

UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA, PSICOLOGÍA, MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA E INMUNOLOGÍA MICROBIOLOGÍA MÉDICA Y ENFERMERÍA Y ESTOMATOLOGÍA

MEJORA DE LA CANALIZACIÓN DE VÍAS PERIFÉRICAS EN PEDIATRÍA MEDIANTE ULTRASONIDOS

TESIS DOCTORAL

INÉS CONSTANZE HAMMEL

Universidad Rey Juan Carlos

Facultad de Ciencias de la Salud

Departamento de Medicina y Cirugía, Psicología, Medicina Preventiva y Salud Pública e Inmunología Microbiología Médica y Enfermería y Estomatología de la Universidad Rey Juan Carlos

Dra. Marta Elena Losa Iglesias.

Profesora Titular de la Universidad Rey Juan Carlos.

HACE CONSTAR:

Que el trabajo de investigación realizado por Dª INÉS CONSTANZE HAMMEL titulado "MEJORA DE LA CANALIZACIÓN DE VÍAS PERIFÉRICAS EN PEDIATRÍA MEDIANTE ULTRASONIDOS", reúne los requisitos exigidos por Norma y Ley para optar al grado de Doctor.

Alcorcón, a… …...de ……..de dos mil diecisiete.

Facultad de Ciencias de la Salud

Departamento de Medicina y Cirugía, Psicología, Medicina Preventiva y Salud Pública e Inmunología Microbiología Médica y Enfermería y Estomatología de la Universidad Rey Juan Carlos

DRA. MARTA ELENA LOSA IGLESIAS, PROFESORA TITULAR DE LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

DR. RICARDO BECERRO DE BENGOA VALLEJO, PROFESOR TITULAR DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

C E R T I F I CAN:

Que el proyecto de tesis doctoral titulado "*Mejora de la canalización de vías periféricas en pediatría mediante ultrasonidos"* ha sido realizado bajo nuestra dirección por Dña. Inés Constanze Hammel, que cumple las condiciones legales para cursar estudios de Doctorado (RD: 1393/2007) y reúne todos los requisitos científicos y formales para ser presentado y defendido ante el tribunal correspondiente.

Y para que así conste a todos los efectos, firmamos el presente certificado en Madrid, a …...…de ……de dos mil diecisiete.

Fdo.: Dra. Marta Elena Losa Iglesias ***Fdo.: Dr. Ricardo Becerro de Bengoa Vallejo***



Universidad
Rey Juan Carlos

MEJORA DE LA CANALIZACIÓN DE VÍAS PERIFÉRICAS

EN PEDIATRÍA MEDIANTE ULTRASONIDOS

Tesis doctoral

Inés Constanze Hammel

Departamento de

Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Rey Juan Carlos

Directores de Tesis:

Dra. Marta Elena Losa Iglesias

Dr. Ricardo Becerro de Bengoa Vallejo

Se agradece por su contribución para
el desarrollo de esta tesis a/al:

Mis directores de Tesis:
Dra. Marta Elena Losa Iglesias y
codirector Dr. Ricardo Becerro de Bengoa Vallejo.
Agradezco haber tenido la oportunidad de desarrollar esta tesis bajo su dirección
y sus consejos, además de haberme animado y motivado a seguir luchando para
conseguir permisos, financiación e inclusión de pacientes.

La fundación B. Braun-Stiftung en Melsungen, Alemania
por su subvención.

Hospital Universitario Infanta Sofía, San Sebastián de los Reyes, Madrid.
Los coinvestigadores, profesionales
y en especial a Lucía.

Alfonso
y mis tres hijos,
Noelia, Luca y Juan.

“Todo lo que tiene éxito no es producto de un esquema,
de reglas y normativas establecidas previamente,
sino de una mente que observa y se adapta
a los deseos y necesidades”.

Florence Nightingale
(s.f.)

INFORME RESUMEN

Objetivos

Analizar el método tradicional frente al método con ultrasonidos, comparar el número de intentos necesarios para cada método. Facilitar la localización vascular y la canalización.

Material y Métodos

Menores de 8 años que precisaron una vía periférica con una puntuación mayor o igual a 4 del "Difficult IntraVenous Access Score" (DIVA-Score) y/o 4 o más punciones previas recientes. Al grupo experimental se le visualizó las venas mediante ultrasonografía.

Resultados

37 pacientes aleatorizados: 18 niños en el grupo tradicional y 19 en el grupo ultrasonográfico. La tasa de éxito fue del 88,9% en el grupo tradicional frente al 94,7% en el grupo ultrasonográfico. El método tradicional requirió 30,4 minutos de media frente a los 40,8 minutos en el grupo experimental. La enfermera con menos experiencia mostró mejores resultados utilizando la ultrasonografía. En niños tranquilos el método tradicional presentó mejores resultados: el número de intentos y el tiempo empleado fue menor. En niños que presentaron factores relacionados con una punción dificultosa (agitación, fiebre, etc.) se observó que el grupo de ultrasonidos presentó de media casi un intento menos (2,23 vs. 3); el tiempo empleado en estos pacientes fue similar. La tasa de éxito en dicho subgrupo intervenido con ultrasonidos fue del 100 % frente al 88,9 % en el grupo tradicional.

Conclusión

Mejora global del 6% en la tasa de éxito en niños intervenidos con el método de ultrasonografía. La ultrasonografía puede que facilite la canalización para el personal con menos experiencia. La ultrasonografía parece que no mejora la canalización en niños considerados tranquilos. El método con ultrasonidos muestra una tendencia a disminuir los intentos y aumenta la tasa de éxito un 11% en niños que presentan factores dificultosos, aunque no se ha podido demostrar como estadísticamente significativo. El método de ultrasonidos tiende a canalizar venas más gruesas.

ÍNDICE

PRIMERA PARTE

Capítulo 1. Introducción 2
1.1. Desarrollo histórico 2
1.2. Concepto de las vías periféricas en la actualidad: Estado del arte 2
Capítulo 2. El fracaso 8
2.1. El fracaso de la canalización de una vía periférica. 8
2.2. Acceso venoso dificultoso o DVA "Difficult Venous Access" 11
Capítulo 3. Factores influyentes 13
3.1. Factores relacionados con el paciente 13
3.2. Enfermedades y alteraciones tópicas 13
3.3. Tratamientos influyentes 15
3.4. Experiencia profesional 15
3.5. Analgesia 17
3.6. Vasoconstricción 19
3.7. Distracción 20
Capítulo 4. Métodos para facilitar la canalización 22
4.1. Técnicas de punción 22
4.2. Cuatro dispositivos para realizar punciones y/o canalizaciones 23
4.2.1. VEID™ "Vein Entry Indicator Device" 23
4.2.2. Vacuderm™ 24
4.2.3. Transiluminación 24
4.2.4. Espectroscopía con luz infrarroja, denominado NIR "Near Infra Redespectroscopy" 26
Capítulo 5. Estado del arte de la ecografía 30
5.1. Ultrasonografía 30
5.2. Concepto de la ultrasonografía en la actualidad 30
5.3. Uso de ecografía por y para enfermeras: Estado del arte 35
5.4. Estudios realizados sobre el acceso vascular 39
5.4.1. Estudios con pacientes identificados con un acceso dificultoso 44

5.4.2. Impacto de la ultrasonografía en caso de acceso periférico dificultoso, según estudios, en el ámbito adulto e infantil 47
5.4.2.1. El uso de ultrasonidos disminuye: 47
5.4.2.2. El uso de ultrasonidos aumenta: 48
5.4.2.3. El uso de ultrasonidos facilita: 48
5.4.3. Estudios que valoran la mejor opción vascular 49
5.4.3.1. Vena safena 49
5.4.3.2. Vena cefálica 50
5.4.3.3. Vena basílica 50
5.5. Estudios que no indican una mejora 51
5.6. Dos meta-análisis sobre el acceso venoso periférico realizado mediante ultrasonografía 53
5.7. Motivación y aspectos nuevos para realizar presente estudio 54

SEGUNDA PARTE

Capítulo 6. Hipótesis y Objetivos 63
6.1. Hipótesis 63
6.2. Objetivo principal 63
6.3. Objetivos secundarios 63
Capítulo 7. Material y Métodos 65
7.1. Tipo de diseño 65
7.2. Población de estudio 65
7.3. DIVA-Score 65
7.4. Criterio añadido de punciones previas 66
7.5. Motivos de exclusión 67
7.6. Muestreo 67
7.7. Aleatorización informática 68
7.8. Variables del estudio 71
7.8.1. Variables dependientes 71
7.8.2. Variables independientes 71
7.9. Curso acreditado de ecografía y entrenamiento del personal de enfermería 72
7.9.1. Curso impartido 72

7.10. Técnicas de visualización vascular con ecografía: Visualización en transversal / perpendicular “short axis” 75
7.11. Visualización en longitudinal o “long axis” 77
7.12. Modos de presentación ecográfica requeridos para el estudio 78
7.13. Modo B (brillo) 78
7.13.1. Ecografía Doppler 78
7.13.2. Método tradicional de canalización de una vía periférica 79
7.14. Técnicas para realizar la punción mediante ultrasonidos 79
7.14.1. Evaluar la anatomía previamente a la punción 79
7.14.2. Marcar la piel 80
7.14.3. Manejo del ecógrafo por una persona 80
7.15. Métodos de recogida de datos 81
7.16. Descripción y definiciones de la intervención 82
7.16.1. Grupo control 82
7.16.2. Grupo experimental 82
7.17. Justificación del método elegido 84
7.17.1. Éxito 85
7.17.2. Fracaso 85
7.18. Análisis estadístico 86
7.19. Consideraciones éticas 87
7.19.1. Informe Comité Ético de Investigación Clínica del HULP 88
7.19.2. Informe de la Comisión de Investigación del HUIS 89
7.19.3. Consentimiento informado 91
7.20. Declaración de intereses 94

TERCERA PARTE

Capítulo 8. Resultados 96
8.1. Tasa de éxito y de fracaso 97
8.2. Éxito desde el primer hasta el tercer intento 97
8.3. Intentos necesarios 98
8.4. Tiempo empleado 99
8.5. Puntuación del DIVA-Score 100

8.6. Criterio añadido de punciones previas 101
8.7. Experiencia profesional 102
8.8. Intentos requeridos y tiempo empleado porcada profesional enfermera 102
8.9. Tranquilidad o agitación del paciente, como variable confusora 109
8.10. Diversos factores influyentes en la canalización..... 111
8.11. Contraste de hipótesis. Estratificación por agitación y factores dificultosos 113
8.12. Posibles complicaciones..... 116
8.13. Visualización del vaso en modo transversal y longitudinal 117
8.14. Especificación de las venas canalizadas 118
Capítulo 9. Discusión 120
9.1. Éxito..... 121
9.2. Intentos..... 122
9.3. Cifra de intentos y éxito tras diferentes intentos..... 123
9.4. Tiempo 126
9.5. Facilitar el acceso, en especial para el personal con menos experiencia 128
9.6. Tranquilidad frente agitación..... 130
9.7. Factores relacionados con la dificultad para canalizar 131
9.8. Edad como factor influyente..... 132
9.9. Técnica..... 133
9.10. Localización venosa mediante ultrasonografía 135
9.11. Venas canalizadas 135
9.12. Limitaciones y sesgos 136
9.13. Líneas de investigaciones futuras..... 141
Capítulo 10. Conclusiones..... 144
Capítulo 11. BIBLIOGRAFÍA..... 148
Capítulo 12. ANEXOS..... 167
Anexo 1 Hoja de investigación 168
Anexo 2 Consentimiento informado 170
Anexo 3 Información sobre el ensayo clínico..... 173
Anexo 4 DIVA-Score..... 177
Anexo 5 Perfil enfermero..... 178
Anexo 6 Factores influyentes..... 179
Anexo 7 Documentación del curso impartido..... 182

Anexo 8 Diploma acreditativo 202
Anexo 9 Informe del Comité Ético de Investigación Clínica 203
Anexo 10 Informe de la Comisión de Investigación..... 204
Anexo 11 Compromiso de los investigadores..... 206

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bisel hacia abajo y bisel hacia arriba. 22

Figura 2. Vein Entry Indicator Device 23

Figura 3. Torniquete "Vacuderm™" 24

Figura 4. Aparato de transiluminación "Veinlite" 26

Figura 5. Espectroscopía con luz infrarroja en un pie de un lactante 28

Figura 6. Canalización venosa mediante ultrasonografía en tiempo real 41

Figura 7. Ejemplo anatómico de las venas más frecuentes canalizadas 51

Figura 8. Porcentaje de mejora en los resultados de los cuestionarios 74

Figura 9. Técnica de visualización "short axis" 76

Figura 10. Técnica de visualización "long axis" 77

Figura 11. Canalización periférica mediante visualización transversal 84

Figura 12. Esquema de los pacientes participantes 96

Figura 13. Éxito (%) desde el primer hasta el tercer intento en ambos grupos 98

Figura 14. Número de intentos de ambos grupos 99

Figura 15. Intervalo de tiempo empleado en ambos grupos 100

Figura 16. Experiencia profesional de las enfermeras 102

Figura 17. Media de intentos de la enfermera A comparando ambos métodos 105

Figura 18. Media de intentos de la enfermera B comparando ambos métodos. 105

Figura 19. Media de intentos de la enfermera C comparando ambos métodos. 106

Figura 20. Media de intentos de la enfermera D comparando ambos métodos 106

Figura 21. Tiempo medio requerido (min.) por el profesional A 107

Figura 22. Tiempo medio requerido (min.) por el profesional B 107

Figura 23. Tiempo medio requerido (min.) por el profesional C 108

Figura 24. Tiempo medio requerido (min.) por el profesional D 108

Figura 25. Especificación de las venas canalizadas con ultrasonografía. 118

Figura 26. Especificación de las venas canalizadas con el método tradicional..... 119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Uso de ultrasonidos para accesos vasculares en pediatría 48

Tabla 2. Estudios pediátricos que comparan ambos métodos 54

Tabla 3. DIVA-Score "Difficult IntraVenous Access Score". 66

Tabla 4. Secuencia de números generada por algoritmo informático 70

Tabla 5. Resultados comparativos del grupo experimental y control..... 101

Tabla 6. Media de intentos por cada enfermera por método y tiempo empleado..... 103

Tabla 7. Análisis de pacientes que presentan agitación..... 109

Tabla 8. Análisis de pacientes en estado de tranquilidad. 110

Tabla 9. Factores relacionados con una punción dificultosa 112

Tabla 10. Prueba Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk 114

Tabla 11. Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk 114

Tabla 12. Prueba T-Student. Resumen de los estadísticos de ambos grupos. 114

Tabla 13. Prueba homogeneidad varianzas de Levene. 115

Tabla 14. Prueba T-Student para igualdad de medias. IC: Intervalo de confianza 115

Tabla 15. Prueba "U de Mann-Whitney". 116

Tabla 16. Modo de visualización de los pacientes en el grupo experimental. 117

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

C = Control

DIVA = Difficult Intravenous Access

DIVA-Score = Difficult Intravenous Access Score

DUE = Diplomado Universitario en Enfermería

E = Experimental

FAVi = Fistula Arterio-Venosa interna

Hz= Herzio

HULP= Hospital Universitario La Paz

HUIS= Hospital Universitario Infanta Sofía

IMC= Índice masa corporal

KHz= Kiloherzio

MHz= Megaherzio

NIR = Near-Infrared Espectroscopy

OMEC = Oxigenación por Membrana Extracorpórea

PRF = Pulse Repitition Frequency

RMN = Resonancia Magnética Nuclear

TAC=Tomografía Axial Computarizada

TR = Tradicional

US = Ultrasonidos

V. = Vena

VEID = Vein Entry Indicator Device

VS = Versus

μ = Media de una variable

PRIMERA PARTE

1.1. Desarrollo histórico

En el siglo XVII se describió la inyección intravenosa como un nuevo procedimiento para la administración de fármacos. Las primeras inyecciones de sustancias por esta vía, realizadas con fines experimentales y no terapéuticos, se deben a Christopher Wren, que inyectó en 1656 vino y cerveza en las venas de un perro. La introducción de la inyección venosa en el hombre y su posterior aplicación a la terapéutica se debe fundamentalmente a médicos alemanes como Johann Daniel Major, y Johann Sigismund Elsholtz. La terapia intravenosa fundamentada en principios adecuados de microbiología y asepsia se desarrolló en la última parte del siglo XIX y a lo largo del siglo XX. David Massa fue el inventor alemán del primer catéter venoso desechable de plástico en 1950 (Wikipedia, 2016). La primera versión alemana fue desarrollada por el médico y químico Bernhard Braun, que lideró el departamento científico en la empresa B. Braun en Melsungen, Alemania (Wikipedia, 2015).

