéter quede colocado en el tercio inferior de la vena cava; pero, gracias a este estudio, podemos comprobar cómo la colocación en la parte superior de la aurícula derecha es también adecuada, sin objetivarse ningún tipo de complicación relevante al colocarlo en esta ubicación.

Como era esperable, y así está recomendado en todas las guías sobre PICC, la vena utilizada para la implantación del catéter con más frecuencia ha sido la vena basilica, en el 86.3% de los casos, y en segundo lugar las venas braquiales. En pocas ocasiones se canalizó la vena axilar y la utilización de la cefálica ha sido excepcional.

En cuanto al brazo utilizado, existen autores que prefieren la canalización del brazo derecho ya que existe un menor recorrido hasta la aurícula derecha. **Sin embargo, en nuestro trabajo, el brazo más utilizado ha sido el izquierdo con el 83.6% de los catéteres colocados en dicho brazo.** Es difícil intentar explicar esta prevalencia por las características de los pacientes y, probablemente, el uso del brazo izquierdo se deba únicamente a la preferencia del implantador. Curiosamente, al analizar los grupos de mayor duración del catéter, existe un predominio aumentado del brazo izquierdo siendo esta diferencia significativa, lo que podría llevarnos a pensar que el brazo izquierdo puede llegar a potenciar la duración del catéter. Pero para poder aceptar esta hipótesis, deberíamos realizar un nuevo estudio diseñado a tal efecto.

Al comenzar este trabajo, no se recogieron algunas características de la implantación del catéter y del seguimiento que, posteriormente, se consideraron importantes y se incluyeron. Una de ellas es el porcentaje de luz ocupada por el catéter que solo se ha podido registrar en 175 catéteres, 15.3% de los PICC. Podemos observar, sin embargo, **que casi el 80% de los catéteres no llegaban a ocupar el 40% de la luz.**

En cuanto a los cuidados del dispositivo, hemos podido obtener el lugar de realización de las curas del catéter en casi el 90% de los casos, encontrando que la inmensa mayoría, como cabe esperar, se realizaba en el hospital en el que se colocó el catéter, con un escaso porcentaje realizado en otros hospitales. En muchas ocasiones, la cura del PICC se llevaba a cabo por los familiares o, incluso, por el mismo paciente lo que nos habla de la facilidad del manejo del catéter.

Saber si se realizaban estos cuidados cada vez que se administraba tratamiento al paciente ha sido algo más dificultoso; así como conocer cada cuánto tiempo se realizaban. Solo hemos podido recabar información sobre algo más del 40% sobre ambas características, aunque lo más habitual parecen ser las curas cada 15 días; así como curar cada vez que se administra tratamiento. Esta pauta es probable que corresponda a pacientes que, de forma ambulatoria, acudían a la administración de QT y, tras dicha administración, se realizaba la cura y el cambio de apósito.

3.5.3 - Sobre la confortabilidad del catéter PICC y su experiencia de uso.

Uno de los datos que queda de manifiesto con este trabajo es **que el catéter PICC es un dispositivo muy confortable y que la experiencia de los pacientes con el mismo ha sido positiva.**

A pesar de que la encuesta de satisfacción realizada no es un test validado, la rotundidad de los datos es manifiesta y resulta difícil contradecir un margen tan amplio de buenas experiencias con este catéter. Es posible, por lo tanto, que la elección de catéteres PICC para nuestros pacientes contribuya a una experiencia clínica favorable tanto para pacientes en QT en los que en muchos casos se insiste de forma excesiva en el tratamiento periférico sin necesidad, como en pacientes ingresados en el hospital con múltiples comorbilidades que obligaran a la canalización de múltiples CP.

3.5.4 - Sobre la seguridad del catéter PICC en nuestros pacientes

El principal objetivo de este trabajo no es otro que el intentar analizar la seguridad de la implantación y el uso de los catéteres PICC insertados en nuestros pacientes. Tenemos, por lo tanto, que aproximarnos a esta cuestión desde dos puntos. Lo primero sería responder a la pregunta de si la implantación de este catéter es segura y, después, tendríamos que ver si el catéter continúa siendo seguro durante el tratamiento del paciente hasta que deja de necesitarlo y se retira.

3.5.4.1 Seguridad en la implantación

Teniendo en cuenta que de los 1144 catéteres que se intentaron implantar no existió ninguna complicación mayor, podemos afirmar, sin temor a equivocarnos, **que la implantación de estos catéteres es un procedimiento seguro, siempre que se realice bajo un protocolo estricto** como se realizó en la implantación de estos catéteres. Máxime cuando en el 96.1% no existió ni siquiera una complicación menor durante la colocación. La complicación más relevante a la que se puede enfrentar el implantador es la dificultad para colocar el catéter, sin llegar a ser realmente una complicación relevante ya que solo

en nueve pacientes hubo que volver a intentar la punción en el otro brazo y únicamente en dos, 0.2% de los casos, no se pudo colocar el dispositivo.

3.5.4.2 Seguridad durante la utilización del catéter

La valoración de la seguridad durante la utilización del catéter es un asunto de mucha mayor complejidad, sobre todo, cuando tenemos una amplia variedad de tipos de pacientes, características de catéter y posibles tratamientos administrados a través del mismo que, sin duda, van a influir en la producción de complicaciones.

Siempre que se coloque un catéter, ya sea un CP o cualquier tipo de CVC, existe el riesgo de producir complicaciones. Esto, obviamente, también ocurre con los catéteres PICC. El aumento o disminución de las complicaciones observadas con respecto a otros tipos de catéter es lo que nos confirmaría la seguridad del catéter y, por lo tanto, se precisaría de un estudio analítico y randomizado para alcanzar este objetivo. Sin embargo, teniendo en cuenta que las complicaciones relacionadas con la utilización de los CVC y los CP ha sido ampliamente estudiada y que sabemos cuáles son las tasas y densidades de incidencia publicadas en trabajos previos, podemos realizar una estimación certera sobre la seguridad de los catéteres PICC durante su utilización.

Como hemos estado revisando en los capítulos previos de este trabajo, los riesgos más relevantes en el proceso del tratamiento del paciente son los infecciosos y los trombóticos y, dentro de los infecciosos, los realmente importantes serán las bacteriemias, tanto BP como BRCV.

A la hora de compararnos con otros estudios, surge una complicación relevante ya que dependiendo de la definición que se utilice para las IRC vamos a encontrar una amplia variabilidad de resultados llegando incluso, según algunos autores, a no poder conocerse la tasa y DI real (149). Además, en la actualidad, muchos servicios de control de infecciones nosocomiales, como el CDC, han comenzado a ofrecer sus datos en forma de índices estandarizados a cada tipo de hospital, por lo que nos resulta más complejo poder conocer los valores netos. Las tasas crudas de bacteriemias tampoco son un dato muy utilizado y se comienza a preferir dar los valores en función de la DI por 1000 días de catéter.

Expuesta esta dificultad, podemos tomar como referencia el excelente trabajo de Rosenthal et al (150), que en su estudio internacional, establece una DI de BP de 4.1 por 1,000 días de catéter, aunque es cierto que otros estudios han ofrecido DI bastante menores llegando a 0.8 por 1,000 días de catéter. En España, los datos del registro ENVIN de 2019, nos hablan de DI de CLABSI de 2,5 ‰ días de catéter con una tasa del 2,1 %. (151).

Nuestra tasa de CLABSI ha sido del 5.78%, que podría considerarse similar a otros trabajos sobre PICC. En cualquier caso, siguiendo con la tendencia actual, es preferible compararnos con la DI por 1,000 días de catéter. De esta forma, nuestras cifras son de 0.43 CLABSI por cada 1,000 días de catéter, lo cual sí corresponde a un bajo riesgo de bacteriemia comparado con los datos previamente aportados.

Si en vez de considerar todas las CLABSI, recogemos únicamente las que sabemos que han sido producidas por la utilización del PICC, es decir, las BRCV, las cifras son incluso más alentadoras **con una tasa baja de BRCV del 3.33% y una DI de 0.25 por**

cada 1,000 días de catéter, lo que significa una reducción de casi 15 veces los datos ofrecidos por Rosenthal.

No podemos seguir adelante sin hablar sobre los pacientes que han presentado complicaciones graves secundarias a estas infecciones. Durante la exposición de resultados, hemos podido observar cómo los pacientes diagnosticados de BRCV no llegaron a desarrollar shock séptico en ninguno de los casos encontrando, únicamente, tres bacteriemias relevantes con fallos orgánicos que evolucionaron favorablemente. En relación con las BP, solo dos pacientes evolucionaron a shock séptico y fallecimiento.

Por lo tanto, podemos decir que las complicaciones infecciosas existen, y debemos tenerlas en cuenta cuando utilizamos un PICC, pero como ya se desprendía de estudios previos, **no han comprometido la seguridad de los pacientes incluidos en este estudio; ya que los valores encontrados en tasa y, sobre todo, en DI son incluso menores que en series publicadas con otros tipos de catéteres.**

El otro tipo de complicaciones relevantes durante la utilización del catéter son las trombóticas. Para evaluar el riesgo trombótico de nuestros pacientes, debemos comenzar recordando que, en meta-análisis previos, el catéter PICC se relacionaba con un incremento en la tasa de producción de TVP. En nuestros pacientes, sin embargo, la tasa de TVP sintomática ha sido únicamente de un 2.0% con tan solo 0.15 episodios por cada 1,000 días de cateterización. Por lo tanto, a pesar de las dudas al evaluar estudios previos, en nuestros pacientes las complicaciones trombóticas no han supuesto un problema relevante y no podemos considerar que comprometan la seguridad de nuestros pacientes. Además, no se ha identificado ningún caso de TEP.

3.5.5 - Sobre las complicaciones infecciosas relacionadas con el catéter

En el capítulo previo hemos analizado las complicaciones infecciosas del catéter buscando valorar la seguridad del catéter PICC en esta serie. Ahora, analizaremos los factores de riesgo y las características microbiológicas de las BRCV y de las BP, así como la observación del resto de complicaciones infecciosas posiblemente relacionadas con el catéter.

3.5.5.1 Factores de riesgo de BRCV y BP

Hemos comentado previamente la existencia de algunos grupos de pacientes en este estudio que parecen más o menos bien diferenciados. En cuanto al conjunto de CLABSI, podemos observar cómo los pacientes hospitalizados, con respecto a los ambulatorios, tienen suponen un claro grupo de riesgo tanto en BRCV (RR 8.51; IC95% 3.90-18.57) como en BP (RR 6.81; IC95% 2.89-16.02) aunque es cierto que en este grupo la p es de 0.053.

Con respecto a las BRCV existe un claro grupo de riesgo constituido por los pacientes que utilizan el catéter para NP de forma que esta variable es la única que permanece en el modelo de regresión logística con un riesgo 3.4 veces mayor que en el resto de pacientes. Por el contrario, en los pacientes con QT se observaron pocos casos de BRCV lo que llama la atención ya que se trata de un grupo especialmente vulnerable por su comorbilidad e inmunosupresión. El aumento de casos en relación al Servicio de Cirugía, sobre todo teniendo en cuenta el análisis multivariable, probablemente esté en relación con un número importante de pacientes de este servicio que utilizaban el catéter para la administración de NP de forma previa o posterior a una cirugía. La NP, sobre todo en pacientes hospitalizados, suele administrarse en catéteres de doble luz a diferencia de la

QT en la que se suelen implantar catéteres de una sola luz, esto explicaría también el aumento de BRCV en pacientes con dos luces aunque, aunque el aumento de bacteriemias en relación al número de luces es un tema debatido con anterioridad (152) demostrándose el mayor número de luces como un factor de riesgo para infección.

Es lógico pensar que los pacientes que desarrollan BRCV van a tener un menor tiempo de cateterización ya que la indicación, en la mayoría de los casos, cuando encontramos dicha complicación es la retirada del catéter.

Cuando analizamos todos estos mismos parámetros en cuanto a las BP, recordemos que la diferencia fundamental entre las BRCV y las BP es que en las primeras estamos convencidos de que la infección está relacionada con el catéter y en las segundas pensamos que es probable pero no se ha llegado a demostrar, encontramos algunas semejanzas, pero también importantes diferencias.

Como hemos comentado, las BP ocurren también en pacientes hospitalizados con mayor prevalencia, pero la NP no parece ser un factor de riesgo determinante para su producción como observábamos en las BRCV, sin que seamos capaces de encontrar un tipo de uso del catéter que conlleve un claro riesgo. En el análisis multivariante, destaca por encima del resto, y con un riesgo casi cinco veces mayor que en el resto de pacientes, los pacientes del Servicio de Hematología; todos los pacientes con enfermedad hematológica, linfoma, leucemia y aplasia, presentan una prevalencia aumentada de esta complicación, aunque de entre todas ellas la leucemia y la aplasia son las que lo hacen de forma más evidente ($p < 0.001$). Es interesante pensar porque estos pacientes tienen riesgo de BP y sin embargo no se observa un aumento claro de BRCV en este grupo, probablemente durante el tratamiento hospitalario de estos pacientes sea habitual la presencia de fiebre no siempre infecciosa y de múltiples tratamientos antibióticos que

dificultaran el crecimiento en el catéter del patógeno (o la inexistencia de este) catalogándose de BP, pero sin reunir los criterios de BRCV. En UCI quizá ocurra algo similar ya que volvemos a encontrar un aumento de BP (del 5.2% en toda la muestra al 14.3% en el subgrupo de UCI) pero con un descenso de BRCV (2.6%).

Otro dato interesante es que el tiempo de cateterización no disminuye de forma significativa en el grupo de pacientes con BP cuando lo lógico es pensar que la retirada de estos dispositivos, ante la fiebre y las sospechas de IRC, fuese la práctica habitual y esto conllevaría necesariamente, una disminución de la duración del catéter. Es posible que las dudas con respecto al origen de la bacteriemia estén detrás de que no se retire el catéter tan precozmente como observábamos en los pacientes con BRCV.

El porqué los pacientes en tratamiento con NP presentan más BRCV también ha sido un tema discutido de forma habitual y ha sido ya identificado previamente como factor de riesgo (153), la hiperglucemia, el hecho de ser una solución lipídica o la frecuencia de manipulación del catéter en estos pacientes son algunos de los factores que pueden estar detrás del aumento de infecciones.

En cuanto a los pacientes ingresados en el Servicio de Hematología, la inmunosupresión y las comorbilidades de estos pacientes explicaría el aumento de BP, aunque como hemos comentado, es posible que parte de las BP registradas no sean verdaderas IRC y se traten en realidad de colonizaciones o contaminaciones en pacientes con fiebre de otro origen. En algunos estudios, las BP se han relacionado con translocación bacteriana en pacientes con aumento de la permeabilidad intestinal entre los que podrían encontrarse los pacientes hematológicos, sin embargo, si este fuera el caso cabría esperar un aumento de las infecciones por gram- en el grupo de BP con respecto a las verdaderas BRCV y en este estudio no hemos encontrado esta diferencia.

Llama la atención también que el sexo aparezca como un factor de riesgo de bacteriemia. Hasta donde alcanza nuestro conocimiento, la diferenciación por género no constituye un factor de riesgo de infección, salvo para algunas enfermedades de transmisión sexual. La explicación más coherente quizá pase por la atención al catéter por parte de los pacientes, siendo posible que los hombres puedan ser más descuidados a la hora de manejar el catéter, sobre todo en un área rural, como es el área de atención del Hospital Universitario Virgen de Valme, pero por supuesto, esto no deja de ser una mera suposición sin que tengamos ninguna evidencia al respecto para apoyar la teoría.

En relación al tiempo de cateterización, en nuestro estudio no hemos observado que se comporte como un factor de riesgo significativo para el desarrollo de BP o de BRCV. Estos hallazgos están en consonancia con las recomendaciones más recientes para CVC que indican que el tiempo que lleve un catéter colocado no va a ser motivo de su recambio. No significa que el tiempo que esté colocado el catéter no sea relevante, ya que, cuanto más tiempo esté colocado, más tiempo estará el paciente en riesgo de presentar una complicación. Lo que sí parece claro es que, si el paciente continúa precisando de un CVC, recambiarlo de forma protocolizada no va a ayudarnos a reducir las infecciones por catéter. En nuestro estudio, podemos observar cómo existen catéteres con tiempos muy prolongados que no han presentado ninguna complicación. Es más, al analizar los tiempos de producción de las bacteriemias encontramos muchos datos interesantes.

Lo primero que llama la atención es cómo no existe ninguna BRCV en los cinco primeros días de colocación del catéter, es decir, no existen BRCV relacionadas con el proceso de implantación que ocurrirían en las primeras 24-72 horas máximo. Tras este periodo, comienzan a aparecer las bacteriemias de forma más evidente para las BRCV que alcanzan su máximo punto de riesgo en el día 24 que para las BP que lo hace en el día 41.

Esta información nos debe hacer reflexionar sobre los cuidados del catéter durante la primera semana de utilización que, probablemente, sea lo que produce ese primer pico de prevalencia; así como durante el primer mes de ingreso en el que suponemos los cuidados y tratamientos de un paciente pueden ser más intensivos. Es, por tanto, en este periodo de tiempo, en el que debemos asegurar una manipulación lo más correcta posible del catéter para disminuir esas infecciones y aumentar la vigilancia para detectarlas de forma precoz.

Tras este periodo, el riesgo de infección disminuye, ya sea por la experiencia acumulada en el manejo del catéter por parte del paciente y de los servicios de enfermería, o por la disminución de la necesidad de manipulación del mismo. Esto se puede observar de forma gráfica en la Figura 3.4.4, con importantes disminuciones progresivas de BRCV tras el día 100 y tras el día 200, sin encontrar prácticamente ninguna bacteriemia desde el día 300 de cateterización en adelante.

3.5.5.2 *Microorganismos de las CLABSIs*

Los microorganismos aislados tanto en las BP como en las BRCV se aproximan al patrón habitual de este tipo de infección, con un predominio de bacterias gram+ frente a las gram- y con fungemias escasas.

La distribución dentro de los gram+ también podíamos considerarla como la esperada ya que el microorganismo más frecuente es el *S. epidermidis*, en el 35% de todos los casos; seguido de *S. aureus*, que supone algo más del 13%, y encontrando finalmente algunos *S. haemolyticus*, *S. capitis* y otros estafilococos coagulasa negativo; así como alguna especie de enterococo y estreptococo. Si los comparamos con los datos del último registro ENVIN (151), encontraremos una mayor proporción de Enterococos y una disminución de *S. aureus* como únicos datos reseñables.

La relación de bacterias gram-, sin embargo, presenta una variación sensible con respecto a las registradas en otros trabajos. En nuestra serie, el microorganismo más prevalente de entre los gram- es *E. coli*, a expensas fundamentalmente, de BP *E. coli* representa el 62.5% de las BP y el 25% de las BRCV. En el registro ENVIN, la prevalencia de *E. coli* entre las bacteriemias por gram- es menor, con un 18% en BP y del 2,5% entre BRCV. *E. coli* es una de las bacterias que más infecciones del tracto urinario produce, y una de las tres más prevalentes si tenemos en cuenta las BS. Esto nos plantea la posibilidad de que algunas de las infecciones que hemos recogido como BRCV o BP no podrían, en realidad, estar siendo causadas por un foco de infección no identificado.

Después de *E. coli*, el segundo gram- en frecuencia es *K. pneumoniae*, lo que si correspondería al aislamiento típico de una BP o BRCV por gram-. Tras esto, analizar el resto de microorganismos no parece pertinente debido al poco número de aislamientos. Quizá la proporción de *P. aeruginosa* esperada habría sido más elevada, pero necesitaríamos una serie mayor para poder buscar explicaciones a este respecto.

En cuanto a los hongos, los aislamientos han sido escasos; siendo, como cabría esperar, el microorganismo más frecuente la *C. albicans*.

En el momento actual de la microbiología, en pleno auge de las resistencias microbianas y el grave problema que suponen de las bacterias multirresistentes (MR), se hace imprescindible también el análisis de las resistencias microbiológicas encontradas. La mayor tasa de microorganismos resistentes la encontramos entre las BRCV causadas por gram+ con un 46% de resistencias; estas, a su vez, están provocadas por los *S. epidermidis* MR que llegan a ser más frecuentes que los *S. epidermidis* sensibles. Los *S. haemolyticus* causantes de BRCV también son especialmente resistentes llegando al 75% de MR. No hemos hallado, sin embargo, ningún *S. aureus* MR. En las BRCV, los

microorganismos MR son más prevalentes que en las BP, sobre todo teniendo en cuenta los gram+. En BP la prevalencia de MR es del 36%; 10 puntos por debajo de los valores que nos ofrecían las BRCV. Entre los gram- ocurre algo similar, pero de menor entidad ya que en las BRCV encontramos un 33% de resistencias y en las BP un 29%. Los microorganismos resistentes de entre los gram-, de forma casi exclusiva, son las *K. pneumoniae* entre las que los MR suponen mayoría frente a los microorganismos sensibles. No hemos hallado, sin embargo, infecciones fúngicas por MR; cosa que tampoco nos sorprende teniendo en cuenta el escaso número encontrado de estas infecciones.

La microbiología de las BS difiere claramente del patrón de BP y BRCV. En ellas, las infecciones por gram- son más prevalentes que las causadas por gram+, y el microorganismo más prevalente es la *K. pneumoniae*. Al igual que sucedía con el resto de complicaciones infecciosas, encontramos muy pocos casos de BS por hongos.

3.5.5.3 Resto de complicaciones infecciosas de los catéteres PICC

Tras comentar las BRCV, BP y BS, el resto de complicaciones infecciosas encontradas han sido las infecciones locales las cuales presentan una tasa del 2.7%. No parece un número especialmente elevado, aunque por supuesto, hay que tenerlas en cuenta y prevenirlas ya que, como hemos observado, en este registro han supuesto el 2.4% de las causas de retirada del catéter.

3.5.6 - Sobre las complicaciones trombóticas de los catéteres PICC

Las complicaciones trombóticas de los PICC son, probablemente, el aspecto que más detenidamente deberíamos vigilar debido a que, como hemos expuesto con anterioridad, existe evidencia suficiente acerca de la asociación entre los PICC y el aumento de complicaciones trombóticas.

En nuestro registro, sin embargo, estas complicaciones no han sido frecuentes encontrando únicamente 23 catéteres con trombo y sintomatología realizándose anticoagulación en todos los casos, y en únicamente siete ocasiones, la retirada del catéter. Además, tras una revisión minuciosa de los casos de TVP, no fuimos capaces de identificar en ninguna ocasión un TEP asociado a estas trombosis.

Esta tasa del 2.0% de TVP en los pacientes con PICC justifica, en nuestra opinión, la consideración de implantación segura de este tipo de catéter; aunque teniendo en cuenta los resultados de otros estudios, debemos de prestar especial atención a esta complicación.

Para poder identificar grupos de riesgo debemos considerar ahora el estudio analítico, mediante el modelo de regresión logística multivariado, se identifican dos factores de riesgo como son la pertenencia al Servicio de Hematología y al Servicio de Oncología, ambos con OR muy elevadas. Los pacientes de estos servicios tienen algunas características comunes, la más importante es la utilización del catéter para QT (variable claramente significativa en el estudio univariado con una $p < 0.001$).

En el estudio univariado, además, se observa como el grupo de pacientes con TVP eran más jóvenes y predominantemente ambulatorios con una amplia prevalencia de pacientes con tumor sólido provenientes del Servicio de Oncología. Estos pacientes, mantuvieron colocado el catéter durante más tiempo que en el resto de pacientes por lo que esta podría ser también parte de la explicación de la producción de trombosis. Llama la atención que los catéteres de una sola luz sean los que presenten significativamente

mayor proporción de TVP, lo que podría explicarse porque son los que más frecuentemente se utilizan para QT. Además, los catéteres de una y dos luces utilizados en este estudio suelen presentar el mismo diámetro (5Fr). Otro dato interesante es que en los 175 catéteres en los que se midió la ocupación de la vena no se encontraron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de ocupación, si se observa, sin embargo, una mayor proporción de mayor ocupación (>40%) en el grupo de pacientes con TVP que en el grupo sin TVP (50.0% vs 21.1%). A pesar del escaso número de casos de TVP registrados en este subgrupo de pacientes, solo cuatro TVP, dada la plausibilidad biológica (triada de Virchow) y la experiencia en estudios previos, podríamos considerar relevante este hallazgo.

Por lo tanto, podemos decir que los pacientes con enfermedades hematológicas y tumores sólidos (que son los que pertenecen a los servicios de Hematología y Oncología) son los que presentan mayor riesgo de TVP y que este aumento de riesgo podría estar también en relación a una larga permanencia del catéter, así como, probablemente, a una mayor ocupación del vaso por parte del catéter. Son, por lo tanto, los pacientes que deberíamos vigilar más de cerca a la hora de la implantación de un PICC o incluso pensar en otras opciones de tratamiento si son posibles y no implican un mayor riesgo.

Es importante remarcar la importancia de la selección de una vena adecuada para la colocación del PICC lo que pasará necesariamente por un buen estudio ecográfico previo. En pacientes que no presenten una vena de calibre adecuado intentaremos colocar el PICC del menor calibre posible. En cualquier caso, incluso en los pacientes con ocupación de más del 40% la tasa de TVP ha sido solo del 5.3% por lo cual consideramos que podría tratarse de un riesgo asumible.

3.5.7 - Sobre la evolución trimestral de las bacteriemias y la efectividad de la implantación de medidas de control

Hemos comentado ya algunas ideas sobre la importancia de la manipulación del catéter y la adherencia a los protocolos de manejo del mismo. Durante la realización del presente estudio se fueron incluyendo, de forma progresiva, una serie de modificaciones en la práctica habitual del manejo de los catéteres; tanto dentro como fuera del hospital. Además, poco a poco, se ha venido realizando una labor de formación con el personal de enfermería, encargados en la mayoría de las ocasiones de los cuidados del catéter, así como con familiares y pacientes.

Estas medidas han producido una tendencia hacia la disminución progresiva de las bacteriemias a lo largo de los trimestres de estudio, aunque cuando previamente ya se realiza el manejo del catéter aceptablemente bien y no se tienen tasas y DI altas es muy difícil encontrar la significación estadística relacionada a estas medidas. Sin embargo, consideramos que es muy importante tanto la vigilancia de las tasas y DI de bacteriemia como los protocolos de manejo de los catéteres y que la implementación de medidas puede servir para la disminución progresiva de los eventos adversos.

El conjunto de las medidas concretas que se han implantado puede consultarse en el apartado de Material y Método. De todas ellas, según nuestra propia experiencia, consideramos que las más importantes han sido las de formación y concienciación del personal de enfermería en la manipulación estéril del catéter recalcando la importancia de la limpieza con clorhexidina alcohólica de las luces del catéter antes de infundir medicación.

3.5.8 - Sobre la utilidad de los catéteres PICC, las causas de retirada y la mortalidad.

Al comenzar este estudio se estableció un corte de cumplimentación del tratamiento a partir del cual consideraríamos que el catéter había sido útil, en general, para alcanzar el objetivo de su implantación. Este corte fue exigente, de forma que se estableció la utilidad de los catéteres PICC si son capaces de completar, al menos, el 70% de los tratamientos iniciados.

Como hemos visto previamente, casi el 90% de los catéteres PICC implantados en esta muestra se retiró sin que se observase un fallo del catéter. Si tenemos en cuenta exclusivamente la finalización del tratamiento para el que se implantó el PICC, aunque el catéter se retirase sin demostración de fallo del mismo, podemos observar que, tras la exclusión de los pacientes fallecidos y que continuaban con el catéter colocado, este porcentaje alcanza el 72.8%. Por este motivo consideramos que, en esta muestra el catéter si fue de utilidad a los pacientes para la realización del tratamiento que precisaban.

No obstante, no debemos olvidar las complicaciones que han llevado a la retirada del catéter antes de lo esperado. Lo primero que debemos analizar son los pacientes que fallecen con un catéter PICC colocado. Como hemos observado, 284 pacientes mueren durante la realización del estudio, lo que supone un importante porcentaje. Es cierto que gran parte de los catéteres del estudio se colocan en pacientes oncológicos, por lo que encontrar un porcentaje elevado de *exitus* puede no ser sorprendente. Debemos, sin embargo, ser muy escrupulosos en el análisis de estos casos para poder descartar que los fallecimientos estén relacionados con el catéter.

Como hemos visto, tras el seguimiento exhaustivo de los casos de *exitus*, únicamente hay dos pacientes en los que se idéntica al catéter como causa del fallecimiento. Estos

pacientes presentaron un shock séptico tras una bacteriemia con evolución fatal. El origen en el catéter de estas bacteriemias no se pudo confirmar por lo que fueron clasificadas como BP. No existe ningún otro paciente que haya podido fallecer por causas relacionadas con el catéter, ya que no se ha identificado ningún paciente con TEP o complicación grave tras TVP por catéter.

Al analizar los subgrupos formados por las pacientes que presentaron las complicaciones más relevantes (BRCV, BP y TVP) tampoco encontramos un aumento significativo de los *exitus*, es decir, no existe un aumento de mortalidad en relación a las complicaciones relacionadas con los PICC. Sin embargo, sí se observa un descenso de la mortalidad en el grupo de BRCV el cual no hemos podido explicar.

La primera causa de retirada del catéter, tras descartar los *exitus* y los pacientes que completaron el tratamiento, la encontramos en la sospecha de sepsis por catéter. En muchas de estas ocasiones, a pesar de la sospecha inicial de bacteriemia, esta no se pudo confirmar. Es difícil señalar si la retirada de estos catéteres fue o no correcta, ya que cuando tenemos un paciente con fiebre y deterioro clínico, disponemos de poco tiempo para identificar posibles focos infecciosos y para tomar la decisión de la retirada del catéter. En muchos casos, tras la retirada del catéter, se pudo objetivar otro foco infeccioso causante de la misma y, probablemente, la retirada del dispositivo no hubiera sido necesaria.

Sin embargo, consideramos que es inevitable que se produzcan situaciones similares de manera más o menos frecuente. Probablemente, si el paciente tiene colocado un DTI en lugar de un PICC, la retirada de este se haga de forma más tardía por la complejidad que supone la misma. Esto supone una ventaja más de los PICC con respecto a los DTI,

ya que, en los casos en los que la sepsis si tenga origen en el catéter, poder retirarlo de forma precoz es fundamental para la buena evolución del paciente.

La retirada accidental del catéter es un problema que debemos evitar a toda costa. Va a depender mucho del cuidado que presten tanto el personal sanitario, como el propio paciente a la hora de manipular el mismo. Es importante, también, ser capaces de identificar aquellos casos con riesgo elevado de retirada accidental; por ejemplo, pacientes con cuadros confusionales o demencia en los que habrá que proteger el catéter de forma especial. En nuestro estudio, la retirada accidental supone un 2.5% de los motivos de retirada, por lo que no podemos considerar que haya sido un problema frecuente.

La producción de infecciones locales y/o flebitis es otra de las complicaciones que tendremos que intentar disminuir hasta el mínimo posible mediante un protocolo estricto de cuidados del catéter, aunque pensamos que es muy difícil erradicarlas.

En pocas ocasiones hubo que retirar un catéter por una TVP, siendo la mayoría de ellas tratadas y resueltas con anticoagulación sin mayor complicación. Pocos han sido también los catéteres que ha habido que retirar por obstrucción de la luz; únicamente un 0.9%. Teniendo en cuenta la pequeña luz del catéter y su longitud, es lógico pensar que puede obstruirse de forma más frecuente que otros catéteres; pero la frecuencia de esta complicación va a estar directamente determinada por la escrupulosidad a la hora del manejo del catéter. Todo catéter al que no se realice un correcto purgado de su luz terminará obstruyéndose, pero gracias a este estudio, podemos demostrar que la obstrucción de un catéter PICC puede ser una complicación muy infrecuente.