1.2. Concepto de las vías periféricas en la actualidad: Estado del arte

La canalización de vías venosas periféricas o canalización periférica es un proceso esencial y habitual durante el ingreso hospitalario tanto en adultos como en pediatría, por el que se consigue administrar sustancias líquidas directamente en una vena. En muchas ocasiones, la canalización de una vía periférica se utiliza para obtener una muestra de sangre que facilita el diagnóstico y la evolución del paciente. Su

aplicación es fundamental para permitir un tratamiento adecuado que, frecuentemente, ayuda a la recuperación de la enfermedad o a la mejoría del paciente en situaciones concretas. En nuestro país se lleva a cabo generalmente por el personal de enfermería, y se suelen seleccionar aquellas venas superficiales que puedan soportar con facilidad la administración de sueros y fármacos isosmolares. Generalmente, las venas de elección, tanto para adultos como para niños, son la vena cefálica, la basílica, las venas medianas antebraquiales y las venas del dorso de la mano (Dougherty, 2008, p. 49).

Sin embargo, en ocasiones, y sobre todo en niños que todavía no se mantienen en bipedestación, las venas del dorso del pie y, sobre todo, la vena safena suelen ser una buena opción a tener en cuenta. Diversos estudios han nombrado la vena safena como una de las mejores opciones por su buena accesibilidad; principalmente es un lugar óptimo para lactantes hasta menores de 6 meses (Moore, 2014, p.1137), pero existen estudios que la recomiendan hasta para niños menores de 3 años o incluso de mayor edad (Reira, Langhan, Northrup, Santucci, & Chen 2011, p.1121; Cole, Glass, Norton, & Tayal, 2012, p. 87). La vena safena en comparación con otras venas es más larga y presenta un diámetro comparable con las venas antecubitales (Reira et al., 2011, p. 1121). Por ello, permite canalizar un catéter de un tamaño mayor. Debido a este hecho se tiene en cuenta en ocasiones excepcionales hasta para una vía central, según estudios (Aria, Vatsky, Kaye, Schaefer, & Towbin, 2014, p.187; Yates, Barlow, Johari, Doughman, & Nicholson, 2009, p. 208).

En el caso de los recién nacidos o lactantes, se valoran también las venas epicraneales. Aunque la canalización de las mismas en una planta de pediatría no suele ser la primera opción, debido al inconveniente que supone una rasuración del cabello.

Además la canalización puede dejar calvas y la vía no suele permitir un flujo superior a 20 centímetros cúbicos por hora (Kerbl, Kurz, Ross, & Wessel, 2011, p. 58).

Por sus características anatomofisiológicas, la canalización venosa en el paciente pediátrico resulta, por lo general, más dificultosa que en los adultos debido a que se trata de venas de menor longitud y más frágiles, lo que conlleva que sea más complicado verlas, palparlas y canalizarlas con éxito (Schindler, Schears, Hall, &Yamamoto, 2012, p.1002). A su vez, la ausencia de colaboración de los niños pequeños y la presión que pueden transmitir los padres hacia los profesionales supone, a veces, una gran dificultad para el personal de enfermería que puede conllevar incluso situaciones frustrantes. Por ello, canalizar una vía periférica en el ámbito pediátrico se valora por los profesionales sanitarios como un cuidado dificultoso, incluso para aquéllos con muchas facultades (Larsen et al., 2010, p. 226).

Además, tanto la canalización periférica como la venopunción en niños están consideradas como una de las fuentes de dolor más frecuentes durante la hospitalización de estos pacientes y la segunda peor experiencia durante el ingreso tras la propia enfermedad subyacente (Zempsky, p.121; Rauch, Dowd, Eldrige, Mace, Schears, & Yen, 2013, p.876). Algunos niños comparan el dolor de una canalización periférica incluso con el dolor postquirúrgico (Zempsky, 2008, p.121).

Existen estudios que indican que las malas experiencias hospitalarias, como pueden ser múltiples punciones, pueden afectar al niño en su desarrollo, tanto a corto como a largo plazo (Cohen, 2008, p. 134; De Olivera Gomes, De Luca Nascimento, Moreira Christoffel, Pereira Antunes, Campos De Aráujo, & Gomes Cardim, 2011, p.279). Sobre todo, pueden tener un impacto tanto fisiológico como psicológico, con experiencias dolorosas posteriores. Por ello, el dolor durante la canalización es un hecho a tener en cuenta, dado que aquellos niños que han tenido experiencias previas negativas

con las agujas muestran niveles de ansiedad mucho más elevadas que aquellos que no las tuvieron, mostrando como consecuencia signos anticipatorios de angustia en su encuentro con las enfermeras, así como también conductas de defensa, lucha, etc. (Kuesting et al., 2009, p.421). Por lo tanto, estos factores deben tenerse en cuenta debido a que la ansiedad, el miedo y el dolor activan el sistema simpático y provocan la vasoconstricción, y como consecuencia, dificultan todavía más la canalización (Kuesting et al., 2009, p.422).

No obstante, no solo el disconfort y el sufrimiento del paciente preocupa, sino también el de los padres. Rauch y su equipo (2013, p. 896) comentan que los padres aumentan la frecuencia cardiaca, la tensión arterial y muestran síntomas de estrés mientras oyen a su hijo llorar. Por ello, Kuesting et al. (2009, p. 422) no habla solamente de una preparación previa del niño, sino también de los padres, dado que la ansiedad que éstos refieren suele ser proporcional a la de los niños. Por tanto, es una labor de la enfermera el hecho de que los padres aprendan a controlarse, lo que, a su vez, ayudará a transmitir tranquilidad a su hijo. Esta presencia y transmisión de sentimientos de seguridad la pueden aprovechar tanto los niños mayores como los pequeños, aunque estos últimos no suelen entender el porqué de ese cuidado y, en consecuencia, no suelen colaborar. Los niños, así como los padres, prefieren en general quedarse juntos dentro de la habitación. Sobre todo, por el hecho de que los niños suelen llorar habitualmente durante el procedimiento y la presencia de los padres puede hacer la situación más llevadera para ambos, incluso puede, según la literatura vigente, disminuir el miedo y el dolor de los niños (Cohen, 2008, p. 136).

En muchos casos, los padres o familiares logran una distracción o calman de forma espectacular a su hijo. El rol de los padres en este cuidado es enormemente importante porque pueden dar consuelo y, por ello, facilitan muchas veces este proceso.

La ayuda varía en forma de distracción o consuelo y llega hasta incluso ayudar a inmovilizar al niño.

Es por ello por lo que se recomienda la presencia de los padres dentro de la habitación del niño con el propósito de poder ver este procedimiento para entender la posible dificultad y la profesionalidad requerida. Parece que recomendar estar presente mientras que se realice la canalización aumenta la confianza de los padres hacia los profesionales, debido al hecho de que muchas veces los niños lloran con mucha angustia e intensidad. Aunque es duro para muchos progenitores, si se ubican en la misma habitación pueden ver que los profesionales de enfermería realizan únicamente su trabajo y a la vez intentan hacer la situación lo más agradable posible para su hijo.

La tasa de éxito en la canalización aumenta conforme el niño está más tranquilo y colaborador (Larsen et al., 2010, p.234). La canalización en niños pequeños es másdificultosa debido a sus características anatomofisiologicas; se trata de venas de menor longitud y más frágiles, lo que conlleva que sea más complicado verlas, palparlas y canalizarlas con éxito (Schindler et al., 2012, p.1002). Si a ello se le suma la ausencia de colaboración, la dificultad se incrementa todavía más. A su vez, el temor y el dolor producido por la intervención produce vasoconstricción (Kuesting et al., 2009, p.420). Por ello, la canalización de una vía periférica suele ser más costosa en niños y aún más todavía en menores de 2 años (Reigart et al., 2012, p. 471). Además, a dicha dificultad se suman los posibles factores dificultosos relacionados con el paciente, su enfermedad o los tratamientos que también pueden dificultar la canalización de una vía periférica.

Desde el punto de vista del profesional enfermero, las canalizaciones de vías periféricas en casos difíciles es uno de los procedimientos que más tiempo consume y que, de forma habitual, más frustración y preocupación genera en el personal de

enfermería; puede llegar incluso a alterar la autoconfianza y la seguridad en sí mismos, ya que la capacidad de llevar a cabo una canalización satisfactoria en el menor número de intentos y en el menor tiempo posible es identificado como una de las principales cualidades de una "buena enfermera" (Kuesting et al., 2009, p. 421).

Con el paso de tiempo en la planta y según su situación, en algunas ocasiones, parece que se "agota" la fuerza de los progenitores. Debido a este hecho, a veces los progenitores prefieren salir de la habitación, ya que pueden verse sobrepasados emocionalmente por esta situación.

A la autocrítica que suelen hacerse los profesionales en casos de punciones múltiples, en particular en el caso de no haber conseguido canalizar una vía, se le suma la sensación incriminatoria de los padres, que incluso días después, pueden seguir manifestando su desconfianza. A su vez, no conviene olvidar la tensión intrínseca que los padres pueden generan hacia dichos profesionales, como consecuencia de la difícil situación de tener un niño ingresado que conlleva, generalmente, preocupación en todo el entorno familiar.

2.1. El fracaso de la canalización de una vía periférica.

Cuando no se consigue una vía venosa periférica se valoran vías alternativas. La rehidratación oral y las infusiones subcutáneas o sondas nasogástricas también pueden ser una opción en algún caso. Las vías alternativas son importantes, sobre todo, para la rehidratación en caso de deshidratación leve que puede ser provocada por vómitos, diarrea etc. Para la administración de algunos medicamentos en ciertas situaciones, la inyección subcutánea e intramuscular, la administración por la vía transdérmica, por las mucosas y por la vía inhalatoria son las opciones más importantes (Kuesting et al., 2009, p. 423). Aunque existen todas las alternativas anteriores, en muchos casos es imprescindible tener otro acceso para poder tratar de forma adecuada al paciente. Para la administración de la mayoría de medicamentos en un paciente hospitalizado se requiere una vía venosa.

De los siguientes accesos, la vía menos invasiva es la vía venosa periférica, seguidos por la vía periférica central, la intraósea, la canalización venosa central habitualmente canalizada por la vena subclavia o yugular y, rara vez, por la femoral; en casos excepcionales incluso por la vena safena (Aria et al., 2014, p.188). Por último, se sitúa el corte venoso central, también llamado "central venous cutdown". Este último es el acceso más invasivo y suele ser el último recurso en una situación con compromiso vital (Kuesting et al., 2009, p.423; Rauch et al., 2009, p.899).

En relación a vías más invasivas que la vía venosa periférica, su uso se relaciona con un aumento de estancia hospitalaria y con un retraso del tratamiento prescrito. Asimismo, existen indicadores que vinculan el fracaso de una vía periférica y la

necesidad de una vía central con un aumento de la morbilidad e incluso la mortalidad (Au, Rotte, Grzybowski, Ku, & Fields, 2012, p.1951), Se relacionan las siguientes complicaciones por el fracaso de un acceso venoso periférico: extravasaciones, perforaciones vasculares, infecciones, flebitis, hematomas, etc. Con el uso de una vía central pueden producirse incluso complicaciones más graves como: trombosis, hemotórax, neumotórax, arritmias, perforaciones, embolias aéreas, etc. (Rauch et al., 2009, p 899; Kayashima & Imai, 2013, p.37). En comparación con los adultos, cabe destacar que la tasa de éxito para un acceso venoso central en niños es menor. A su vez, la tasa de complicaciones es mayor en el paciente pediátrico que en el paciente adulto (Schindler et al., 2012, p. 1003).

Debido a lo anteriormente expuesto, deben emplearse todos los recursos humanos y materiales disponibles para lograr canalizar con éxito una vía periférica, y de esta forma, evitar las complicaciones derivadas de un fracaso en dicha canalización. Existen dos ensayos que mencionan que si se usa la ecografía para obtener una vía venosa periférica se reduce la necesidad de una vía central en pacientes estables y mayores de edad, lo que disminuye a su vez las complicaciones asociadas a la misma (Dragin, Rebholz, Lowenstein, Mitchell & Feldlman, 2010, p.6; Shokoohi et al., 2013, p. 202). Otro ensayo cita que el uso de ultrasonidos para vías periféricas difíciles en el ámbito de pacientes adultos suele reducir hasta un 85% la necesidad de tener que canalizar una vía central (Au et al., 2012, p.1954).

La canalización de una vía venosa periférica en las unidades de pediatría es uno de los procedimientos que más tiempo y recursos consume. Un estudio americano analizó los costes para obtener una vía periférica en pediatría, ya que se requieren, en general, muchos más recursos humanos que en adultos. Los costes, para pacientes pediátricos, son muy elevados comparados con la canalización de una vía en un adulto,

debido al mayor consumo de tiempo y de recursos humanos. En el estudio de Goff et al. (2013, p. 185), un 28% de los niños hospitalizados que requerían una vía periférica precisaron de tres o más intentos para establecer un acceso que suponía un 43% del gasto total de los costes relacionados con el acceso intravenoso. Según los autores, ello afecta frecuentemente a los menores de dos años y/o a los niños deshidratados.

Asimismo, según datos de diversos estudios relacionados con el fracaso de una vía venosa periférica, se concluye que, en aproximadamente un intervalo comprendido entre un 5 y un 10% de los niños, no se puede obtener una vía periférica intravenosa (Kuesting et al., 2009, p.419; Cavalcante De Negri, Ferreira Machado Avelar, Andreonin, & Gonçalvez Pedreira, 2012, p.1). El fracaso y las punciones múltiples no solo afectan al gasto de recursos materiales y humanos a nivel del ámbito enfermero, sino que también pueden aumentar las complicaciones y retrasar el diagnóstico y el inicio de la terapia (Kuesting et al., 2009; p. 421). Existen estudios que muestran que algunos métodos como la ultrasonografía pueden mejorar la canalización periférica y central en situaciones difíciles y, a su vez, conllevar una disminución de costes (Robinson, Morgensen, Grudinskas, Kohler, & Jacobs, 2005, p.374; Au et al., 2012, p.1950). Mediante el uso del método ultrasonográfico se disminuye la tasa de fracaso y, a raíz de ello, se consumen menos recursos humanos, incluyendo el nivel facultativo. De esta forma, puede evitarse valorar la canalización de otra vía alternativa a la vía periférica. Aunque no sólo puede evitarse la valoración, sino también la canalización de una vía opcional, puesto que se trata frecuentemente de una vía central. Estas vías se canalizan habitualmente en muchos países por personal médico. Por ello, como concluye el estudio de Weiner y su equipo (2013, p.653), las enfermeras que utilizan la ecografía para el acceso periférico en situaciones difíciles reducen la necesidad de intervención médica.

2.2. Acceso venoso dificultoso o DVA "Difficult Venous Access"

Con respecto a la canalización, por acceso dificultoso se entiende aquél que requiere alguno de los siguientes puntos: notablemente más tiempo de lo habitual, diversos profesionales o múltiples intentos. La dificultad también puede manifestarse en no poder canalizar un catéter de un tamaño deseado, sino uno más pequeño.

Según diversos estudios, los niños que requieren una vía periférica venosa, que pertenecen a un subgrupo de difícil canalización, están aproximadamente comprendidos en un intervalo que oscila aproximadamente entre un 5 y un 10%. Este subgrupo genera especial preocupación entre el personal de enfermería, al ser un subgrupo en el que potencialmente no se puede realizar la canalización de manera exitosa. (Kuesting et al., 2009, p. 419; Cavalcante de Negri et al., 2012, p.1). Este procedimiento, especialmente en casos difíciles en pacientes pediátricos, requiere considerable tiempo y experiencia, de modo que, con frecuencia, se precisan varios intentos hasta tener éxito, lo que incrementa la ansiedad, el dolor y el sufrimiento en el paciente y su familia. Pese a todo lo anteriormente expuesto, existe aún así una tasa de fracaso del 10% en la canalización de la población infantil que requiere una vía, es decir, no se consigue la canalización en una décima parte de la población infantil que requiere esta intervención (Kuesting et al., 2009, p. 419; Cavalcante de Negri et al., 2012, p.1).

Varios estudios demuestran que el uso de ultrasonidos para canalizaciones periféricas en situaciones difíciles y en pacientes estables está asociado con una enorme disminución en la necesidad de requerir una vía central (Au et al., 2012, p. 1950; Dragin et al., 2010, p.7). Lo anteriormente expuesto, por sí mismo, disminuye evidentemente todos los riesgos asociados con dicha intervención. En muchos estudios se ha podido disminuir el tiempo para poder canalizar una vía venosa periférica con el empleo de esta

técnica (Moore, 2014, p. 1137; Benkhadra et al., 2012, p. 449). De este modo, se reducen los recursos necesarios para poder colocar una vía con acceso dificultoso.

Asimismo, si se logra, a su vez, reducir el número de intentos con pacientes adultos, como mencionan diversos estudios, se conseguirá mejorar la predisposición de los pacientes a futuras punciones y, a raíz de ello, se facilitará la canalización para el personal de enfermería.

3.1. Factores relacionados con el paciente

Factores influyentes en la canalización son la edad y el peso: la prematuridad, la edad por debajo de los 3 años, el peso inferior a 5 Kg. o un percentil por debajo del 10% son algunos de estos aspectos a tener en cuenta. Dichos factores aumentan la fragilidad de las venas y dificultan la visibilidad y la palpabilidad debido a su pequeño tamaño (Kuesting et al., 2009, p.420). Aunque no solo un percentil bajo de peso, sino también la obesidad, dificultan la canalización en niños (Nafio, Burke, Cowan, Tutuo, Maclean, & Tremper, 2010, p.172). Además, una piel oscura complica también la visibilidad de las venas, así como las venas que se mueven al intentar puncionarlas, denominadas coloquialmente en el ámbito de enfermería como "bailonas", que también entorpecen la punción. Asimismo, factores como el miedo, la ansiedad y el dolor provocan intranquilidad, agitación o incluso agresividad, por las que el paciente pediátrico finalmente no es capaz de colaborar en este proceso. El dolor, el miedo y la ansiedad son los principales aspectos que provocan una reacción sistémica que conlleva una vasoconstricción importante (Kuesting et al., 2009, p.420).

3.2. Enfermedades y alteraciones tópicas

Diversas enfermedades y alteraciones tanto agudas como crónicas influyen o pueden influir de forma muy negativa en el procedimiento de la canalización y punción. La sepsis y la deshidratación pueden provocar, por la falta de volumen intravascular, un colapso venoso, una desorientación y/o una agitación del paciente. Asimismo, el shock

séptico disminuye la tensión arterial, que conlleva una mala visibilidad y palpabilidad de las venas (Kuesting et al., 2009, p.420). Un edema periférico, por ejemplo, así como otras alteraciones de la piel, conllevan una pobre visibilidad y dificultan la palpación de las venas. La hipotermia, a su vez, provoca vasoconstricción periférica (Kuesting et al., 2009, p.420).

También otras anomalías dermatológicas crónicas como un eczema o la psoriasis reducen la visibilidad y la accesibilidad de las venas. Sin embargo, algunas malformaciones vasculares tales como los hemangiomas o las fístulas arterio-venosas aumentan incluso la visibilidad venosa por su aparición superficial, pero no permiten una adecuada punción.

Las enfermedades que afectan al sistema cardiovascular pueden reducir la eyección cardiaca y, por ello, la distribución de volumen (Kuesting et al., 2009, p.420). Además, ciertos síndromes, tales como el síndrome de Down, suelen presentar un lumen vascular menor con respecto a individuos sanos de la misma edad (Sulemanji, Donmez, Akpek, & Alic, 2009, p. 98). Por ello, cualquier acceso de dichos pacientes se considera más dificultoso y menos exitoso (Sulemanji, Donmez, & Akpek, 2009, p. 834). Anomalías neurológicas, como por ejemplo el ictus o la parálisis cerebral, pueden provocar vasoconstricción periférica o limitar directamente las posibilidades de obtener un acceso exitoso (Kuesting et al., 2009, p.420).

Otras enfermedades endocrinas y anomalías metabólicas como la diabetes mellitus aumentan la fragilidad de las venas. La anemia falciforme provoca hipertensión pulmonar y mala perfusión periférica, que repercute en la punción y en la canalización (Kuesting et al., 2009, p.420).

3.3. Tratamientos influyentes

Por último, se deben nombrar aquellos tratamientos de larga duración que necesitan una administración continua y repetida de fármacos intravenosos. En ocasiones han requerido ser administrados por una vía central previamente, factor que está considerado como uno de los que más dificulta la canalización de una vía periférica (Cavalcante De Negri et al., 2012, p. 2).

Los tratamientos con antibióticos, esteroides o quimioterapia, dan como resultado unas venas dañadas y cicatrizadas. Esto último reduce las zonas en las que se puede realizar una canalización o punción venosa. Todo ello también sucede cuando hay fístulas, shunts, quemaduras, traumas, tumores etc. (Kuesting et al., 2009, p.420; Lewis, Crapo, & Williams 2013, p.61).

3.4. Experiencia profesional

Además de los factores influyentes asociados al paciente, hay que destacar también los factores asociados a la experiencia profesional, al perfil enfermero, al entrenamiento y a la destreza individual de los profesionales. Varios estudios han analizado la influencia del factor humano. Algunos no han mostrado una diferencia significativa en la relación entre experiencia profesional y tasa de éxito (Black, Pusic, Harmidy & McGillivray, 2005, p.710), pero la mayoría de ellos lo consideran un factor importante (Liniger 2003, p.354; Larsen et al., 2010, p. 234; Sulemanji et al., 2009, p.100). De esta forma, en el ámbito pediátrico recomiendan profesionales con experiencia laboral en dicho ámbito para canalizar una vía periférica. En casos difíciles, o después de 2 intentos fallidos en pediatría o en adultos, se recomienda la ayuda de

otro profesional, debido a que múltiples punciones sin éxito causan innecesariamente dolor y limitan futuros accesos (Coram, 2015, p.18). Otros autores también consideran conveniente la disponibilidad de equipos especializados para accesos (Larsen et al., 2010, p.234; Goff et al., 2013, p. 191). En la práctica hospitalaria, en general, el personal de enfermería pediátrica suele ofrecerse voluntariamente en caso de necesidad a sus compañeros, bien porque estos últimos tienen menos experiencia, o bien, porque existen situaciones en las que no se puede conseguir canalizar fácilmente una vía periférica por mucha destreza y experiencia que tenga un determinado profesional. A su vez, seguramente también se produce un sentimiento negativo en el profesional en el caso de haber tenido un intento fallido en la canalización; un profesional de enfermería quiere mejorar la situación del paciente en todas sus esferas y no provocarle más sufrimiento. De hecho, existen incluso algunos profesionales enfermeros que no puncionan una segunda vez en el caso de que hayan fallado la primera.

En algunos países como Estados Unidos, existen equipos de trabajo multidisciplinares especializados en accesos vasculares. Éstos son habitualmente los encargados de canalizar en caso de dificultad elevada (Harpel, 2013, p.49) o de canalizar las vías centrales. Estos equipos estan muy habituados al uso de ultrasonografía para poder llevar a cabo una canalización exitosa, aunque habitualmente esta técnica se utilizapara canalizar una vía central. En estos equipos vasculares, cuya presencia es habitual en grandes hospitales del norte de América, estos profesionales realizan miles de accesos cada mes (Szmuk, Steiner, Pop, Farrow-Gillespie, Mascha, & Sessler, 2013, p.1088). Asimismo, también se menciona que el uso de estos grupos de enfermeros vasculares probablemente pueda disminuir la tasa de infeciones de vías centrales en neonatos (Legemaat, Jongerden, Rens, Zielman, & Hoogen, 2015, p.1003) y disminuir los intentos necesarios. Además, la existencia de dichos equipos de

enfermeros está asociada con una redución de complicaciones y costes relacionados con el acceso vascular (Harpel, 2013, p. 46). Debido al hecho de que estos equipos usan la ecografía para obtener una vía central, se les hace más fácil su uso como método opcional para canalizar una vía periférica dificultosa, principalmente en pacientes adultos. No obstante, su uso todavía no está recomendado a nivel A de evidencia; en cambio, para la canalización de una vía central, bien sea para adultos o para niños, sí lo está (Lamperti et al.,2012, p.1107).

3.5. Analgesia

La analgesia, es la ausencia de sensación dolorosa. Ciertos analgésicos permiten disminuir o evitar la sensación de dolor durante el procedimiento de canalización. El dolor es un factor que puede influir negativamente en la canalización porque puede provocar incluso una reacción sistémica que conlleva una vasoconstricción importante (Kuesting et al., 2009, p.420). En caso de que se produzca una vasoconstricción, el lumen vascular se ve significativamente disminuido, por lo que dificulta de forma importante la canalización. Por ello, se recomienda aplicar analgesia en los pacientes pediátricos siempre y cuando la situación lo permita.

Una de las opciones con las que puede tratar el dolor es EMLA®, una crema analgésica con componentes tales como lidocaína y prilocaína que desensibilizan hasta una profundidad de 0,3 milímetros por debajo de la piel. En caso de aplicación de esta crema, puede existir incluso un efecto vasodilatador que influya favorablemente en la punción y/o canalización (Crowley et al., 2012, p.343). La crema EMLA® no se puede aplicar en toda la población infantil, dado que no está recomendada para neonatos prematuros ni para lactantes menores de 12 meses que reciban tratamiento

medicamentoso con agentes inductores de la metahemoglobina por posibles efectos adversos (Vademécum, 2015). Además, un gran inconveniente de esta pomada es que requiere aproximadamente una hora de aplicación previa. Su uso supondría una demora importante para los pacientes que necesitan un acceso rápido para poder iniciar o seguir el tratamiento prescrito. Por ello, se utiliza ocasionalmente en la planta de pediatría, y muy puntualmente en el servicio de urgencias pediátricas.

En caso de recién nacidos y lactantes con edad aproximada comprendida entre los 4 y los 6 meses, la analgesia se realiza con solución de sacarosa (Cohen, 2008, p.137). La efectividad es mayor en lactantes; a partir de los 6 meses suele disminuir dicha efectividad, e incluso, verse reducida totalmente. En caso de lactantes mayores se suele dejar el chupete. Aunque en estos lactantes la succión ya no les satisface tanto como a un neonato, si siguen acostumbrados al chupete les suele dar consuelo. Al realizar diversas intervenciones, se han obtenido buenos resultados para hacer frente al dolor agudo con neonatos y lactantes tomando el pecho o teniendo contacto piel con piel mientras que se realizaban diferentes intervenciones, en especial las más dolorosas. Por ello, la sacarosa se recomienda hasta los 6 meses; dar el pecho y tener contacto piel con piel se recomienda hasta la edad infantil (Cohen, 2008, p137).

En niños mayores, con un grosor venoso ya importante, tras la desinfección habitual correspondiente a una canalización o punción, se puede aplicar también un ice-espray estéril, tal como el “Dispo Ice Spray®” (2016). La aplicación de este espray produce un efecto frío muy intenso, lo que hace que se desensibilice durante un momento la zona. De esta manera, el niño apenas notará la penetración de la aguja. Sin embargo, la aplicación de este espray conlleva una vasoconstricción local importante, por lo que se suele utilizar únicamente en niños que presentan una vena bien accesible

siempre y cuando el profesional considere muy fácil el acceso. Por ello, esta técnica se realiza ocasionalmente y no es sencillo encontrarla en estudios importantes o en guías sobre canalizaciones periféricas, debido a la vasoconstricción que provoca.