Es curioso observar que existen pacientes que no han podido realizar su tratamiento por intolerancia al catéter, cosa que no se ha reportado con otro tipo de CVC; aunque se

sabe que los CP presentan este problema de forma frecuente. En este estudio, en 11 ocasiones se solicitó la retirada del catéter por intolerancia, lo que no supone un porcentaje elevado, solo un 1%.

Se ha identificado un caso en el cual el catéter llegó a romperse por causas no aclaradas.

3.5.9 - Sobre los pacientes con cateterizaciones prolongadas

Según la ficha técnica de los catéteres PICC de última generación pueden permanecer colocados durante un año sin deterioro del dispositivo. Cuando hemos revisado bibliografía previa, las medianas de duración de todos los CVC son mucho menos prolongadas, a no ser que hablemos de DTI.

En nuestro estudio, la duración de los catéteres ha sido realmente elevada, permaneciendo un cuarto de los catéteres más de 188 días. Estos pacientes con cateterización prolongada han sido, en una amplia mayoría, pacientes en tratamiento con QT (87.1%). Los pacientes en tratamiento con QT presentan pocas manipulaciones y, en muchos casos, los tratamientos pueden prolongarse, por lo que es lógico encontrar estos pacientes dentro del cuartil de máxima duración. Además, son pacientes más jóvenes que el resto de la muestra, y de ahí que los catéteres de larga duración también presenten una diferencia significativa para la edad.

Encontramos, sin embargo, algunos datos interesantes en este subgrupo como el hecho de que los catéteres de larga duración presenten mayor prevalencia de inserciones en el brazo izquierdo. Este punto es remarcable y habría que estudiar en el futuro si puede existir, a este respecto, una ventaja en la implantación del catéter en el brazo izquierdo, en contra de lo que defienden otros autores.

3.5.10- Sobre los pacientes hospitalizados y ambulatorios

Tras el análisis realizado, y de acuerdo a los estudios previos, podemos decir que los pacientes hospitalizados y ambulatorios son dos tipos diferentes de pacientes. Sin embargo, teniendo en cuenta nuestro análisis multivariado, la diferencia real en cuanto a las complicaciones en estos dos grupos se debe fundamentalmente a las características de los pacientes (servicio de procedencia y patología de base) y el uso dado al catéter (administración de NP) y no tanto a si está o no hospitalizado.

En términos generales podemos ver como los pacientes ambulatorios suelen utilizar el catéter para administración de QT (94.7%) y la mayor parte serán pacientes con tumor sólido (86.5%) en contraposición a los hospitalizados donde la utilización y la patología de los pacientes es mucho más variada, aunque predomine el uso para administración de NP (37.3%) y los pacientes con múltiples comorbilidades sean mucho más frecuentes (17.5% frente a 0.4%). Teniendo en cuenta estas importantes diferencias entre los dos grupos podemos llegar a entender el aumento tan importante de mortalidad en los primeros 30 días entre los pacientes hospitalizados (16.6% frente al 2.2%). La mortalidad de los pacientes ambulatorios también es elevada, dados sus procesos oncológicos, si atendemos a la mortalidad cruda (20.2%) aunque los pacientes hospitalizados continuarán manteniendo una mortalidad más elevada (28.4).

3.6 LIMITACIONES

Consideramos que, en este trabajo, se ha recogido un gran número de catéteres de forma prospectiva. Pero no deja de ser un estudio observacional; es decir, no vamos a poder ser capaces de comparar, de una forma directa, la seguridad y la utilidad de los catéteres PICC con la de otro tipo de catéteres.

El hecho de ser un estudio unicéntrico implica una disminución de la aplicabilidad de los resultados, por lo que animamos a todos los centros, que comiencen a utilizar estos catéteres, a realizar un registro propio hasta objetivar que se utilizan de forma adecuada y que las complicaciones registradas no están siendo mayores de las esperadas.

El seguimiento de los pacientes ha sido indirecto ya que, en muchos casos, las complicaciones no eran diagnosticadas y tratadas en nuestro servicio; sino en cualquier otro servicio del hospital o incluso fuera del mismo.

Hemos encontrado una importante dificultad a la hora de comparar las complicaciones relacionadas con la utilización del catéter; ya que pocos estudios utilizan los criterios estandarizados de BRCV o BP, describiéndose, en muchos estudios, criterios propios. De la misma manera, la identificación de complicaciones trombóticas varía de forma decisiva si se realiza una exploración ecográfica de forma sistematizada a todos los pacientes, o únicamente a los que presenten clínica de TVP.

3.7 CONCLUSIONES

1. La inserción de los catéteres PICC, en nuestra muestra, ha sido un procedimiento seguro en el que no se han producido complicaciones mayores. Consideramos que esta característica supone una importante ventaja con respecto a los CVC clásicos. Además, dada la baja DI de complicaciones, fundamentalmente infecciosas y trombóticas, durante el uso de los catéteres podemos catalogar los PICC, de forma global, como dispositivos seguros para los pacientes que precisen de un acceso venoso central.
2. En nuestro estudio, los catéteres PICC se han utilizado en una amplia variedad de pacientes tanto con respecto a su edad como por la patología y el tratamiento empleado. El principal uso, sin embargo, ha sido la administración de QT en pacientes con tumor sólido o enfermedad hematológica. Los catéteres más empleados, por su parte, han sido dispositivos de 5Fr de una o dos luces, insertados en la vena basílica del brazo izquierdo.
3. Como hemos comentado, no existen complicaciones mayores con relación a la implantación de catéteres PICC; las complicaciones menores, por su parte, han resultado ser muy poco frecuentes.
4. Consideramos que tanto las tasas como las DI de las bacteriemias asociadas a los PICC, halladas en este estudio, han sido similares o menores a las publicadas en estudios similares sobre CVC. Las diferencias según las definiciones o criterios diagnósticos empleados para las bacteriemias son relevantes tanto en el número

de bacteriemias encontradas como con respecto a los factores de riesgo. De esta forma, para las BRCV el principal factor de riesgo es el uso de NP, mientras que para las BP lo más significativo es la pertenencia al Servicio de Hematología. Los microorganismos responsables de dichas bacteriemias asociadas al catéter son fundamentalmente cocos gram+ de distribución similar a las encontrados en otras series y sin que existan claras diferencias entre los diferentes tipos de bacteriemias, es decir, entre BRCV y BP. En cuanto al resto de complicaciones infecciosas las más importantes han sido las infecciones locales.

5. Las complicaciones trombóticas han consistido únicamente en TVP, sin encontrar casos de TEP; sus tasas y DI han resultado bajas. Los principales factores de riesgo relacionados con esta complicación han sido la pertenencia al Servicio de Hematología y al de Oncología.
6. Se han encontrado pocas complicaciones mecánicas, la más importante la obstrucción del catéter sin que hayan sido un problema relevante para el tratamiento del paciente.
7. La aparición de bacteriemias presenta una clara relación temporal sin que se produzca ningún caso en los primeros cinco días tras la implantación y con un importante descenso de incidencia desde el día 50 en adelante. Las BRCV han resultado ser más precoces que las BP. Las TVP no siguen esta tendencia temporal encontrando una incidencia similar durante todo el tiempo que permanece el catéter implantado.

8. El conjunto de medidas implementadas para el correcto manejo de los catéteres ha permitido el descenso progresivo de las complicaciones infecciosas a lo largo de los años sin poder llegar a la significación estadística en esta serie.
9. El principal motivo para la retirada del catéter ha sido la finalización del tratamiento por lo que consideramos que queda comprobada la utilidad del dispositivo. Además, un amplio porcentaje de catéteres se retiraron tras el fallecimiento del paciente por causas distintas a complicaciones por el catéter o continuaban colocados al finalizar el estudio. El fallo del catéter conllevó su retirada en un porcentaje relativamente bajo de casos y casi siempre en relación con las principales complicaciones infecciosas y trombóticas ya referidas, así como en sospechas de bacteriemias no confirmadas.
10. Las complicaciones analizadas en este estudio no han conllevado un aumento significativo de mortalidad, aunque se han identificado dos casos en los que los pacientes fallecieron en relación a una BP potencialmente producida por el catéter.
11. Los PICC han sido controlados, en su mayoría, por personal del propio hospital siendo la frecuencia de curas más habituales cada 15 días. En algunos casos fueron los propios pacientes o sus familiares los encargados de los cuidados del catéter.
12. El alto grado de satisfacción con el uso de este tipo de dispositivos en nuestra muestra nos conduce a sostener que los catéteres PICC son bien tolerados por los pacientes y pueden ayudar a mejorar la experiencia clínica durante el tratamiento del paciente.

13. Los catéteres de mayor duración han correspondido a pacientes oncológicos con tumores sólidos que realizaban tratamiento quimioterápico.

14. Se han encontrado importantes diferencias entre los pacientes que se colocaban el catéter durante su ingreso hospitalario y aquellos que acudían desde su domicilio para la canalización del catéter. Los pacientes ingresados presentaban con más frecuencia múltiples comorbilidades y uso de NP. Las bacteriemias también fueron más prevalentes en los pacientes hospitalizados, así como la mortalidad global. Las TVP, sin embargo, predominaron en los pacientes ambulatorios.

4 - BIBLIOGRAFÍA

1. Guidelines for intensive care unit admission, discharge, and triage. Task Force of the American College of Critical Care Medicine, Society of Critical Care Medicine. *Crit Care Med.* 1999;27(3):633-8.
2. Vincent JL, Creteur J. Paradigm shifts in critical care medicine: the progress we have made. *Crit Care.* 2015;19 Suppl 3:S10.
3. Abella Alvarez A, Torrejon Perez I, Enciso Calderon V, Hermosa Gelbard C, Sicilia Urban JJ, Ruiz Grinspan M, et al. ICU without walls project. Effect of the early detection of patients at risk. *Med Intensiva.* 2013;37(1):12-8.
4. Needham DM, Davidson J, Cohen H, Hopkins RO, Weinert C, Wunsch H, et al. Improving long-term outcomes after discharge from intensive care unit: report from a stakeholders' conference. *Crit Care Med.* 2012;40(2):502-9.
5. Mercedes P, Francisco AL, Pedro O, Ricardo GC, Pilar GAM, Iratxe SB, et al. Estudio nacional de vigilancia de infección nosocomial en servicios de medicina intensiva. Sociedad Española de Medicina Intensiva Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC); 2016. [consultado el 5 Ago 2018] Disponible en: <https://hws.vhebron.net/envin-helics/Help/Informe%20ENVIN-UCI%202016.pdf>
6. Palomar M, Alvarez-Lerma F, Riera A, Diaz MT, Torres F, Agra Y, et al. Impact of a national multimodal intervention to prevent catheter-related bloodstream infection in the ICU: the Spanish experience. *Crit Care Med.* 2013;41(10):2364-72.
7. Williams DN, Baker CA, Kind AC, Sannes MR. The history and evolution of outpatient parenteral antibiotic therapy (OPAT). *Int J Antimicrob Agents.* 2015;46(3):307-12.
8. Rhee Y, Heung M, Chen B, Chenoweth CE. Central line-associated bloodstream infections in non-ICU inpatient wards: a 2-year analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2015;36(4):424-30.
9. Akers AS, Chelluri L. Peripherally inserted central catheter use in the hospitalized patient: is there a role for the hospitalist? *J Hosp Med.* 2009;4(6):E1-4.
10. Periard D, Monney P, Waeber G, Zurkinden C, Mazzolai L, Hayoz D, et al. Randomized controlled trial of peripherally inserted central catheters vs. peripheral catheters for middle duration in-hospital intravenous therapy. *J Thromb Haemost.* 2008;6(8):1281-8.
11. Nichols I, Humphrey JP. The efficacy of upper arm placement of peripherally inserted central catheters using bedside ultrasound and microintroducer technique. *J Infus Nurs.* 2008;31(3):165-76.
12. Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, Mayo PH, Rosen MJ, Schneider RF. Mechanical complications of central venous catheters. *J Intensive Care Med.* 2006;21(1):40-6.
13. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med.* 2003;348(12):1123-33.
14. Wilson TJ, Brown DL, Meurer WJ, Stetler WR, Jr., Wilkinson DA, Fletcher JJ. Risk factors associated with peripherally inserted central venous catheter-related large vein thrombosis in neurological intensive care patients. *Intensive Care Med.* 2012;38(2):272-8.
15. Nash EF, Helm EJ, Stephenson A, Tullis E. Incidence of deep vein thrombosis associated with peripherally inserted central catheters in adults with cystic fibrosis. *J Vasc Interv Radiol.* 2009;20(3):347-51.
16. Trerotola SO, Stavropoulos SW, Mondschein JI, Patel AA, Fishman N, Fuchs B, et al. Triple-lumen peripherally inserted central catheter in patients in the critical care unit: prospective evaluation. *Radiology.* 2010;256(1):312-20.
17. Al Raiy B, Fakih MG, Bryan-Nomides N, Hopfner D, Riegel E, Nenninger T, et al. Peripherally inserted central venous catheters in the acute care setting: A safe alternative to high-risk short-term central venous catheters. *Am J Infect Control.* 2010;38(2):149-53.

18. Gunst M, Matsushima K, Vanek S, Gunst R, Shafi S, Frankel H. Peripherally inserted central catheters may lower the incidence of catheter-related blood stream infections in patients in surgical intensive care units. *Surg Infect (Larchmt)*. 2011;12(4):279-82.
19. Mollee P, Jones M, Stackelroth J, van Kuilenburg R, Joubert W, Faoagali J, et al. Catheter-associated bloodstream infection incidence and risk factors in adults with cancer: a prospective cohort study. *J Hosp Infect*. 2011;78(1):26-30.
20. DeLemos C, Abi-Nader J, Akins PT. Use of peripherally inserted central catheters as an alternative to central catheters in neurocritical care units. *Crit Care Nurse*. 2011;31(2):70-5.
21. Yamada R, Morita T, Yashiro E, Otani H, Amano K, Tei Y, et al. Patient-reported usefulness of peripherally inserted central venous catheters in terminally ill cancer patients. *J Pain Symptom Manage*. 2010;40(1):60-6.
22. Miyagaki H, Nakajima K, Hara J, Yamasaki M, Kurokawa Y, Miyata H, et al. Performance comparison of peripherally inserted central venous catheters in gastrointestinal surgery: a randomized controlled trial. *Clin Nutr*. 2012;31(1):48-52.
23. Du L, Redmond K, Johnstone S, De Leacy M, Harper J. Saphenous vein peripherally inserted central catheters: Technique, indications and safety issues. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2008;52(1):68-71.
24. Isidro A, Malgosa MA. *Paleopatología : la enfermedad no escrita*. Barcelona: Elsevier Masson; 2003.
25. Harvey W. *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*. Francofurti: Sumptibus Guilielmi Fitzeri; 1628.
26. Iglesia C, Papa, De Sanctis AF, Cocquelines C, Blanchet T, Thourneyser JJ, et al. *Bullarum privilegiorum ac diplomatum Romanorum Pontificum amplissima collectio : Cui accessere pontificum omnium vitae, notae, & indices opportuni*. Romae: Typis S. Michaelis ad Ripam : Sumptibus Hieronymi Mainardi; 1733.
27. Rivera AM, Strauss KW, van Zundert A, Mortier E. The history of peripheral intravenous catheters: how little plastic tubes revolutionized medicine. *Acta Anaesthesiol Belg*. 2005;56(3):271-82.
28. Felts JH. Richard Lower: anatomist and physiologist. *Ann Intern Med*. 2000;132(5):420-3.
29. Major JD, Lüderwald J, Reumann J. D. Joh. Danielis Majoris Chirurgia infusoria, placidis cl. virorum dubiis impugnata, cum modesta ad eadem responsione. Kiloni[i], Sumptibus Joh: Lüderwald, Bibliopolae Magdeburg. Imprimeb: Joach: Reumannus, Acad. Typogr.; 1667.
30. Elsholtz JS. *Clysmatica nova*. Hildesheim: Olms; 1966.
31. Moore P. *Blood and Justice The 17 Century Parisian Doctor Who Made Blood Transfusion History*. 2003.
32. Lewis A. *Drug-device combination products : delivery technologies and applications*. Boca Raton; Oxford: CRC Press ; Woodhead Pub.; 2010.
33. Ellis H. James Blundell, pioneer of blood transfusion. *Br J Hosp Med British Journal of Hospital Medicine*. 2007;68(8):447.
34. Best M, Neuhauser D. Ignaz Semmelweis and the birth of infection control. *QUALITY AND SAFETY IN HEALTH CARE*. 2004;13(3):233-4.
35. Latta T. Letter from Dr. Latta to the Secretary of the Central Board of Health, London, affording a view of the rationale and results of his practice in the treatment of cholera by aqueous and saline injections. 1832. *Int J Epidemiol*. 2013;42(2):387-90.
36. Wakley T. *The lancet*. London: Wakley; 1832.
37. Strauss MJ. The history of intravenous therapy. *Trauma & emergency medicine*. 1993;10(5-6):953-4.
38. Wood A. New Method of Treating Neuralgia by the Direct Application of Opiates to the Painful Points. *Survey of Anesthesiology*. 1984;28(4).
39. Rosales PA. A history of the hypodermic syringe, 1850s-1920s 1997.
40. Macphail A, Canada, Department of Militia and D, General S, Historical S. *Official history of the Canadian forces in the great war 1914-19 : the medical services*. 1925.
41. Manring MM, Hawk A, Calhoun JH, Andersen RC. Treatment of War Wounds: A Historical Review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2009;467(8):2168-91.

42. Massa DJ, Lundy JS, Faulconer A, Jr., Ridley RW. A plastic needle. *Proc Staff Meet Mayo Clin.* 1950;25(14):413-5.
43. Maganto Pavón E, Clemente Ramos L, Carrera Puerta C, Solé Balcells F. Hitos en la historia de la urología. Sant Cugat del Vallès: Pulso; 1999.
44. Nossaman BD, Scruggs BA, Nossaman VE, Murthy SN, Kadowitz PJ. History of Right Heart Catheterization: 100 Years of Experimentation and Methodology Development. *Cardiology in review.* 2010;18(2):94-101.
45. Forssmann-Falck R. Werner Forssmann: a pioneer of cardiology. *Am J Cardiol.* 1997;79(5):651-60.
46. Meyer JA. Werner Forssmann and catheterization of the heart, 1929. *Ann Thorac Surg.* 1990;49(3):497-9.
47. Courmand A. Cardiac catheterization; development of the technique, its contributions to experimental medicine, and its initial applications in man. *Acta Med Scand Suppl.* 1975;579:3-32.
48. Meyers L. INTRAVENOUS CATHETERIZATION. *AJN The American Journal of Nursing.* 1945;45(11).
49. Zimmermann B. INTRAVENOUS TUBING FOR PARENTERAL THERAPY. *Science.* 1945;101(2631):567-8.
50. Aubaniac R. [Subclavian intravenous injection; advantages and technic]. *Presse Med.* 1952;60(68):1456.
51. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta radiol.* 1953;39(5):368-76.
52. Wilson JN, Grow JB, Demong CV, Prevedel AE, Owens JC. Central venous pressure in optimal blood volume maintenance. *Arch Surg.* 1962;85:563-78.
53. Ashbaugh D, Thomson JW. SUBCLAVIAN-VEIN INFUSION. *Lancet.* 1963;2(7318):1138-9.
54. Yoffa D. SUPRACLAVICULAR SUBCLAVIAN VENEPUNCTURE AND CATHETERISATION. *The Lancet.* 1965;286(7413):614-7.
55. Moncrief JA. Femoral catheters. *Ann Surg.* 1958;147(2):166-72.
56. Hamilton H, Bodenham A. Central venous catheters. 2009.
57. Kellner GA, Smart JF. Percutaneous placement of catheters to monitor "central venous pressure". *Anesthesiology.* 1972;36(5):515-6.
58. Ryan JA, Jr., Abel RM, Abbott WM, Hopkins CC, Chesney TM, Colley R, et al. Catheter complications in total parenteral nutrition. A prospective study of 200 consecutive patients. *N Engl J Med.* 1974;290(14):757-61.
59. Walters MB, Stanger HD, Rotem C. Complications with percutaneous central venous catheters. *JAMA.* 1972;220(11):1455-7.
60. Henzel JH, DeWeese MS. Morbid and mortal complications associated with prolonged central venous cannulation. Awareness, recognition, and prevention. *Am J Surg.* 1971;121(5):600-5.
61. Katerndahl DR, Earl RP, Evans GD, Chittenden RM, inventors; Abbott Laboratories, assignee. Catheter placement unit. EEUU1971.
62. Webre DR, Arens JF. Use of cephalic and basilic veins for introduction of central venous catheters. *Anesthesiology.* 1973;38(4):389-92.
63. Ng WS, Rosen M. Positioning central venous catheters through the basilic vein. A comparison of catheters. *Br J Anaesth.* 1973;45(12):1211-4.
64. Giuffrida DJ, Bryan-Brown CW, Lumb PD, Kwun KB, Rhoades HM. Central vs peripheral venous catheters in critically ill patients. *Chest.* 1986;90(6):806-9.
65. Broviac JW, Cole JJ, Scribner BH. A silicone rubber atrial catheter for prolonged parenteral alimentation. *Surg Gynecol Obstet.* 1973;136(4):602-6.
66. Hickman RO, Buckner CD, Clift RA, Sanders JE, Stewart P, Thomas ED. A modified right atrial catheter for access to the venous system in marrow transplant recipients. *Surg Gynecol Obstet.* 1979;148(6):871-5.

67. Belin RP, Koster JK, Jr., Bryant LJ, Griffen WO, Jr. Implantable subcutaneous feeding chamber for noncontinuous central venous alimentation. *Surg Gynecol Obstet.* 1972;134(3):491-3.
68. Blackshear PJ, Rohde TD, Dorman FD, Buchwald H. An implantable pump for long-term intravascular drug infusion. *Med Instrum.* 1981;15(4):226-8.
69. Ensminger W, Niederhuber J, Dakhil S, Thrall J, Wheeler R. Totally implanted drug delivery system for hepatic arterial chemotherapy. *Cancer Treat Rep.* 1981;65(5-6):393-400.
70. Hoshal VL, Jr. Total intravenous nutrition with peripherally inserted silicone elastomer central venous catheters. *Arch Surg.* 1975;110(5):644-6.
71. Goodwin ML. The Seldinger method for PICC insertion. *J Intraven Nurs.* 1989;12(4):238-43.
72. Moran MA. Introducing the midline catheter as a new intravenous access device in neonates. *Neonatal Intensive Care.* 1992;5(3):36-42.
73. Harwood IR, Greene LM, Kozakowski-Koch JA, Rasor JS. New peripherally inserted midline catheter: a better alternative for intravenous antibiotic therapy in patients with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 1992;12(4):233-9.
74. Li J, Fan YY, Xin MZ, Yan J, Hu W, Huang WH, et al. A randomised, controlled trial comparing the long-term effects of peripherally inserted central catheter placement in chemotherapy patients using B-mode ultrasound with modified Seldinger technique versus blind puncture. *Eur J Oncol Nurs.* 2014;18(1):94-103.
75. Yamine K, Eric M. Patterns of the superficial veins of the cubital fossa: A meta-analysis. *Phlebology.* 2017;32(6):403-14.
76. Dorland. *Dorland Diccionario enciclopédico ilustrado de medicina.* 2005.
77. Miller DL, O'Grady NP. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections: Recommendations Relevant to Interventional Radiology for Venous Catheter Placement and Maintenance. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR.* 2012;23(8):997-1007.
78. Adultos GdtdlGdPCsTicDnPe. Guía de Práctica Clínica sobre Terapia Intravenosa con Dispositivos no Permanentes en Adultos: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía (AETSA); 2014.
79. Simón Hernando AR, Alonso Jorde MI, Hospital Universitario de B, Grupo de Trabajo de Enfermeras de Urgencias de B. Guía de administración de medicamentos por vía parenteral en urgencias. [Burgos: GEUB; 2013.
80. Mattox EA. Complications of Peripheral Venous Access Devices: Prevention, Detection, and Recovery Strategies. *Crit Care Nurse.* 2017;37(2):e1-e14.
81. S S, L C, B H. Hemodialysis by percutaneous catheterization of the femoral artery and vein with regional heparinization. *Lancet.* 1961;2:857-9.
82. Rodríguez Hernández JA, González Parra E, Julián Gutiérrez JM, Segarra Medrano A, Almirante B, Martínez MT, et al. Guías de acceso vascular en hemodiálisis. *Nefrología : publicacion oficial de la Sociedad Espanola Nefrologia.* 2005;25:3-97.
83. Granziera E, Scarpa M, Ciccarese A, Filip B, Cagol M, Manfredi V, et al. Totally implantable venous access devices: retrospective analysis of different insertion techniques and predictors of complications in 796 devices implanted in a single institution. *BMC Surgery.* 2014;14:27-.
84. Chen YM, Dai AP, Shi Y, Liu ZJ, Gong MF, Yin XB. Effectiveness of silver-impregnated central venous catheters for preventing catheter-related blood stream infections: a meta-analysis. *Int J Infect Dis.* 2014;29:279-86.
85. Safdar N, O'Horo JC, Ghufuran A, Bearden A, Didier ME, Chateau D, et al. Chlorhexidine-impregnated dressing for prevention of catheter-related bloodstream infection: a meta-analysis*. *Crit Care Med.* 2014;42(7):1703-13.
86. Wang X, Dong Y, Qi XQ, Li YM, Huang CG, Hou LJ. Clinical review: Efficacy of antimicrobial-impregnated catheters in external ventricular drainage - a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2013;17(4):234.

87. Ong CK, Venkatesh SK, Lau GB, Wang SC. Prospective randomized comparative evaluation of proximal valve polyurethane and distal valve silicone peripherally inserted central catheters. *J Vasc Interv Radiol.* 2010;21(8):1191-6.
88. Maragakis LL, Bradley KL, Song X, Beers C, Miller MR, Cosgrove SE, et al. Increased catheter-related bloodstream infection rates after the introduction of a new mechanical valve intravenous access port. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006;27(1):67-70.
89. Carrero MC. Actualización enfermera en accesos vasculares y terapia intravenosa. Spain: Ediciones DAE; 2008.
90. Diggery RC, Grint DT. Catheters : types, applications, and potential complications. 2012.
91. Evans RS, Sharp JH, Linford LH, Lloyd JF, Woller SC, Stevens SM, et al. Reduction of peripherally inserted central catheter-associated DVT. *Chest.* 2013;143(3):627-33.
92. Ratner BD. Biomaterials science : an introduction to materials in medicine. Amsterdam: Elsevier/Academic Press; 2013.
93. Sandrucci S, Mussa B. Peripherally Inserted Central Venous Catheters 2014.
94. Saugel B, Scheeren TWL, Teboul JL. Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice. *Crit Care.* 2017;21(1):225.
95. Airapetian N, Maizel J, Langelles F, Modeliar SS, Karakitsos D, Dupont H, et al. Ultrasound-guided central venous cannulation is superior to quick-look ultrasound and landmark methods among inexperienced operators: a prospective randomized study. *Intensive Care Med.* 2013;39(11):1938-44.
96. Vezzani A, Manca T, Vercelli A, Braghieri A, Magnacavallo A. Ultrasonography as a guide during vascular access procedures and in the diagnosis of complications. *J Ultrasound.* 2013;16(4):161-70.
97. Dodge KL, Lynch CA, Moore CL, Biroscak BJ, Evans LV. Use of ultrasound guidance improves central venous catheter insertion success rates among junior residents. *J Ultrasound Med.* 2012;31(10):1519-26.
98. Manes N, Hernandez-Rodriguez H, Lopez-Martin S, Sanchez-Gascon F. Pneumothorax--guidelines of action. *Chest.* 121. United States 2002. p. 669.
99. Soto Campos JG, Acosta Bazaga E. Manual de diagnóstico y terapéutica en neumología. Majadahonda, Madrid: Ergón; 2016.
100. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA.* 2016;315(8):801-10.
101. Blot SI, Depuydt P, Annemans L, Benoit D, Hoste E, De Waele JJ, et al. Clinical and economic outcomes in critically ill patients with nosocomial catheter-related bloodstream infections. *Clin Infect Dis.* 2005;41(11):1591-8.
102. Warren DK, Quadir WW, Hollenbeak CS, Elward AM, Cox MJ, Fraser VJ. Attributable cost of catheter-associated bloodstream infections among intensive care patients in a nonteaching hospital. *Crit Care Med.* 2006;34(8):2084-9.
103. Mermel LA, Allon M, Bouza E, Craven DE, Flynn P, O'Grady NP, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis.* 2009;49(1):1-45.
104. Marschall J, Mermel LA, Fakih M, Hadaway L, Kallen A, O'Grady NP, et al. Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals: 2014 update. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2014;35(7):753-71.
105. CDC. Bloodstream Infection Event (Central Line-Associated Bloodstream Infection and Non-central Line Associated Bloodstream Infection) [consultado el 23 Oct 2019] Disponible en: https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/pscmanual/4psc_clabscurrent.pdf: Centers for Diseases Control and Prevention; 2020
106. Tomlinson D, Mermel LA, Ethier MC, Matlow A, Gillmeister B, Sung L. Defining bloodstream infections related to central venous catheters in patients with cancer: a systematic review. *Clin Infect Dis.* 2011;53(7):697-710.
107. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections. *Clinical Infectious*

- Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America. 2011;52(9):e162-e93.
108. Herzig CTA, Reagan J, Pogorzelska-Maziarz M, Srinath D, Stone PW. State-Mandated Reporting of Health Care-Associated Infections in the United States: Trends Over Time. *American journal of medical quality : the official journal of the American College of Medical Quality*. 2015;30(5):417-24.
 109. Munoz FJ, Mismetti P, Poggio R, Valle R, Barron M, Guil M, et al. Clinical outcome of patients with upper-extremity deep vein thrombosis: results from the RIETE Registry. *Chest*. 2008;133(1):143-8.
 110. Greene MT, Flanders SA, Woller SC, Bernstein SJ, Chopra V. The Association Between PICC Use and Venous Thromboembolism in Upper and Lower Extremities. *Am J Med*. 2015;128(9):986-93.e1.
 111. Otten TR, Stein PD, Patel KC, Mustafa S, Silbergleit A. Thromboembolic disease involving the superior vena cava and brachiocephalic veins. *Chest*. 2003;123(3):809-12.
 112. Rooden CJ, Tesselaar ME, Osanto S, Rosendaal FR, Huisman MV. Deep vein thrombosis associated with central venous catheters - a review. *J Thromb Haemost*. 2005;3(11):2409-19.
 113. Luciani A, Clement O, Halimi P, Goudot D, Portier F, Bassot V, et al. Catheter-related upper extremity deep venous thrombosis in cancer patients: a prospective study based on Doppler US. *Radiology*. 2001;220(3):655-60.
 114. Parienti J-J, Mongardon N, Mégarbane B, Mira J-P, Kalfon P, Gros A, et al. Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. *New England Journal of Medicine*. 2015;373(13):1220-9.
 115. Lopez-Briz E, Ruiz Garcia V, Cabello JB, Bort-Marti S, Carbonell Sanchis R, Burls A. Heparin versus 0.9% sodium chloride intermittent flushing for prevention of occlusion in central venous catheters in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014(10):Cd008462.
 116. Premuzic V, Katalinic L, Pasalic M, Jurin H. Nonfatal cardiac perforation after central venous catheter insertion. *Saudi J Anaesth*. 2018. p. 118-20.
 117. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis*. 2011;52(9):e162-93.
 118. Cárcoba Rubio N, Ceña Santorcuato S. Cateterización venosa central de acceso periférico mediante técnica seldinger modificada en la urgencia hospitalaria. *Enfermería Global*. 2010;0-.
 119. Ryhänen J. Biocompatibility evaluation of nickel-titanium shape memory metal alloy: University of Oulu; 1999.
 120. Rutledge LF, DeCabooter DP, Walters SA, Bernatchez SF. Catheter securement systems: comparison of two investigational devices to a sutureless securement device, a securement dressing, and sutures in a pig model. *Intensive Care Med Exp*. 2015;3(1):60.
 121. Zerla PA, Canelli A, Cerne L, Caravella G, Gilardini A, De Luca G, et al. Evaluating safety, efficacy, and cost-effectiveness of PICC securement by subcutaneously anchored stabilization device. *J Vasc Access*. 2017;18(3):238-42.
 122. Dawson RB. PICC Zone Insertion MethodTM (ZIMTM): A Systematic Approach to Determine the Ideal Insertion Site for PICCs in the Upper Arm. *The Journal of the Association for Vascular Access*. 16(3):162-5.
 123. Nifong TP, McDevitt TJ. The effect of catheter to vein ratio on blood flow rates in a simulated model of peripherally inserted central venous catheters. *Chest*. 2011;140(1):48-53.
 124. Moureau NL, Trick N, Nifong T, Perry C, Kelley C, Carrico R, et al. Vessel health and preservation (Part 1): a new evidence-based approach to vascular access selection and management. *J Vasc Access*. 2012;13(3):351-6.
 125. Naylor CL. Reduction of Malposition in Peripherally Inserted Central Catheters With Tip Location System. *Journal of the Association for Vascular Access*. 2007;12(1):29-31.
 126. Bowen Santolucito J. The Role of Peripherally Inserted Central Catheters in the Treatment of the Critically-ill. *The Journal of the Association for Vascular Access*. 12(4):208-17.
 127. Vesely TM. Central venous catheter tip position: a continuing controversy. *J Vasc Interv Radiol*. 2003;14(5):527-34.

128. Chopra V, Anand S, Hickner A, Buist M, Rogers MA, Saint S, et al. Risk of venous thromboembolism associated with peripherally inserted central catheters: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2013;382(9889):311-25.
129. Chopra V, O'Horo JC, Rogers MA, Maki DG, Safdar N. The risk of bloodstream infection associated with peripherally inserted central catheters compared with central venous catheters in adults: a systematic review and meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2013;34(9):908-18.
130. Bassetti M, Merelli M, Ansaldi F, de Florentiis D, Sartor A, Scarparo C, et al. Clinical and therapeutic aspects of candidemia: a five year single centre study. *PLoS One*. 2015;10(5):e0127534.
131. Sakai T, Kohda K, Konuma Y, Hiraoka Y, Ichikawa Y, Ono K, et al. A role for peripherally inserted central venous catheters in the prevention of catheter-related blood stream infections in patients with hematological malignancies. *Int J Hematol*. 2014;100(6):592-8.
132. Chopra V, Ratz D, Kuhn L, Lopus T, Chenoweth C, Krein S. PICC-associated bloodstream infections: prevalence, patterns, and predictors. *Am J Med*. 2014;127(4):319-28.
133. Cowl CT, Weinstock JV, Al-Jurf A, Ephgrave K, Murray JA, Dillon K. Complications and cost associated with parenteral nutrition delivered to hospitalized patients through either subclavian or peripherally-inserted central catheters. *Clin Nutr*. 2000;19(4):237-43.
134. Patel GS, Jain K, Kumar R, Strickland AH, Pellegrini L, Slavotinek J, et al. Comparison of peripherally inserted central venous catheters (PICC) versus subcutaneously implanted port-chamber catheters by complication and cost for patients receiving chemotherapy for non-haematological malignancies. *Support Care Cancer*. 2014;22(1):121-8.
135. Fletcher JJ, Wilson TJ, Rajajee V, Stetler WR, Jr., Jacobs TL, Sheehan KM, et al. A Randomized Trial of Central Venous Catheter Type and Thrombosis in Critically Ill Neurologic Patients. *Neurocrit Care*. 2016;25(1):20-8.
136. Zochios V, Umar I, Simpson N, Jones N. Peripherally inserted central catheter (PICC)-related thrombosis in critically ill patients. *J Vasc Access*. 2014;15(5):329-37.
137. Bonizzoli M, Batacchi S, Cianchi G, Zagli G, Lapi F, Tucci V, et al. Peripherally inserted central venous catheters and central venous catheters related thrombosis in post-critical patients. *Intensive Care Med*. 2011;37(2):284-9.
138. Malinoski D, Ewing T, Bhakta A, Schutz R, Imayanagita B, Casas T, et al. Which central venous catheters have the highest rate of catheter-associated deep venous thrombosis: a prospective analysis of 2,128 catheter days in the surgical intensive care unit. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;74(2):454-60; discussion 61-2.
139. Chopra V, Fallouh N, McGuirk H, Salata B, Healy C, Kabaeva Z, et al. Patterns, risk factors and treatment associated with PICC-DVT in hospitalized adults: A nested case-control study. *Thromb Res*. 2015;135(5):829-34.
140. Sharp R, Cummings M, Fielder A, Mikocka-Walus A, Grech C, Esterman A. The catheter to vein ratio and rates of symptomatic venous thromboembolism in patients with a peripherally inserted central catheter (PICC): a prospective cohort study. *Int J Nurs Stud*. 2015;52(3):677-85.
141. Konstantinou EA, Karampinis DF, Mitsos AP, Konstantinou MI, Mariolis-Sapsakos T, Kapritsou M, et al. Central vascular catheters versus peripherally inserted central catheters in nurse anesthesia. A perspective within the Greek health system. *J Vasc Access*. 2013;14(4):373-8.
142. Bortolussi R, Zotti P, Conte M, Marson R, Polesel J, Colussi A, et al. Quality of Life, Pain Perception, and Distress Correlated to Ultrasound-Guided Peripherally Inserted Central Venous Catheters in Palliative Care Patients in a Home or Hospice Setting. *J Pain Symptom Manage*. 2015;50(1):118-23.
143. Tejedor SC, Tong D, Stein J, Payne C, Dressler D, Xue W, et al. Temporary central venous catheter utilization patterns in a large tertiary care center: tracking the "idle central venous catheter". *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2012;33(1):50-7.
144. Viart H, Combe C, Martinelli T, Thomas J, Hida H. [Comparison between implantation costs of peripherally inserted central catheter and implanted subcutaneous ports]. *Ann Pharm Fr*. 2015;73(3):239-44.

145. Simcock L. No Going Back: Advantages of Ultrasound- Guided Upper Arm PICC Placement. *Journal of the Association for Vascular Access*. 2008;13(4):191-7.
146. Yamamoto AJ, Solomon JA, Soulen MC, Tang J, Parkinson K, Lin R, et al. Sutureless securement device reduces complications of peripherally inserted central venous catheters. *J Vasc Interv Radiol*. 2002;13(1):77-81.
147. Marschall J, Leone C, Jones M, Nihill D, Fraser VJ, Warren DK. Catheter-associated bloodstream infections in general medical patients outside the intensive care unit: a surveillance study. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2007;28(8):905-9.
148. Ziegler MJ, Pellegrini DC, Safdar N. Attributable mortality of central line associated bloodstream infection: systematic review and meta-analysis. *Infection*. 2015;43(1):29-36.
149. Ferrer C, Almirante B. [Venous catheter-related infections]. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2014;32(2):115-24.
150. Rosenthal VD, Al-Abdely HM, El-Kholy AA, AlKhawaja SAA, Leblebicioglu H, Mehta Y, et al. International Nosocomial Infection Control Consortium report, data summary of 50 countries for 2010-2015: Device-associated module. *Am J Infect Control*. 2016;44(12):1495-504.
151. Mercedes P, Grupo de trabajo de SEPSIS SEMICYUC. ESTUDIO NACIONAL DE VIGILANCIA DE INFECCIÓN NOSOCOMIAL EN SERVICIOS DE MEDICINA INTENSIVA ENVIN. 2019. [Consultado el 15 Mar 2020] Disponible en: <https://hws.vhebron.net/envin-helics/Help/Informe%20ENVIN-UCI%202019.pdf>
152. Templeton A, Schlegel M, Fleisch F, Rettenmund G, Schöbi B, Henz S, et al. Multilumen central venous catheters increase risk for catheter-related bloodstream infection: prospective surveillance study. *Infection*. 2008;36(4):322-7.
153. Beghetto MG, Victorino J, Teixeira L, de Azevedo MJ. Parenteral nutrition as a risk factor for central venous catheter-related infection. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2005;29(5):367-73.

***ANEXO 1 – EL PROCESO DE IMPLANTACIÓN DE
LOS CATÉTERES PICC EN IMÁGENES***

1. Material necesario

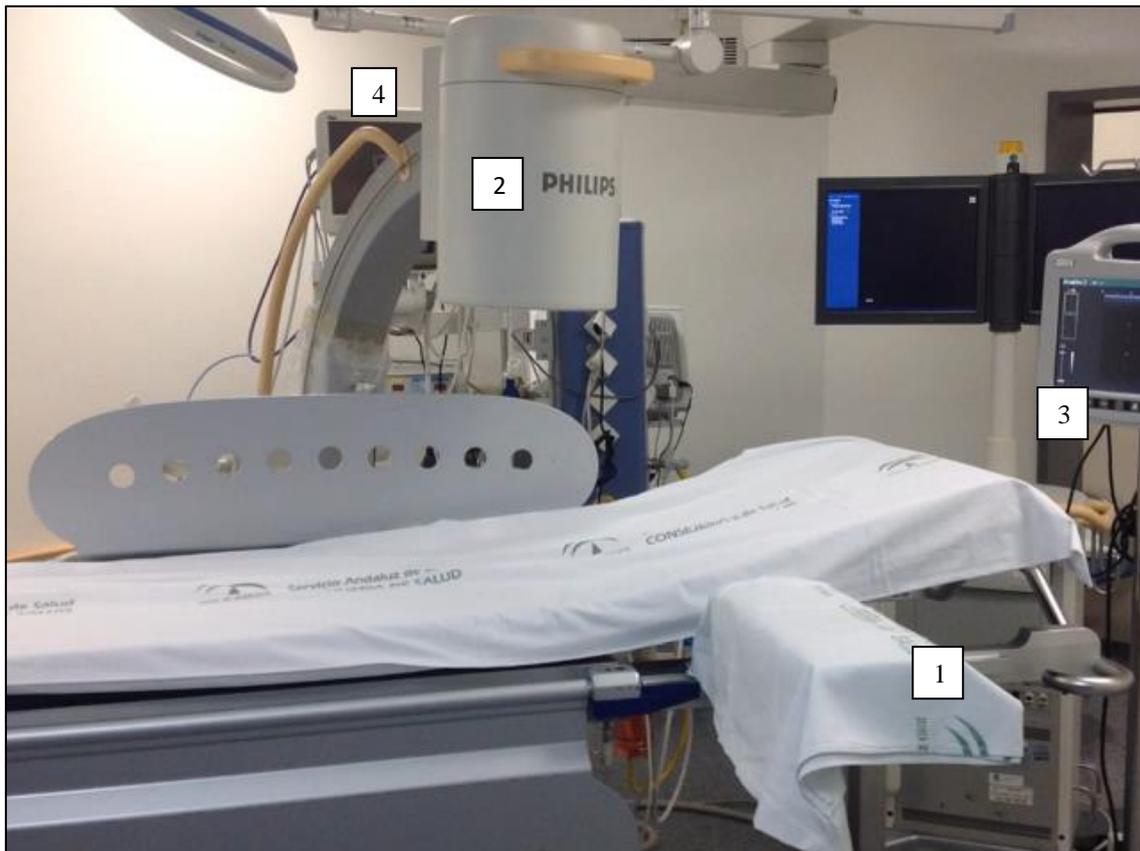


Figura A1.1 Como se puede observar en esta imagen la sala para la colocación de los catéteres PICC cuenta con una camilla con soporte para el brazo (1), un equipo de radioescopía (2), un equipo de ultrasonidos (3) y un monitor (4). Se trata de una sala plomada diseñada para la realización de técnicas invasivas.

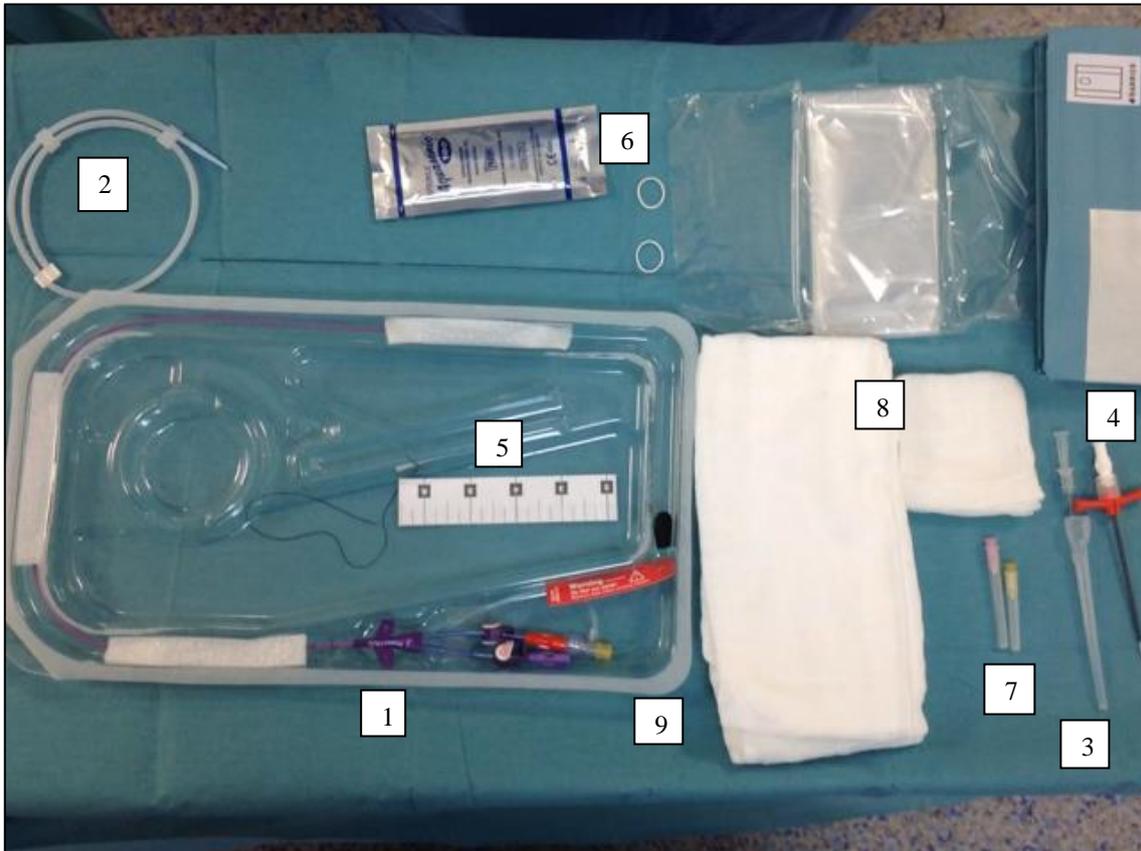


Figura A1.2 Es habitual que los catéteres vengan presentados en forma de “kit” que incluyen el catéter (1), la guía (2), la aguja para micropunción (3), el introductor con el dilatador en su interior (4) y una cinta de medición (5). La funda para el ecógrafo y el gel estéril pueden venir en el mismo kit o de forma separada (6). En la imagen se puede observar la aguja de carga y la aguja subcutánea para la administración de anestésico local (7), así como compresas y gasas (8). Este catéter presenta una segunda guía cuyo objetivo es otorgar soporte durante la introducción del PICC (9).

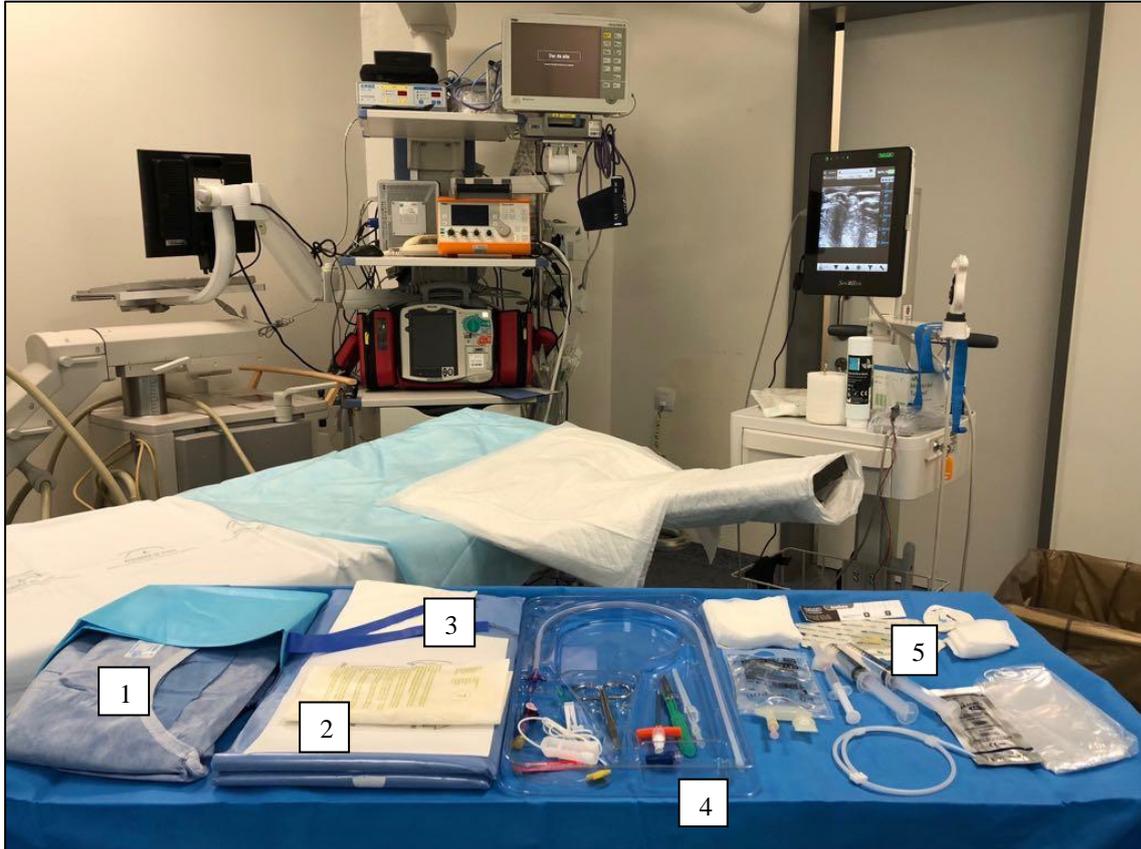


Figura A1.3 La sala con el material para la colocación del PICC quedaría dispuesto de esta manera. En esta imagen pueden apreciarse otros elementos necesarios para la realización del procedimiento como son la bata estéril (1), la sabana estéril (2), el compresor (3), el bisturí (4) y el apósito (5).

2. Selección de la vena

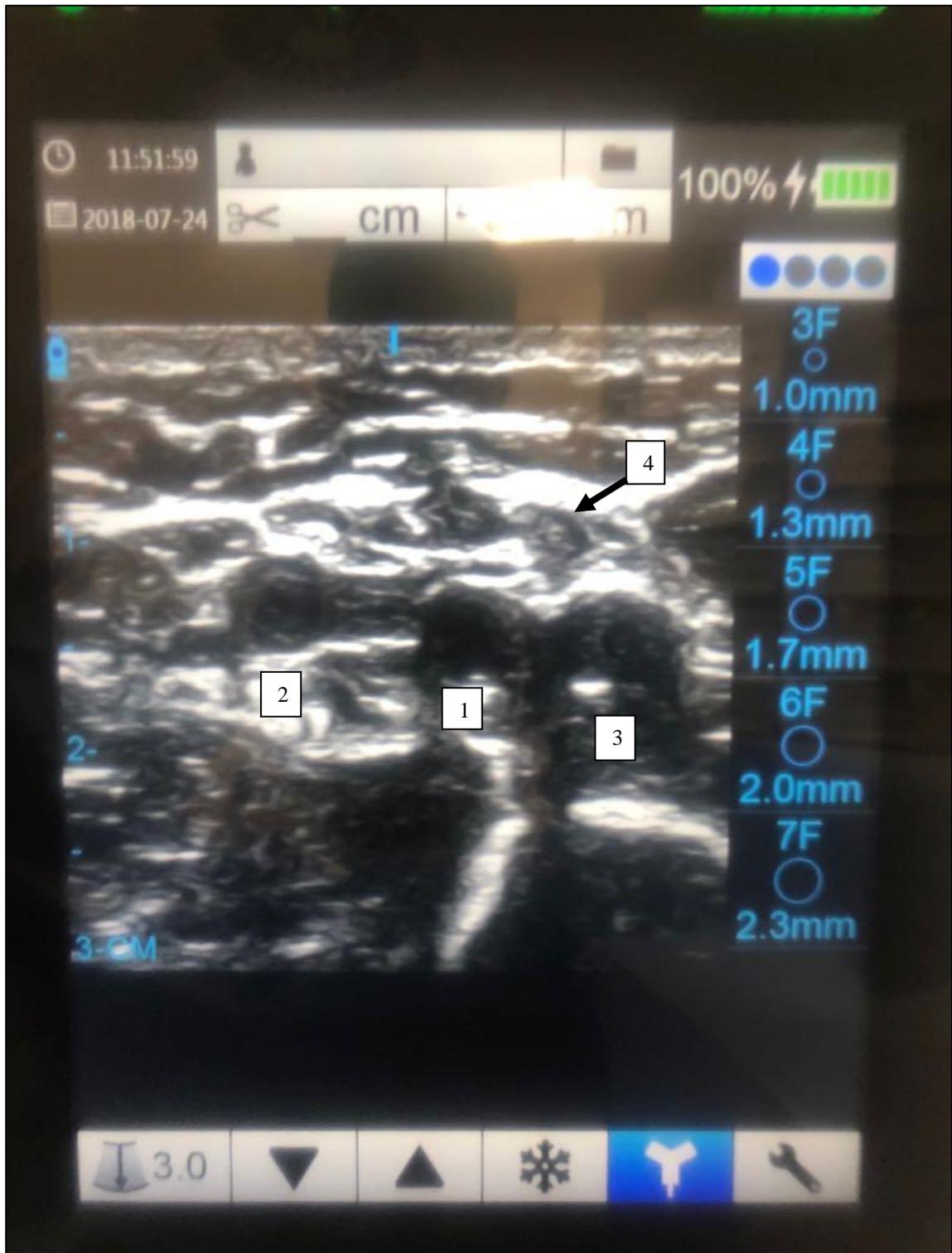


Figura A1.4 Previo al procedimiento se realiza un estudio ecográfico para identificar la arteria braquial (1), la vena basilica (2), la vena/s braquial/es (3) y el nervio mediano (4).

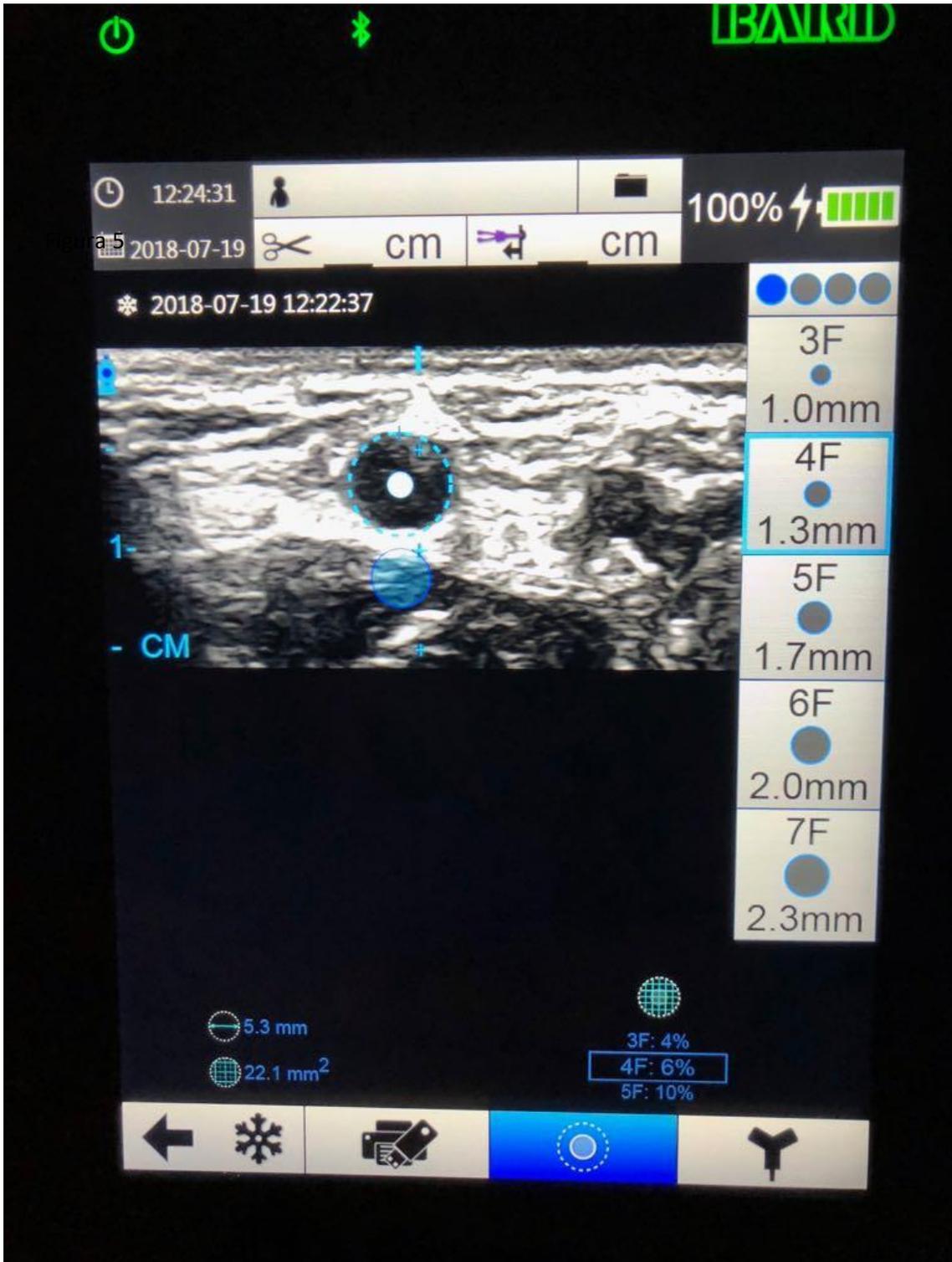


Figura A1.5 La vena seleccionada se debe medir y comparar con el calibre del catéter que se desea introducir.

3. Preparación del campo



Figura A1.6 Se coloca el compresor en el brazo (1) y el sistema de detección de la punta del catéter si se va a utilizar (2). El brazo se limpia y desinfecta previo a la intervención y se coloca un paño estéril bajo el brazo (3).



Figura A1.7 Se coloca la sábana estéril con abertura para el brazo.

4. Punción eco-dirigida e introducción de la guía

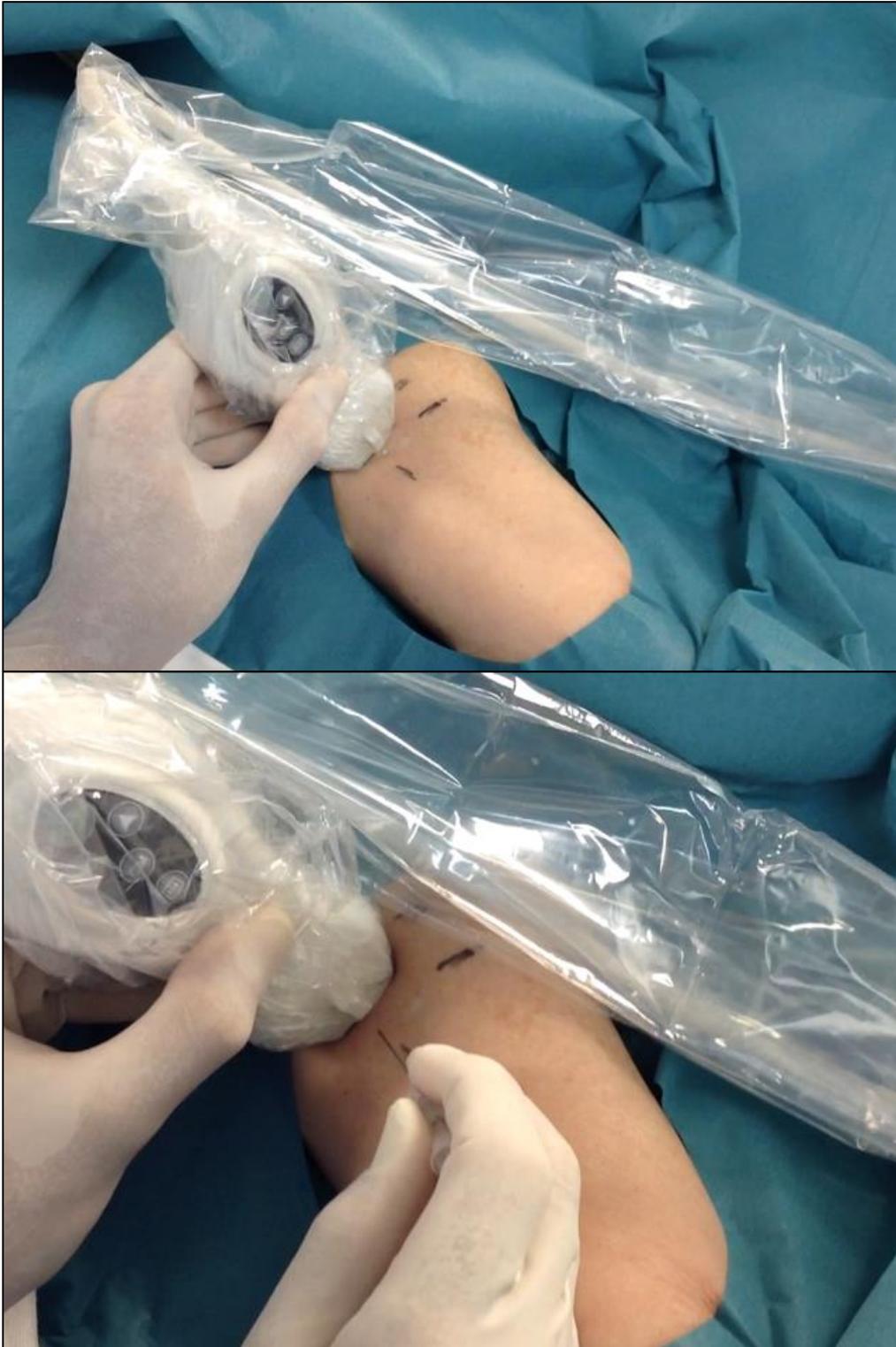


Figura A1.8 Se vuelve a realizar el estudio ecográfico en condiciones de esterilidad y se procede a la punción con visualización directa durante el procedimiento.