3.6. Vasoconstricción

La vasoconstricción es una constricción o estrechamiento de un vaso sanguíneo que se manifiesta como una disminución de su volumen así como de su estructura.

Para resolver el problema de la vasoconstricción en una canalización se puede aplicar calor durante unos minutos, que suele ser uno de los remedios más antiguos para lograr una vasodilatación local. Por muy antigua que sea esta medida, sigue siendo válida hoy en día (Crowley et al., 2012, p.343). También existen estudios que muestran el leve efecto vasodilatador si se aplica nitroglicerina al 4% o alcohol de forma tópica. Incluso se ha descrito la combinación de EMLA® con nitroglicerina al 4% para conseguir no sólo una analgesia, sino también una vasodilatación. Dados los posibles efectos adversos, tales como una hipotonía, y debido al hecho de una eficacia cuestionable según la literatura actual, la combinación anterior no se suele recomendar en general, ni la aplicación de nitroglicerina al 4%, en el ámbito pediátrico (Heinrichs, Fritze, Klassen, & Curtis, 2013, p.864).

Algunas medidas eficaces frente a la vasoconstricción pueden ser poner un torniquete o una goma y ordeñar la vena de proximal hacia distal o incluso dar golpes suaves para aumentar el volumen venoso. Si se realiza esta medida hay que tener en cuenta que no hay que poner el torniquete demasiado fuerte, vigilar la perfusión periférica y no dejar la extremidad con un compresor durante mucho tiempo. El torniquete puede provocar

cianosis; más aún en los neonatos. Si no se tiene este último aspecto en cuenta se puede provocar, a su vez, un aumento de fragilidad a nivel venoso.

La experiencia profesional muestra que, en ocasiones, en caso de lactantes pequeños en situación de mala perfusión, puede resultar de ayuda que hagan una toma. Dando el pecho o el biberón, se transmite calor corporal, se disminuye el dolor y se relaja, en general, al niño. Todo ello ayuda a mejorar la perfusión, sobre todo la periférica.

3.7. Distracción

Aunque es una medida cualititativa, la distracción en niños pequeños es muy importante. Un niño tranquilo se asocia con una tasa mayor de éxito (Larsen et al.,2010, p. 234). Por ello, tanto los progenitores como el personal de enfermería juegan un papel importante para intentar hacer la situación lo más agradable posible para el niño. Ladistracción puede realizarse de diversas formas: canciones, juguetes interactivos, pompas de jabón, etc. Existen hasta dispositivos especiales, como por ejemplo el "HEADPLAY®", que es una opción para niños mayores (Lim, Fabila, Ying, & Tan, 2013, p.1).Este dispositivo se coloca de forma similar a un casco en la cabeza del niño, por el que se puede y se permite ver videos, imágenes etc. Dicho dispositivo requiere cierta colaboración del niño y, por ello, no figura como una posible opción para niños preescolares; no hay que olvidar que la distracción es un concepto ligado a la individualidad y se tiene que adaptar a la edad del niño (Cohen, 2008, p.137).La distracción es imprescindible; un meta-análisis muestra que es igual de efectivo para

ambos sexos y hasta para grupos étnicos diferentes. Diversos estudios también indican que la distracción es más efectiva para niños menores de 7 años (Cohen, 2008, p.136).

4.1. Técnicas de punción

Se plantea la siguiente cuestión en las siguientes técnicas de punción (Figura 1): ¿Bisel hacia arriba o hacia abajo? Existe un estudio americano en el que se analiza la punción con el bisel hacia abajo con el propósito de no atravesar el fondo del vaso con la punta de la aguja (Black et al., 2005, p.707). En Bélgica, por ejemplo, se punciona habitualmente con el bisel hacia abajo. En este estudio con más de 400 niños que requerían una vía periférica, se analizaron ambas técnicas de punción. Se concluyó que la técnica habitual con el bisel hacia arriba era más efectiva que la correspondiente hacia abajo. Se menciona además que, quizás pueda ser útil en lactantes que pesan menos de 5 Kg. o en niños que están por debajo del percentil 10 puncionar con el bisel hacia abajo (Black et al., 2005, p.710). Pese a esta posibilidad establecida, no se han encontrado estudios realizados con posterioridad que refrenden la eficacia en este subgrupo mencionado.

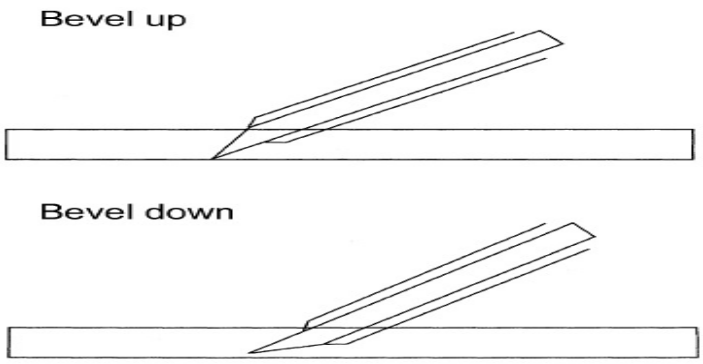


Figura 1. Bisel hacia abajo y bisel hacia arriba (Black et al., 2005, p. 708).

4.2. Cuatro dispositivos para realizar punciones y/o canalizaciones

4.2.1. VEID™ "Vein Entry Indicator Device"

El VEID™ (Figura 2) es un pequeño aparato de fabricación israelí con un sensor para medir la presión en el momento que se punciona. Este aparato se conecta directamente con la cánula. En cuanto se penetra la cánula de la vía en el vaso se emite un sonido con el propósito de avisar para evitar el traspaso de la aguja del fondo de vaso (Crowley et al., 2012, p.343). Un estudio con niños sanos y anestesiados comenta que facilita el acceso venoso, reduce el número de intentos y el tiempo requerido para una exitosa canalización (Simhi, Kachko, Bruckheimer, & Katz, 2008, p.1531).

El VEID™ es un método novedoso; aparece en la literatura desde hace una década y media, aunque la literatura es muy escasa, posiblemente debido al hecho de la falta de disponibilidad tecnológica hasta hace poco tiempo (Crowley et al., 2012, p. 343).

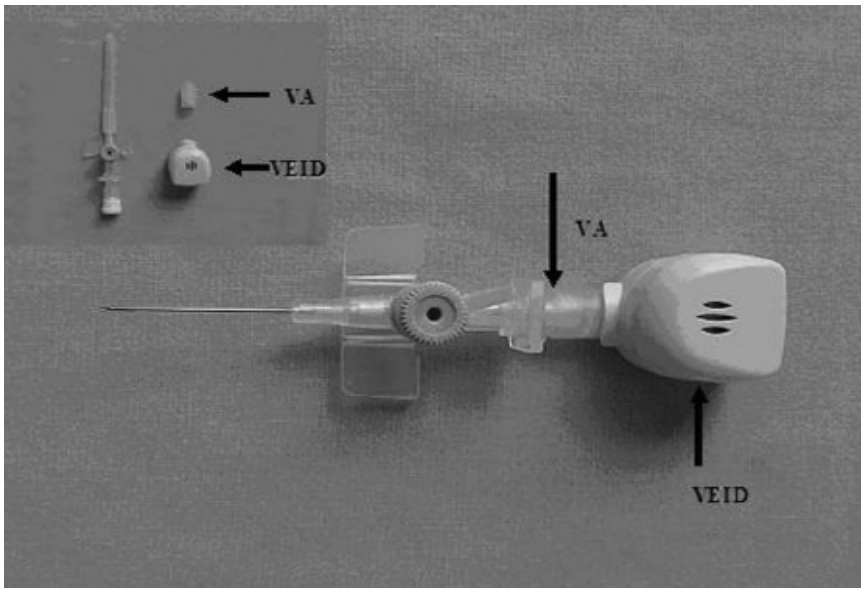


Figura 2. Vein Entry Indicator Device (Simhi et al., 2008, p. 1532).

4.2.2. Vacuderm™

El "Vacuderm™" (Figura 3) es un torniquete especial y desechable. Se puede utilizar por debajo o por encima del codo, para la canulación en la fosa antecubital, el antebrazo, la muñeca o la mano. Su característica innovadora patentada consiste en una bomba de vacío que mejora el efecto del torniquete, haciendo que la vena diana destaque y sea más fácil seguirla, ya sea para insertar un catéter intravenoso o para extraer sangre. Este diseño tecnológico tiene como propósito facilitar la canalización y mejorar a su vez la tasa de éxitos al primer intento (Vacuderm, 2015). No se han encontrado estudios realizados con este dispositivo.



Figura 3. Torniquete "Vacuderm™" (Vacuderm, 2015).

4.2.3. Transiluminación

La transiluminación está en uso desde los años 70 para facilitar la punción y/o la canalización venosa. Es un aparato que emite una "luz fría" que traspasa el tejido. La sangre desoxigenada absorbe esa luz, por lo que se pueden ver las venas oscuras reflejadas en la piel. (Girgis, 2014, p.39). Varios estudios han nombrado la

transiluminación como método opcional para accesos o punciones periféricas. Aunque puede facilitar en algún momento dado ciertos procedimientos, tiene sus inconvenientes. Por ejemplo, es problemática si el paciente presenta una piel oscura, en pacientes obesos, deshidratados o en estado de shock. En esos casos no suele ser muy útil. La penetración de la luz es limitada; es por ello que se suele utilizar más frecuentemente en neonatos (Cuper, Graaff, Verdaasdonk, & Kalkmann, 2013, p. 192) y no tanto en niños o adultos, debido a que estos últimos presentan un grosor más importante de tejido. Cabe destacar, que en el pasado, como efecto colateral podían producirse quemaduras, especialmente en neonatos, aunque era poco frecuente (Haas, 2004, p.479). Actualmente, el diseño y desarrollo de los aparatos que utilizan la transiluminación ha mejorado en gran medida, y si se utilizan de manera correcta, no suelen producir quemaduras (Katsogridakis, Seshadri, Sullivan, & Walzmann, 2008, p. 83). Pese a su mejora, la transiluminación tiene un riesgo potencial de dañar la retina de neonatos, puesto que la retina de un neonato es más delicada que la de un adulto (Miller, James, Landry, & Pfefer, 2010, p. 771). Otra desventaja añadida, es que mientras se utiliza la tecnología de la transiluminación, una mano se queda ocupada. Por otro lado, para su funcionamiento es imprescindible apagar la luz de la habitación (Juric & Zalic, 2014, p. 1).

Por ello, la transiluminación puede ayudar en la canalización periférica, pero no ha ganado popularidad durante décadas. Katsogridakis (2008, p.83) menciona que ayuda en niños menores de tres años en comparación con el método tradicional. Un estudio ha mostrado su menor efectividad con respeto a los ultrasonidos en situaciones difíciles para poder canalizar una vía periférica (Girgis, 2014, p. 39).

La marca comercial más descrita en la literatura es “Veinlite” (Figura 4).



Figura 4. Aparato de transiluminación "Veinlite" (Internet, 2016).

4.2.4. Espectroscopía con luz infrarroja, denominado NIR "Near Infra Redespectroscopy"

Los aparatos que utilizan esta tecnología emiten luz infrarroja. Las ondas de la luz oscilan entre 740 y 850 nanómetros y la misma se absorbe en la hemoglobina desoxigenada; es por ello por lo que se ven las venas reflejadas en un color oscuro (Juric & Zalik, 2014, p.2). Con sangre arterial ocurre lo inverso, dado que se trata de sangre oxigenada. Debido a esta distinta absorción, se diferencian muy bien las venas de las arterias (Juric & Zalik, 2014, p.2). Aparatos como el "VascuLuminator" se desarrollan a base de transiluminadores (Cuper et al., 2012, p. 433), pero en cambio la imagen se capta por una cámara y se proyecta en dos dimensiones con las venas reflejadas en color oscuro sobre un fondo verde. (Heinrichs et al., 2013, p.862).

Estos dispositivos permiten una penetración más profunda que la transiluminación. Llegan hasta una profundidad aproximadamente comprendida entre

los 3,5 y los 5,5 milímetros (Cuper et al., 2012, p.433). Por ello, los mismos pueden ser utilizados en personas obesas e incluso en individuos con piel oscura.

Debido a que su penetración es mayor que la de la transiluminación, el calor producido se absorbe en una superficie más grande (Cuper et al., 2012, p. 435). Por ello, no se encuentran artículos en los que se hayan producido quemaduras por el uso de estos dispositivos. Además, no se necesita apagar la luz de la habitación tal y como requiere la transiluminación (Juric & Zalik, 2014, p.1).

Generalmente, se enumera como opción para pacientes que van a tener, en principio, un acceso más difícil. Algunos de estos dispositivos requieren sujeción manual, pero otros permiten una visualización de venas superficiales sin tener las manos ocupadas, dado que vienen fijados a un soporte.

El meta-análisis de Heinrichs (2013, p.858), realizado con nueve estudios en total (tres con niños), concluyó que "el uso de luz infrarroja puede ser eficaz en diversos subgrupos, pero la evidencia actual no muestra un beneficio para toda la población infantil".

Un estudio describió que la espectroscopía facilitó la obtención de sangre por punción en niños (Cuper et al., 2013, p.433). La misma autora (2013, p. 191) realizó a posteriori otro estudio para valorar la posible ayuda para canalizar vías periféricas en casos difíciles en niños y dedujo que no ayudaba dicha técnica en la canalización de vías periféricas en estos niños. El estudio de Kim y su equipo (Kim, Park, Je, Chung, & Kim, 2012, p. 1121) concluyó que sí ayudó a facilitar la canalización, aunque no ahorró tiempo.

Otro estudio con una muestra más grande con 269 niños concluyó que la espectroscopía incluso disminuía la eficacia de la primera punción en niños con, a priori, una dificultad elevada. Las punciones de dicho estudio las realizaron enfermeras especializadas de un equipo vascular que estaban acostumbradas a realizar más de mil catéteres periféricos al mes. Únicamente no disminuyó la eficacia con niños obesos, aunque tampoco mejoró la eficacia por la utilización de esta técnica (Szmuk et al., 2013, p.1087). Otro estudio concluyó que en niños no identificados con DIVA no ayudó, sino que incluso se necesitó más tiempo para canalizar una vía con éxito (Rothbart, Yu, Müller-Lobeck, Spies, Wernecke, & Nachtigall, 2015, p. 467). A través de los años no se ha implantado el uso habitual de esta técnica, aunque es más moderna que la transiluminación.

Hay numerosos aparatos en el mercado que utilizan la técnica de la espectroscopía tales como: “AccuVein®”, “VeinViewer”, “Veinsite” y “VascuLuminator”.