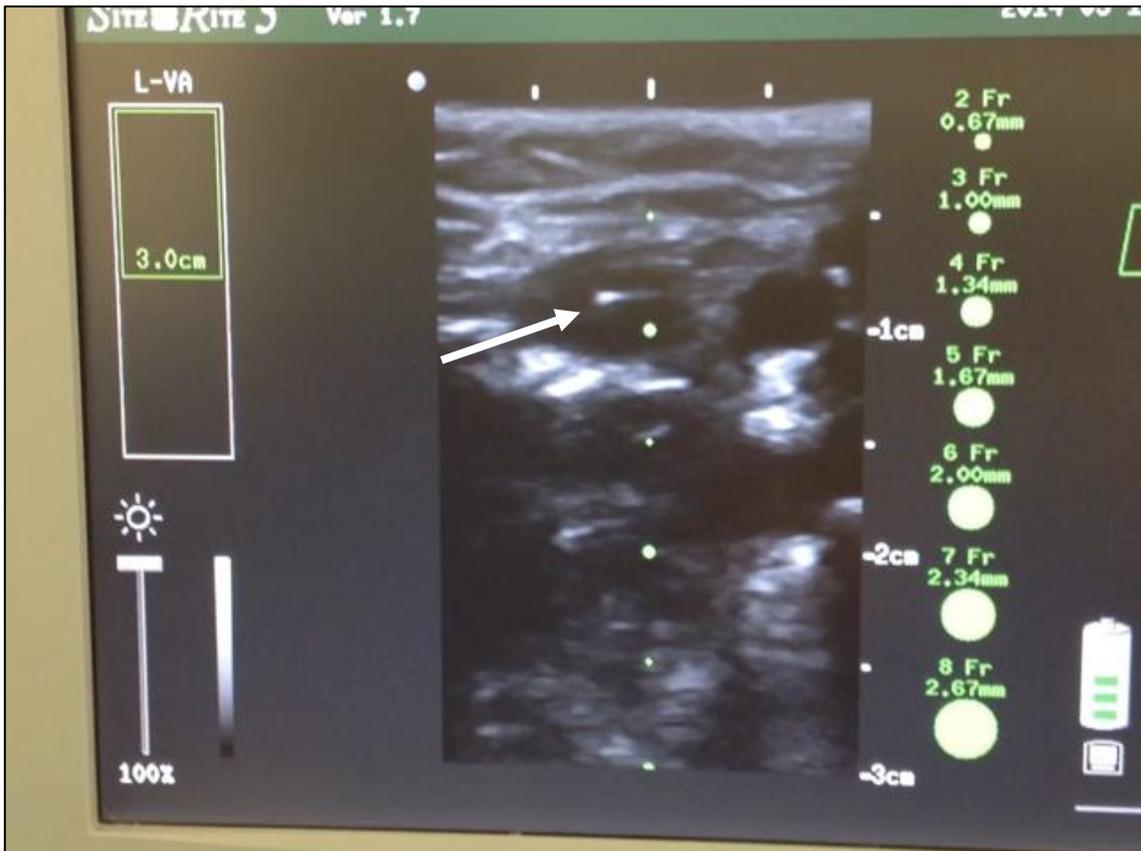


Figura A1.9 Se debe identificar la punta de la aguja durante todo el proceso hasta que se introduce en el vaso y queda alojada en el centro de este. Punta de la aguja (flecha).



Figura A1.10 Una vez comprobada la correcta situación de la punta de la aguja se procede a la introducción de la guía. Es habitual que al pichar la vena refluya sangre por la aguja.



Figura A1.11 Puede comprobarse la colocación de la guía en el interior de la vena al repetir el estudio ecográfico de forma longitudinal. Guía (flecha).

5. Colocación del introductor pelable



Figura A1.12 Una vez confirmado que la guía esta correctamente situada se procede a la colocación del introductor pelable. Dicho introductor (flecha blanca) presenta en su interior el dilatador (flecha negra).



Figura A1.13 La colocación del introductor puede ser complicada en algunas ocasiones, sobre todo si no se realiza un corte en la piel para que el dilatador no se deforme antes de dilatar la vena.

6. Preparación del catéter



Figura A1.14 Tras la colocación de la guía puede prepararse el catéter. Para esto debemos medir la distancia entre el punto de punción y la aurícula derecha y cortar el catéter a dicha medida. Para cortar el catéter debemos retirar la guía metálica interna del catéter en el caso de que disponga de ella (flecha). Habitualmente el catéter se purga con solución salina de forma previa a la colocación.

7. Introducción del catéter



Figura A1.15 Para introducir el catéter se retira el dilatador y la guía dejando, únicamente, el introductor pelable. En este procedimiento también es habitual que se produzca un sangrado. Para disminuir este sangrado se puede retirar el compresor, si continuaba colocado, comprimir levemente sobre el extremo distal del dilatador y minimizar el tiempo entre la retirada del dilatador y la introducción del catéter.

8. Comprobación de la colocación del catéter con sistema de localización de punta del catéter o radioscopia



Figura A1.16 Existen varias formas de comprobación de la colocación del catéter. El dispositivo utilizado en esta imagen combina un detector magnético (1) de la punta del catéter con un registro intracavitario de la onda p (2).



Figura A1.17 Gracias a esto se puede identificar la situación, profundidad y relación con el nodo sinusal de la punta del catéter.

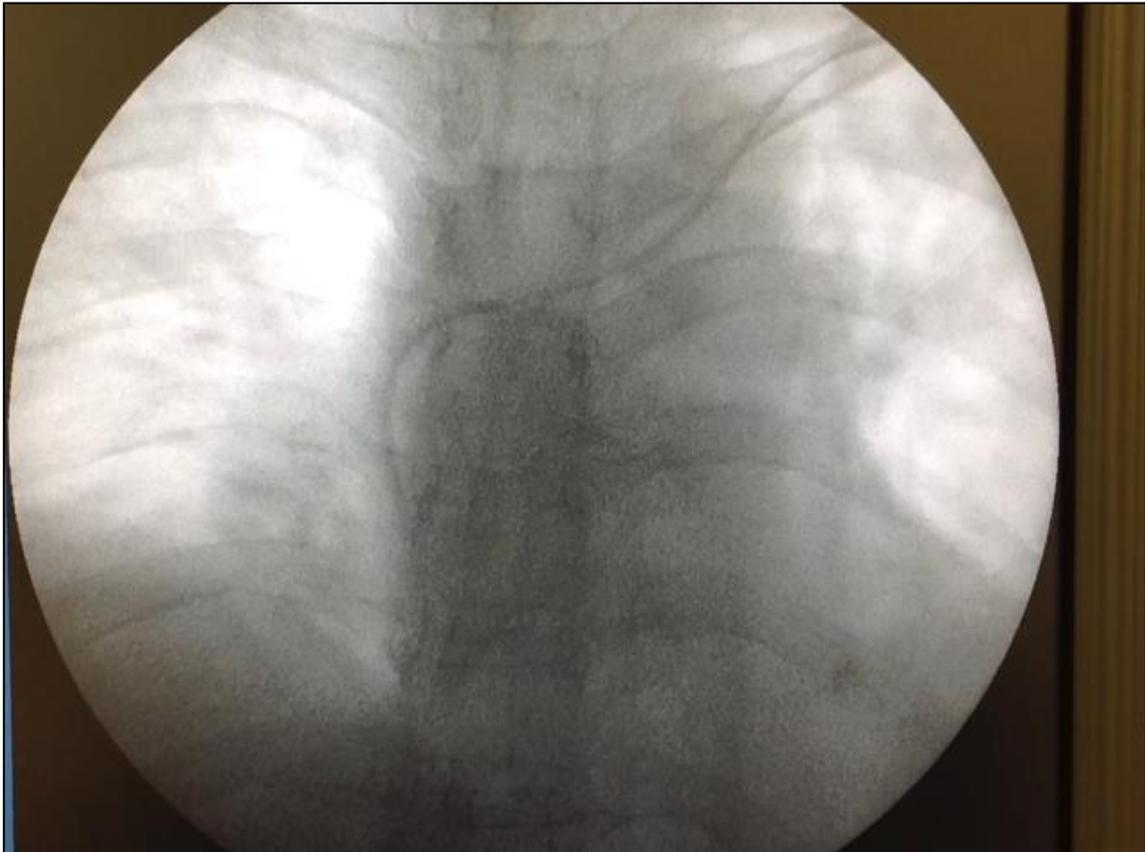


Figura A1.18 La realización de una radiografía de tórax o un estudio de radioscopia durante la implantación han sido los métodos clásicos utilizados.

9. Retirada del introductor pelable



Figura A1.19 El introductor colocado puede ser extraído separando ambas mitades una vez que sabemos que el catéter está en la posición correcta.

10. Comprobación de permeabilidad del catéter

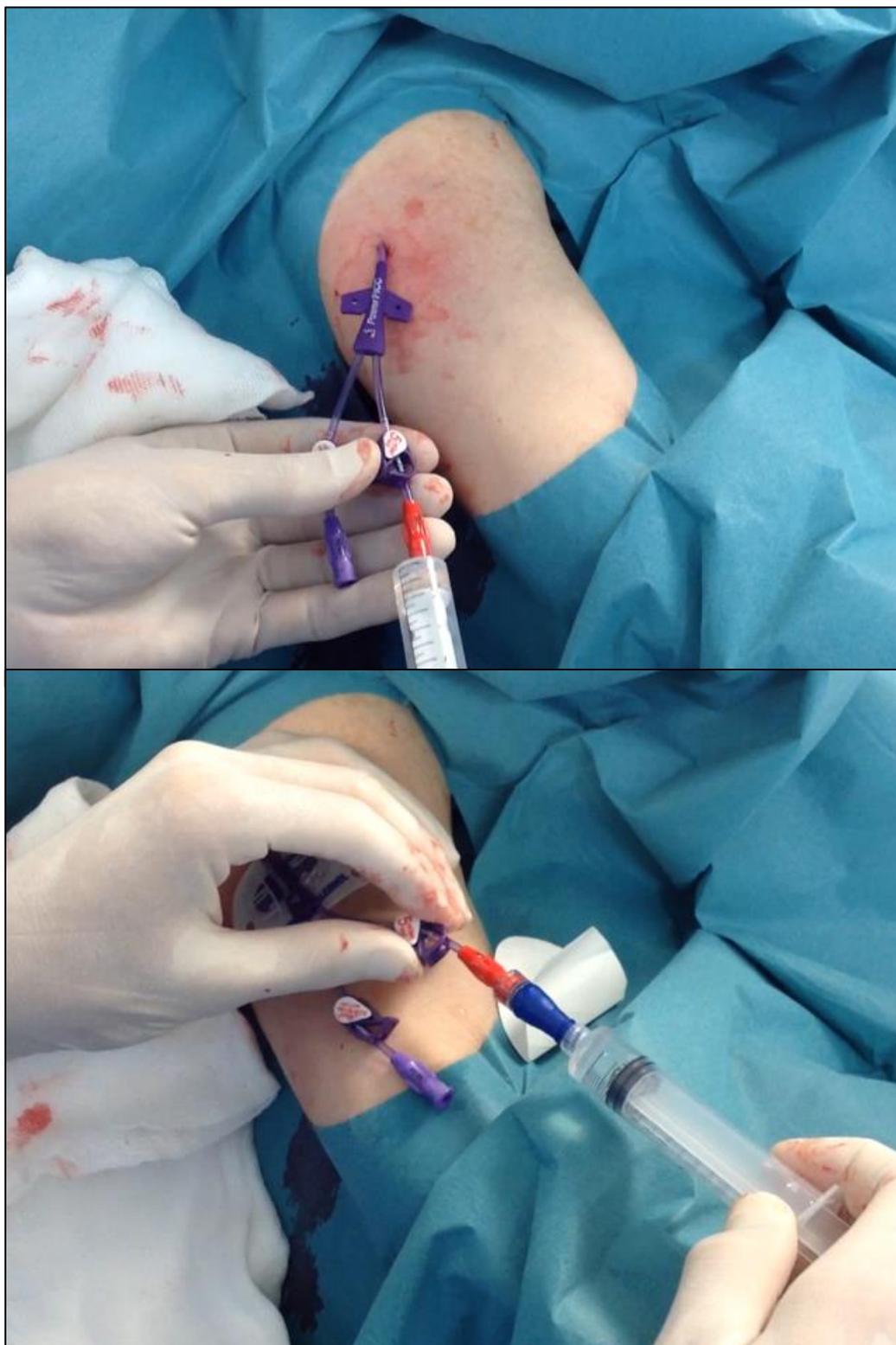


Figura A1.20 Es importante comprobar el correcto funcionamiento del catéter y dejar el mismo purgado con suero salino o solución de heparina a baja concentración.

11.Fijado y colocación de apósito



Figura A1.21 El dispositivo se fija con un sistema sin sutura (1) y se protege con apósito estéril (2).

12. Protección de luces con venda no compresiva



Figura A1.22 Para finalizar se pueden proteger las luces del catéter con un vendaje no compresivo que mejora la seguridad del catéter y suele resultar más cómodo para el paciente.

***ANEXO 2 – ARTÍCULOS INCLUIDOS EN LA
REVISIÓN SISTEMÁTICA***

Autor	Revista	Índice Q	Año	País	Diseño
Abdullah et al (1)	Br J Radiol	Q1	2005	Malasia	Descriptivo
Abi-Nader et al (2)	Heart Lung	Q3	1993	-	Prospectivo
Ahn et al (3)	J Oncol Pract	Q1	2013	EEUU	Retrospectivo
Ajenjo MC (4)	Infect Control Hosp Epidemiol	Q1	2011	EEUU	Descriptivo
Akers et al (5)	J Hosp Med	Q1	2009	EEUU	Descriptivo
Al Raiy et al (6)	AJIC	Q1	2010	EEUU	Prospectivo
Al-Tawfiq et al (7)	Ann Saudi Med	Q2	2012	Arabia Saudi	Descriptivo
Alexandrou et al (8)	Crit Care Med	Q1	2014	Australia	Descriptivo
Alhimyary et al (9)	Nutr Clin Pract	Q1	1996	EEUU	Descriptivo
Allen et al (10)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2000	EEUU	Retrospectivo
Alport et al (11)	Can Assoc Radiol J	Q3	2012	Canada	Descriptivo
Andrews et al (12)	AJR Am J Roentgenol	Q1	1992	EEUU	Descriptivo
Armstrong et al (13)	Burns	Q1	2013	EEUU	ProspRetrosp
Austin et al (14)	J Burn Care Res	Q1	2015	Canada	Retrospectivo
Aw et al (15)	Thromb Res	Q2	2012	Canada	Retrospectivo
Baharoon et al (16)	Ann Saudi Med	Q2	2011	Arabia Saudi	Descriptivo
Bai et al (17)	J Cancer Res Ther	Q3	2013	China	Randomizado
Baiocco et al (18)	Rev Lat Am Enfermagem	Q2	2010	Brasil	Descriptivo
Baldinelli et al (19)	J Vasc Access	Q2	2015	Italia	Descriptivo
Barton et al (20)	Br J Nurs	Q2	2016	Inglaterra	Descriptivo
Barun et al (21)	J Burn Care Res	Q1	2014	EEUU	Retrospectivo
Bassetti et al (22)	PLoS One	Q1	2015	Italia	Retrospectivo
Baxi et al (23)	Infect Control Hosp Epidemiol	Q1	2013	EEUU	Retrospectivo
Bay et al (24)	Chinese journal of clinical nutrition	Q4	2010	China	Descriptivo
Beccaria et al (25)	J Vasc Access	Q2	2015	Italia	Revisión
Bellesi et al (26)	Support Care Cancer	Q2	2013	Italia	Descriptivo
Bertoglio et al (27)	J Surg Oncol	Q1	2016	Italia	Prospectivo
Betegniet al (28)	Rev Mal Respir	Q3	2014	Francia	Descriptivo
Bhakta et al (29)	Dis Colon Rectum	Q1	2015	EEUU	Retrospectivo
Black et al (30)	Crit Care Med	Q1	2000	EEUU	Prospectivo
Bonizzoli et al (31)	Intensive Care Med	Q1	2011	Italia	Prospectivo
Bortolussi et al (32)	J Pain Symptom Manage	Q1	2015	Italia	Descriptivo
Botella-Carretero et al (33)	JPEN J Parenter Enteral Nutr.	Q1	2013	España	Prospectivo
Bottino et al (34)	Cancer	Q1	1979	EEUU	Descriptivo
Bouzad et al (35)	Cardiovasc Intervent Radiol	Q1	2016	Francia	Retrospectivo
Brown et al (36)	J Intraven Nurs	Q4	1989	-	Descriptivo
Burgess et al (37)	Anesthesiology	Q1	1977	EEUU	Prospectivo
Butler et al (38)	Cardiovasc Intervent Radiol	Q1	2011	EEUU	Retrospectivo

Cales et al (39)	JAVA	Q3	2016	EEUU	Randomizado
Cape et al (40)	JPEN J Parenter Enteral Nutr.	Q1	2014	EEUU	Retrospectivo
Cardella et al (41)	J Vasc Interv Radiol	Q1	1996	EEUU	Descriptivo
Cardella et al (42)	J Vasc Interv Radiol	Q1	1993	EEUU	Descriptivo
Catalano et al (43)	Acta Radiol	Q1	2011	Italia	Descriptivo
Chaitowitz et al (44)	Australas Radiol	Q4	2006	Australia	Retrospectivo
Chan et al (45)	Trials	Q1	2017	Australia	Descriptivo
Chemaly et al (46)	Clin Infect Dis	Q1	2002	EEUU	Retrospectivo
Chen et al (47)	Zhonghua Zhong Liu Za Zhi	Q3	2015	China	Retrospectivo
Chen et al (48)	J Cancer Res Ther	Q3	2014	China	ProspRetrosp
Chlebicki et al (49)	Singapore Med J	Q2	2003	Singapur	Descriptivo
Chopra et al (50)	J Am Geriatr Soc	Q1	2015	EEUU	Descriptivo
Chopra et al (51)	Thromb Res	Q2	2015	EEUU	Retrospectivo
Chopra et al (52)	J Thromb Haemost	Q1	2014	EEUU	Retrospectivo
Chopra et al (53)	Am J Med	Q1	2014	EEUU	Retrospectivo
Chopra et al (54)	J Hosp Med	Q1	2013	EEUU	Descriptivo
Chopra et al (55)	Infect Control Hosp Epidemiol	Q1	2013	EEUU	Meta-análisis
Chopra et al (56)	Lancet	Q1	2013	EEUU	Meta-análisis
Chopra et al (57)	Am J Med	Q1	2008	EEUU	Revisión
Chrisman et al (58)	J Vasc Interv Radiol	Q1	1999	EEUU	Descriptivo
Christensen et al (59)	JPEN J Parenter Enteral Nutr.	Q1	2014	Alemania	Descriptivo
Chu et al (60)	Australas Radiol	Q4	2007	China	Descriptivo
Clemence et al (61)	J Infus Nurs	Q2	2014	EEUU	Revisión
Climo et al (62)	Infect Control Hosp Epidemiol	Q1	2003	EEUU	Transversal
Coady et al (63)	J Vasc Access	Q2	2015	Inglaterra	Prospectivo
Cornillon et al (64)	Support Care Cancer	Q1	2017	Italia	Descriptivo
Cortelezzia et al (65)	Leuk Lymphoma	Q2	2003	Italia	Retrospectivo
Cotogni et al (66)	Support Care Cancer	Q2	2015	Italia	Descriptivo
Cotogni et al (67)	JPEN J Parenter Enteral Nutr.	Q1	2012	Italia	Prospectivo
Cowl et al (68)	Clin Nutr	Q2	2000	EEUU	Randomizado
Coyle et al (69)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2004	EEUU	Prospectivo
Curto-García et al (70)	Support Care Cancer	Q1	2016	España	Descriptivo
Dale et al (71)	Appl Health Econ Health Policy	Q1	2016	Inglaterra	Descriptivo
DeLegge et al (72)	JPEN J Parenter Enteral Nutr.	Q1	2005	EEUU	Retrospectivo
DeLemos et al (73)	Crit Care Nurse	Q1	2011	EEUU	Descriptivo

Delgado Capel et al (74)	Rev Esp Quimioter	Q3	2012	España	Prospectivo
Donovan et al (75)	J Am Board Fam Pract	Q1	1996	EEUU	Descriptivo
Du et al (76)	J Med Imaging Radiat Oncol.	Q3	2008	Australia	Descriptivo
Duerksen et al (77)	JPEN J Parenter Enteral Nutr.	Q1	1999	Canada	Descriptivo
Dupont et al (78)	J Vasc Access	Q2	2015	Francia	Descriptivo
El Ters et al (79)	Am J Kidney Dis	Q1	2012	EEUU	Retrospectivo
Elen Hughes et al (80)	Br J Nurs	Q3	2014	Inglaterra	Descriptivo
Evans et al (81)	Chest	Q1	2013	EEUU	Prospectivo
Evans et al (82)	Chest	Q1	2010	EEUU	Prospectivo
Fallouh et al (83)	Am J Med	Q1	2015	EEUU	Revisión
Fan et al (84)	Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment	Q4	2014	China	Randomizado
Fearon et al (85)	J Burn Care Res	Q1	2010	EEUU	Retrospectivo
Feng et al (86)	Chinese journal of clinical nutrition	Q4	2010	China	Randomizado
Fletcher et al (87)	Neurocrit Care	Q1	2016	EEUU	Randomizado
Fletcher et al (88)	Neurocrit Care	Q1	2011	EEUU	Retrospectivo
Fong et al (89)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2001	EEUU	Prospectivo
Forauer et al (90)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2000	EEUU	Prospectivo
Fracchiolla et al (91)	Am J Hematol	Q1	2017	Italia	Prospectivo
Fry et al (92)	J Infus Nurs	Q2	2001	EEUU	Randomizado
Fu et al (93)	Zhonghua Zhong Liu Za Zhi	Q3	1999	China	Prospectivo
Fukuda et al (94)	J Vasc Access	Q2	2015	Japón	Randomizado
Funk et al (95)	Infect Control Hosp Epidemiol	Q1	2001	Canada	Retrospectivo
Fusco et al (96)	Prof Inferm	Q3	2016	Italia	Randomizado
Ge et al (97)	Zhonghua Zhong Liu Za Zhi	Q3	2008	China	Prospectivo
Gebauer et al (98)	Rofo	Q1	2004	Alemania	Descriptivo
Giuffrida et al (99)	Chest	Q1	1986	Corea del Sur	Prospectivo
Gong et al (100)	Asian Pac J Cancer Prev	Q3	2012	China	Descriptivo
Gonsalves et al (101)	Cardiovasc Intervent Radiol	Q2	2003	EEUU	Retrospectivo
Goodwin et al (102)	J Intraven Nurs	Q4	1993	-	Descriptivo
Goodwin et al (103)	J Intraven Nurs	Q4	1989	-	Descriptivo
Graham et al (104)	Am J Med	Q1	1991	EEUU	Descriptivo
Greene et al (105)	Am J Med	Q1	2015	EEUU	Retrospectivo
Griffiths et al (106)	Intensive Crit Care Nurs.	Q1	2002	Inglaterra	Prospectivo
Groote et al (107)	Ned Tijdschr Geneesk	Q4	2009	Holanda	Descriptivo

Grove et al (108)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2000	EEUU	Descriptivo
Gunst et al (109)	Surg Infect (Larchmt)	Q2	2011	EEUU	Retrospectivo
Haggett et al (110)	Alaska Med	Q4	1992	EEUU	Revisión
Haglund et al (111)	J Card Fail	Q1	2014	EEUU	Retrospectivo
Hahn et al (112)	Cardiovasc Intervent Radiol	Q1	1995	EEUU	Descriptivo
Haider et al (113)	J Pak Med Assoc.	Q2	2009	Pakistan	Prospectivo
Hammes et al (114)	Clin Nephrol	Q3	2015	EEUU	ProspRetrosp
Harrold et al (115)	Br J Nurs	Q2	2016	EEUU	Descriptivo
Harter et al (116)	Support Care Cancer	Q2	2003	Alemania	Prospectivo
Hashimoto et al (117)	Intern Med	Q3	2017	Japón	Descriptivo
Ho et al (118)	J Antimicrob Chemother.	Q1	2010	Singapur	Descriptivo
Hockley et al (119)	Crit Care Resusc	Q2	2007	Australia	Descriptivo
Hoffer et al (120)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2001	EEUU	Randomizado
Hoffer et al (121)	AJR Am J Roentgenol	Q1	1999	EEUU	Randomizado
Hoshal et al (122)	Arch Surg	Q4	1975	EEUU	Descriptivo
Houck et al (123)	J Infus Nurs	Q2	2007	EEUU	Descriptivo
Humphries et al (124)	Clin Nurse Spec	Q2	2012	EEUU	Descriptivo
Ibarra et al (125)	Rev Enferm	Q4	2013	España	Descriptivo
Islam et al (126)	J Oral Maxillofac Surg	Q1	2008	Australia	Descriptivo
Itkin et al (127)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2014	EEUU	Randomizado
James et al (128)	J Intraven Nurs	Q4	1993	EEUU	Descriptivo
Jeon et al (129)	J Vasc Access	Q2	2015	Korea del Sur	Descriptivo
Jia et al (130)	Chinese journal of clinical nutrition	Q4	2017	China	Randomizado
Johnston et al (131)	J Vasc Access	Q2	2012	Inglaterra	Randomizado
Kabsy et al (132)	Bull Cancer	Q3	2010	Francia	Descriptivo
Kang et al (133)	J Vasc Access	Q2	2017	China	Prospectivo
Kang et al (134)	J Vasc Access	Q2	2017	China	Prospectivo
Kang et al (135)	J Vasc Access	Q2	2016	China	Retrospectivo
Kang et al (136)	Clin Appl Thromb Hemost	Q3	2017	China	Retrospectivo
Kawasaki et al (137)	Gan To Kagaku Ryoho	Q4	1999	Japón	Descriptivo
Kim et al (138)	J Korean Med Sci	Q2	2010	Corea del Sur	Prospectivo
King et al (139)	South Med J	Q2	2006	EEUU	Retrospectivo
Konstantinou et al (140)	J Vasc Access	Q2	2013	Grecia	Randomizado
Koo et al (141)	Br J Radiol	Q2	2017	Australia	Retrospectivo
Krstenic et al (142)	JAVA	Q2	2008	-	Revisión
Kuramoto et al (143)	Anesth Analg	Q1	1975	-	Prospectivo
Kyle et al (144)	J Intraven Nurs	Q4	1990	-	Descriptivo

Lam et al (145)	Arch Intern Med	Q4	1994	EEUU	Retrospectivo
Lee et al (146)	J Clin Oncol	Q1	2006	Canada	Prospectivo
Lefebvre et al (147)	Support Care Cancer	Q1	2016	Francia	Retrospectivo
Lelkes et al (148)	Clin Imaging	Q3	2013	EEUU	Descriptivo
Leroyer et al (149)	Med Mal Infect	Q3	2013	Francia	Descriptivo
Li et al (150)	Eur J Oncol Nurs	Q2	2014	China	Descriptivo
Li et al (151)	Chinese journal of Evidence-Based Medicine	Q3	2013	China	Revisión
Liem et al (152)	J Vasc Surg	Q1	2012	EEUU	Retrospectivo
Lim et al (153)	Leuk Lymphoma	Q2	2013	EEUU	Retrospectivo
Lin et al (154)	Chinese journal of clinical nutrition	Q4	2008	China	Randomizado
Lin et al (155)	Blood	Q1	2004	EEUU	Descriptivo
Liu et al (156)	IJCEM	Q2	2015	China	Randomizado
Lobo et al (157)	J Hosp Med	Q1	2009	EEUU	Retrospectivo
Loewenthal et al (158)	Anesth Intensive Care	Q1	2002	Australia	Prospectivo
Loughran et al (159)	JPEN J Parenter Enteral Nutr.	Q1	1995	EEUU	Descriptivo
Loughran et al (160)	J Intraven Nurs	Q4	1992	EEUU	Descriptivo
Loupus et al (161)	JAVA	Q2	2008	Italia	Retrospectivo
Lozano et al (162)	J Comput Assist Tomogr	Q1	2012	EEUU	Prospectivo
Lumley et al (163)	Anaesth Intensive Care	Q1	1975		Descriptivo
Lyons et al (164)	J Infus Nurs	Q2	2014	EEUU	Descriptivo
MacDonald et al (165)	Can Anaesth Soc J	Q1	1977	Canada	Descriptivo
Major et al (166)	J Intraven Nurs	Q4	2000	EEUU	Descriptivo
Maki et al (167)	Mayo Clin Proc	Q1	2006	EEUU	Revisión
Malinoski et al (168)	J Trauma Acute Care Surg	Q1	2013	EEUU	Prospectivo
Marano et al (169)	Ann Surg Oncol	Q1	2014	Italia	Descriptivo
Markel et al (170)	J Intraven Nurs	Q4	1990	-	Descriptivo
Marnejon et al (171)	J Vasc Access	Q2	2012	EEUU	Retrospectivo
Martella et al (172)	Anticancer Drugs	Q4	2015	Italia	Retrospectivo
Martyak et al (173)	Am Surg	Q1	2017	EEUU	Prospectivo
Mazzola et al (174)	J Intraven Nurs	Q4	1999	EEUU	Prospectivo
McDiarmid et al (175)	J Infus Nurs	Q2	2006	Canada	Retrospectivo
McGill et al (176)	J Vasc Access	Q2	2015	EEUU	Descriptivo
McLemore et al (177)	Ann Vasc Surg	Q1	2006	EEUU	Retrospectivo
Mermis et al (178)	Ann Am Thorac Soc	Q1	2014	EEUU	Retrospectivo
Merrell et al (179)	West J Med	Q2	1994	EEUU	Descriptivo
Meyer et al (180)	JAVA	Q2	2011	EEUU	Descriptivo
Minkovich et al (181)	Can J Anaesth	Q1	2011	Canada	Retrospectivo