Figura 5. Espectroscopía con luz infrarroja en un pie de un lactante (Internet, 2016).

Aparentemente, todos estos aparatos pueden ser una opción en caso de un acceso dificultoso. En caso de una canalización más sencilla, la mayoría de estudios existentes concluyen que no mejora la canalización e incluso pueden aumentar el tiempo en obtener una vía periférica (Szmuk et al., 2013, p. 1091.; Rothbart et al., 2015, p.463).

Para favorecer la tasa de éxito de canalización en casos difíciles la bibliografía describe numerosos métodos para mejorar esta tarea. Sin embargo, estas técnicas no han mejorado lo suficiente el proceso de canalización periférica en niños con una alta probabilidad de tener, a priori, una canalización difícil. Por ello, la canalización en casos difíciles sigue siendo una preocupación a nivel profesional, familiar y del propio paciente. Todo ello es un motivo por lo que se ha desarrollado este estudio.

5.1. Ultrasonografía

El ultrasonido es una onda acústica o sonora cuya frecuencia está por encima del espectro audible del oído humano; aproximadamente oscila entre 20 y 20.000 Hercios (Hz). Su primer uso correspondió a Karl Dussik, un psiquiatra austriaco, que en 1942 intentó por primera vez una exploración a través de ultrasonidos (Schäberle, 2009, p.1) En los años siguientes avanzó la técnica y el primer ecógrafo comercial apareció en el año 1964 (Cabrero Fraile, 2006, p. 199).

En los años 80 se desarrolló la tecnología hasta el "modo Doppler en color" y a partir de ese momento se abrió un espectro muy amplio para realizar diagnósticos en múltiples aéreas de medicina. Se han descrito numerosas aplicaciones y usos donde, a través de estudios, se ha demostrado su eficacia. Durante las últimas décadas se han desarrollado cada vez más aplicaciones en medicina, dado que permite un uso seguro, eficaz, flexible y económico.

5.2. Concepto de la ultrasonografía en la actualidad

Hoy en día existen unos ecógrafos muy ligeros que permiten la evaluación del paciente fácilmente en cualquier lugar, preferiblemente en su habitación. Debido a este hecho no hace falta transportar al paciente y, a raíz de ello, este último puede permanecer en su entorno habitual sin exponerle a un estrés o riesgo de infecciones añadido. Seguramente, la mayor ventaja la disfrutan pacientes de cuidados intensivos o pacientes inestables, dado que se puede evitar la exposición al estrés y a los importantes riesgos asociados por la logística del transporte. Por ello, entre otras ventajas, en la

literatura se menciona en repetidas ocasiones el concepto "bedside ultrasound", lo que conlleva implícitamente que se prevén aplicaciones del ultrasonido para cualquier tipo de paciente a pie de cama para resolver preguntas clínicas y/o para facilitar intervenciones (Chen & Baker, 2007, p. 115). Ello permite completar la evaluación clínica con la propia imagen diagnóstica del paciente, tanto en adultos como en niños (Levy & Noble, 2008, p.1404). Sus aplicaciones, tanto diagnósticas como intervencionistas, se extienden prácticamente a todas las áreas. Otra ventaja de este concepto es poder realizar la ecografía en la propia habitación del paciente de forma que se puedan reducir los recursos humanos necesarios para realizar el transporte del mismo.

Dado el avance de esta técnica, las imágenes de los ecógrafos de última generación son de alta calidad. Por ello, y según que parte del cuerpo se examine, puede ser hasta más eficaz que otras imágenes. Por ejemplo, la ecografía posee una calidad de imagen de partes blandas comparable con la Resonancia Magnética Nuclear (RMN), superior a la Tomografía Axial Computarizada (TAC) y mucho más eficaz que la radiología simple. El término ecografía hace referencia a la técnica que permite la visualización de imágenes uni-bi y tridimensionales del organismo mediante la utilización de ultrasonidos. La ecografía permite realizar hasta imágenes de tres dimensiones en movimiento. Por ello, es una técnica dinámica, lo que permite valorar la capacidad funcional de las estructuras y detectar más fácilmente determinadas lesiones.

También hay que mencionar que los costes de adquisición de un equipo de ecografía son muy inferiores con respecto a alternativas como puede ser la RMN, TAC o la radiación simple.

La ultrasonografía permite el estudio rutinario de ciertas patologías de una manera inocua, con bajo coste y con bastante fiabilidad. Actualmente no se han

confirmado efectos adversos biológicos causados por la exposición de ultrasonidos a las intensidades empleadas en la ecografía diagnóstica. Teóricamente existe la posibilidad de efectos nocivos por el uso de los ultrasonidos, aunque la aparición de daños en el tejido son muy poco probables (Del Cura, Pedraza, & Gayete, 2009, p. 37; Hillman, Döffert, & Nöldeke, 2009, p.40). Por ello, numerosos autores de libros y artículos valoran la ecografía como una técnica muy segura, debido al hecho de que no se han mostrado efectos secundarios durante décadas (Hillmann et al., 2009, p. 40).

Una guía sobre ultrasonografía cita que la misma mejora el diagnóstico, disminuye el tiempo para definir la terapia y las complicaciones derivadas de ciertos procedimientos (Emergency Ultrasound Guidelines, 2009, p. 557)

Dado que la ecografía ha ganado cada vez más popularidad por sus cualidades en el personal sanitario, se aplica ampliamente tanto en el ámbito hospitalario como el extrahospitalario. Concretamente en niños, está recomendada para elaborar diagnósticos para facilitar algunos accesos vasculares, punciones suprabúbicas, e incluso para cateterizaciones de la vejiga etc. (Levy & Noble, 2008, p.1406). También se encuentran estudios donde se investiga, con la ayuda de la misma, la mejor postura para realizar procedimientos, como puede ser una punción lumbar en niños (Abo, Chen, Johnston, & Santucci, 2010, p.1149).

Asimismo, mediante ultrasonografía también se ha descrito la evaluación de eritemas (Viera & Bachur, 2014, p.2). De esa forma, se realizó únicamente un corte en la piel para drenar el eritema cuando hizo falta. El uso de la ecografía para dicha evaluación evitó cortes y dolores innecesarios. Debido a la incorporación de la ultrasonografía de forma inteligente, se disminuye o evita en ocasiones incluso el sufrimiento del paciente, no presenta inconvenientes y, en muchos casos, ayuda a obtener y poder documentar una evolución todavía más cuantitativa.

Hace unos años se realizaban con más frecuencia imágenes como la TAC o radiación simple para diagnosticar una multitud de enfermedades, especialmente en Estados Unidos. Un estudio suizo comparó la frecuencia de TAC´s por habitante en varios países. Se mostró que en EEUU se realizaron en el año 2006 hasta 4 veces más TAC´s por habitante que en el Reino Unido, Finlandia o en los Países Bajos en la misma época (Aroua, Samara, Bochud, Meuli, & Verdun, 2013, p. 3). Hace pocos años se realizaban imágenes con radiación hasta, por ejemplo, para diagnosticar una apendicitis, que se suele diagnosticar en muchos países europeos en primer lugar a través de ultrasonografía. Dada la alta calidad de imagen obtenida por ultrasonidos y la elevada consciencia a nivel facultativo de los efectos dañinos por la radiación a largo plazo, hoy en día se intenta evitar la exposición a la misma y diagnosticar a través de ultrasonidos o MRT. Aunque este último es mucho más costoso. Un estudio reciente con niños comparó las imágenes de TAC´s, de ecografía y de MRT para el diagnóstico de apendicitis. Los investigadores concluyeron, a través de una muestra de 662 niños con apendicitis, que la imagen obtenida por ultrasonografía no afecta al tiempo para iniciar el tratamiento y no aumenta la tasa de perforación, pero sin embargo permite un diagnóstico rápido sin exponer a los niños a la radiación (Aspelund et al., 2014, p. 592).

Existen también estudios realizados con neonatos, donde se ha descrito la comprobación de la posición óptima a través de ultrasonidos de catéteres umbilicales y centrales (Perin & Scarpa, 2015, p. 77, Al Sofyani, Guilbert, Boker, Chevalier, & Renolleau, 2012, p. 120). Perin y Scarpa mencionan (2015, p. 77), entre otros, la ultrasonografía para la comprobación de catéteres, no solo como opción para evitar la exposición frente a la radiación, sino incluso como una posible reducción de costes. Otros estudios simplemente lo citan como una técnica muy precisa (Weekes et al., 2014, p. 65). Todo ello disminuye la exposición a los Rayos-X y, por tanto, limita el riesgo de

cáncer inducido por radiación (Emergency Ultrasound Guidelines, 2009, p. 552). Ello por sí mismo ya es importante para cualquier paciente adulto, pero incluso más para un niño. Dado que el crecimiento celular de estos últimos es mucho más rápido que el de los adultos y que la esperanza de vida (años restantes) es también mayor. Por ello, estadísticamente tienen muchas más probabilidades de desarrollar un cáncer inducido por radiación.

Aparte de lo mencionado anteriormente, la ultrasonografía también es útil en la canalización arterial para poder evaluar previamente la anatomía e incluso el flujo arterial (Przemyslaw Peruga et al., 2015, p. 502), sobre todo si se presenta un "Allen Test" dudoso. También es útil para anomalías a nivel vascular (AIUM practice guidelines - peripheral arterial ultrasound-, 2014, p. 1113) o incluso para canalización de fístulas arteriovenosas en casos difíciles, por ejemplo, por la existencia de trombos en el recorrido (AIUM practice guidelines–postoperative assessment of diálisis access-, 2014, p.1324). Existen una multitud de guías sobre la ultrasonografía y sobre los procedimientos que requieren o recomiendan su empleo e incluso sobre aquellos procedimientos que pueden ser apoyados por su uso sin tener todavía un nivel de evidencia importante.

El uso de la ultrasonografía ha aumentado sucesivamente, principalmente en muchos campos de medicina, aunque también existen estudios en los cuales se evalúa la capacidad de los enfermeros para poder utilizar este método (Bowra, Forrest-Horder, Caldwell, Cox, & D´Amours, 2010, p. 484). Otros estudios, no se limitan exclusivamente a describir la capacidad profesional, sino que evidencian la existencia de algunos equipos de enfermeros que usan la ecografía en el día a día (Balderi,

Mistraletti, D´Angelo, & Carli, 2011, p. 1052; Páez, Juárez, Marín, Del Vigo, Redondo, & Durán, 2012, p. 877).

La desventaja más importante de ultrasonografía es que requiere cierta formación y entrenamiento para que pueda resultar útil. Su aplicación es muy amplia; existen muchos modos y posibilidades para ajustar la configuración. Por ello, se debe utilizar cuando se tenga suficiente destreza para evitar diagnósticos erróneos o procedimientos muy largos, ya que estos últimos pueden incomodar incluso al paciente (AIUM practice guidelines, use of ultrasound to guide vascular Access procedures, 2012, p.15).

5.3. Uso de ecografía por y para enfermeras: Estado del arte

La ecografía, tal y como se ha mencionado anteriormente, tiene un espectro de aplicación muy amplio en el uso clínico. Pero no solamente en la medicina su uso es habitual, sino también en gran medida en servicios especiales donde la enfermera asume cuidados específicos para dichos servicios. Su uso en enfermería puede acompañar a diversos cuidados básicos de enfermería como pueden ser por ejemplo un sondaje vesical y llegar hasta evaluaciónes en urgencias de disnea, trauma etc., e incluso ser parte de la valoración postquirurgica en UCI.

Se ha hallado un estudio en el que distintas enfermeras realizaron una ecografía a niños pequeños para averiguar si había suficiente orina en su vejiga. A raíz de ello, ejecutaron únicamente un sondaje vesical en caso afirmativo para evitar múltiples sondajes (Baumann, McCans, Stahmer, Leonard, Shults, & Holmes, 2008, p. 18). De

esa manera disminuyeron el riesgo de infecciones iatrogenias, aunque consumieron más tiempo en el grupo de ultrasonografía en comparación con el grupo control.

En otro estudio diversas enfermeras utilizaron el ecógrafo para evaluar la retención de orina tras el postoperatorio de una artroplastia de articulación, dado que dichos pacientes corrían muy frecuentemente el riesgo de tener una retención aguda de orina. Por ello, los investigadores aplicaron un protocolo en el que la enfermería realizaba cada tres horas en el post operatorio una ecografía vesical. En cuanto se superaba la cantidad de 500 ml., se realizaba un sondaje para resolver la retención de orina (Baldri et al., 2011, p. 1052).

Un estudio español evaluó el grado de exactitud con el que distintos enfermeros realizaron una exploración ecográfica urológica. Este trabajo se llevó a cabo para validar el funcionamiento del servicio de urología donde la enfermería realiza habitualmente ecografías, dado que tienen que realizar apoximadamente 4000 exploraciones ecográficas anuales, de las cuales dos tercios las practica el personal de enfermería. El equipo concluyó que los enfermeros bien formados y entrenados obtuvieron restultados muy similares a los que obtuvo el urólogo (Páez et al., 2012, p. 872).

Existe un estudio piloto con enfermeras de urgencias que estaban formadas previamente a través de un curso (Henderson, Ahern, Williams, Mailhot, & Mandavia, 2010, p. 352). Dichas enfermeras evaluaron voluntarios con diferentes patologías. Los investigadores concluyeron que se consiguió un grado de exactitud muy alto en su diagnóstico comparándolo con el diagnóstico médico.

En un artículo de Susan Carr (2011, p. 638) se comenta que la asociación americana de medicina reproductiva apoyó la realización de determinados exámenes ultrasonográficos realizados por enfermeras. En la medicina reproductiva, la ultrasonografía es una muy buena técnica para evaluar la anatomía del útero, de los óvulos, del número de folículos producidos por estimulación, etc.. Además, se propone que la evaluación del primer trimestre se lleve a cabo por la enfermería, dado que la situación en la medicina reproduciva es muchas veces muy estresante para los pacientes La enfermera, en este caso, está en una posición ideal para ofrecer dicho cuidado, aparte del control de estado, el soporte emocional, la educación sanitaria e incluso consejos relacionados con la situación (Carr, 2011, p. 652).