Mitrovic et al (182)	Lijec Vjesn	Q3	2014	Croacia	Descriptivo
Miyagaki et al (183)	Clin Nutr	Q1	2012	Japón	Randomizado
Molaza-Duranto et al (184)	Enferm Clin	Q3	2012	España	Descriptivo
Mollee et al (185)	J Hosp Infect	Q1	2011	Australia	Prospectivo
Molloy et al (186)	J Clin Nurs	Q1	2008	Inglaterra	Prospectivo
Moran et al (187)	J Hosp Med	Q1	2014	EEUU	Prospectivo
Morano et al (188)	Support Care Cancer	Q2	2015	Italia	Prospectivo
Moureau et al (189)	J Vasc Access	Q3	2002	EEUU	Descriptivo
Mundi et al (190)	Nutr Clin Pract	Q2	2016	EEUU	Descriptivo
Nash et al (191)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2009	Canada	Retrospectivo
Neuman et al (192)	Radiology	Q1	1998	EEUU	Descriptivo
Ng et al (193)	J Intensive Care Med	Q3	1996	EEUU	Descriptivo
Ng et al (194)	Br J Anaesth	Q1	1973	Inglaterra	Descriptivo
Nichols et al (195)	J Infus Nurs	Q2	2008	EEUU	Descriptivo
Nolan et al (196)	J Crit Care	Q1	2016	EEUU	Retrospectivo
Nunoo et al (197)	J Am Coll Surg	Q1	2011	Inglaterra	Prospectivo
O'Brien et al (198)	J Am Coll Radiol	Q1	2013	Canada	Prospectivo
Ong et al (199)	Australas Radiol	Q4	2006	Australia	Retrospectivo
Ong et al (200)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2010	Singapur	Randomizado
Ortega Lopez et al (201)	Evidentia	Q4	2011	España	Revisión
Ostroff et al (202)	J Infus Nurs	Q3	2017	EEUU	Descriptivo
Paauw et al (203)	JPEN J Parenter Enteral Nutr.	Q1	2008	EEUU	Prospectivo
Park et al (204)	J Infus Nurs	Q2	2015	Corea del Sur	Descriptivo
Park et al (205)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2008	Corea del Sur	Descriptivo
Parker et al (206)	J Bone Joint Surg Am	Q1	1995	EEUU	Descriptivo
Patel et al (207)	Support Care Cancer	Q2	2014	Australia	Randomizado
Paz-Fumagalli et al (208)	J Spinal Cord Med	Q3	1997	EEUU	Prospectivo
Pedersen et al (209)	BMC Infect Dis	Q1	2015	Dinamarca	Descriptivo
Periard et al (210)	J Thromb Haemost	Q1	2008	Suiza	Randomizado
Petree et al (211)	Radiol Technol	Q4	2012	EEUU	Revisión
Petroulias et al (212)	J Infus Nurs	Q3	2017	EEUU	Descriptivo
Pittiruti et al (213)	J Vasc Access	Q3	2014	Italia	Descriptivo
Pittiruti et al (214)	J Vasc Access	Q2	2012	Italia	Descriptivo
Pittiruti et al (215)	Crit Care	Q1	2012	Italia	Descriptivo
Polak et al (216)	AJR Am J Roentgenol	Q1	1998	EEUU	Prospectivo
Pongruangporn et al (217)	Infect Control Hosp Epidemiol	Q1	2013	EEUU	Retrospectivo

Potet et al (218)	Diagn Interv Imaging	Q2	2015	Francia	Descriptivo
Potet et al (219)	Eur Radiol	Q1	2013	Francia	Prospectivo
Qi et al (220)	Ann R Coll Surg Engl	Q3	2017	China	Retrospectivo
Qiu et al (221)	Int J Nurs Stud	Q1	2014	China	Prospectivo
Raad et al (222)	J Hosp Infect	Q2	1993	EEUU	Prospectivo
Refaei et al (223)	Ann Hematol	Q2	2016	Canada	Retrospectivo
Rhee et al (224)	Infect Control Hosp Epidemiol	Q1	2015	EEUU	Descriptivo
Roberto et al (225)	Rev Port Cir Cardiorac Vasc	Q4	2013	Portugal	Prospectivo
Rondina et al (226)	Am J Hematol	Q2	2007	EEUU	Prospectivo
Roslien et al (227)	J Nurses Staff Dev	Q1	2009	EEUU	ProspRetrosp
Rotzinger et al (228)	Acta Radiol	Q1	2017	Alemania	Retrospectivo
Russell et al (229)	J Cancer Res Ther	Q3	2014	Australia	Descriptivo
Rutherford et al (230)	J Intraven Nurs	Q4	1988	-	Descriptivo
Rutherford et al (231)	J Intraven Nurs	Q4	1988	-	Descriptivo
Safdar et al (232)	Chest	Q1	2005	EEUU	Prospectivo
Sainathan et al (233)	J Vasc Access	Q3	2014	EEUU	Descriptivo
Sakai et al (234)	Int J Hematol	Q2	2014	Japón	Retrospectivo
Schuman et al (235)	Am J Surg	Q1	1987	EEUU	Descriptivo
Schweickert et al (236)	Crit Care Med	Q1	2009	EEUU	Randomizado
Seeley et al (237)	J Infus Nurs	Q2	2007	EEUU	Descriptivo
Sharp et al (238)	J Infus Nurs	Q2	2015	Australia	Descriptivo
Sharp et al (239)	Int J Nurs Stud	Q1	2015	Australia	Prospectivo
Sharp et al (240)	Int J Nurs Stud	Q1	2014	Australia	Retrospectivo
Shen et al (241)	Chinese journal of Evidence-Based Medicine	Q3	2014	China	Revisión
Shi et al (242)	J Int Med Res	Q2	2014	China	Prospectivo
Simcock et al (243)	JAVA	Q2	2008	Inglaterra	Descriptivo
Skaff et al (244)	Leuk Lymphoma	Q2	2012	Canada	Retrospectivo
Smith et al (245)	J Electrocardiol	Q2	2010	EEUU	Descriptivo
Smith et al (246)	Am J Surg	Q1	1998	EEUU	Retrospectivo
Smith et al (247)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2017	EEUU	Prospectivo
Snelling et al (248)	J Intraven Nurs	Q4	2001	Canada	ProspRetrosp
Sofocleous et al (249)	AJR Am J Roentgenol	Q1	1998	EEUU	Descriptivo
Song et al (250)	Burns	Q1	2016	Corea del Sur	Descriptivo
Song et al (251)	Int J Nurs Pract	Q2	2014	China	Descriptivo
Sorensen et al (252)	Acta Chir Scand	Q1	1975	-	Randomizado
Sperry et al (253)	J Vasc Access	Q2	2012	EEUU	Retrospectivo
Steele et al (254)	J Infus Nurs	Q2	2014	Canada	Retrospectivo
Strahilevitz et al (255)	Leuk Lymphoma	Q2	2001	Israel	Retrospectivo

Sung-yu et al (256)	Chin J Radiol	Q4	2004	China	Descriptivo
Szeinbach et al (257)	J Eval Clin Pract	Q2	2015	EEUU	Descriptivo
Tejedor et al (258)	Infect Control Hosp Epidemiol	Q1	2012	EEUU	Retrospectivo
Thibodeau et al (259)	J Infus Nurs	Q2	2007	EEUU	Descriptivo
Tian et al (260)	Support Care Cancer	Q2	2010	China	ProspRetrosp
Tokars et al (261)	Ann Intern Med	Q1	1999	EEUU	Prospectivo
Touré et al (262)	Clin Nutr	Q1	2015	Francia	Prospectivo
Tran et al (263)	Leuk Lymphoma	Q2	2010	EEUU	Descriptivo
Trerotola et al (264)	Radiology	Q1	2010	EEUU	Prospectivo
Tsan et al (265)	Am J Infect Control	Q1	2010	EEUU	Retrospectivo
Tsan et al (266)	Am J Infect Control	Q1	2008	EEUU	Descriptivo
Valbousquet et al (267)	J Vasc Access	Q2	2015	Francia	Retrospectivo
Vanek et al (268)	J Intraven Nurs	Q4	1997	EEUU	Retrospectivo
Vashi et al (269)	BMC Infect Dis	Q1	2017	EEUU	Retrospectivo
Viart et al (270)	Ann Pharm Fr	Q3	2015	Francia	Descriptivo
Vidal et al (271)	J Radiol	Q1	2008	Francia	Descriptivo
Walshe et al (272)	J Clin Oncol	Q1	2002	EEUU	Descriptivo
Wang et al (273)	J Ultrasound Med	Q1	2009	EEUU	Descriptivo
Wang et al (274)	PLoS One	Q1	2015	China	Descriptivo
Wang et al (275)	J Vasc Access	Q2	2015	China	Descriptivo
Webre et al (276)	Anesthesiology	Q1	1973	EEUU	Descriptivo
Wilson et al (277)	J Infus Nurs	Q2	2014	EEUU	Prospectivo
Wilson et al (278)	Clin Neurol Neurosurg	Q2	2013	EEUU	Retrospectivo
Wilson et al (279)	Intensive Care Med	Q1	2012	EEUU	Retrospectivo
Winters et al (280)	J Thromb Haemost	Q1	2015	EEUU	Prospectivo
Wojnar et al (281)	J Infus Nurs	Q2	2013	EEUU	Descriptivo
Worth et al (282)	Support Care Cancer	Q1	2009	Australia	Prospectivo
Xing et al (283)	Asia Pac J Clin Oncol	Q3	2012	China	Retrospectivo
Yamada et al (284)	J Pain Symptom Manage	Q1	2010	Japón	Prospectivo
Yamamoto et al (285)	J Vasc Interv Radiol	Q1	2002	EEUU	Randomizado
Yap et al (286)	Eur J Cancer Care (Engl)	Q3	2006	Australia	Descriptivo
Ye et al (287)	ANZ J Surg	Q2	2016	Australia	Retrospectivo
Yi et al (288)	J Clin Nurs	Q1	2014	China	Prospectivo
Younghwan et al (289)	Burns	Q1	2015	Corea del Sur	Descriptivo
Yuan et al (290)	PLoS One	Q1	2017	China	Descriptivo
Yue et al (291)	Hu Li Za Zhi	Q4	2010	China	Descriptivo
Zhao et al (292)	Nutrition	Q1	2013	EEUU	Descriptivo
Zhu et al (293)	Chinese journal of clinical nutrition	Q4	2008	China	Descriptivo
Zochios et al (294)	J Vasc Access	Q3	2014	Inglaterra	Revisión

BIBLIOGRAFÍA DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

1. Abdullah BJ, Mohammad N, Sangkar JV, Abd Aziz YF, Gan GG, Goh KY, et al. Incidence of upper limb venous thrombosis associated with peripherally inserted central catheters (PICC). *Br J Radiol*. 2005;78(931):596-600.
2. Abi-Nader JA. Peripherally inserted central venous catheters in critical care patients. *Heart Lung*. 1993;22(5):428-34.
3. Ahn DH, Illum HB, Wang DH, Sharma A, Dowell JE. Upper extremity venous thrombosis in patients with cancer with peripherally inserted central venous catheters: a retrospective analysis of risk factors. *J Oncol Pract*. 2013;9(1):e8-12.
4. Ajenjo MC, Morley JC, Russo AJ, McMullen KM, Robinson C, Williams RC, et al. Peripherally inserted central venous catheter-associated bloodstream infections in hospitalized adult patients. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2011;32(2):125-30.
5. Akers AS, Chelluri L. Peripherally inserted central catheter use in the hospitalized patient: is there a role for the hospitalist? *J Hosp Med*. 2009;4(6):E1-4.
6. Al Raiy B, Fakih MG, Bryan-Nomides N, Hopfner D, Riegel E, Nenninger T, et al. Peripherally inserted central venous catheters in the acute care setting: A safe alternative to high-risk short-term central venous catheters. *Am J Infect Control*. 2010;38(2):149-53.
7. Al-Tawfiq JA, Abed MS, Memish ZA. Peripherally inserted central catheter bloodstream infection surveillance rates in an acute care setting in Saudi Arabia. *Ann Saudi Med*. 2012;32(2):169-73.
8. Alexandrou E, Spencer TR, Frost SA, Mifflin N, Davidson PM, Hillman KM. Central venous catheter placement by advanced practice nurses demonstrates low procedural complication and infection rates--a report from 13 years of service*. *Crit Care Med*. 2014;42(3):536-43.
9. Alhimyary A, Fernandez C, Picard M, Tierno K, Pignatone N, Chan HS, et al. Safety and efficacy of total parenteral nutrition delivered via a peripherally inserted central venous catheter. *Nutr Clin Pract*. 1996;11(5):199-203.
10. Allen AW, Megargell JL, Brown DB, Lynch FC, Singh H, Singh Y, et al. Venous thrombosis associated with the placement of peripherally inserted central catheters. *J Vasc Interv Radiol*. 2000;11(10):1309-14.
11. Alport B, Burbridge B, Lim H. Bard PowerPICC Solo2 vs Cook Turbo-Ject: A Tale of Two PICCs. *Can Assoc Radiol J*. 2012;63(4):323-8.
12. Andrews JC, Marx MV, Williams DM, Sproat I, Walker-Andrews SC. The upper arm approach for placement of peripherally inserted central catheters for protracted venous access. *AJR Am J Roentgenol*. 1992;158(2):427-9.
13. Armstrong SD, Thomas W, Neaman KC, Ford RD, Paulson J. The impact of antibiotic impregnated PICC lines on the incidence of bacteremia in a regional burn center. *Burns*. 2013;39(4):632-5.
14. Austin RE, Shahrokhi S, Bolourani S, Jeschke MG. Peripherally inserted central venous catheter safety in burn care: a single-center retrospective cohort review. *J Burn Care Res*. 2015;36(1):111-7.
15. Aw A, Carrier M, Kocerginski J, McDiarmid S, Tay J. Incidence and predictive factors of symptomatic thrombosis related to peripherally inserted central catheters in chemotherapy patients. *Thromb Res*. 2012;130(3):323-6.
16. Baharoon S, Almodaimeg H, Al Watban H, Al Jahdali H, Alenazi T, Al Sayyari A, et al. Home intravenous antibiotics in a tertiary care hospital in Saudi Arabia. *Ann Saudi Med*. 2011;31(5):457-61.
17. Bai XH, Zang S, Yu L. A comparison of two intravenous infusion devices in lung carcinoma patients receiving combined radiotherapy and chemotherapy. *J Cancer Res Ther*. 2013;9(4):664-7.
18. Baiocco GG, da Silva JL. The use of the peripherally inserted central catheter (PICC) in the hospital environment. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2010;18(6):1131-7.

19. Baldinelli F, Capozzoli G, Pedrazzoli R, Marzano N. Evaluation of the correct position of peripherally inserted central catheters: anatomical landmark vs. electrocardiographic technique. *J Vasc Access*. 2015;16(5):394-8.
20. Barton A. Confirming PICC tip position during insertion with real-time information. *Br J Nurs*. 2016;25 Suppl 2:S17-21.
21. Barsun A, Sen S, Palmieri TL, Greenhalgh DG. Peripherally inserted central line catheter infections in burn patients. *J Burn Care Res*. 2014;35(6):514-7.
22. Bassetti M, Merelli M, Ansaldi F, de Florentiis D, Sartor A, Scarparo C, et al. Clinical and therapeutic aspects of candidemia: a five year single centre study. *PLoS One*. 2015;10(5):e0127534.
23. Baxi SM, Shuman EK, Scipione CA, Chen B, Sharma A, Rasanathan JJ, et al. Impact of postplacement adjustment of peripherally inserted central catheters on the risk of bloodstream infection and venous thrombus formation. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2013;34(8):785-92.
24. BAI Y, Huiru H. Application of ultrasound-guided peripherally inserted central catheter insertion in elderly patients. *Chinese Journal of Clinical Nutrition*. 2010(1):16-8.
25. Beccaria P, Silvetti S, Mucci M, Battini I, Brambilla P, Zangrillo A. Contributing factors for a late spontaneous peripherally inserted central catheter migration: a case report and review of literature. *J Vasc Access*. 2015;16(3):178-82.
26. Bellesi S, Chiusolo P, De Pascale G, Pittiruti M, Scoppettuolo G, Metafuni E, et al. Peripherally inserted central catheters (PICCs) in the management of oncohematological patients submitted to autologous stem cell transplantation. *Support Care Cancer*. 2013;21(2):531-5.
27. Bertoglio S, Faccini B, Lalli L, Cafiero F, Bruzzi P. Peripherally inserted central catheters (PICCs) in cancer patients under chemotherapy: A prospective study on the incidence of complications and overall failures. *J Surg Oncol*. 2016;113(6):708-14.
28. Betegnie AL, Cracowski C, Bedouch P, Segond C, Robein-Dobremez MJ, Pin I, et al. [Peripherally inserted central catheter antibiotic therapy for cystic fibrosis patients]. *Rev Mal Respir*. 2014;31(9):822-30.
29. Bhakta A, Tafen M, Ahmed M, Ata A, Abraham C, Bruce D, et al. Risk of catheter-associated deep venous thrombosis in inflammatory bowel disease. *Dis Colon Rectum*. 2014;57(12):1379-83.
30. Black IH, Blosser SA, Murray WB. Central venous pressure measurements: peripherally inserted catheters versus centrally inserted catheters. *Crit Care Med*. 2000;28(12):3833-6.
31. Bonizzoli M, Batacchi S, Cianchi G, Zagli G, Lapi F, Tucci V, et al. Peripherally inserted central venous catheters and central venous catheters related thrombosis in post-critical patients. *Intensive Care Med*. 2011;37(2):284-9.
32. Bortolussi R, Zotti P, Conte M, Marson R, Polesel J, Colussi A, et al. Quality of Life, Pain Perception, and Distress Correlated to Ultrasound-Guided Peripherally Inserted Central Venous Catheters in Palliative Care Patients in a Home or Hospice Setting. *J Pain Symptom Manage*. 2015;50(1):118-23.
33. Botella-Carretero JI, Carrero C, Guerra E, Valbuena B, Arrieta F, Calanas A, et al. Role of peripherally inserted central catheters in home parenteral nutrition: a 5-year prospective study. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2013;37(4):544-9.
34. Bottino J, McCredie KB, Groschel DH, Lawson M. Long-term intravenous therapy with peripherally inserted silicone elastomer central venous catheters in patients with malignant diseases. *Cancer*. 1979;43(5):1937-43.
35. Bouzad C, Duron S, Bousquet A, Arnaud FX, Valbousquet L, Weber-Donat G, et al. Peripherally Inserted Central Catheter-Related Infections in a Cohort of Hospitalized Adult Patients. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2016;39(3):385-93.
36. Brown JM. Peripherally inserted central catheters--use in home care. *J Intraven Nurs*. 1989;12(3):144-7.
37. Burgess GE, 3rd, Marino RJ, Peuler MJ. Effect of head position on the location of venous catheters inserted via basilic veins. *Anesthesiology*. 1977;46(3):212-3.

38. Butler PJ, Sood S, Mojibian H, Tal MG. Previous PICC placement may be associated with catheter-related infections in hemodialysis patients. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2011;34(1):120-3.
39. Cales YK, Rheingans J, Steves J, Moretti M. Electrocardiogram-Guided Peripherally Inserted Central Catheter Tip Confirmation Using a Standard Electrocardiogram Machine and a Wide-Mouth Electrocardiogram Clip Compared with Traditional Chest Radiograph. *The Journal of the Association for Vascular Access*. 2016;21(1):44-54.
40. Cape AV, Mogensen KM, Robinson MK, Carusi DA. Peripherally inserted central catheter (PICC) complications during pregnancy. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2014;38(5):595-601.
41. Cardella JF, Cardella K, Bacci N, Fox PS, Post JH. Cumulative experience with 1,273 peripherally inserted central catheters at a single institution. *J Vasc Interv Radiol*. 1996;7(1):5-13.
42. Cardella JF, Fox PS, Lawler JB. Interventional radiologic placement of peripherally inserted central catheters. *J Vasc Interv Radiol*. 1993;4(5):653-60.
43. Catalano O, de Lutio di Castelguidone E, Sandomenico C, Petrillo M, Aprea P, Granata V, et al. Central venous device-related thrombosis as imaged with MDCT in oncologic patients: prevalence and findings. *Acta Radiol*. 2011;52(2):148-54.
44. Chaitowitz I, Heng R, Bell K. Managing peripherally inserted central catheter-related venous thrombosis: How I do it. *Australas Radiol*. 2006;50(2):132-5.
45. Chan RJ, Northfield S, Larsen E, Mihala G, Ullman A, Hancock P, et al. Central venous Access device SeCurement And Dressing Effectiveness for peripherally inserted central catheters in adult acute hospital patients (CASCADE): a pilot randomised controlled trial. *Trials*. 2017;18(1):458.
46. Chemaly RF, de Parres JB, Rehm SJ, Adal KA, Lisgaris MV, Katz-Scott DS, et al. Venous thrombosis associated with peripherally inserted central catheters: a retrospective analysis of the Cleveland Clinic experience. *Clin Infect Dis*. 2002;34(9):1179-83.
47. Chen L, Yu C, Li J. [Retrospective Analysis of Peripherally Inserted Central Catheter-related Vein Thrombosis in Lung Cancer Patients]. *Zhongguo Fei Ai Za Zhi*. 2015;18(9):549-53.
48. Chen W, Deng H, Shen L, Qin M, He L. A comprehensive intervention program on the long-term placement of peripherally inserted central venous catheters. *J Cancer Res Ther*. 2014;10(2):359-62.
49. Chlebicki MP, Teo EK. Review of peripherally inserted central catheters in the Singapore acute-care hospital. *Singapore Med J*. 2003;44(10):531-5.
50. Chopra V, Montoya A, Joshi D, Becker C, Brant A, McGuirk H, et al. Peripherally Inserted Central Catheter Use in Skilled Nursing Facilities: A Pilot Study. *J Am Geriatr Soc*. 2015;63(9):1894-9.
51. Chopra V, Fallouh N, McGuirk H, Salata B, Healy C, Kabaeva Z, et al. Patterns, risk factors and treatment associated with PICC-DVT in hospitalized adults: A nested case-control study. *Thromb Res*. 2015;135(5):829-34.
52. Chopra V, Ratz D, Kuhn L, Lopus T, Chenoweth C, Krein S. PICC-associated bloodstream infections: prevalence, patterns, and predictors. *Am J Med*. 2014;127(4):319-28.
53. Chopra V, Ratz D, Kuhn L, Lopus T, Lee A, Krein S. Peripherally inserted central catheter-related deep vein thrombosis: contemporary patterns and predictors. *J Thromb Haemost*. 2014;12(6):847-54.
54. Chopra V, Kuhn L, Flanders SA, Saint S, Krein SL. Hospitalist experiences, practice, opinions, and knowledge regarding peripherally inserted central catheters: results of a national survey. *J Hosp Med*. 2013;8(11):635-8.
55. Chopra V, O'Horo JC, Rogers MA, Maki DG, Safdar N. The risk of bloodstream infection associated with peripherally inserted central catheters compared with central venous catheters in adults: a systematic review and meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2013;34(9):908-18.
56. Chopra V, Anand S, Hickner A, Buist M, Rogers MA, Saint S, et al. Risk of venous thromboembolism associated with peripherally inserted central catheters: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2013;382(9889):311-25.

57. Chopra V, Anand S, Krein SL, Chenoweth C, Saint S. Bloodstream infection, venous thrombosis, and peripherally inserted central catheters: reappraising the evidence. *Am J Med.* 2012;125(8):733-41.
58. Chrisman HB, Omary RA, Nemcek AA, Ryu RK, Saker MB, Vogelzang RL. Peripherally inserted central catheters: guidance with use of US versus venography in 2,650 patients. *J Vasc Interv Radiol.* 1999;10(4):473-5.
59. Christensen LD, Rasmussen HH, Vinter-Jensen L. Regarding the Response to "Peripherally Inserted Central Catheter for Use in Home Parenteral Nutrition: A 4-Year Follow-up Study". *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 39. United States 2015. p. 761-2.
60. Chu FS, Cheng VC, Law MW, Tso WK. Efficacy and complications in peripherally inserted central catheter insertion: a study using 4-Fr non-valved catheters and a single infusate. *Australas Radiol.* 2007;51(5):453-7.
61. Clemence BJ, Maneval RE. Risk factors associated with catheter-related upper extremity deep vein thrombosis in patients with peripherally inserted central venous catheters: literature review: part 1. *J Infus Nurs.* 2014;37(3):187-96.
62. Climo M, Diekema D, Warren DK, Herwaldt LA, Perl TM, Peterson L, et al. Prevalence of the use of central venous access devices within and outside of the intensive care unit: results of a survey among hospitals in the prevention epicenter program of the Centers for Disease Control and Prevention. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2003;24(12):942-5.
63. Coady K, Ali M, Sidloff D, Kenningham RR, Ahmed S. A comparison of infections and complications in central venous catheters in adults with solid tumours. *J Vasc Access.* 2015;16(1):38-41.
64. Cornillon J, Martignoles JA, Tavernier-Tardy E, Gire M, Martinez P, Tranchan C, et al. Prospective evaluation of systematic use of peripherally inserted central catheters (PICC lines) for the home care after allogeneic hematopoietic stem cells transplantation. *Support Care Cancer.* 2017;25(9):2843-7.
65. Cortelezzia A, Fracchiolla NS, Maisonneuve P, Moia M, Luchesini C, Ranzi ML, et al. Central venous catheter-related complications in patients with hematological malignancies: a retrospective analysis of risk factors and prophylactic measures. *Leuk Lymphoma.* 2003;44(9):1495-501.
66. Cotogni P, Barbero C, Garrino C, Degiorgis C, Mussa B, De Francesco A, et al. Peripherally inserted central catheters in non-hospitalized cancer patients: 5-year results of a prospective study. *Support Care Cancer.* 2015;23(2):403-9.
67. Cotogni P, Pittiruti M, Barbero C, Monge T, Palmo A, Boggio Bertinet D. Catheter-related complications in cancer patients on home parenteral nutrition: a prospective study of over 51,000 catheter days. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2013;37(3):375-83.
68. Cowl CT, Weinstock JV, Al-Jurf A, Ephgrave K, Murray JA, Dillon K. Complications and cost associated with parenteral nutrition delivered to hospitalized patients through either subclavian or peripherally-inserted central catheters. *Clin Nutr.* 2000;19(4):237-43.
69. Coyle D, Bloomgarden D, Beres R, Patel S, Sane S, Hurst E. Power injection of contrast media via peripherally inserted central catheters for CT. *J Vasc Interv Radiol.* 2004;15(8):809-14.
70. Curto-Garcia N, Garcia-Suarez J, Callejas Chavarria M, Gil Fernandez JJ, Martin Guerrero Y, Magro Mazo E, et al. A team-based multidisciplinary approach to managing peripherally inserted central catheter complications in high-risk haematological patients: a prospective study. *Support Care Cancer.* 2016;24(1):93-101.
71. Dale M, Higgins A, Carolan-Rees G. Sherlock 3CG((R)) Tip Confirmation System for Placement of Peripherally Inserted Central Catheters: A NICE Medical Technology Guidance. *Appl Health Econ Health Policy.* 2016;14(1):41-9.
72. DeLegge MH, Borak G, Moore N. Central venous access in the home parenteral nutrition population-you PICC. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2005;29(6):425-8.
73. DeLemos C, Abi-Nader J, Akins PT. Use of peripherally inserted central catheters as an alternative to central catheters in neurocritical care units. *Crit Care Nurse.* 2011;31(2):70-5.

74. Delgado-Capel M, Gabillo A, Elias L, Yebenes JC, Sauca G, Capdevila JA. [Peripheral venous catheter-related bacteremia in a general hospital]. *Rev Esp Quimioter.* 2012;25(2):129-33.
75. Donovan MS, Thomas KD, Davis DC, Hawkins K, Harris DS. Peripherally inserted central catheters: placement and use in a family practice hospital. *J Am Board Fam Pract.* 1996;9(4):235-40.
76. Du L, Redmond K, Johnstone S, De Leacy M, Harper J. Saphenous vein peripherally inserted central catheters: Technique, indications and safety issues. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2008;52(1):68-71.
77. Duerksen DR, Papineau N, Siemens J, Yaffe C. Peripherally inserted central catheters for parenteral nutrition: a comparison with centrally inserted catheters. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1999;23(2):85-9.
78. Dupont C, Gouya H, Panzo R, Hubert D, Correias JM, Agrario L, et al. Complications of peripherally inserted central catheters in adults with cystic fibrosis or bronchiectasis. *J Vasc Access.* 2015;16(3):245-9.
79. El Ters M, Schears GJ, Taler SJ, Williams AW, Albright RC, Jenson BM, et al. Association between prior peripherally inserted central catheters and lack of functioning arteriovenous fistulas: a case-control study in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2012;60(4):601-8.
80. Elen Hughes M. Reducing PICC migrations and improving patient outcomes. *Br J Nurs.* 2014;23(2):S12, s4-8.
81. Evans RS, Sharp JH, Linford LH, Lloyd JF, Woller SC, Stevens SM, et al. Reduction of peripherally inserted central catheter-associated DVT. *Chest.* 2013;143(3):627-33.
82. Evans RS, Sharp JH, Linford LH, Lloyd JF, Tripp JS, Jones JP, et al. Risk of symptomatic DVT associated with peripherally inserted central catheters. *Chest.* 2010;138(4):803-10.
83. Fallouh N, McGuirk HM, Flanders SA, Chopra V. Peripherally Inserted Central Catheter-associated Deep Vein Thrombosis: A Narrative Review. *Am J Med.* 2015;128(7):722-38.
84. FAN Y-y, QIN H-y, LI J, XIN M-z. Randomized comparison of cancer chemotherapy patient's degree of comfort of two methods of peripherally inserted central venous catheters placement. *Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment.* 2013(21):1679-85.
85. Fearonce G, Faraklas I, Saffle JR, Cochran A. Peripherally inserted central venous catheters and central venous catheters in burn patients: a comparative review. *J Burn Care Res.* 2010;31(1):31-5.
86. Feng B, Tan X, Tong L, Wang Z, Zhou S. Comparison of the outcomes of central venous catheters inserted from the left side and right side: a prospective randomized controlled study. *Chinese Journal of Clinical Nutrition.* 2010(2):87-90.
87. Fletcher JJ, Wilson TJ, Rajajee V, Stetler WR, Jr., Jacobs TL, Sheehan KM, et al. A Randomized Trial of Central Venous Catheter Type and Thrombosis in Critically Ill Neurologic Patients. *Neurocrit Care.* 2016;25(1):20-8.
88. Fletcher JJ, Stetler W, Wilson TJ. The clinical significance of peripherally inserted central venous catheter-related deep vein thrombosis. *Neurocrit Care.* 2011;15(3):454-60.
89. Fong NI, Holtzman SR, Bettmann MA, Bettis SJ. Peripherally inserted central catheters: outcome as a function of the operator. *J Vasc Interv Radiol.* 2001;12(6):723-9.
90. Forauer AR, Alonzo M. Change in peripherally inserted central catheter tip position with abduction and adduction of the upper extremity. *J Vasc Interv Radiol.* 2000;11(10):1315-8.
91. Fracchiolla NS, Todisco E, Bilancia A, Gandolfi S, Orofino N, Guidotti F, et al. Clinical management of peripherally inserted central catheters compared to conventional central venous catheters in patients with hematological malignancies: A large multicenter study of the REL GROUP (Rete Ematologica Lombarda - Lombardy Hematologic Network, Italy). *Am J Hematol.* 2017;92(12):E656-e9.
92. Fry C, Aholt D. Local anesthesia prior to the insertion of peripherally inserted central catheters. *J Infus Nurs.* 2001;24(6):404-8.
93. Fu J, Shao Y, Shen S. [Perioperative use of peripherally inserted central catheter for parenteral nutrition in patients with abdominal malignancy]. *Zhonghua Zhong Liu Za Zhi.* 1999;21(1):35-7.

94. Fukuda S, Nakajima K, Miyazaki Y, Takahashi T, Kurokawa Y, Yamasaki M, et al. Use of double-lumen peripherally inserted central catheters for safer perioperative management of esophageal cancer patients. *J Vasc Access*. 2015;16(4):338-43.
95. Funk D, Gray J, Plourde PJ. Two-year trends of peripherally inserted central catheter-line complications at a tertiary-care hospital: role of nursing expertise. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2001;22(6):377-9.
96. Fusco F, Armando T, Storto S, Mussa MV. [Efficacy of educational intervention for patients wearing peripherally inserted central catheter. A pilot study]. *Prof Inferm*. 2016;69(1):17-26.
97. Ge F, Cang J, Xue ZG. [Safety and effectiveness of central vein catheters indwelling with subcutaneous port in patients undergoing chemotherapy]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2008;88(33):2331-4.
98. Gebauer B, Teichgraber UK, Podrabsky P, Beck A, Wagner HJ. [Ultrasound- and fluoroscopy-guided implantation of peripherally inserted central venous catheters (PICCs)]. *Rofo*. 2004;176(3):386-91.
99. Giuffrida DJ, Bryan-Brown CW, Lumb PD, Kwun KB, Rhoades HM. Central vs peripheral venous catheters in critically ill patients. *Chest*. 1986;90(6):806-9.
100. Gong P, Huang XE, Chen CY, Liu JH, Meng AF, Feng JF. Comparison of complications of peripherally inserted central catheters with ultrasound guidance or conventional methods in cancer patients. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2012;13(5):1873-5.
101. Gonsalves CF, Eschelmann DJ, Sullivan KL, DuBois N, Bonn J. Incidence of central vein stenosis and occlusion following upper extremity PICC and port placement. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2003;26(2):123-7.
102. Goodwin ML, Carlson I. The peripherally inserted central catheter: a retrospective look at three years of insertions. *J Intraven Nurs*. 1993;16(2):92-103.
103. Goodwin ML. The Seldinger method for PICC insertion. *J Intraven Nurs*. 1989;12(4):238-43.
104. Graham DR, Keldermans MM, Klemm LW, Semenza NJ, Shafer ML. Infectious complications among patients receiving home intravenous therapy with peripheral, central, or peripherally placed central venous catheters. *Am J Med*. 1991;91(3b):95s-100s.
105. Greene MT, Flanders SA, Woller SC, Bernstein SJ, Chopra V. The Association Between PICC Use and Venous Thromboembolism in Upper and Lower Extremities. *Am J Med*. 2015;128(9):986-93.e1.
106. Griffiths VR, Philpot P. Peripherally inserted central catheters (PICCs): do they have a role in the care of the critically ill patient? *Intensive Crit Care Nurs*. 2002;18(1):37-47.
107. Groote ME, van Overhagen H, Nawijn AA, van Dijk LC, Polderdijk HB, Sleeboom HP. [When peripheral drips fail: favourable experience with peripherally-inserted central venous catheters]. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 2009;153:A133.
108. Grove JR, Pevac WC. Venous thrombosis related to peripherally inserted central catheters. *J Vasc Interv Radiol*. 2000;11(7):837-40.
109. Gunst M, Matsushima K, Vanek S, Gunst R, Shafi S, Frankel H. Peripherally inserted central catheters may lower the incidence of catheter-related blood stream infections in patients in surgical intensive care units. *Surg Infect (Larchmt)*. 2011;12(4):279-82.
110. Haggatt RR, Gionet PJ. Peripherally inserted central catheters--review and case reports. *Alaska Med*. 1992;34(3):140-1.
111. Haglund NA, Cox ZL, Lee JT, Song Y, Keebler ME, DiSalvo TG, et al. Are peripherally inserted central catheters associated with increased risk of adverse events in status 1B patients awaiting transplantation on continuous intravenous milrinone? *J Card Fail*. 2014;20(9):630-7.
112. Hahn ST, Pfammatter T, Cho KJ. Carbon dioxide gas as a venous contrast agent to guide upper-arm insertion of central venous catheters. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 1995;18(3):146-9.
113. Haider G, Kumar S, Salam B, Masood N, Jamal A, Rasheed YA. Determination of complication rate of PICC lines in oncological patients. *J Pak Med Assoc*. 2009;59(10):663-7.
114. Hammes M, Desai A, Pasupneti S, Kress J, Funaki B, Watson S, et al. Central venous catheters: incidence and predictive factors of venous thrombosis. *Clin Nephrol*. 2015;84(1):21-8.

115. Harrold K, Martin A, Scarlett C. Proactive PICC placement: evaluating the patient experience. *Br J Nurs*. 2016;25(8):S4-14.
116. Harter C, Ostendorf T, Bach A, Egerer G, Goldschmidt H, Ho AD. Peripherally inserted central venous catheters for autologous blood progenitor cell transplantation in patients with haematological malignancies. *Support Care Cancer*. 2003;11(12):790-4.
117. Hashimoto Y, Fukuta T, Maruyama J, Omura H, Tanaka T. Experience of Peripherally Inserted Central Venous Catheter in Patients with Hematologic Diseases. *Intern Med*. 2017;56(4):389-93.
118. Ho J, Archuleta S, Sulaiman Z, Fisher D. Safe and successful treatment of intravenous drug users with a peripherally inserted central catheter in an outpatient parenteral antibiotic treatment service. *J Antimicrob Chemother*. 2010;65(12):2641-4.
119. Hockley SJ, Hamilton V, Young RJ, Chapman MJ, Taylor J, Creed S, et al. Efficacy of the CathRite system to guide bedside placement of peripherally inserted central venous catheters in critically ill patients: a pilot study. *Crit Care Resusc*. 2007;9(3):251-5.
120. Hoffer EK, Bloch RD, Borsa JJ, Santulli P, Fontaine AB, Francoeur N. Peripherally inserted central catheters with distal versus proximal valves: prospective randomized trial. *J Vasc Interv Radiol*. 2001;12(10):1173-7.
121. Hoffer EK, Borsa J, Santulli P, Bloch R, Fontaine AB. Prospective randomized comparison of valved versus nonvalved peripherally inserted central vein catheters. *AJR Am J Roentgenol*. 1999;173(5):1393-8.
122. Hoshal VL, Jr. Total intravenous nutrition with peripherally inserted silicone elastomer central venous catheters. *Arch Surg*. 1975;110(5):644-6.
123. Houck D, Whiteford J. Improving patient outcomes: transfusion with infusion pump for peripherally inserted central catheters and other vascular access devices. *J Infus Nurs*. 2007;30(6):341-4.
124. Humphries L, Baldwin KM, Clark KL, Tenuta V, Brumley K. A comparison of coagulation study results between heparinized peripherally inserted central catheters and venipunctures. *Clin Nurse Spec*. 2012;26(6):310-6.
125. Ibarra Lorenzo S, Carrero Caballero C. [Complications of the PICC in neurologic patients of the Hospital Ramon y Cajal]. *Rev Enferm*. 2013;36(10):9-12, 4.
126. Islam S, Loewenthal MR, Hoffman GR. Use of peripherally inserted central catheters in the management of recalcitrant maxillofacial infection. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008;66(2):330-5.
127. Itkin M, Mondschein JI, Stavropoulos SW, Shlansky-Goldberg RD, Soulen MC, Trerotola SO. Peripherally inserted central catheter thrombosis--reverse tapered versus nontapered catheters: a randomized controlled study. *J Vasc Interv Radiol*. 2014;25(1):85-91.e1.
128. James L, Bledsoe L, Hadaway LC. A retrospective look at tip location and complications of peripherally inserted central catheter lines. *J Intraven Nurs*. 1993;16(2):104-9.
129. Jeon EY, Koh SH, Lee IJ, Ha HI, Park BJ. Useful equation for proper estimate of left side peripherally inserted central venous catheter length in relation to the height. *J Vasc Access*. 2015;16(1):42-6.
130. Jia L. Influence of Clustered Nursing Intervention on the Complications of Peripherally Inserted Central Catheter. *Chinese Journal of Clinical Nutrition*. 2017(3):191-4.
131. Johnston AJ, Streater CT, Noorani R, Crofts JL, Del Mundo AB, Parker RA. The effect of peripherally inserted central catheter (PICC) valve technology on catheter occlusion rates--the 'ELeCTRIC' study. *J Vasc Access*. 2012;13(4):421-5.
132. Kabsy Y, Baudin G, Vinti H, Novellas S, Mannone L, Chevallier P, et al. [Peripherally inserted central catheters (PICC) in onco-hematology. PICC line in onco-hematology]. *Bull Cancer*. 2010;97(9):1067-71.
133. Kang J, Chen W, Sun W, Ge R, Li H, Ma E, et al. Peripherally inserted central catheter-related complications in cancer patients: a prospective study of over 50,000 catheter days. *J Vasc Access*. 2017;18(2):153-7.
134. Kang J, Chen W, Sun W, Ge R, Li H, Ma E, et al. Health-related quality of life of cancer patients with peripherally inserted central catheter: a pilot study. *J Vasc Access*. 2017;18(5):396-401.

135. Kang J, Sun W, Li H, Ma E, Wang K, Chen W. Peripherally inserted central catheter-related vein thrombosis in breast cancer patients. *J Vasc Access*. 2016;17(1):67-71.
136. Kang JR, Long LH, Yan SW, Wei WW, Jun HZ, Chen W. Peripherally Inserted Central Catheter-Related Vein Thrombosis in Patients With Lung Cancer. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2017;23(2):181-6.
137. Kawasaki R, Morita S, Hisa N, Tsuji A, Noda Y. [Evaluation of 389 cases with a central venous access device inserted peripherally in the forearm]. *Gan To Kagaku Ryoho*. 1999;26(13):2055-60.
138. Kim HJ, Yun J, Kim KH, Kim SH, Lee SC, Bae SB, et al. Safety and effectiveness of central venous catheterization in patients with cancer: prospective observational study. *J Korean Med Sci*. 2010;25(12):1748-53.
139. King MM, Rasnake MS, Rodriguez RG, Riley NJ, Stamm JA. Peripherally inserted central venous catheter-associated thrombosis: retrospective analysis of clinical risk factors in adult patients. *South Med J*. 2006;99(10):1073-7.
140. Konstantinou EA, Karampinis DF, Mitsos AP, Konstantinou MI, Mariolis-Sapsakos T, Kapritsou M, et al. Central vascular catheters versus peripherally inserted central catheters in nurse anesthesia. A perspective within the Greek health system. *J Vasc Access*. 2013;14(4):373-8.
141. Koo CM, Vissapragada R, Sharp R, Nguyen P, Ung T, Solanki C, et al. ABO blood group related venous thrombosis risk in patients with peripherally inserted central catheters. *Br J Radiol*. 2018;91(1082):20170560.
142. Krstenic WJ, Brealey S, Gaikwad S, Maraveyas A. The Effectiveness of Nurse Led 2-D Ultrasound Guided Insertion of Peripherally Inserted Central Catheters in Adult Patients: A Systematic Review. *Journal of the Association for Vascular Access*. 2008;13(3):120-5.
143. Kuramoto T, Sakabe T. Comparison of success in jugular versus basilic vein technics for central venous pressure catheter positioning. *Anesth Analg*. 1975;54(5):696-7.
144. Kyle KS, Myers JS. Peripherally inserted central catheters. Development of a hospital-based program. *J Intraven Nurs*. 1990;13(5):287-90.
145. Lam S, Scannell R, Roessler D, Smith MA. Peripherally inserted central catheters in an acute-care hospital. *Arch Intern Med*. 1994;154(16):1833-7.
146. Lee AY, Levine MN, Butler G, Webb C, Costantini L, Gu C, et al. Incidence, risk factors, and outcomes of catheter-related thrombosis in adult patients with cancer. *J Clin Oncol*. 2006;24(9):1404-8.
147. Lefebvre L, Noyon E, Georgescu D, Proust V, Alexandru C, Leheurteur M, et al. Port catheter versus peripherally inserted central catheter for postoperative chemotherapy in early breast cancer: a retrospective analysis of 448 patients. *Support Care Cancer*. 2016;24(3):1397-403.
148. Lelkes V, Kumar A, Shukla PA, Contractor S, Rutan T. Analysis of the Sherlock II tip location system for inserting peripherally inserted central venous catheters. *Clin Imaging*. 2013;37(5):917-21.
149. Leroyer C, Lasheras A, Marie V, Le Bras Y, Carteret T, Dupon M, et al. Prospective follow-up of complications related to peripherally inserted central catheters. *Med Mal Infect*. 2013;43(8):350-5.
150. Li J, Fan YY, Xin MZ, Yan J, Hu W, Huang WH, et al. A randomised, controlled trial comparing the long-term effects of peripherally inserted central catheter placement in chemotherapy patients using B-mode ultrasound with modified Seldinger technique versus blind puncture. *Eur J Oncol Nurs*. 2014;18(1):94-103.
151. Li QL, Yan MQ, Zhang XJ, Lu ZQ, Lin C. Influence of PICC ultrasound guidance on elbow puncture and catheterization and its complications: A systematic review 2013. 816-26 p.
152. Liem TK, Yanit KE, Moseley SE, Landry GJ, Deloughery TG, Rumwell CA, et al. Peripherally inserted central catheter usage patterns and associated symptomatic upper extremity venous thrombosis. *J Vasc Surg*. 2012;55(3):761-7.
153. Lim MY, Al-Kali A, Ashrani AA, Begna KH, Elliott MA, Hogan WJ, et al. Comparison of complication rates of Hickman((R)) catheters versus peripherally inserted central catheters in

- patients with acute myeloid leukemia undergoing induction chemotherapy. *Leuk Lymphoma*. 2013;54(6):1263-7.
154. Lin JX, Luo NX, Zhou XX, Zhong GL. Effect of improved method of washing pipe on preventing pharmaceutical catheter blockage of peripherally inserted central catheter in cancer patients 2008. 316-9 p.
155. Lin L, Walker S. The Risk of Deep Venous Thrombosis and Sepsis in Cancer Patients Due to PICC Lines. *Blood*. 2004;104(11):4082.
156. Liu YJ, Dong L, Lou XP, Miao JH, Li XX, Li XJ, et al. Evaluating ECG-aided tip localization of peripherally inserted central catheter in patients with cancer. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(8):14127-9.
157. Lobo BL, Vaidean G, Broyles J, Reaves AB, Shorr RI. Risk of venous thromboembolism in hospitalized patients with peripherally inserted central catheters. *J Hosp Med*. 2009;4(7):417-22.
158. Loewenthal MR, Dobson PM, Starkey RE, Dagg SA, Petersen A, Boyle MJ. The peripherally inserted central catheter (PICC): a prospective study of its natural history after cubital fossa insertion. *Anaesth Intensive Care*. 2002;30(1):21-4.
159. Loughran SC, Borzatta M. Peripherally inserted central catheters: a report of 2506 catheter days. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1995;19(2):133-6.
160. Loughran SC, Edwards S, McClure S. Peripherally inserted central catheters. Guidewire versus nonguidewire use: a comparative study. *J Intraven Nurs*. 1992;15(3):152-9.
161. Loupus D, Schuettrumpf S, Vazquez LF. A Retrospective Review of Peripherally Inserted Central Catheters and Upper Extremity Deep Venous Thrombosis in Persons with Cervical Spinal Cord Injuries. *Journal of the Association for Vascular Access*. 2008;13(2):82-7.
162. Lozano LA, Marn C, Goodman LR. Power injectable peripherally inserted central venous catheter lines frequently flip after power injection of contrast. *J Comput Assist Tomogr*. 2012;36(4):427-30.
163. Lumley J, Russell WJ. Insertion of central venous catheters through arm veins. *Anaesth Intensive Care*. 1975;3(2):101-4.
164. Lyons MG, Phalen AG. A randomized controlled comparison of flushing protocols in home care patients with peripherally inserted central catheters. *J Infus Nurs*. 2014;37(4):270-81.
165. MacDonald AS, Master SK, Moffitt EA. A comparative study of peripherally inserted silicone catheters for parenteral nutrition. *Can Anaesth Soc J*. 1977;24(2):263-9.
166. Major BM, Crow MM. Peripherally inserted central catheters in the patient with cardiomyopathy. The most cost-effective venous access. *J Intraven Nurs*. 2000;23(6):366-70.
167. Maki DG, Kluger DM, Crnich CJ. The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clin Proc*. 2006;81(9):1159-71.
168. Malinoski D, Ewing T, Bhakta A, Schutz R, Imayanagita B, Casas T, et al. Which central venous catheters have the highest rate of catheter-associated deep venous thrombosis: a prospective analysis of 2,128 catheter days in the surgical intensive care unit. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;74(2):454-60; discussion 61-2.
169. Marano L, Izzo G, Esposito G, Petrillo M, Cosenza A, Marano M, et al. Peripherally inserted central catheter tip position: a novel empirical-ultrasonographical index in a modern surgical oncology department. *Ann Surg Oncol*. 2014;21(2):656-61.
170. Markel S, Reynen K. Impact on patient care. 2652 PIC catheter days in the alternative setting. *J Intraven Nurs*. 1990;13(6):347-51.
171. Marnejon T, Angelo D, Abu Abdou A, Gemmel D. Risk factors for upper extremity venous thrombosis associated with peripherally inserted central venous catheters. *J Vasc Access*. 2012;13(2):231-8.
172. Martella F, Salutari V, Marchetti C, Pisano C, Di Napoli M, Pietta F, et al. A retrospective analysis of trabectedin infusion by peripherally inserted central venous catheters: a multicentric Italian experience. *Anticancer Drugs*. 2015;26(9):990-4.
173. Martyak M, Kabir I, Britt R. Inpatient Peripherally Inserted Central Venous Catheter Complications: Should Peripherally Inserted Central Catheter Lines Be Placed in the Intensive Care Unit Setting? *Am Surg*. 2017;83(8):925-7.

174. Mazzola JR, Schott-Baer D, Addy L. Clinical factors associated with the development of phlebitis after insertion of a peripherally inserted central catheter. *J Intraven Nurs*. 1999;22(1):36-42.
175. McDiarmid S, Hamelin L, Huebsch LB. Leading change: Retrospective evaluation of a nurse-led initiative in vascular access options for autologous stem cell transplant recipients ranging from Hickman catheters to peripherally inserted central catheters. *J Infus Nurs*. 2006;29(2):81-8.
176. McGill RL, Tsukahara T, Bhardwaj R, Kapetanos AT, Marcus RJ. Inpatient venous access practices: PICC culture and the kidney patient. *J Vasc Access*. 2015;16(3):206-10.
177. McLemore EC, Tessier DJ, Rady MY, Larson JS, Mueller JT, Stone WM, et al. Intraoperative peripherally inserted central venous catheter central venous pressure monitoring in abdominal aortic aneurysm reconstruction. *Ann Vasc Surg*. 2006;20(5):577-81.
178. Mermis JD, Strom JC, Greenwood JP, Low DM, He J, Stites SW, et al. Quality improvement initiative to reduce deep vein thrombosis associated with peripherally inserted central catheters in adults with cystic fibrosis. *Ann Am Thorac Soc*. 2014;11(9):1404-10.
179. Merrell SW, Peatross BG, Grossman MD, Sullivan JJ, Harker WG. Peripherally inserted central venous catheters. Low-risk alternatives for ongoing venous access. *West J Med*. 1994;160(1):25-30.
180. Meyer BM. Managing Peripherally Inserted Central Catheter Thrombosis Risk: A Guide for Clinical Best Practice. *Journal of the Association for Vascular Access*. 2011;16(3):144-7.
181. Minkovich L, Djajani G, McCluskey SA, Mitsakakis N, Gilbert RW, Beattie WS. Frequent malpositions of peripherally inserted central venous catheters in patients undergoing head and neck surgery. *Can J Anaesth*. 2011;58(8):709-13.
182. Mitrovic Z, Komljenovic I, Jaksic O, Prka Z, Crnek SS, Stojisavljevic RA, et al. [The use of peripherally inserted central catheter (PICC) in patients with hematological malignancies--a single center experience]. *Lijec Vjesn*. 2014;136(5-6):136-40.
183. Miyagaki H, Nakajima K, Hara J, Yamasaki M, Kurokawa Y, Miyata H, et al. Performance comparison of peripherally inserted central venous catheters in gastrointestinal surgery: a randomized controlled trial. *Clin Nutr*. 2012;31(1):48-52.
184. Moraza-Dulanto MI, Garate-Echenique L, Miranda-Serrano E, Armenteros-Yeguas V, Tomas-Lopez MA, Benitez-Delgado B. [Ultrasound-guided peripherally inserted central catheters (PICC) in cancer patients: success of the insertion, survival and complications]. *Enferm Clin*. 2012;22(3):135-43.
185. Molliee P, Jones M, Stackelroth J, van Kuilenburg R, Joubert W, Faoagali J, et al. Catheter-associated bloodstream infection incidence and risk factors in adults with cancer: a prospective cohort study. *J Hosp Infect*. 2011;78(1):26-30.
186. Molloy D, Smith LN, Aitchison T. Cytotoxic chemotherapy for incurable colorectal cancer: living with a PICC-line. *J Clin Nurs*. 2008;17(18):2398-407.
187. Moran J, Colbert CY, Song J, Mathews J, Arroliga AC, Varghees S, et al. Screening for novel risk factors related to peripherally inserted central catheter-associated complications. *J Hosp Med*. 2014;9(8):481-9.
188. Morano SG, Latagliata R, Girmenia C, Massaro F, Berneschi P, Guerriero A, et al. Catheter-associated bloodstream infections and thrombotic risk in hematologic patients with peripherally inserted central catheters (PICC). *Support Care Cancer*. 2015;23(11):3289-95.
189. Moureau N, Poole S, Murdock MA, Gray SM, Semba CP. Central venous catheters in home infusion care: outcomes analysis in 50,470 patients. *J Vasc Interv Radiol*. 2002;13(10):1009-16.
190. Mundi MS, Edakkanambeth Varayil J, McMahon MT, Okano A, Vallumsetla N, Bonnes SL, et al. Accuracy of Intravenous Electrocardiography Confirmation of Peripherally Inserted Central Catheter for Parenteral Nutrition. *Nutr Clin Pract*. 2016;31(2):207-10.
191. Nash EF, Helm EJ, Stephenson A, Tullis E. Incidence of deep vein thrombosis associated with peripherally inserted central catheters in adults with cystic fibrosis. *J Vasc Interv Radiol*. 2009;20(3):347-51.
192. Neuman ML, Murphy BD, Rosen MP. Bedside placement of peripherally inserted central catheters: a cost-effectiveness analysis. *Radiology*. 1998;206(2):423-8.

193. Ng PK, Ault MJ, Maldonado LS. Peripherally inserted central catheters in the intensive care unit. *J Intensive Care Med.* 1996;11(1):49-54.
194. Ng WS, Rosen M. Positioning central venous catheters through the basilic vein. A comparison of catheters. *Br J Anaesth.* 1973;45(12):1211-4.
195. Nichols I, Humphrey JP. The efficacy of upper arm placement of peripherally inserted central catheters using bedside ultrasound and microintroducer technique. *J Infus Nurs.* 2008;31(3):165-76.
196. Nolan ME, Yadav H, Cawcutt KA, Cartin-Ceba R. Complication rates among peripherally inserted central venous catheters and centrally inserted central catheters in the medical intensive care unit. *J Crit Care.* 2016;31(1):238-42.
197. Nunoo RHO, Asgeirsson T, Slay H, Zhang S, Luchtefeld M. The impact of PICC Lines on Venous Thromboembolism (VTE) rates in patients who undergo bowel major bowel resection. *Journal of the American College of Surgeons.* 2011;213(3):S23.
198. O'Brien J, Paquet F, Lindsay R, Valenti D. Insertion of PICCs with minimum number of lumens reduces complications and costs. *J Am Coll Radiol.* 2013;10(11):864-8.
199. Ong B, Gibbs H, Catchpole I, Hetherington R, Harper J. Peripherally inserted central catheters and upper extremity deep vein thrombosis. *Australas Radiol.* 2006;50(5):451-4.
200. Ong CK, Venkatesh SK, Lau GB, Wang SC. Prospective randomized comparative evaluation of proximal valve polyurethane and distal valve silicone peripherally inserted central catheters. *J Vasc Interv Radiol.* 2010;21(8):1191-6.
201. Ortega Lopez A, Manjon Mariscal A. Effectiveness blind method against the use of ultrasound in peripherally inserted central catheters. *Evidentia.* 2011;8(36).
202. Ostroff MD, Moureau NL. Report of Modification for Peripherally Inserted Central Catheter Placement: Subcutaneous Needle Tunnel for High Upper Arm Placement. *J Infus Nurs.* 2017;40(4):232-7.
203. Paauw JD, Borders H, Ingalls N, Boomstra S, Lambke S, Fedeson B, et al. The incidence of PICC line-associated thrombosis with and without the use of prophylactic anticoagulants. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2008;32(4):443-7.
204. Park JY, Kim HL. A comprehensive review of clinical nurse specialist-led peripherally inserted central catheter placement in Korea: 4101 cases in a tertiary hospital. *J Infus Nurs.* 2015;38(2):122-8.
205. Park KB, Choo SW, Do YS, Shin SW, Cho SK, Choe YH, et al. Peripherally inserted central catheter placement in patients with unsuspected central venous obstruction. *J Vasc Interv Radiol.* 2008;19(4):552-6.
206. Parker JW, Gaines RW, Jr. Long-term intravenous therapy with use of peripherally inserted silicone-elastomer catheters in orthopaedic patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(4):572-7.
207. Patel GS, Jain K, Kumar R, Strickland AH, Pellegrini L, Slavotinek J, et al. Comparison of peripherally inserted central venous catheters (PICC) versus subcutaneously implanted port-chamber catheters by complication and cost for patients receiving chemotherapy for non-haematological malignancies. *Support Care Cancer.* 2014;22(1):121-8.
208. Paz-Fumagalli R, Miller YA, Russell BA, Crain MR, Beres RA, Mewissen MW. Impact of peripherally inserted central catheters on phlebotic complications of peripheral intravenous therapy in spinal cord injury patients. *J Spinal Cord Med.* 1997;20(3):341-4.
209. Pedersen MG, Jensen-Fangel S, Olesen HV, Tambe SD, Petersen E. Outpatient parenteral antimicrobial therapy (OPAT) in patients with cystic fibrosis. *BMC Infect Dis.* 2015;15:290.
210. Periard D, Monney P, Waeber G, Zurkinden C, Mazzolai L, Hayoz D, et al. Randomized controlled trial of peripherally inserted central catheters vs. peripheral catheters for middle duration in-hospital intravenous therapy. *J Thromb Haemost.* 2008;6(8):1281-8.
211. Petree C, Wright DL, Sanders V, Killion JB. Reducing blood stream infections during catheter insertion. *Radiol Technol.* 2012;83(6):532-40.
212. Petroulias PL. Use of Electronic Tablets for Patient Education on Flushing Peripherally Inserted Central Catheters. *J Infus Nurs.* 2017;40(5):298-304.
213. Pittiruti M, Emoli A, Porta P, Marche B, DeAngelis R, Scoppettuolo G. A prospective, randomized comparison of three different types of valved and non-valved peripherally inserted central catheters. *J Vasc Access.* 2014;15(6):519-23.

214. Pittiruti M, Brutti A, Celentano D, Pomponi M, Biasucci DG, Annetta MG, et al. Clinical experience with power-injectable PICCs in intensive care patients. *Crit Care*. 2012;16(1):R21.
215. Pittiruti M, Bertollo D, Briglia E, Buononato M, Capozzoli G, De Simone L, et al. The intracavitary ECG method for positioning the tip of central venous catheters: results of an Italian multicenter study. *J Vasc Access*. 2012;13(3):357-65.
216. Polak JF, Anderson D, Hagspiel K, Mungovan J. Peripherally inserted central venous catheters: factors affecting patient satisfaction. *AJR Am J Roentgenol*. 1998;170(6):1609-11.
217. Pongruangporn M, Ajenjo MC, Russo AJ, McMullen KM, Robinson C, Williams RC, et al. Patient- and device-specific risk factors for peripherally inserted central venous catheter-related bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2013;34(2):184-9.
218. Potet J, Arnaud FX, Thome A, Weber-Donat G, Konopacki J, Bouzad C, et al. Peripherally inserted central catheter placement in patients with coagulation disorders: A retrospective analysis. *Diagn Interv Imaging*. 2015;96(11):1147-51.
219. Potet J, Thome A, Curis E, Arnaud FX, Weber-Donat G, Valbousquet L, et al. Peripherally inserted central catheter placement in cancer patients with profound thrombocytopenia: a prospective analysis. *Eur Radiol*. 2013;23(7):2042-8.
220. Qi HJ, Yang WW, Zhang LD, Shi XJ, Li QY, Ye T. Peripherally inserted central catheters for calcium requirements after successful parathyroidectomy: a comparison with centrally inserted catheters. *Ann R Coll Surg Engl*. 2017;99(5):358-62.
221. Qiu XX, Guo Y, Fan HB, Shao J, Zhang XB. Incidence, risk factors and clinical outcomes of peripherally inserted central catheter spontaneous dislodgment in oncology patients: a prospective cohort study. *Int J Nurs Stud*. 2014;51(7):955-63.
222. Raad I, Umphrey J, Khan A, Truett LJ, Bodey GP. The duration of placement as a predictor of peripheral and pulmonary arterial catheter infections. *J Hosp Infect*. 1993;23(1):17-26.
223. Refaei M, Fernandes B, Brandwein J, Goodyear MD, Pokhrel A, Wu C. Incidence of catheter-related thrombosis in acute leukemia patients: a comparative, retrospective study of the safety of peripherally inserted vs. centrally inserted central venous catheters. *Ann Hematol*. 2016;95(12):2057-64.
224. Rhee Y, Heung M, Chen B, Chenoweth CE. Central line-associated bloodstream infections in non-ICU inpatient wards: a 2-year analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2015;36(4):424-30.
225. Roberto P, Madeira F, Oliveira E, Carreira C, Carreira M, Soares F. [Central venous line placement is not compromised by the choice between different insertion sites. Study performed in cardiovascular surgery patients]. *Rev Port Cir Cardiorac Vasc*. 2013;20(1):13-7.
226. Rondina MT, Markewitz B, Kling SJ, Nohavec R, Rodgers GM. The accuracy of activated partial thromboplastin times when drawn through a peripherally inserted central catheter. *Am J Hematol*. 2007;82(8):738-9.
227. Roslien J, Alcock L. The effect of an educational intervention on the RN's Peripherally inserted central catheters knowledge, confidence, and psychomotor skill. *J Nurses Staff Dev*. 2009;25(3):E19-27.
228. Rotzinger R, Gebauer B, Schnapauff D, Streitparth F, Wieners G, Grieser C, et al. Placement of central venous port catheters and peripherally inserted central catheters in the routine clinical setting of a radiology department: analysis of costs and intervention duration learning curve. *Acta Radiol*. 2017;58(12):1468-75.
229. Russell E, Chan RJ, Marsh N, New K. A point prevalence study of cancer nursing practices for managing intravascular devices in an Australian tertiary cancer center. *Eur J Oncol Nurs*. 2014;18(3):231-5.
230. Rutherford C. A study of single lumen peripherally inserted central line catheter dwelling time and complications. *J Intraven Nurs*. 1988;11(3):169-73.
231. Rutherford C. Insertion and care of multiple lumen peripherally inserted central line catheters. *J Intraven Nurs*. 1988;11(1):16-9.
232. Safdar N, Maki DG. Risk of catheter-related bloodstream infection with peripherally inserted central venous catheters used in hospitalized patients. *Chest*. 2005;128(2):489-95.