Existe un estudio australiano realizado en urgencias; en el mismo siete enfermeras realizaron exámenes con ecografía en pacientes con traumatismo en el tórax con el propósito de detectar líquido intraperitoneal o pericardial. Se inició este estudio debido a que la evaluación precoz en pacientes con traumatismo es beneficioso para los mismos, pero en ocasiones no hay médicos disponibles para realizar una sonografía (Bowra et al., 2010, p. 484). En este mismo estudio se concluyó que las enfermeras con experiencia profesional en traumatología consiguieron evaluar a los pacientes de forma muy similar a los médicos del mismo servicio a través de la ultrasonografía (Bowra et al., 2010, p. 487). Hay que mencionar que una atención rápida puede ser clave en pacientes que han sufrido un trauma torácico, debido a que cuanto antes se diagnostiquen las complicaciones provocadas por un trauma, mejor suele ser el pronóstico para el paciente. Graven y su equipo (2015, p. 62) realizaron un estudio con enfermeras con experiencia en cardiología para detectar líquido pericardial y pleural postquirúrgico. Los resultados obtenidos por la enfermería los comparó con las

imágenes de Rayos-X, y concluyó que los resultados obtenidos mediante los ultrasonidos por las enfermeras eran mejores que las imágenes obtenidas con Rayos-X.

En otro trabajo, diversas enfermeras de urgencias realizaron una ecografía torácica en pacientes disneicos para evaluar si la disnea era de origen cardiaco o pulmonar. En el hospital del estudio, se trataba de un protocolo aceptado desde hace años, y en casos de disnea se realizaba una ecografía, dado que la exploración física supone unas ciertas limitaciones. A su vez, los investigadores hacen mención al hecho de que es un seguimiento seguro y rápido, dado que permite una verificación del origen mediante una ecografía cuya duración es apenas de dos minutos. El equipo demostró que los resultados obtenidos por las enfermeras participantes eran muy exactos (Ünlüer Karagöz, Oyar, Vandenberk, Kiyançiçek, & Budak, 2014, p.231).

Un estudio piloto realizado en las islas Fiyi califica la ecocardiografía para evaluar la enfermedad reumática cardiaca como una muy buena opción. Subrayan que se deben poner recursos, para países en desarrollo, para que puedan aprovechar esa tecnología. El equipo de enfermeras, tras haber realizado un curso para ecografía específico para enfermedad reumática cardiaca en niños, consiguió un buen dominio de la técnica. En dicho estudio se analizaron 50 niños y la conclusión de este trabajo fue que las enfermeras podían detectar determinadas anomalías cardiacas tras un breve curso de ultrasonografía específica. Asimismo, se menciona que para futuros estudios la enfermería debe mejorar la especificidad a través de cursos adicionales (Colquhoun et al., 2013, p. 546).

En resumen, existen diversos estudios donde se demuestra que la profesión enfermera está capacitada para utilizar la ecografía con fines que pueden mejorar los propios cuidados de enfermería y la atención al paciente, así como la satisfacción del

mismo y de sus familiares. Además, puede apoyar al colectivo médico en situaciones determinadas, optimizar el tiempo de espera para el paciente y, a su vez, implicarse más en la atención integral del mismo.

5.4. Estudios realizados sobre el acceso vascular

En relación con el uso de ecografía para facilitar el acceso vascular, existe un estudio donde se demuestra, que para estudiantes de medicina, dicho uso les permitió un aprendizaje más rápido para canalizar vías, aunque no se demostró diferencia en la tasa de éxito en pacientes que no eran identificados con un posible acceso dificultoso (Osborn, Borhart, & Antonis, 2012, p. 1). Otra autora comenta que los ultrasonidos son útiles para visualizar venas profundas; esta técnica puede asimilarse tanto por médicos como enfermeros (Goldstein, 2006, p. 46).

Un estudio piloto enfermero con adultos hace referencia a la ultrasonografía como una buena opción para pacientes con acceso dificil. En este estudio, la enfermera del equipo vascular realizó la canalización para accesos periféricos en situaciones dificiles con la ayuda del ecógrafo. Los pacientes que participaron en el estudio presentaban de media 6,4 pinchazos previos recientes. Los restultados obtenidos mostraron una tasa de canalizaciónes exitosas del 97% en casos dificiles. Con la ayuda de la ecografía se canalizaron en el 69% de los casos las venas de los antebrazos. También se comenta que, a través de equipos vasculares especializados para canalizaciones difíciles, se pueden reducir notablemente las multiples canalizaciónes (Walker, 2009, p. 854). En otro artículo se menciona que la ultrasonografía realizada por un equipo vascular para obterner accesos vasculares aumenta la calidad de los

cuidados y disminuye las complicacones y los costes asociados a este prodecimiento (Harpel, 2013, p. 46).

Otros autores publican que se ha demostrado que la ultrasonografía para facilitar el acceso vascular periférico es manejable para el personal médico y enfermero, e incluso no se evidencia una diferencia significativa en los resultados obtenidos entre ambos colectivos profesionales (Carter, Conrad, Wilson, & Dogbey, 2015, p.1). Dados los buenos resultados obtenidos, el equipo de Carter propone impartir un programa para enfermeras para uso de ultrasonografía para poder canalizar vías en personas con acceso venoso difícil de forma más rápida. A su vez, se comenta que es posible disminuir el dolor y las complicaciones (Carter et al., 2015, p.3). Otro estudio concluye que la ultrasonografía ayuda, sobre todo, en venas más largas que se encuentran a una profundidad moderada (Witting, Schenkel, Lawner, & Euerle, 2009, p.70).

En otro estudio (Mahler, Wang, Lester, & Conrad, 2011, p. 326) se modificó incluso la técnica de Seldinger para canalizar un acceso intravenoso periférico en casos difíciles. La canalización se realizó en tiempo real, es decir, se siguió la evolución de la penetración de la aguja en el vaso. El éxito se comprobó con el reflujo sanguíneo en la cánula y, aplicando el modo “Power Doppler” para visualizar flujos, se inyectó suero salino para confirmar la colocación intravascular. En este ensayo participaron dos médicos y una enfermera; esta última acudió previamente a un curso certificado de ecografía. El equipo obtuvo buenos resultados a través de una muestra pequeña con adultos.



Figura 6.Canalización venosa mediante ultrasonografía en tiempo real (Mahler et al., 2009, p. 326).

En un estudio mediante ultrasonidos se midió la diferencia entre el torniquete habitual y la aplicación de un manguito para medir la tensión arterial con el propósito de incrementar temporalmente el diámetro venoso. Existen estudios que han mostrado que venas más largas y gruesas suelen tener mejor tasa de éxito a la hora de enfocar la canalización. Con esta técnica se incrementó significativamente el diámetro venoso, pero según los investigadores, no se calificó como clínicamente significativa (Mahler, Massey, Meskill, Wang, & Arnold, 2011, p. 1).

En un estudio (Yancopetti, Alexandrou, Spencer, Davidson, O´Sullivan, & Hilman, 2010, p. 90) que se realizó por personal de enfermería de anestesia y por personal médico, se llevaron a cabo canalizaciones para obtener vías centrales con la ayuda de la ultrasonografía. Ambos grupos tuvieron una tasa similar de éxitos, pero el grupo de pacientes que fue canalizado por el personal enfermero presentó incluso un 11% menos de infecciones que el grupo de pacientes tratados por los médicos.

Blaivas y Lyon (2006, p. 407) realizaron un ensayo mediante la ayuda de enfermeras de urgencias, las cuales canalizaron vías periféricas en situaciones difíciles

con la ayuda de la ecografía. 23 enfermeras no tenían experiencia previa y, por ello, se les enseñó a través de tres clases de 45 minutos el manejo de esta tecnología para poder utilizar este método en casos difíciles. Las enfermeras evaluaron el grado de dificultad con y sin la aplicación de la ultrasonografía antes y después de la punción. En muchas ocasiones, la percepción profesional antes y después de la canalización pasó a ser de muy difícil a fácil o muy fácil. Las venas más canalizadas fueron la basílica y venas más profundas que esta última.

En otro estudio las enfermeras del servicio de anestesiología utilizaron la ecografía para llevar a cabo canalizaciones periféricas (Aponte, Acosta, Rigamonti, Sylvia, Austin, & Samolitis, 2007, p.213). Las profesionales eran las que se encargaban habitualmente de las mismas. Tras haber practicado escasamente la técnica, se realizó a posteriori un ensayo con pacientes que manifestaron previamente haber sufrido punciones múltiples. Los profesionales de enfermería que participaron en este ensayo tenían una experiencia de tres o más años. A través de una muestra pequeña no se mostró una mejora usando ultrasonografía en vez de la técnica normal en pacientes con un acceso dificultoso.

La técnica ultrasonográfica se aplica desde hace unos años para localizar venas periféricas en adultos; entre ellas destacan la vena braquial, antecubital y basílica (Costantino, Parikh, Satz, & Fojtik, 2005, p. 459; Blaivas & Lyon, 2006, p.409). Asimismo, también se suele recomendar su uso en caso de dificultad por el historial del paciente, con el fin de mejorar la evaluación antes de la punción y, sobre todo, en caso de anatomía irregular (AIUM practice guideline, peripheral venous ultrasound, 2015, p. 1; Prezemyslaw Peruga et al., 2015, p. 502).

Actualmente, el uso de ultrasonidos como guía para la canalización venosa para vías centrales es un procedimiento bastante habitual y muy documentado que ha demostrado su eficacia tanto en adultos como en niños (Doniger, Ishimine, Fox, & Kanegaye, 2009, p. 154). Además, es un procedimiento que se lleva realizando desde los años 90 (Blaivas & Lyon 2006, p. 409).

Pero volviendo nuevamente al tema principal de este estudio: el uso de ultrasonidos está recomendado, por diferentes estudios, por las ventajas que ofrece en cuanto a la disminución del número de intentos, de las complicaciones y del tiempo requerido para obtener una vía periférica (Doninger et al., 2009, p. 154; Krishnamurthy & Keller, 2011, p. 14). Además, su uso está recomendado repetidamente por guías internacionales y asociaciones (AIUM practice guideline, peripheral venous ultrasound, 2015, p.1).

Aparte de lo mencionado, se encuentra repetidamente que esta técnica para canalizar vías periféricas mejora enormemente la satisfacción del paciente (Schoenfeld, Shokoohi, & Boniface, 2011, p. 475).

Según Adhikari, Blaivas, Morrison y Lander (2010, p. 744) "múltiples estudios han mostrado que el acceso periférico guiado por ultrasonidos es seguro, rápido y tiene una alta tasa de éxito" en pacientes con un acceso periférico dificultoso. Además, su uso no aumenta la tasa de infecciones (Adhikari et al., 2010, p. 741). Conviene mencionar también que su empleo en el caso de vías periféricas aminora los costes, dado que se requiere menos tiempo y menos recursos humanos y materiales (White, López, & Stone, 2010, p. 174). Esta aminoración de los costes no es solo de los costes directos, sino también de los indirectos. En caso de evitar una vía central, la ultrasonografía reduce

complicaciones importantes y, por ello, puede disminuir la morbilidad e incluso la mortalidad (Au et al., 2012, p.1954).

5.4.1. Estudios con pacientes identificados con un acceso dificultoso

Sin embargo, el uso de ultrasonidos para la canalización periférica es un procedimiento relativamente nuevo y, por ello, no está tan documentado; la evidencia en adultos es moderada aunque todavía escasa en el campo pediátrico. Las publicaciones y los estudios son limitados (Doninger et al., 2009, p. 154; Krishnamurhty & Keller, 2011, p. 14; Benkhadra et al., 2012, p. 449). En estudios con adultos se ha demostrado su eficacia y la reducción de costes en situaciones difíciles. Su uso, según la literatura, mejora los conocimientos anatómicos, facilita el aprendizaje, etc. (White et al., 2010, p. 173; Osborn, Borhart & Antonis, 2012, p. 3). A su vez, muchos estudios ponen de manifiesto que este método puede mejorar la satisfacción del paciente, en particular con los pacientes que presentan un historial de acceso dificultoso (White et al., 2010, p. 174; Kerforne, Petitpas, Frasca, Goudet, Robert, & Mimoz, 2012, p. 279). A nivel pediátrico no se han realizado todavía los suficientes estudios como para describir una mejora tanto cuantitativa como cualitativa (Heinrichs, Fritze, Vadermeer, Klassen, & Curtis, 2013, p. 444).

En la bibliografía se pone de manifiesto el uso de ultrasonidos en la canalización por personal de enfermería. Una de las importantes ventajas que tiene el empleo con éxito de los ultrasonidos en este colectivo, es la siguiente: al ser el primero en intentar la canalización, con mayor probabilidad completará con éxito esta tarea si puede ayudarse

de la tecnología del ultrasonido, ya que tras cada intento se disminuye sucesivamente la probabilidad de poder canalizar correctamente una vía periférica. Lógicamente, cualquier intento por parte de otro tipo de profesional en la inserción de una vía periférica conllevará un gasto de tiempo y de recursos humanos añadidos. Además, según el trabajo de Brannam, Blaivas, Lyon y Flake (2004, p. 1363), tras la realización del ensayo clínico se demostró que las enfermeras del servicio de urgencias eran capaces de utilizar la ultrasonografía exitosamente después de un breve curso. A causa de estos beneficios, según los autores, la necesidad de una vía central y de un médico se vio disminuida.

Por último, es importante remarcar que todos los trabajos previos sobre el tema que se han encontrado, tanto en adultos como en pediatría, están desarrollados principalmente en el ámbito de los servicios de urgencias, (Oakley & Wong, 2010, p. 166; Doninger et al., 2009, p. 154; Stein, Cole, Kramer, & Quinn, 2004, p. 581; Joshi,Wilson, & Engelhardt, 2010, p. 443) de anestesiología o de UCI (Vezzani, Manca, Vercelli, Braghieri, & Magnacavallo, 2013, p. 161; Gregg, Murthi, Sisley, Stein & Scalea, 2010, p. 514). No se ha encontrado ningún estudio realizado con niños ingresados en la planta de pediatría. Este grupo de pacientes suele presentar diferentes factores influyentes con respecto a otras poblaciones ya investigadas tales como punciones previas, enfermedades y/ó tratamientos. Por ello, es importante conocer el posible beneficio del uso de ultrasonografía en accesos dificultosos para dichos pacientes ingresados en la planta de pediatría.

En los ensayos a nivel crítico hay que destacar que la técnica de ultrasonidos se menciona como una gran ayuda en la obtención de diferentes accesos vasculares periféricos. En particular en pacientes con mala perfusión; por ejemplo los que están en tratamiento con oxigenación por membrana extracorpórea (OMEC) o en estado de

shock (Vezzani et al., 2013, p. 161). Además, la mayoría de ensayos en pacientes críticos se obtuvo con pacientes adultos colaboradores o pacientes sedados.

En relación al servicio de anestesiología, hay que mencionar que en los casos pediátricos analizados se realizó dicha técnica en niños mayoritariamente sanos y previamente anestesiados (Joshi et al., 2010, p. 443; Benkhadra et al., 2012, p. 449). Por ello, los profesionales no tenían la dificultad de tener que "negociar" cierta colaboración con el niño. A raíz de ello, pudieron obtener una buena imagen sin dificultad dado la importancia de la inmovilidad del paciente para dicho fin.