233. Sainathan S, Hempstead M, Andaz S. A single institution experience of seven hundred consecutively placed peripherally inserted central venous catheters. *J Vasc Access*. 2014;15(6):498-502.
234. Sakai T, Kohda K, Konuma Y, Hiraoka Y, Ichikawa Y, Ono K, et al. A role for peripherally inserted central venous catheters in the prevention of catheter-related blood stream infections in patients with hematological malignancies. *Int J Hematol*. 2014;100(6):592-8.
235. Schuman E, Brady A, Gross G, Hayes J. Vascular access options for outpatient cancer therapy. *Am J Surg*. 1987;153(5):487-9.
236. Schweickert WD, Herlitz J, Pohlman AS, Gehlbach BK, Hall JB, Kress JP. A randomized, controlled trial evaluating postinsertion neck ultrasound in peripherally inserted central catheter procedures. *Crit Care Med*. 2009;37(4):1217-21.
237. Seeley MA, Santiago M, Shott S. Prediction tool for thrombi associated with peripherally inserted central catheters. *J Infus Nurs*. 2007;30(5):280-6.
238. Sharp R, Cummings M, Childs J, Fielder A, Mikocka-Walus A, Grech C, et al. Measurement of Vein Diameter for Peripherally Inserted Central Catheter (PICC) Insertion: An Observational Study. *J Infus Nurs*. 2015;38(5):351-7.
239. Sharp R, Cummings M, Fielder A, Mikocka-Walus A, Grech C, Esterman A. The catheter to vein ratio and rates of symptomatic venous thromboembolism in patients with a peripherally inserted central catheter (PICC): a prospective cohort study. *Int J Nurs Stud*. 2015;52(3):677-85.
240. Sharp R, Esterman A, McCutcheon H, Hearse N, Cummings M. The safety and efficacy of midlines compared to peripherally inserted central catheters for adult cystic fibrosis patients: a retrospective, observational study. *Int J Nurs Stud*. 2014;51(5):694-702.
241. Shen DQ, Du Y, Zhang CY, Sun XM, Wu SW. Dexamethasone for preventing PICC-associated phlebitis: A systematic review 2014. 478-83 p.
242. Shi Y, Wen L, Zhou Y, Tao S. Thrombotic risk factors in patients undergoing chemotherapy via peripherally inserted central catheter. *J Int Med Res*. 2014;42(3):863-9.
243. Simcock L. No Going Back: Advantages of Ultrasound- Guided Upper Arm PICC Placement. *Journal of the Association for Vascular Access*. 2008;13(4):191-7.
244. Skaff ER, Doucette S, McDiarmid S, Huebsch L, Sabloff M. Vascular access devices in leukemia: a retrospective review amongst patients treated at the Ottawa Hospital with induction chemotherapy for acute leukemia. *Leuk Lymphoma*. 2012;53(6):1090-5.
245. Smith B, Neuharth RM, Hendrix MA, McDonnall D, Michaels AD. Intravenous electrocardiographic guidance for placement of peripherally inserted central catheters. *J Electrocardiol*. 2010;43(3):274-8.
246. Smith JR, Friedell ML, Cheatham ML, Martin SP, Cohen MJ, Horowitz JD. Peripherally inserted central catheters revisited. *Am J Surg*. 1998;176(2):208-11.
247. Smith SN, Moureau N, Vaughn VM, Boldenow T, Kaatz S, Grant PJ, et al. Patterns and Predictors of Peripherally Inserted Central Catheter Occlusion: The 3P-O Study. *J Vasc Interv Radiol*. 2017;28(5):749-56.e2.
248. Snelling R, Jones G, Figueredo A, Major P. Central venous catheters for infusion therapy in gastrointestinal cancer. A comparative study of tunnelled centrally placed catheters and peripherally inserted central catheters. *J Intraven Nurs*. 2001;24(1):38-47.
249. Sofocleous CT, Schur I, Cooper SG, Quintas JC, Brody L, Shelin R. Sonographically guided placement of peripherally inserted central venous catheters: review of 355 procedures. *AJR Am J Roentgenol*. 1998;170(6):1613-6.
250. Song C, Oh H. Burn patients' experience of peripherally inserted central catheter insertion: Analysis of focus group interviews from a South Korean burn center. *Burns*. 2016;42(7):1439-44.
251. Song L, Li X, Guo Y, Ye M, Ma Y, Guo M, et al. Malposition of peripherally inserted central catheter: experience from 3012 cancer patients. *Int J Nurs Pract*. 2014;20(4):446-9.
252. Sorensen TI, Sonne-Holm S. Central venous catheterization through the basilic vein or by infraclavicular puncture? A controlled trial. *Acta Chir Scand*. 1975;141(5):323-5.
253. Sperry BW, Roskos M, Oskoui R. The effect of laterality on venous thromboembolism formation after peripherally inserted central catheter placement. *J Vasc Access*. 2012;13(1):91-5.

254. Steele D, Norris CM. Cutting peripherally inserted central catheters may lead to increased rates of catheter-related deep vein thrombosis. *J Infus Nurs.* 2014;37(6):466-72.
255. Strahilevitz J, Lossos IS, Verstandig A, Sasson T, Kori Y, Gillis S. Vascular access via peripherally inserted central venous catheters (PICCs): experience in 40 patients with acute myeloid leukemia at a single institute. *Leuk Lymphoma.* 2001;40(3-4):365-71.
256. Chu S-Y, Wu C-H, Wu J-L, Toh C-H, Tseng J-H, Hung C-F, et al. The Use of Peripherally Inserted Central Catheter (PICC) in Adult with Acute Leukemia 2004.
257. Szeinbach SL, Pauline J, Villa KF, Commerford SR, Collins A, Seoane-Vazquez E. Evaluating catheter complications and outcomes in patients receiving home parenteral nutrition. *J Eval Clin Pract.* 2015;21(1):153-9.
258. Tejedor SC, Tong D, Stein J, Payne C, Dressler D, Xue W, et al. Temporary central venous catheter utilization patterns in a large tertiary care center: tracking the "idle central venous catheter". *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2012;33(1):50-7.
259. Thibodeau S, Riley J, Rouse KB. Effectiveness of a new flushing and maintenance policy using peripherally inserted central catheters for adults: best practice. *J Infus Nurs.* 2007;30(5):287-92.
260. Tian G, Zhu Y, Qi L, Guo F, Xu H. Efficacy of multifaceted interventions in reducing complications of peripherally inserted central catheter in adult oncology patients. *Support Care Cancer.* 2010;18(10):1293-8.
261. Tokars JI, Cookson ST, McArthur MA, Boyer CL, McGeer AJ, Jarvis WR. Prospective evaluation of risk factors for bloodstream infection in patients receiving home infusion therapy. *Ann Intern Med.* 1999;131(5):340-7.
262. Toure A, Duchamp A, Peraldi C, Barnoud D, Lauerjat M, Gelas P, et al. A comparative study of peripherally-inserted and Broviac catheter complications in home parenteral nutrition patients. *Clin Nutr.* 2015;34(1):49-52.
263. Tran H, Arellano M, Chamsuddin A, Flowers C, Heffner LT, Langston A, et al. Deep venous thromboses in patients with hematological malignancies after peripherally inserted central venous catheters. *Leuk Lymphoma.* 2010;51(8):1473-7.
264. Trerotola SO, Stavropoulos SW, Mondschein JI, Patel AA, Fishman N, Fuchs B, et al. Triple-lumen peripherally inserted central catheter in patients in the critical care unit: prospective evaluation. *Radiology.* 2010;256(1):312-20.
265. Tsan L, Langberg R, Davis C, Phillips Y, Pierce J, Hojlo C, et al. Nursing home-associated infections in Department of Veterans Affairs community living centers. *Am J Infect Control.* 2010;38(6):461-6.
266. Tsan L, Davis C, Langberg R, Hojlo C, Pierce J, Miller M, et al. Prevalence of nursing home-associated infections in the Department of Veterans Affairs nursing home care units. *Am J Infect Control.* 2008;36(3):173-9.
267. Valbousquet Schneider L, Jr., Duron S, Arnaud FX, Bousquet A, Kervella Y, Bouzad C, et al. Evaluation of PICC complications in orthopedic inpatients with bone infection for long-term intravenous antibiotics therapy. *J Vasc Access.* 2015;16(4):299-308.
268. Vanek VW, Kupensky DT, Thomson DJ. Hypersensitivity-like reactions related to insertion of aquavene-based midline and PICC catheters. *J Intraven Nurs.* 1997;20(1):23-7.
269. Vashi PG, Virginkar N, Popiel B, Edwin P, Gupta D. Incidence of and factors associated with catheter-related bloodstream infection in patients with advanced solid tumors on home parenteral nutrition managed using a standardized catheter care protocol. *BMC Infect Dis.* 2017;17(1):372.
270. Viart H, Combe C, Martinelli T, Thomas J, Hida H. [Comparison between implantation costs of peripherally inserted central catheter and implanted subcutaneous ports]. *Ann Pharm Fr.* 2015;73(3):239-44.
271. Vidal V, Muller C, Jacquier A, Giorgi R, Le Corroller T, Gaubert J, et al. [Prospective evaluation of PICC line related complications]. *J Radiol.* 2008;89(4):495-8.
272. Walshe LJ, Malak SF, Eagan J, Sepkowitz KA. Complication rates among cancer patients with peripherally inserted central catheters. *J Clin Oncol.* 2002;20(15):3276-81.

273. Wang D, Amesur N, Shukla G, Bayless A, Weiser D, Scharl A, et al. Peripherally inserted central catheter placement with the sonic flashlight: initial clinical trial by nurses. *J Ultrasound Med.* 2009;28(5):651-6.
274. Wang G, Guo L, Jiang B, Huang M, Zhang J, Qin Y. Factors Influencing Intracavitary Electrocardiographic P-Wave Changes during Central Venous Catheter Placement. *PLoS One.* 2015;10(4):e0124846.
275. Wang Q, Xiong B, Zheng C, Feng G, Liang M, Liang H. Percutaneous retrieval of PICC fractures via the femoral vein in six cancer patients. *J Vasc Access.* 2015;16(1):47-51.
276. Webre DR, Arens JF. Use of cephalic and basilic veins for introduction of central venous catheters. *Anesthesiology.* 1973;38(4):389-92.
277. Wilson JD, Alred SC. Does prophylactic anticoagulation prevent PICC-related upper extremity venous thrombosis? A case-control study. *J Infus Nurs.* 2014;37(5):381-5.
278. Wilson TJ, Stetler WR, Jr., Fletcher JJ. Comparison of catheter-related large vein thrombosis in centrally inserted versus peripherally inserted central venous lines in the neurological intensive care unit. *Clin Neurol Neurosurg.* 2013;115(7):879-82.
279. Wilson TJ, Brown DL, Meurer WJ, Stetler WR, Jr., Wilkinson DA, Fletcher JJ. Risk factors associated with peripherally inserted central venous catheter-related large vein thrombosis in neurological intensive care patients. *Intensive Care Med.* 2012;38(2):272-8.
280. Winters JP, Callas PW, Cushman M, Repp AB, Zakai NA. Central venous catheters and upper extremity deep vein thrombosis in medical inpatients: the Medical Inpatients and Thrombosis (MITH) Study. *J Thromb Haemost.* 2015;13(12):2155-60.
281. Wojnar DG, Beaman ML. Peripherally inserted central catheter: compliance with evidence-based indications for insertion in an inpatient setting. *J Infus Nurs.* 2013;36(4):291-6.
282. Worth LJ, Seymour JF, Slavin MA. Infective and thrombotic complications of central venous catheters in patients with hematological malignancy: prospective evaluation of nontunneled devices. *Support Care Cancer.* 2009;17(7):811-8.
283. Xing L, Adhikari VP, Liu H, Kong LQ, Liu SC, Li HY, et al. Diagnosis prevention and treatment for PICC-related upper extremity deep vein thrombosis in breast cancer patients. *Asia Pac J Clin Oncol.* 2012;8(3):e12-6.
284. Yamada R, Morita T, Yashiro E, Otani H, Amano K, Tei Y, et al. Patient-reported usefulness of peripherally inserted central venous catheters in terminally ill cancer patients. *J Pain Symptom Manage.* 2010;40(1):60-6.
285. Yamamoto AJ, Solomon JA, Soulen MC, Tang J, Parkinson K, Lin R, et al. Sutureless securement device reduces complications of peripherally inserted central venous catheters. *J Vasc Interv Radiol.* 2002;13(1):77-81.
286. Yap YS, Karapetis C, Lerosse S, Iyer S, Koczwara B. Reducing the risk of peripherally inserted central catheter line complications in the oncology setting. *Eur J Cancer Care (Engl).* 2006;15(4):342-7.
287. Ye X, Wong SW, Zhang J, Moo IH, Lee CC. Catheter-related upper limb venous thrombosis in a tertiary hospital setting. *ANZ J Surg.* 2016;86(12):1033-7.
288. Yi XL, Chen J, Li J, Feng L, Wang Y, Zhu JA, et al. Risk factors associated with PICC-related upper extremity venous thrombosis in cancer patients. *J Clin Nurs.* 2014;23(5-6):837-43.
289. Younghwan C, Changmin S, Eunok P, Oh H. Use of blind placements of peripherally inserted central catheters in burn patients: a retrospective analysis. *Burns.* 2015;41(6):1281-5.
290. Yuan L, Li R, Meng A, Feng Y, Wu X, Yang Y, et al. Superior success rate of intracavitary electrocardiogram guidance for peripherally inserted central catheter placement in patients with cancer: A randomized open-label controlled multicenter study. *PLoS One.* 2017;12(3):e0171630.
291. Yue ZY, Li JY, Yu CH, Zhao SZ, Fu Y. [Complications with peripherally inserted central catheters - observations and nursing experiences at one medical center in Chengdu]. *Hu Li Za Zhi.* 2010;57(3):79-85.
292. Zhao VM, Griffith DP, Blumberg HM, Dave NJ, Battey CH, McNally TA, et al. Characterization of post-hospital infections in adults requiring home parenteral nutrition. *Nutrition.* 2013;29(1):52-9.

293. Zhu MW, Cui HY, Xi H, Ye GD, Li DJ, Wei JM. Prevention and treatment of deep vein thrombosis induced by peripherally inserted central catheter. *Chin J Clin Nutr*. 2008;16:160-3.
294. Zochios V, Umar I, Simpson N, Jones N. Peripherally inserted central catheter (PICC)-related thrombosis in critically ill patients. *J Vasc Access*. 2014;15(5):329-37.

ANEXO 3 – CERTIFICADO CEIC



CEIC Hospital Universitario Ntra. Sra. de Valme

RAMON MORILLO VERDUGO
Secretario del CEIC Hospital Universitario Ntra. Sra. de Valme

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Hospital Universitario Ntra. Sra. de Valme en su reunión del día 29/05/2018, acta REUNION 06/18 ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

Título: Cateteres venosos centrales de inserción periférica. Estudio de su utilidad y seguridad en nuestro medio

Código Promotor: PROYECTO TESIS **Código Interno:** PROYECTO TESIS

Promotor: Investigador

1º. Considera que

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de Julio, de Investigación Biomédica y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad de los Investigadores y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

2º. Por lo que este CEIC emite un **DICTAMEN FAVORABLE**.

3º. Este CEIC acepta que dicho estudio sea realizado en los siguientes CEIC/Centros por los Investigadores:

CEIC Hospital Universitario Ntra. Sra. de Valme **SAMUEL GONZALEZ LOPEZ**
(Medicina Intensiva) Hospital Nuestra Señora de Valme

Lo que firmo en Sevilla, a 21 de Junio de 2018

Fdo:



RAMON MORILLO VERDUGO
Secretario del CEIC Hospital Universitario Ntra. Sra. de Valme

TRABAJO PUBLICADO DERIVADO DE ESTA TESIS

Categoría: Artículo original

Revista de publicación: Infection Control and Hospital Epidemiology (ICHE)

Índice de calidad: Q1 en “Enfermedades Infecciosas” y en “Microbiología” (SJR)

Reseña: González S, et al. Five-year outcome of peripherally inserted central catheters in adults: a separated infectious and thrombotic complications analysis. Infect Control Hosp Epidemiol. 2020 Dec 10:1-9. doi: 10.1017/ice.2020.1300

Five-year outcome of peripherally inserted central catheters in adults: a separated infectious and thrombotic complications analysis

Samuel González MD¹, Pedro Jiménez MD², Pedro Saavedra PhD³, Desiré Macías RN², Ana Loza MD², Cristóbal León MD², Magdalena López MD², Elena Pallejá MD², Carmen Rosa Hernández-Socorro MD, PhD⁴ and Sergio Ruiz-Santana MD, PhD⁵

¹Intensive Care Unit, Hospital Universitario HLA Moncloa, Madrid, Spain ²Intensive Care Unit, Hospital Universitario de Valme, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain ³Mathematics Department, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain ⁴Radiology Department, Hospital Universitario Dr. Negrín, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain and ⁵Intensive Care Unit, Hospital Universitario Dr. Negrín, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

Author for correspondence: Samuel González, MD, Hospital Universitario HLA Moncloa, Av. Valladolid 83, E-28008 Madrid, Spain. Telephone number +34 692619904
Email: Samuelgonlop@gmail.com

Abbreviated Title: PICC-related infections and thrombosis.

Word count: 2,999.

Original Article

Five-year outcome of peripherally inserted central catheters in adults: a separated infectious and thrombotic complications analysis

Samuel González MD¹ , Pedro Jiménez MD², Pedro Saavedra PhD³, Desiré Macías RN², Ana Loza MD², Cristóbal León MD², Magdalena López MD², Elena Pallejá MD², Carmen Rosa Hernández-Socorro MD, PhD⁴ and Sergio Ruiz-Santana MD, PhD⁵

¹Intensive Care Unit, Hospital Universitario HLA Moncloa, Madrid, Spain, ²Intensive Care Unit, Hospital Universitario de Valme, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain, ³Mathematics Department, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, ⁴Radiology Department, Hospital Universitario Dr. Negrín, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain and ⁵Intensive Care Unit, Hospital Universitario Dr. Negrín, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain

Abstract

Objective: To assess infectious and thrombotic complications of peripherally inserted central catheters (PICCs) in adults.

Design: A 5-year prospective cohort study.

Setting: Tertiary-care teaching hospital in Seville, Spain.

Patients: Adult patients undergoing PICC insertion.

Methods: Catheter-associated bloodstream infection (CABSI) including catheter-related bloodstream infection (CRBSI), primary bacteremia (PB), and upper extremity deep vein thrombosis (UEDVT) were recorded. Independent predictors of complications were assessed by multivariate analysis.

Results: In total, 1,142 PICCs were inserted, with 153,191 catheter days (median, 79). Complications included 66 cases of CABSI (5.78%; 0.43‰ catheter days), 38 cases of CRBSI (3.33%; 0.25‰ catheter days), 28 cases of PB (2.45%; 0.18‰ catheter days), and 23 cases of UEDVT (2.01%; 0.15‰ catheter days). The median times to infection were 24, 41, and 60 days for CRBSI, PB, and UEDVT, respectively. Parenteral nutrition (odds ratio [OR], 3.40; 95% confidence interval [CI], 1.77–6.52) and admission to the hematology ward (OR, 4.90; 95% CI, 2.25–10.71) were independently associated with CRBSI and PB, respectively. Admission to the hematology ward (OR, 12.46; 95% CI, 2.49–62.50) or to the oncology ward (OR, 7.89; 95% CI, 1.77–35.16) was independently associated with UEDVT. The crude mortality rate was 24.8%. Only 2 patients died of complications.

Conclusions: PICCs showed a low rate of thrombotic and infectious complications. Compared to PB, CRBSI showed significantly different risk factors, a higher incidence density per catheter days, and a shorter median time to infection. Separate analyses of CRBSI and PB are more specific and clinically useful when analyzing infectious complications.

(Received 25 August 2020; accepted 21 October 2020)

Peripherally inserted central catheters (PICCs) are increasingly used in hospitalized and outpatients^{1,2} as a safe and effective alternative to other types of central venous catheters.^{3–5} Major PICC-related complications, including mechanical failure, catheter-associated bloodstream infection (CABSI), and venous thrombosis, are concerning.^{6,7} However, risks for CABSI remained poorly defined, and incidence rates of catheter-related bloodstream

infection (CRBSI) differ across studies,^{8,9} particularly due to discrepancies among definitions of CRBSI.¹⁰ In a study of 1,034 clinically defined CRBSIs, only 40% of the CRBSI diagnoses were supported by the paired blood-culture positivity criteria, and only 6% were supported by a positive catheter tip.¹¹ To avoid the interchangeability of CABSI and CRBSI concepts, especially in the absence of catheter removal, many authors use CRBSI only with the remaining episodes being categorized as primary bacteremia (PB).^{12–14} However, ambiguity regarding the clinical impact of CABSI and the risks of PICC-related complications remains.^{15–17}

We designed a prospective cohort study to assess the incidence, risk factors, and impact on outcome of infectious and thrombotic complications in adult patients with PICCs.

Author for correspondence: Samuel González, E-mail: Samuelgonlop@gmail.com

Cite this article: González S, *et al.* (2020). Five-year outcome of peripherally inserted central catheters in adults: a separated infectious and thrombotic complications analysis. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, <https://doi.org/10.1017/ice.2020.1300>

Methods

Design and participants

A single-center prospective cohort observational study was carried out between January 1, 2013, and November 30, 2017, in an acute-care 600-bed teaching hospital (reference population, 250,000) located in Seville, Spain. The primary objective was to determine the incidence, time to appearance, and risk factors of major PICC-related infectious and thrombotic complications. Secondary objectives were the rate and incidence density of complications, causative pathogens, and crude and attributable mortality. This study was approved by the institutional review board, and written informed consent was obtained from all participants.

Consecutive adult inpatients and outpatients aged ≥ 18 years who had a PICC inserted between January 1, 2013, and December 31, 2016, and for whom follow-up was conducted by November 30, 2017, were eligible. Only the first PICC inserted was considered for each patient. Exclusion criteria for PICC insertion were life expectancy < 7 days, anatomical abnormalities of the venous system of the upper extremities, bilateral upper-extremity deep vein thrombosis (UEDVT), lymphedema, or skin infection at the site of insertion. The following exclusion criteria were applied: patients aged < 18 years, PICCs not placed in the peripheral veins of the upper extremity, and refusal to provide written informed consent to participate.

Study procedures

All PICCs were inserted as an elective procedure using a PowerPICC Catheters (Bard Access Systems, Salt Lake City, UT). The PICC catheterization inserted by an experienced intensivist was performed by ultrasound-guided puncture of the deep veins in the upper mid-arm using a standard 10 MHz linear ultrasound probe, maximal barrier, and strict sterile precautions.^{13,18,19} The position of the catheter tip was assessed during implantation using fluoroscopy or the Sherlock 3CG Tip Confirmation System (Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ). PICCs were secured in suture-free manner with the StatLock PICC Plus Stabilization Device (Becton Dickinson). Routine prophylaxis of UEDVT according to clinical practice guidelines was not performed.²⁰ A standardized protocol of PICC care and maintenance, with aseptic techniques used at all times, was applied.¹³ After catheter insertion, patients were followed during their hospital stay and thereafter by telephone contact at 1, 3, and 6 months after PICC placement using an ad hoc questionnaire. After 6 months, the patient's family physician contacted us to report any complication, and we also made frequent nonprotocolized telephone calls until the catheter was removed or until November 30, 2017, if the catheter was still in place at the end of the study. Catheters with confirmed or suspected CABSIs were considered for antibiotic lock. Antibiotic lock was carried out with vancomycin 1–2 mg/dL for 14 days, and alcohol lock was performed with ethanol (70%) for 24 hours.²¹

Definitions

CABSIs were defined as either CRBSIs or PBs. CRBSIs were diagnosed in a patient with PICC and clinical manifestations of infection (fever $> 38^\circ\text{C}$ or $< 35^\circ\text{C}$, or hypotension) with at least 1 positive blood culture (bacteremia or fungemia) and isolation of the same microorganism in the peripheral blood and the catheter tip (semiquantitative culture, ≥ 15 colony-forming units [CFU]/mL), or a differential time to positivity of ≥ 120 min. PB was diagnosed

in a patient with PICC and clinical manifestations of infection (fever $> 38^\circ\text{C}$ or $< 35^\circ\text{C}$, or hypotension) with at least 1 positive blood culture (bacteremia or fungemia) and negative catheter culture (or not performed)^{12,14} without signs or symptoms of another documented source of infection. For common skin contaminant 2 or more positive blood cultures with the same microorganism on separate occasions were required.²² Symptomatic UEDVT (pain, swelling, redness, or alteration of the venous flow) with suggestive signs of partial or complete obstruction of the vein confirmed by Doppler ultrasound studies were only considered in the group of thrombotic complications. Catheter dwell time was the number of days between catheter insertion and removal. Incidence density was defined as the number of episodes (or events) per 1,000 catheter days. Hospitalized patients were inpatients referred for PICC placement. Outpatients were those referred to the hospital for PICC placement who returned home after the insertion procedure. Mortality attributable to CABSIs was defined in the presence of documented bacteremia before the death of the patient, assuming that the progression of infection was the cause of death.²³

Data collection

The following demographic data were recorded: type of patient (hospital ward or outpatient setting referral for PICC insertion); underlying disease; indication of PICC; laterality of PICC placement; vein accessed; catheter-related characteristics; tip position; reasons for PICC removal related to the catheter (eg, local infection, obstruction, phlebitis, CRBSI, and UEDTV); reasons for PICC removal unrelated to the catheter (eg, end of intravenous therapy, accidental withdrawal, intolerance, not confirmed suspicion of CRBSI, and death); complications during insertion; complications during use (eg, CRBSI, PB, UEDTV, local infection, phlebitis, catheter colonization); and mortality.

Statistical analysis

In patients with 2 simultaneous major complications, infection (CRBSI) and

thrombosis (UEDVT) were considered independent events and were analyzed separately. When PB was followed by a CRBSI, only PB was considered. Categorical variables are expressed as frequencies and percentages, and continuous variables are expressed as mean and standard deviation (SD) or as median and interquartile range (IQR, ie, 25th–75th percentile). Categorical variables were compared using the χ^2 test or the Fisher exact test, and continuous variables were compared using the Student *t* test or the Wilcoxon rank-sum test. Logistic regression analysis was used to assess risk factors for outcome. Those variables with $P < .10$ in univariate testing were entered into the model. Catheter lifetime was defined as the number of days from insertion to catheter failure. Failure included local infection, obstruction, deep venous thrombosis, suspicion of CRBSI, phlebitis and intolerance. Otherwise, the observation was considered right censored. Survival curves according to the levels of several factors were estimated using the Kaplan-Meier method and were compared using the log-rank test. To obtain the proportional hazard model by the catheter lifetime, a selection of variables based on the Akaike information criterion (AIC) was carried out. Probability density functions for the catheter lifetime in the groups CRBSI and PB (considering catheter removal due to suspected CRBSI as failure) were estimated using the local likelihood approach to density estimation with censored data.²⁴ The study period spanned January 2013 to December 2016. For each of the 16 quarters of the study period, the number of patients in

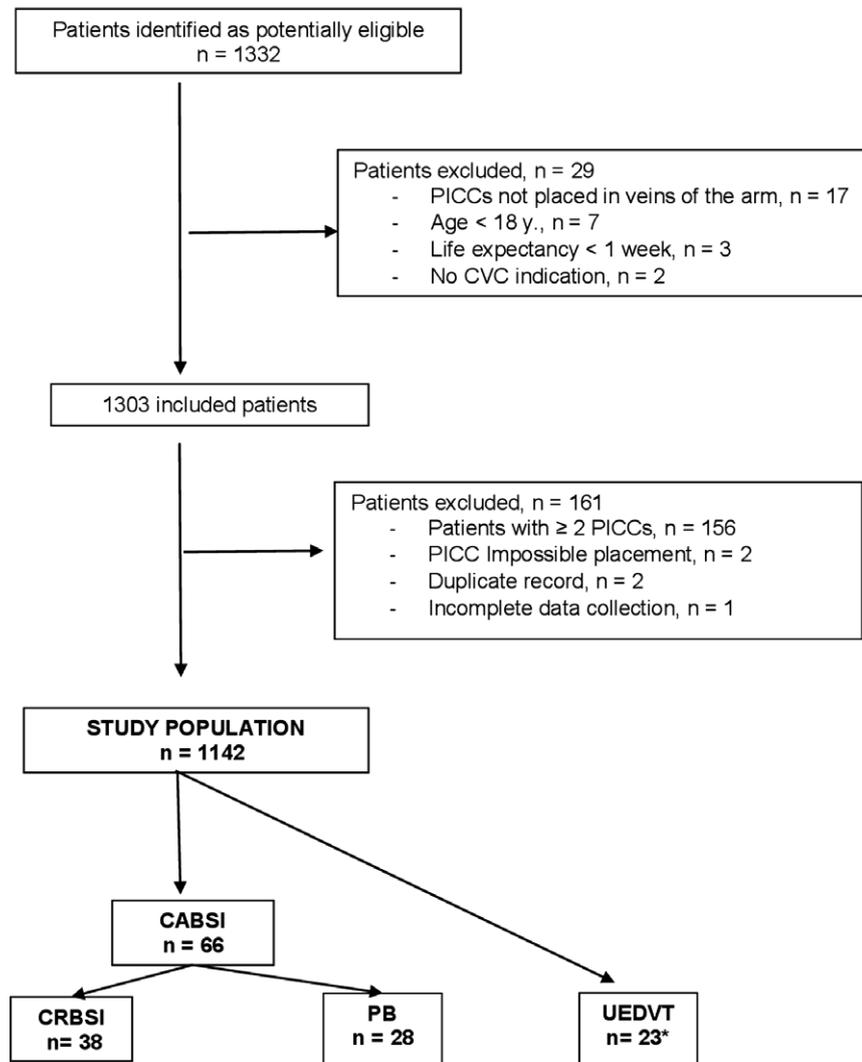


Fig. 1. Overview of the study population. Note. PICC, peripherally inserted central catheter; CVC, central venous catheter; CABSI, catheter-associated bloodstream infections; CRBSI, catheter-related bloodstream infection; PB, primary bacteremia; UEDVT, upper-extremity deep vein thrombosis. *Two patients presented CRBSI and UEDVT simultaneously.

whom the PICC was inserted, the total number of days of exposure (D_t) and finally, the number of patients who presented the study event (ie, infectious or thrombotic complications) during the follow-up period (N_t) were calculated. To evaluate the evolution of the incidence, it was assumed that the random variable N_t followed a Poisson distribution of mean μ_t :

$$\log \mu_t = \log D_t + \alpha + s(t)$$

Here, $s(t)$ is a smooth function of time, which was nonparametrically estimated by means of a cubic spline. The goodness of fit was evaluated using the overdispersion coefficient, defined as the ratio of the deviance and its degree of freedom. Notably, for each quarter ($t=1, \dots, 16$), $1,000 \times \mu_t/D_t$ corresponded to the expected number of events per 1,000 catheter days. Also, a subanalysis of the distribution of variables of interest in hospitalized versus outpatients was performed. Statistical significance was set at $P < .05$. Data were analyzed using the R package software, version 3.6.1.²⁵

Results

Of 1,332 patients who were candidates for PICC placement during the study period, 1,303 (97.8%) were eligible, but 161 were excluded, mainly because 2 or more PICCs had been inserted (Fig. 1). The study population included 1,142 patients (48.8%

men; mean age, 60.4 years [SD, 15.1]. Salient characteristics of patients regarding underlying diseases, indication of PICC, details of implantation, reasons for removal, and complications are shown in Table 1. Briefly, PICCs were placed in 652 (57.1%) hospitalized patients and in 490 (42.9%) outpatients, and chemotherapy (52%) for solid tumors (48.4%) was the main reason for PICC insertion. The total catheter dwell time was 153,191 days, with a median of 79 days (interquartile range [IQR], 20–188). Catheter dwell time was significantly longer in outpatients than in hospitalized patients (median, 164 days [SD, 116–271] vs 25 days [SD, 11–73]; $P < .001$). Duration of the catheter in place was ≥ 365 days in 103 patients and ≥ 730 days in 12 patients, with medians of 465 days (IQR, 409–545) and 916 days (IQR, 808–990), respectively (Supplementary Table 1 online). At the end of the study, PICCs were still in place in 26 (2.3%) patients.

PICCs were removed in the absence of catheter failure in 928 (81.3%) patients because of the end of IV therapy in 644 patients (56.4%) and death in 284 patients (24.9%), with median dwell times of 104 days (21–178) and 50 days (12–185), respectively. Other reasons included unconfirmed suspicion of CRBSI (median dwell time, 51 days; incidence density, 0.38), PICC intolerance (median dwell time, 41 days; incidence density, 0.07), and accidental withdrawal (median dwell time, 47 days; incidence density, 0.18) (Table 1).

Table 1. Characteristics of Patients, Devices, and Complications^a

Variables	No Complications (n = 1,055)		Major Complications					
	No.	%	CRBSI (n = 38)		PB (n = 28) ^b		UEDVT n = 21 ^b	
			No.	%	No.	%	No.	%
Sex, male	502	47.6	26	68.4	19	67.9	10	47.6
Age, mean y (SD)	60.7	15.0	60.9	16.4	54.1	15.1	51.8	16.6
Type of patient								
Hospital ward	596	56.5	30	78.9	21	75.0	5	23.8
Outpatient setting	459	43.5	8	21.1	7	25.0	16	76.2
Underlying illness								
Solid tumor	519	49.2	12	31.6	8	28.6	14	66.7
Multiple comorbidities	109	10.3	6	15.8	1	3.6	0	
Lymphoma	74	7.0	1	2.6	3	10.7	4	19.0
Inflammatory bowel disease	49	4.6	4	10.5	3	10.7	0	
Leukemia	41	3.9	4	10.5	5	17.9	2	9.5
Pancreatitis	24	2.3	3	7.9	1	3.6	0	0
Intestinal subocclusion	23	2.2	2	5.3	0	0	0	0
Intestinal fistula	18	1.7	2	5.3	0	0	0	0
Myeloma	10	0.9	0	0	2	7.1	0	0
Liver cirrhosis	12	1.1	0	0	0	0	0	0
Bone marrow aplasia	4	0.4	0	0	2	7.1	0	0
Miscellaneous	172	16.3	4	10.5	3	10.7	1	4.8
Indications for PICC insertion								
Chemotherapy	552	52.3	11	28.9	12	42.9	19	90.5
Parenteral nutrition	223	21.1	18	47.4	8	28.6	1	4.8
Difficult venous access	109	10.3	0	0	0	0	0	0
Antimicrobial therapy	72	6.8	0	0	1	3.6	0	0
Chemotherapy and parenteral nutrition	17	1.6	1	2.6	1	3.6	0	0
Other	82	7.8	8	21.1	6	21.4	1	4.8
Laterality of PICC placement								
Left	881	83.5	34	89.5	24	85.7	16	76.2
Right	174	16.5	4	10.5	4	14.3	5	23.8
Vein accessed								
Basilic	911	86.4	32	84.2	24	85.7	18	85.7
Brachial	112	10.6	6	15.8	3	10.7	3	14.3
Axillary	31	2.9	0	0	1	3.6	0	0
Cephalic	1	0.1	0	0	0	0	0	0
Catheter thickness								
5F	1,001	94.9	37	97.4	28	100	20	95.2
4F	44	4.2	1	2.6	0	0	1	4.2
6F	10	0.1	0	0	0	0	0	0
No. of lumens								
1	519	49.2	10	26.3	8	28.6	17	81.0
2	526	49.9	28	73.7	20	71.4	4	19.0
3	10	0.9	0	0	0	0	0	0

(Continued)

Table 1. (Continued)

Variables	No Complications (n = 1,055)		Major Complications					
	No.	%	CRBSI (n = 38)		PB (n = 28) ^b		UEDVT n = 21 ^b	
			No.	%	No.	%	No.	%
Vascular diameter occupied by PICC^c								
<40%	127	78.9	5	83.3	3	75.0	2	50.0
>40%	34	21.1	1	16.7	1	25.0	2	50.0
Tip position								
Cavoatrial junction	849	80.5	29	76.3	22	78.6	16	76.2
Superior cava vein (lower third)	206	19.5	9	23.7	6	21.4	5	23.8
Reasons for PICC removal								
End of IV therapy	625	59.2	3	7.9	6	21.4	10	47.6
Suspected CRBSI	58	5.5	30	78.9	12	42.9	0	0
Accidental withdrawal	28	2.7	0	0	0	0	0	0
Local infection	27	2.6	0	0	0	0	0	0
PICC intolerance/discomfort	9	0.9	0	0	2	7.1	0	0
Obstruction	10	0.9	0	0	0	0	0	0
UEDVT	0	0	0	0	0	0	7	33.3
Phlebitis	4	0.4	1	2.6	0	0	0	0
Death	268	25.4	4	10.5	8	28.6	4	19.1
PICC still in place at the end of study	26	2.3	0	0	0	0	0	0
Dwell time, median d (IQR)	84	19–187	38	21–108	68	24–220	158	70–244
Complications during PICC insertion								
None	1014	96.1	36	94.7	28	100	21	100
Difficult catheterization	22	2.1	2	5.3	0	0	0	0
Change to the other arm	9	0.9	0	0	0	0	0	0
Nerve puncture	9	0.9	0	0	0	0	0	0
Arterial puncture	1	0.1	0	0	0	0	0	0
Complications during PICC use								
None	1015	96.2	0	0	0	0	0	0
CRBSI	0	0	38	100	0	0	0	0
PB	0	0	0	0	28	100	0	0
UEDVT	0	0	0	0	2 ^b	71	21	100
Local infection	31	2.9	0	0	0	0	0	0
Phlebitis	5	0.5	0	0	0	0	0	0
Catheter colonization	4	0.4	0	0	0	0	0	0

Note. PICC, peripherally inserted central catheter; CRBSI, catheter-related bloodstream infection; PB, primary bacteremia; UEDVT, upper-extremity deep-vein thrombosis.

^aData are expressed as frequencies and percentages unless otherwise stated.

^b2 patients presented UEDVT and PB simultaneously.

^cAssessed in 175 patients.

Infectious complications

During the follow-up of 1,142 patients, CABSI was diagnosed in 66 patients (5.8%), 38 (3.3%) of whom met the criteria for CRBSI; the remaining 28 patients (2.4%) were diagnosed with PB. Microbiological findings are shown in Table 2. Gram-positive pathogens were the predominant causative microorganisms (71.2%), followed by gram-negative microorganisms (24.2%) and fungi (4.6%). Median days from PICC insertion to CRBSI was shorter for infections caused by gram-positive pathogens (21 days) than for infections caused by gram-negative pathogens (58 days).

The incidence densities for CABSI, CRBSI, and PB were 0.43, 0.25, and 0.18, respectively. The median times to infection were 24 days (IQR, 14–63) for CRBSI and 41 days (IQR, 15–66) for PB (Fig. 2). All patients with bacteremia received systemic antimicrobial treatment. The PICC was not removed from 8 patients (21%) with CRBSI and from 10 patients (35.7%) with PB. In these patients, a catheter antibiotic lock protocol was used.

In the 8 patients with a CRBSI, 6 catheters were locked with ethanol and 2 with antibiotics; they remained in place for a median of 31 days (IQR, 7–336). The catheters were removed due to local

Table 2. Microbiological Findings and Days to Bloodstream Infection

Microorganisms	CABSI (n = 66)		CRBSI (n = 38)		PB (n = 28)	
	No. (%)	Days to Infection, Median (IQR) ^a	No. (%)	Days to Infection, Median (IQR) ^a	No. (%)	Days to Infection, Median (IQR) ^a
Gram-positive pathogens	47 (71.2)	23 (12–61)	27 (71.0)	21 (12–53)	20 (71.4)	40 (12–88)
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	23 (48.9)	23 (10–47)	16 (59.3)	20 (8–41)	7 (35.0)	23 (11–58)
<i>Staphylococcus aureus</i>	9 (19.1)	23 (10–146)	4 (14.8)	109 (15–393)	5 (25.0) ^b	22 (9–69)
<i>Streptococcus</i> spp.	3 (6.4)	77 (63–160)	0	0	3 (15.0)	77 (63–160)
<i>Staphylococcus hominis</i>	3 (6.4)	218 (218–218)	2 (7.4)	174 (61–287)	1 (5.0)	218
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	3 (6.4)	21 (17–50)	2 (7.4)	19 (17–21)	1 (5.0)	50
Coagulase-negative <i>Staphylococcus</i>	2 (4.3)	64 (18–39)	1 (3.7)	18	1 (5.0)	39
<i>Streptococcus faecalis</i>	2 (4.3)	18 (17–20)	1 (3.7)	20	1 (5.0)	17
<i>Granulicatella adiacens</i>	1 (2.1)	273	0	0	1 (5.0)	273
<i>Staphylococcus capitis</i>	1 (2.1)	19	1 (3.7)	19	0	0
Gram-negative pathogens	16 (24.2)	45 (23–78)	8 (21.1)	58 (15–115)	8 (28.6)	43 (23–65)
<i>Escherichia coli</i>	7 (43.7)	43 (11–59)	2 (25.0)	78 (8–148)	5 (62.5)	43 (22–51)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3 (18.7)	108 (34–117)	3 (37.5)	108 (34–117)	0	0
<i>Serratia liquefaciens</i>	1 (6.3)	20	0	0	1 (12.5)	20
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1 (6.3)	81	0	0	1 (12.5)	81
<i>Bacteroides fragilis</i>	1 (6.3)	67	0	0	1 (12.5) ^b	67
<i>Enterobacter aerogenes</i>	1 (6.3)	9	1 (12.5)	9	0	0
<i>Serratia marcescens</i>	1 (6.3)	46	1 (12.5)	46	0	0
<i>Proteus mirabilis</i>	1 (6.3)	70	1 (12.5)	70	0	0
Fungi	3 (4.6)	31 (21–37)	3 (7.9)	31 (21–37)	0	0
<i>Candida albicans</i>	2 (66.6)	35 (31–39)	2 (66.6)	35 (31–39)	0	0
<i>Candida</i> spp	1 (33.3)	21	1 (33.3)	21	0	0

Note. PICC, peripherally inserted central catheter; CABSI, catheter-associated bloodstream infection; CRBSI: catheter-related bloodstream infection; PB: primary bacteremia.

^aDays elapsed from PICC insertion until taken a positive blood culture.

^bAssociated with an episode of upper extremity deep vein thrombosis (UEDVT).

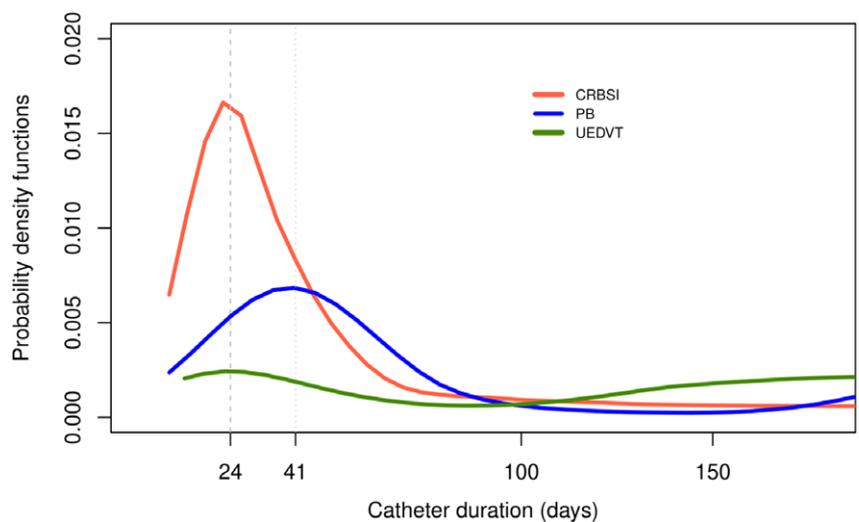


Fig. 2. Probability density functions for PICC lifetime fitted by local likelihood approach with censored data. The maximum of the density function is reached at day 24 for CRBSI (day of maximum flow of failures) and at day 41 for PB. The UEDVT density function was constant and did not reach a maximum value. Note. PICC, peripherally inserted central catheter; CRBSI, catheter-related bloodstream infection; PB, primary bacteremia; UEDVT, upper-extremity deep-vein thrombosis.

infection after alcohol-lock therapy in 1 case, at end of therapy in 3 cases, and after death in 4 cases. In the 10 patients with PB, 7 catheters were locked with antibiotics and 3 with ethanol; they and remained in place for a median of 109 days (IQR, 23–218).

These catheters were removed due to the end of therapy in 4 cases, after death in 2 cases, due to intolerance without apparent infection in 2 cases, due to repetitive episodes of bacteremia in 1 case, and due to secondary bacteremia in 1 case.

Table 3. Risk Factors for Infectious and Thrombotic Complications in Patients With PICCs

Variable	Coefficient β (SE)	P Value ^a	Odds Ratio (95% CI)
CRBSI			
Intercept	-3.759 (0.232)		
Parenteral nutrition	1.223 (0.333)	<.001	3.40 (1.77–6.52)
PB			
Intercept	-4.004 (0.245)		
Admission to hematology ward	1.590 (0.399)	<.001	4.90 (2.24–10.71)
UEDVT			
Intercept	-5.543 (0.708)		
Admission to hematology ward	2.523 (0.823)	<.001	12.46 (2.49–62.50)
Admission to the oncology ward	2.066 (0.762)	<.001	7.89 (1.78–35.16)

Note. PICC, peripherally inserted central catheter; CRBSI, catheter-related bloodstream infection; PB, primary bacteremia; UEDVT, upper-extremity deep vein thrombosis.

^aLikelihood ratio test.

Compared with outpatients, hospitalized patients demonstrated a significantly higher rate of both CRBSI (4.6% vs 1.6%) and PB (3.2% vs 1.4%) ($P < .001$), and they had a higher relative risk (RR) for either CRBSI (RR, 8.51; 95% CI, 3.90–18.57) or PB (RR, 6.81; 95% CI, 2.89–16.02). In the multivariate analysis, independent risk factors for CRBSI and PB were the use of parenteral nutrition (OR, 3.40; 95% CI, 1.77–6.52) and admission to the hematology ward (OR, 4.90; 95% CI, 2.25–10.71), respectively (Table 3).

Thrombotic complications

During the follow-up of 1,142 patients, UEDVT was diagnosed in 23 patients (2.0%) (in association with CRBSI in 2 patients). The incidence density was 0.15 and the median time to UEDVT was 60 days (range, 27–118). As shown in Figure 2, in contrast to infectious complications, the UEDVT density was constant and did not reach a maximum value. All patients were treated with low-molecular-weight heparin. UEDVT was more frequent in outpatients ($n = 16$, 0.15%) than in hospitalized patients ($n = 5$, 0.11%; RR, 0.71; 95% CI, 0.26–1.94). In the multivariate analysis, independent risk factors for UEDVT were admission to the hematology ward (OR, 12.46; 95% CI, 2.49–62.50) or the oncology ward (OR, 7.89; 95% CI, 1.78–35.16) (Table 3).

Complications leading to PICC removal

During the follow-up of 1,142 patients, complications related to PICC occurred in 133 patients (11.6%), leading to catheter removal in 91 patients (8.0%). As shown in Table 4, the PICC was removed from 74 of 102 patients with infections, from 7 of 23 patients with UEDVT, and from all 10 patients with irreversible mechanical occlusion. In the multivariate analysis, the statistically significant independent factors for PICC failure and removal were CRBSI (hazard ratio [HR], 14.39; 95% CI, 8.92–23.20) and UEDVT (HR, 2.30; 95% CI, 1.07–4.93), whereas catheter use for chemotherapy was inversely associated with removal (HR, 0.39; 95% CI, 0.24–0.63). Survival curves for PICCs according to complications are shown in Figure 3. We detected statistically significant

Table 4. PICC Removals Due to Complications

Complications	All Patients (n = 133), No. (%)	PICC Removal (n = 91), No. (%)	Time After Insertion, Median Days (IQR)	Incidence Density per 1,000 Catheter Days
Infectious				
CRBSI	38 (3.3)	30 (2.6)	24 (14–63)	0.25
PB	28 (2.4)	12 (1.1)	43 (15–66)	0.18
Local infection	31 (2.7)	27 (2.4)	118 (29–242)	0.24
Phlebitis	5 (0.4)	5 (0.4)	33 (25–180)	0.03
Thrombotic				
UEDVT ^a	23 (2.0)	7 (0.6)	60 (27–118)	0.15
Mechanical				
Irreversible occlusion	10 (0.9)	10 (0.9)	75 (40–180)	0.06

Note. PICC, peripherally inserted central catheter; CRBSI, catheter-related bloodstream infection; PB, primary bacteremia; UEDVT, upper extremity deep vein thrombosis.

^a2 patients presented CRBSI and UEDVT simultaneously.

differences in the probability of PICC survival between the groups of CRBSI and UEDVT compared to the PB group and those without complications. Catheter probability survival rates for the PB group and for those without complications were similar.

Mortality

The overall crude and the first 30 days after PICC insertion mortality rates were

were 24.9% ($n = 284$) and 10.4% ($n = 119$), respectively. The attributable mortality rate was 0.2%, corresponding to 2 patients with PB caused by *Bacteroides fragilis* and *Staphylococcus aureus* in whom septic shock was the cause of death. Compared with outpatients, hospitalized patients demonstrated a higher crude mortality rate (28.4% vs 20.2%; $P = .002$) and higher mortality at 30 days (16.6% vs 2.2%; $P < .001$).

Discussion

In a large population of 1,142 adult, consecutive, and unselected inpatients and outpatients undergoing a PICC insertion procedure, major infectious complications had differential features regarding incidence, time to appearance, and risk factors.

Moreover, CRBSI demonstrated an incidence density of 0.25 per 1,000 catheter days, which is lower than figures reported in other studies^{17,26–28} but quite similar to recent studies that report rates close to zero.^{29,30} In contrast to these aforementioned studies,^{17,26–30} 57% of patients were hospitalized patients, and 3 of 4 episodes of CRBSI developed during the hospital stay, a rate 4 times greater than the CRBSI rate among patients at home, but still much lower than in other reports.¹⁶ In the present study, CRBSI started to occur on day 5 after implantation, with increasing rates during the first 3–4 weeks and maximum density of infection at 24 days, which is consistent with data reported by other researchers studying CLABSI^{6,26,31} and CRBSI.¹⁵ However, in cancer patients treated at home with parenteral nutrition²⁹ or chemotherapy,²⁸ CRBSI developed later, from 76 to 97 days following PICC insertion. The incidence density of PB was 0.18 per 1,000 catheter days; 3 of 4 episodes occurred during

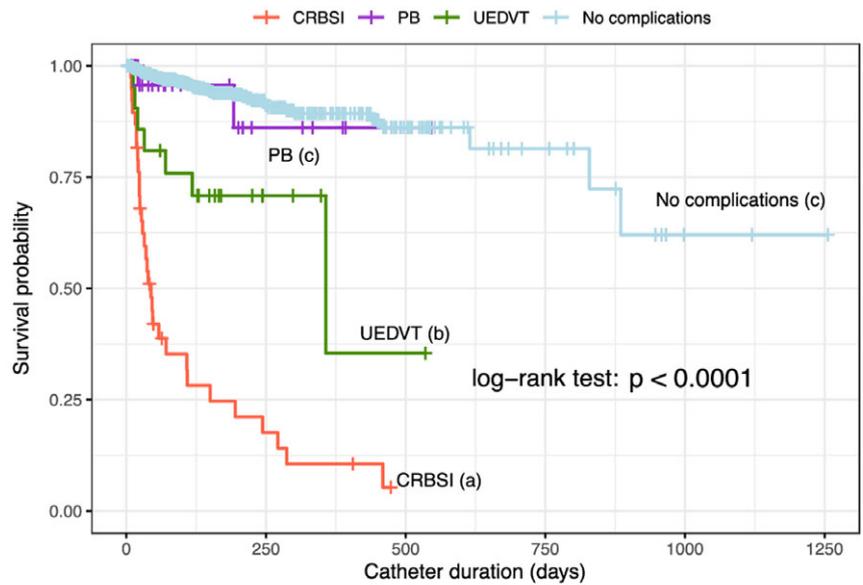


Fig. 3. Survival curves of PICCs according to the classification of major complications. Note. PICC, peripherally inserted central catheter; PB, primary bacteremia; UEDVT, upper extremity deep vein thrombosis; CRBSI, catheter-related bloodstream infections. Different letters (a, b, and c) indicate significant differences ($P < .001$).

	Number at risk					
CRBSI	38	5	0	0	0	0
PB	28	5	1	0	0	0
UEDVT	21	4	1	0	0	0
No complications	1055	168	37	12	2	1

hospitalization and showed a similar pattern to CRBSI, with a maximum density of infection at 41 days. Thereafter, the incidence decreased markedly for both CRBSI and PB. Gram-positive bacilli were the causative pathogens in 2 of 3 episodes of CRBSI and PB, which is consistent with data reported in other studies.³² The adherence to guidelines on the care and maintenance of PICCs once they are in place¹³ over the first 6 weeks are crucial, especially in hospitalized patients.

A distinctive feature of this study is the independent analysis of the characteristics of major infectious complications. Also, in the present study, like others,^{15,17,27–33} the diagnosis of CRBSI both in hospitalized and outpatients was based on strict microbiological criteria because of its high specificity.^{34,35} Therefore, in our study, episodes of PB were registered separately. The percentage of patients with CRBSI was 57.6% (38 of 66 patients), which is in the range of percentages of 42%,²⁷ 46%,¹¹ and up to 74%³¹ reported in other studies. In relation to risk factors and in agreement with previous reports,^{9,15,31,36} receipt of parenteral nutrition through the PICC was significantly associated with CRBSI, and admission to an hematology ward was a predictor of PB, mainly due to gut bacteria translocation.³⁷

Symptomatic UEDVT and confirmed by Doppler ultrasonography occurred in 2% of patients, with an incidence density of 0.15 per 1,000 catheter days. In a case-control analysis of 1,444 adult inpatients who underwent PICC placement, a 3% rate of catheter-associated thrombosis was reported.³⁸ In a retrospective cohort study of 966 unique PICC placements, 42 thrombotic events (4.3%), including 9 cases of lower-extremity deep vein thrombosis, were registered.³⁹ The median time to UEDVT was 60 days (range, 27–118), whereas in the literature, this complication was reported within the first month after PICC implantation.⁷ Admission to hematology or oncology wards were risk factors for UEDVT, which is consistent with the presence of active cancer as predictor of PICC-related thrombosis in other studies.⁴⁰ Early treatment

with low-molecular-weight heparin prevented PICC removal in 66.7% of patients.

Attributable mortality rate of PICC-related complications was only 0.2%. An excess crude mortality ratio within 30 days of PICC insertion has been reported,¹⁵ which is consistent with a crude mortality of 42% at 30 days found in our study, probably related to the underlying diseases or comorbidities of the patients.

Our study has several limitations. We used a single-center design. Direct management and care of PICCs was performed by different services rather than by the same medical team. The strengths of our study include the prospective design, a large study population followed for 5 years, patient heterogeneity (with up to 40% of cases with nonneoplastic diseases), PICC insertion performed by the same ICU staff using a strict protocol, and robust data analysis.

In conclusion, PICCs were associated with a low rate of infectious and thrombotic complications. Compared with PB, CRBSI showed a higher incidence density per 1,000 catheter days but a shorter median time to infection. Mortality directly attributable to PICC was very low.

Supplementary material. To view supplementary material for this article, please visit <https://doi.org/10.1017/icc.2020.1300>

Acknowledgments. We thank Marta Pulido, MD, for editing the manuscript and editorial assistance.

Financial support. No financial support was provided relevant to this article.

Conflicts of interest. All authors report no conflicts of interest relevant to this article.

References

- Chopra V, Kuhn L, Flanders SA, Saint S, Krein SL. Hospitalist experiences, practice, opinions, and knowledge regarding peripherally inserted central catheters: results of a national survey. *J Hosp Med* 2013;8:635–638.

2. Johansson E, Hammarskjöld F, Lundberg D, Arnlinde MH. Advantages and disadvantages of peripherally inserted central venous catheters (PICC) compared to other central venous lines: a systematic review of the literature. *Acta Oncol* 2013;52:886–892.
3. León C, Alvarez-Lerma F, Ruiz-Santana S, *et al.* Antiseptic chamber-containing hub reduces central venous catheter-related infection: a prospective, randomized study. *Crit Care Med* 2003;31:1318–1324.
4. León C, Ruiz-Santana S, Rello J, *et al.* Benefits of minocycline and rifampin-impregnated central venous catheters: a prospective, randomized, double-blind, controlled, multicenter trial. *Intensive Care Med* 2004;30:1891–1899.
5. León C, Ariza J. Guidelines for the treatment of short-term intravascular catheter-related infections in adults; SEIMC-SEMICYUC Consensus Conference. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 2004;22:92–101.
6. Chopra V, Anand S, Krein SL, Chenoweth C, Saint S. Bloodstream infection, venous thrombosis, and peripherally inserted central catheters: reappraising the evidence. *Am J Med* 2012;125:733–741.
7. Chopra V, Anand S, Hickner A, *et al.* Risk of venous thromboembolism associated with peripherally inserted central catheters: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2013;382:311–325.
8. Zhao VM, Griffith DP, Blumberg HM, *et al.* Characterization of post-hospital infections in adults requiring home parenteral nutrition. *Nutrition* 2013;29:52–59.
9. Sakai T, Kohda K, Konuma Y, *et al.* A role for peripherally inserted central venous catheters in the prevention of catheter-related bloodstream infections in patients with hematological malignancies. *Int J Hematol* 2014;100:592–598.
10. Tomlinson D, Mermel LA, Ethier MC, Matlow A, Gillmeister B, Sung L. Defining bloodstream infections related to central venous catheters in patients with cancer: a systematic review. *Clin Infect Dis* 2011;53:697–710.
11. Tribler S, Brandt CF, Hvistendahl M, *et al.* Catheter-related bloodstream infections in adults receiving home parenteral nutrition: substantial differences in incidence comparing a strict microbiological to a clinically based diagnosis. *J Parenter Enteral Nutr* 2018;42:393–402.
12. Mermel LA, Allon M, Bouza E, *et al.* Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 2009;49:1–45.
13. O’Grady NP, Alexander M, Burns LA, *et al.* Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2011;52:e162–e193.
14. Eggimann P, Pagani JL, Dupuis-Lozeron E, *et al.* Sustained reduction of catheter-associated bloodstream infections with enhancement of catheter bundle by chlorhexidine dressings over 11 years. *Intensive Care Med* 2019;45:823–833.
15. Bessis S, Cassir N, Meddeb L, *et al.* Early mortality attributable to PICC-lines in 4 public hospitals of Marseille from 2010 to 2016 (Revised V3). *Medicine (Baltimore)* 2020;99:e18494.
16. Chopra V, O’Horo JC, Rogers MA, Maki DG, Safdar N. The risk of bloodstream infection associated with peripherally inserted central catheters compared with central venous catheters in adults: a systematic review and meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2013;34:908–918.
17. Grau D, Clarivet B, Lotthé A, Bommart S, Parer S. Complications with peripherally inserted central catheters (PICCs) used in hospitalized patients and outpatients: a prospective cohort study. *Antimicrob Resist Infect Control* 2017;6:18.
18. Tian G, Zhu Y, Qi L, Guo F, Xu H. Efficacy of multifaceted interventions in reducing complications of peripherally inserted central catheter in adult oncology patients. *Support Care Cancer* 2010;18:1293–1298.
19. Pittiruti M, Hamilton H, Biffi R, MacFie J, Pertkiewicz M. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: central venous catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications). *Clin Nutr* 2009;28:365–377.
20. Lyman GH, Bohlke K, Falanga A. Venous thromboembolism prophylaxis and treatment in patients with cancer: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline update. *J Oncol Pract* 2015;11:e442–e444.
21. Bestul MB, Vandenbussche HL. Antibiotic lock technique: review of the literature. *Pharmacotherapy* 2005;25:211–227.
22. Mermel LA, Allon M, Bouza E, *et al.* Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 2009;49:1–45.
23. Ziegler MJ, Pellegrini DC, Safdar N. Attributable mortality of central line associated bloodstream infection: systematic review and meta-analysis. *Infection* 2015;43:29–36.
24. Loader C. *Local Regression and Likelihood*. New York: Springer; 1999.
25. CoreTeam R. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria; 2019. <https://www.R-project.org/>.
26. Chopra V, Ratz D, Kuhn L, Lopus T, Chenoweth C, Krein S. PICC-associated bloodstream infections: prevalence, patterns, and predictors. *Am J Med* 2014;127:319–328.
27. Mollee P, Jones M, Stackelroth J, *et al.* Catheter-associated bloodstream infection incidence and risk factors in adults with cancer: a prospective cohort study. *J Hosp Infect* 2011;78:26–30.
28. Bertoglio S, Faccini B, Lalli L, Cafiero F, Bruzzi P. Peripherally inserted central catheters (PICCs) in cancer patients under chemotherapy: a prospective study on the incidence of complications and overall failures. *J Surg Oncol* 2016;113:708–714.
29. Ruiz-Santana S, Saavedra P, León C. “Near zero” catheter-related bloodstream infections: turning dreams into reality. *Crit Care Med* 2012;40:3083–3084.
30. Santacruz E, Mateo-Lobo R, Riveiro J, *et al.* Infectious complications in home parenteral nutrition: a long-term study with peripherally inserted central catheters, tunneled catheters, and ports. *Nutrition* 2019;58:89–93.
31. Herc E, Patel P, Washer LL, Conlon A, Flanders SA, Chopra V. A model to predict central-line-associated bloodstream infection among patients with peripherally inserted central catheters: The MPC Score. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2017;38:1155–1166.
32. Lee JH, Kim MU, Kim ET, *et al.* Prevalence and predictors of peripherally inserted central venous catheter associated bloodstream infections in cancer patients: a multicentre cohort study. *Medicine (Baltimore)* 2020;99(6):e19056.
33. Bouzad C, Duron S, Bousquet A, Arnaud FX, *et al.* Peripherally inserted central catheter-related infections in a cohort of hospitalized adult patients. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2016;39:385–393.
34. Raad I, Hanna HA, Alakech B, Chatzizikolau I, Johnson MM, Tarrand J. Differential time to positivity: a useful method for diagnosing catheter-related bloodstream infections. *Ann Intern Med* 2004;140:18–25.
35. Chen XX, Lo YC, Su LH, Chang CL. Investigation of the case numbers of catheter-related bloodstream infection overestimated by the central-line-associated bloodstream infection surveillance definition. *J Microbiol Immunol Infect* 2015;48:625–631.
36. Pongruangporn M, Ajenjo MC, Russo AJ, *et al.* Patient- and device-specific risk factors for peripherally inserted central venous catheter-related bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2013;34:184–189.
37. Puleo F, Arvanitakis M, Van Gossum A, Preiser JC. Gut failure in the ICU. *Semin Respir Crit Care Med* 2011;32:626–638.
38. Moran J, Colbert CY, Song J, *et al.* Screening for novel risk factors related to peripherally inserted central catheter-associated complications. *J Hosp Med* 2014;9:481–489.
39. Chopra V, Ratz D, Kuhn L, Lopus T, Lee A, Krein S. Peripherally inserted central catheter-related deep vein thrombosis: contemporary patterns and predictors. *J Thromb Haemost* 2014;12:847–854.
40. Chopra V, Kaatz S, Conlon A, *et al.* The Michigan Risk Score to predict peripherally inserted central catheter-associated thrombosis. *J Thromb Haemost* 2017;15:1951–1962.