Por otro lado, cabe destacar a su vez que los niños anestesiados no sufrían miedo, dolor o ansiedad en el momento de la canalización, lo que puede influir positivamente en la tasa de éxito. Redundantemente, se expone desde este análisis que en los estudios mencionados se evaluaron niños sanos, lo que facilita el éxito de la punción, sesgando de esta forma la variabilidad debida a factores que dificultan la canalización en niños ingresados que puedan presentar factores añadidos como fiebre, deshidratación, ansiedad, punciones previas, etc. Los estudios realizados en el servicio de anestesia destacan que la ayuda de la ultrasonografía mejora el éxito en el primer intento y ahorra tiempo a su vez (Schindler et al., 2012, p. 1002).

En el análisis de los estudios existentes se pone de manifiesto que los mismos están desarrollados mayoritariamente por personal médico (Doninger et al., 2009, p. 155; Oakley & Wong, 2010, p. 166). Este último planifica los estudios y suele impartir algún tipo de curso específico para enfermeras y realizan a posteriori un análisis de los resultados obtenidos (Chinnock, Thornton, & Hendey, 2007, p. 402; Bauman, Braude, & Crandall, 2009, p. 135)

En general, estos estudios suelen comparar el uso de ultrasonidos tras varios intentos fallidos con la técnica habitual de canalización periférica; dichos estudios

demuestran que el uso de la ultrasonografía disminuye considerablemente el número de intentos, el tiempo consumido y las complicaciones. La mayoría de estos estudios se ha realizado en el norte de América (EEUU y Canadá), donde la profesión enfermera tiene gran consideración profesional, incluso en mayor medida que en España. Dichos estudios han demostrado que la profesión enfermera tiene suficientes conocimientos de base para poder aprender a utilizar esa técnica correctamente.

5.4.2. Impacto de la ultrasonografía en caso de acceso periférico dificultoso, según estudios, en el ámbito adulto e infantil

5.4.2.1. El uso de ultrasonidos disminuye:

1. El tiempo necesario (Moore, 2014, p. 1137; Benkhadra et al., 2012, p. 449)
2. Los intentos necesarios (Moore 2014; p. 1137; Michell & Averill, 2013, p.1)
3. Las complicaciones (Krishnamurthy & Keller, 2011, p. 14;White et al., 2010, p.173)
4. Las vías centrales hasta un 85% (Shokoohi et al., 2013, p. 198; Au et al., 2012, p. 1950)
5. Los costes (Lamperi et al., 2012, p. 1113; Miles, Salcedo & Spear, 2012, p.355)
6. Los recursos humanos necesarios (Weiner et al., 2013, p. 653)

5.4.2.2. El uso de ultrasonidos aumenta:

1. La tasa de éxito (Moore, 2014, p.1137; Michell & Averill, 2013, p. 2)
2. La satisfacción en adultos (Bauman, Braude, & Crandall, 2009, p. 135; Schoenfeld et al., 2011, p. 475)

5.4.2.3. El uso de ultrasonidos facilita:

1. El aprendizaje en la canalización (Osborn et al., 2012, p. 3)

2. La canalización venosa (Panebianco, Fredette, Szyld, Sagalyn, Pines, & Dean, 2009, p. 1299; Blaivas & Lyon, 2006, p. 409)

Según la guía de Lamperti et al. (2012, p. 1110-1112), en todos los puntos citados anteriormente se recomienda el uso de ultrasonidos.

Tipo de acceso vascular en pediatría	**Nivel de evidencia**
Vías centrales	A
Para detectar complicaciones como neumotórax, etc.	B
Punción v. yugular interna	A
Punción v. subclavia	C
Punción de v. femoral para evitar punción arterial	B
Canalización arterial	A
Para localizar el mejor vaso si no existe sitio idóneo	A
En caso de difícil acceso para evitar pinchar “a ciego”	C

Tabla 1. Uso de ultrasonidos para accesos vasculares en pediatría según nivel de evidencia (Lamperti et al., 2012, p. 1110-1112).

5.4.3. Estudios que valoran la mejor opción vascular

En estos estudios se analiza la longitud, el grosor, la profundidad y la localización vascular: a través de la ultrasonografía se ha intentado estudiar el lugar idóneo donde canalizar una vía periférica venosa en niños para poder obtener de esta forma una tasa de éxito más alta. Varios autores remarcan que la dificultad en pediatría para poder obtener una vía existe porque las venas suelen ser mas frágiles, finas, cortas y menos visibles (Reigart et al., 2012, p. S 468; Schindler et al., 2012, p. 1002). Según diferentes estudios, la tasa de éxito, en caso de canalizar con ecografía, está asociada con venas más largas (Takeshita et al., 2015, p.1; Panebianco, Fredette, Szyld, Sagalyn, Pines, & Dean, 2009, p. 1298) y con aquéllas que se encuentran a una profundidad moderada (Witting et al., 2009, p. 70).

5.4.3.1. Vena safena

Hay artículos que concluyen que la vena safena es la mejor opción para canalizar niños menores de 6 meses (Moore, 2014, p. 1137). En el estudio de Triffterer (2012, p.290), mediante la ayuda de ultrasonografía se canalizó exitosamente en un 96% la vena safena en niños menores de 6 meses y en un 100% en los restantes niños menores de 12 meses. Asimismo, otros autores nombran la vena safena como una posible vena potencial, principalmente por su mayor longitud y grosor con respecto a otras venas en niños. Por ello, se concluye que la vena safena puede ser apta incluso para niños mayores (Cole et al., 2012, p. 91). Esta vena, como ocurre con otras venas en muchas ocasiones, puede no observarse o palparse bien, por lo que la ayuda de la ecografía

podría disminuir los intentos necesarios para poder canalizar dicha vía (Joshi et al., 2010, p. 444). En otro estudio se concluyó que la vena safena es una alternativa óptima para niños que pesan menos de 10 Kg. o que todavía no se mantienen en pie (Aria et al., 2014, p. 187). Otro autor analizó dicha vena incluso como opción en niños que pesaban menos de 40 Kg. o que eran menores de 10 años. En muchas ocasiones, sobre todo en niños mayores, la vena safena no se puede localizar bien con el metodo tradicional, por lo que se subraya la importancia de la ecografía y del concepto „bedside ultrasound“ (Germinio, Gerard, & Flood, 2012, p. 626).

5.4.3.2. Vena cefálica

En otro estudio se hace mención a la vena cefálica como la mejor opción para niños con un peso inferior a 20 Kg., dado que esta vena presentó la mejor tasa de éxito y requirió menos tiempo y punciones que otras venas. Se puso de manifiesto que, en la población descrita, la vena cefálica presentaba un diámetro mayor que las otras opciones. Se recomienda la vena cefálica para ese subgrupo, seguido por la vena safena; las peores opciones según sus conclusiones son las venas del dorso de las manos (Takeshita et al., 2015, p. 7).

5.4.3.3. Vena basílica

En adultos se hace referencia con gran profusión a que la vena basílica es muy buena opción para una canalización con la ecografía porque se visualiza fácilmente (Chinnock et al., 2007, p. 403). En venas que se encuentran a una profundidad moderada, que suelen ser la mayoría de las venas seleccionadas con ultrasonografía, se

recomienda utilizar un catéter de mayor longitud, porque si no se corre el riesgo de extravasación al mover la extremidad (Elia et al., 2012, p. 716). La canalización de venas muy profundas está asociada a una duración muy corta de la vía periférica (Fields et al., 2012, p.1134). En los pocos estudios pediátricos que se han encontrado no se menciona la vena basílica como opción alguna para obtener un acceso vascular mediante ultrasonografía (Takeshita et al., 2015, p. 9).

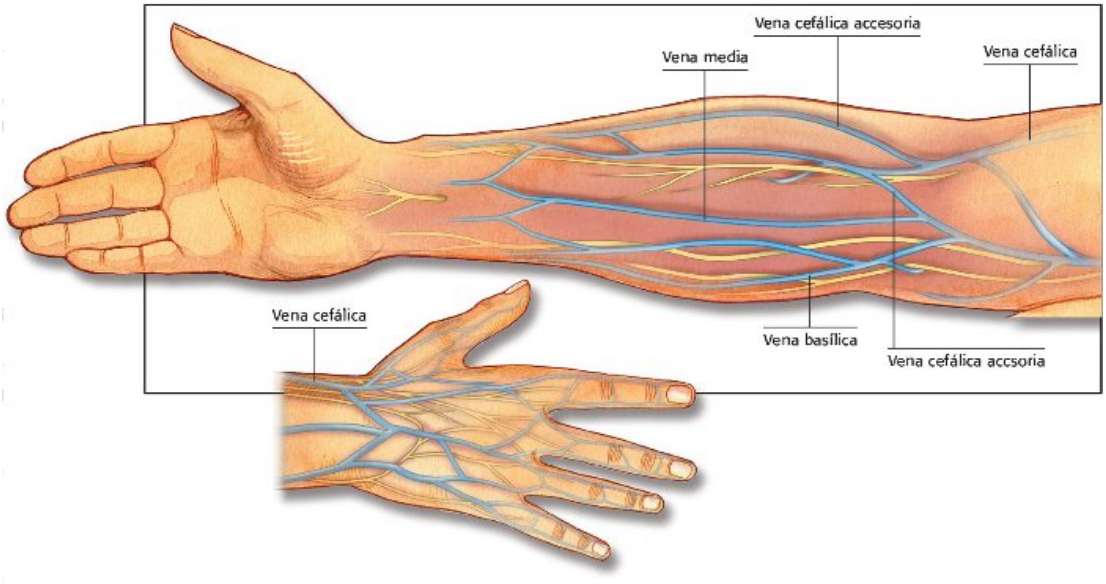


Figura 7. Ejemplo anatómico de las venas más frecuentes canalizadas (Internet, 2016).

5.5. Estudios que no indican una mejora

Un estudio analiza la visualización con luz infrarroja y la ultrasonografía frente al método tradicional (Curtis, Craig, Logue, Vandermeer, Hanson, & Klassen, 2015, p. 563). El equipo de enfermería de urgencias pediátricas realizó las canalizaciones de estos tres grupos tras haber recibido formación para poder realizar la ecografía y el uso de luz infrarroja. Los resultados no muestran una mejora de los dos métodos impartidos

pero cabe mencionar que este estudio enfoca únicamente el éxito al primer intento. Además, se subraya en sus limitaciones que el tiempo de formación de tres horas para ambos métodos podría haber sido insuficiente (Curtis et al., 2015, p. 569).

En la literatura se encuentran ensayos que no indican una mejora al utilizar la técnica de ultrasonidos. Por ejemplo, en un estudio que se realizó en urgencias con niños menores de 7 años (Bair, Rose, Vance, Andrada-Brown, & Kuppermann, 2008, p. 219). Cuando la enfermera no había conseguido canalizar una vía con el método tradicional en el intento inicial, pasaba parte de los niños al grupo en el que se canalizaba con la ayuda de ultrasonografía, por un médico que había recibido formación previa respecto a este método durante una hora. Mientras se realizaba la ecografía se marcaba la piel en donde se detectaba una vena adecuada; la enfermera canalizaba a continuación según las instrucciones dadas por el médico. Hay que mencionar que se analizó una muestra pequeña de 44 niños y se analizó únicamente el primer intento. Bair y su equipo (2008, p. 219) no pudieron demostrar un beneficio a través de esta técnica en niños despiertos.

Otro estudio tampoco concluyó una mejora usando la ecografía en una muestra de 59 adultos que presentaban, a priori, 2 intentos fallidos (Stein, George, River, Hebig, & Mc Dermott, 2009, p. 33). Los médicos recibieron previamente un curso de hasta 16 horas sobre ecografía y todos los ejecutores del ensayo practicaron esta técnica seis meses antes de empezar el ensayo. La canalización la realizó el médico en tiempo real. Cabe destacar que en el servicio de urgencias son las enfermeras las que se encargan habitualmente de canalizar las vías periféricas y no suele ser una tarea médica.

En otro estudio con adultos se incluyeron 35 pacientes que comentaron en la entrevista preoperatoria haber tenido en el pasado un historial de accesos venosos dificultosos. En el servicio de anestesia dos enfermeras con más de tres años de

experiencia puncionaron a todos los pacientes del grupo de ultrasonografía. Las enfermeras realizaron previamente al ensayo cinco canalizaciones exitosas (Aponte et al., 2007, p. 213). En este ensayo no se mostró una mejora con respecto a la tasa de éxito tras el primer intento, ni una mejora en el tiempo empleado.

Hay que mencionar que las enfermeras practicaron en pocas ocasiones dicha técnica antes de iniciar el ensayo. A su vez, hay que comentar que la utilización del ecógrafo se hizo de manera individual, algo habitual si se trata de profesionales que tienen suficiente práctica con la ecografía. En la literatura se encuentra que el "one single operator" suele ser más difícil para personal sin experiencia previa, aunque con el tiempo todo el personal suele pasar a manejar individualmente esta técnica (Carmona Monge, Martínez Lareo, & Núñez Reiz, 2011, p. 147). Asimismo, también se menciona en la literatura para canalizar la vena basílica, que ninguna técnica es superior frente la otra (Rose & Norbutas, 2008, p. 435).

5.6. Dos meta-análisis sobre el acceso venoso periférico realizado mediante ultrasonografía

En el primer meta-análisis se concluyó a través de siete estudios, dos de ellos infantiles, que la ultrasonografía mejora la tasa de éxito en pacientes con acceso dificultoso (Egan, Healy, O´Neill, Clarke-Moloney, Grace, & Walsh, 2013, p. 526). Por ello, recomiendan el uso de la misma en casos difíciles, especialmente en pacientes en los cuales puede ser vital un acceso venoso. También se menciona que en futuros estudios se debería analizar una posible mejora con respecto al tiempo empleado y al número requerido de punciones.

El segundo meta-análisis expone que, tras haber obtenido resultados de los meta-análisis de siete estudios diferentes, entre ellos dos pediátricos, que la ultrasonografía aumenta la tasa de éxito en pacientes con un acceso dificultoso (Stolz, Howe, Farell, & Adhikari, 2015, p. 321). Aún así, no pudo demostrar una mejora significativa con respecto al tiempo ni al número de intentos necesarios para obtener una vía periférica.

Autor, muestra (US/ TR)	**Servicio**	**Edad**	**Técnica**
Bair, 44 (23/21)	Urgencias	<7 años	estático, médico y enfermera
Doninger, 50 (25/25)	Urgencias	<10 años	tiempo real, médico y enfermera
Oakley, 83 (25/58)	Urgencias	<18 años	tiempo real, médico
Benkhadra 40 (20/20)	Anestesia	<3 años	tiempo real, médico

Tabla 2. Estudios pediátricos que comparan el método tradicional (TR) frente a la ultrasonografía (US) Bair et al., 2008, p.219; Doninger et al., 2009, p. 1564; Oakley et al., 2010, p.168; Benkhadra et al., 2012, p.449).

5.7. Motivación y aspectos nuevos para realizar presente estudio

Un elemento base de esta tesis es la incorporación de una escala que permite la evaluación previa. Esta escala, convalidada a través de varios estudios mediante muestras muy amplias, se denomina “Difficult IntraVenous Access Score” o DIVA-Score. Según diversos estudios, si la escala indica una puntuación de 4 o mayor, la

posibilidad de fracasar la punción en el primer intento está en torno al 50%. (Yen, Riegert, & Gorelick, 2008, p. 143; O´Neill, Drillane, & Hanipah, 2012, p. 1314).

No se han encontrado en la literatura estudios realizados en planta de pediatría donde se evaluara previamente de forma cuantitativa la posible dificultad para poder realizar una canalización exitosa con la ayuda de ultrasonidos antes del primer intento. Por ello, se considera muy relevante investigar de qué manera puede influir el uso de los ultrasonidos en pacientes pediátricos que muestren previamente un posible acceso dificultoso. Todavía no existen suficientes estudios a nivel pediátrico como para poder recomendar el uso de ultrasonidos con un nivel de evidencia alto. Se considera interesante estudiar la posible mejora en determinados subgrupos que pueden ser agrupados por distintos parámetros: edad, índice de masa corporal, factores propios o enfermedad en situaciones difíciles.

Ciertas guías vasculares recomiendan el uso de ultrasonidos para cualquier acceso vascular, pero no suelen hacer específicamente referencia al paciente pediátrico (AIUM practice guideline, peripheral venous ultrasound, 2015, p. 1-9). Aparte de la diferencia anatomofisiológica entre el niño y el adulto, el factor más importante para el empleo de ultrasonografía es, probablemente, la colaboración del paciente. El paciente infantil hasta la edad preescolar no suele colaborar al no entender del todo, por muy bien que se explique, la razón por la cual se realiza una punción o una canalización. Existen estudios con niños anestesiados con acceso venoso dificultoso en los que se emplearon ultrasonidos; en estos estudios se obtuvieron resultados significativos con muestras medianas o incluso pequeñas (Benkhadra et al., 2012, p. 449; Samoya, 2010, p. 824). En general, existen pocos estudios realizados en diferentes servicios de pediatría; la mayoría de ellos obtuvo buenos resultados, aunque la inclusión por edad

osciló en muchos estudios de cero a tres, de cero a diez o incluso de cero a dieciocho años, por lo que es evidente que todavía hacen falta muchos más estudios para discernir el impacto de los ultrasonidos en cada una de esas diferentes poblaciones (Benkhadra et al., 2012, p. 449; Doninger et al., 2009, p. 154; Oakley & Wong, 2010, p. 167).

Debido a este hecho, se considera muy significativo conocer cómo puede facilitar esta técnica la canalización en niños conscientes y menores de ocho años. Si los niños son mayores se parecen a partir de los catorce años, por su anatomofisiología, a los adultos. Incluso existen hospitales en España que atienden a menores a partir de 14 años junto con la población adulta. No se conoce, a priori, hasta qué punto puede mejorar este método la canalización en dicha población, debido a que existen infinidad de variables confusoras como pueden ser la ansiedad, el dolor y otros factores, que pueden influir notablemente en la tasa de éxito, sobre todo, en niños pequeños.

De momento, no se sabe si se puede ahorrar tiempo con este método, debido a las circunstancias especiales que, en general, están relacionadas con la colaboración de los niños pequeños conscientes. Para poder identificar venas adecuadas para el uso de ultrasonidos es imprescindible que el paciente este quieto en un momento determinado.

En relación con el uso de la ultrasonografía, se observa claramente una tendencia al alza hacia su utilización. De hecho, varios estudios asocian el uso de ultrasonidos en situaciones difíciles con una disminución de la necesidad de vías centrales en pacientes estables (Au et al., 2012, p. 1950). Pero no solamente para accesos vasculares, sino también en cualquier otro campo. Varias guías y artículos recomiendan su uso en caso de vía periférica difícil, en casos dudosos sobre la anatomía, tras haber fallado ya algún intento de canalización anterior o en cualquier situación que pueda ser mejorada al

utilizar esta técnica (Moore, 2014, p. 1137; Lamperti et al., 2012, p. 1110). La mayoría de estudios existentes con adultos relacionados con el tema de este estudio nos muestran una mejora o posibles beneficios para la resolución de los problemas planteados (Moore, 2014, p.1137; Michell & Averill, 2013, p.2). Ciertas guías de ultrasonidos o de acceso vascular suelen recomendar su uso (AIUM practice guideline, peripheral venous ultrasound, 2015, p. 1). Por otro lado, los métodos adicionales, tales como la transiluminación etc., no han podido ayudar a resolver la problemática de canalizar una vía periférica en situaciones difíciles. Un estudio comparó el efecto del uso de transiluminación frente al de la ultrasonografía para el acceso vascular difícil y concluyó que esta última presentó mejores resultados (Girgis, 2014, p. 39).

Asimismo, se puede definir como novedoso conocer las posibilidades de la utilización de ultrasonidos en el ámbito enfermero, debido al hecho de que en España y en otros países la ecografía suele ser dominio único del personal médico. En Estados Unidos y Canadá se observa la tendencia ascendente del uso de ultrasonidos por enfermeras para algunos cuidados. En la mayoría de los países los médicos no representan el grupo profesional sanitario que canaliza habitualmente las vías periféricas, sino que suele ser dominio de la profesión enfermera. Por ello, se considera un valor añadido el conocer cómo influye está técnica en la canalización periférica en la enfermería. A su vez, sería interesante que el colectivo enfermero europeo pudiera dominar esta técnica para ciertas tareas, tal y como sucede principalmente en el norte de América, no solamente para la canalización periférica venosa, sino también para la arterial (Moore, 2014, p. 1137). Asimismo, se podría incorporar esta técnica en situaciones especiales antes de puncionar las fístulas arterio-venosas (FAVi), que representan el acceso habitual en diálisis. Con esta técnica se puede evaluar la madurez de estas fístulas, detectar un trombo en el recorrido de las FAVi´s que suelen presentar

problemas, etc. (AIUM practice guideline, postoperative assessment of diálisis access, 2014, p.1323).

A su vez, existen diferentes cuidados de enfermería en los que se podría mejorar su eficiencia al utilizar la ultrasonografía, como por ejemplo para evaluar la retención aguda de orina que se podría resolver rápidamente a través de un sondaje.

Es posible que la profesión enfermera vaya a tener que dominar la técnica en el futuro por el impacto de los beneficios de la ultrasonografía, y en especial los profesionales de urgencias, puesto que es un servicio donde hay gran volumen de pacientes y puntualmente escasos recursos humanos.

La mayoría de estudios valora el uso de un método opcional tras no haber conseguido canalizar una vía desde dos hasta cuatro ocasiones (Kuesting et al., 2009, p. 423). No obstante, existen ya varias guías y estudios que recomiendan incorporar técnicas que pueden facilitar el acceso periférico en caso de dificultad (Moore, 2014, p.1137). En la mayoría de los estudios no se plantea, a priori, la dificultad de la canalización del paciente hasta que, tras varios intentos de punción fallidos, se pone de manifiesto. El estudio previo de la dificultad de canalización del paciente podría disminuir los intentos necesarios, el sufrimiento de los niños y de sus padres y, por supuesto, las complicaciones derivadas, el tiempo añadido y los costes adicionales. Por ello, este estudio pretende poner de manifiesto como un factor significativo la evaluación previa de los pacientes. En esta investigación, esta evaluación previa se realiza a través del DIVA-Score, una escala convalidada (Riker, Kennedy, Winfrey, Yen & Dowd, 2011, p. 1129). Si se evaluaran correctamente los pacientes de forma previa se podrían disminuir y prevenir los intentos necesarios y, a su vez, mejorar su situación global. En un futuro, la aplicación de un método adicional, seleccionando pacientes con, a priori, alta probabilidad de fracaso, podría vincularse con profesionales

con mucha experiencia que conllevaría, por consiguiente, una mejora en la canalización. Esta idea ya está planteada por algunos autores (Larsen et al., 2010, p. 234).

Normalmente en planta, a diferencia de los servicios de urgencias, el personal enfermero se enfrenta al hándicap de que, en un gran porcentaje, los niños ya llegan con varios pinchazos y signos de extravasación, lo que dificulta y disminuye la tasa de éxito para conseguir una vía. En general, los niños ingresados en planta, al tener un diagnóstico que requiere ingreso, presentan de media más factores relacionados con el fracaso en la canalización que los niños de otros servicios. A la mayoría de ellos se le aplica un tratamiento prescrito. Por ello, suelen presentar frecuentemente punciones previas múltiples.

Sin embargo, los niños que requieren una intervención con anestesia y un acceso periférico, a la hora de realizar la canalización, suelen ser niños ya anestesiados sin sentimientos negativos tales como el miedo, la ansiedad, etc. Los pacientes de la planta son conscientes de la intervención y, por ello, la mayoría, con gran incidencia en los niños menores de dos años, no suelen colaborar. Antes y durante dicho procedimiento, muchos niños sufren ansiedad, miedo, dolor etc.; todos ellos son factores que pueden influir negativamente en la canalización periférica.

En resumen, el paciente pediátrico ingresado en planta presenta muchos más factores que pueden influir de forma negativa en la canalización de vías periféricas que aquél ubicado en urgencias o en el servicio de anestesia.

Aparte de la diferencia existente en la dificultad de canalización dependiendo de la distribución de la población infantil en los diferentes servicios, existen algunas variables significativas tales como el índice de masa corporal o los antecedentes asociados con accesos dificultosos. Estas variables no se han documentado y/o evaluado lo suficiente.

Uno de los objetivos de este estudio es conocer el impacto del método ultrasonográfico con el fin de evitar punciones múltiples en pacientes pediátricos.

Por otra parte, en el caso de que se lograse un método en el que se disminuyan los intentos de canalización en una planta de hospitalización, se conseguiría una disminución de la ansiedad, el temor y la angustia en los pacientes asociados a la aparición en la habitación del profesional enfermero por anteriores experiencias desagradables, que en algunos casos, han sido los peores dolores que han sufrido dichos pacientes. De esta forma, se mejoraría la interacción de dicho profesional con el paciente y su familia.

La profesión enfermera está sometida a un gran dinamismo, debido a la evolución tecnológica, a través de la investigación y el avance en general de diversas técnicas. Una enfermería basada en evidencia, es el principio sobre el que debe fundamentarse el cuidado óptimo de nuestros pacientes. Este estudio pretende examinar y analizar diversos factores influyentes tales como la masa corporal, o la experiencia laboral del profesional en la canalización periférica en pediatría mediante ultrasonidos para intentar evidenciar una mejora en el tiempo necesario para la canalización y en la disminución de los intentos necesarios. A su vez, se quiere evidenciar con este estudio que el personal enfermero, formado previamente en la técnica ecográfica, conoce los principios básicos y es capaz de basarse en ellos para poder apoyar las canalizaciones periféricas en situaciones difíciles. Los criterios de inclusión de los pacientes pediátricos menores de ocho años en este estudio, la evaluación previa mediante puntación DIVA-Score o las punciones previas recientes antes de proceder al primer intento de canalización junto con el uso de ultrasonografía imprimen un carácter innovador a este estudio, del que no se han encontrado ensayos en situaciones similares, ni en estructura

ni en planteamiento. Todo ello es motivo para iniciar este trabajo analítico, experimental y prospectivo.

SEGUNDA PARTE

6.1. Hipótesis

Si se incorpora el uso de ultrasonidos en la canalización periférica en accesos dificultosos se disminuyen los intentos necesarios con respecto a los pacientes en los que no se usa dicha intervención. De este modo, la incorporación de dicho método facilitaría la canalización para los profesionales enfermeros, en particular para aquellos que gozan de poca experiencia laboral en pediatría.

6.2. Objetivo principal

Analizar los distintos métodos de canalización utilizados en este estudio, método tradicional y método ultrasonográfico, con el fin de comparar el número de intentos necesarios para cada uno.

6.3. Objetivos secundarios

Averiguar la disparidad de tasa de éxito entre ambos grupos.

Cuantificar el tiempo necesario para obtener una vía periférica y comparar el método tradicional frente al método con ultrasonidos.

Demostrar que el método ultrasonográfico mejora la localización de una vena apta para la canalización de una vía periférica.

Analizar la influencia del método ultrasonográfico en los profesionales enfermeros, y en particular la influencia en función de su experiencia profesional en pediatría.

Comprobar y cuantificar las diferencias entre ambos grupos y analizar el impacto del nuevo método implantado en este estudio.

7.1. Tipo de diseño

Se trata de un estudio clínico analítico, prospectivo y experimental en el que se aplicó un grupo experimental y un grupo control.

7.2. Población de estudio

Se incluyeron niños menores de 8 años ingresados en la planta de pediatría en el Hospital Universitario Infanta Sofía de San Sebastián de los Reyes, Madrid. Los criterios para la inclusión de pacientes fueron la necesidad de canalizar una vía periférica por indicación médica. A su vez, estos pacientes presentaron una evaluación previa que indicaba una probable canalización dificultosa.

7.3. DIVA-Score

Dicha dificultad se evaluó a través de una escala validada DIVA-Score "Difficult IntraVenous Access Score" (O´Neill et al., 2012, p.1314), donde se incluyeron los pacientes con una puntuación igual o mayor que 4 puntos. El DIVA-Score es una escala validada desde 2011 que incluye 4 criterios que son la visibilidad y el palpamiento de la vena tras haber situado el compresor, la edad del niño y el nacimiento prematuro antes de 38 semanas de gestación (Yen et al., 2008, p. 143; O´Neill et al., 2012, p.1314).

De esta forma, si el paciente es prematuro o menor de un año recibe, para cada uno de estos criterios, tres puntos. Los niños entre 12 y 36 meses reciben un punto y los mayores de 36 meses no reciben ningún punto. La falta de palpabilidad venosa se califica con dos puntos y la falta de visibilidad venosa también se califica con dos puntos. Si se consigue palpar y visualizar adecuadamente las venas no se otorga ningún punto. Finalmente, se suma la puntuación de todos los criterios de esta escala. En caso de obtener 4 o más puntos se cumple el criterio de inclusión, siendo la máxima puntuación 10 puntos (Tabla3).

El DIVA-Score con una puntuación de 4 ó mayor indica un 50% de probabilidades de fallar la canalización al primer intento (Riker, Kennedy, Winfrey, Yen, & Dowd, 2011, p. 1129).

CRITERIO	**PUNTOS**
Prematuro < 38 semanas	3
< 1 año	3
1-2 años	1
Mayor de 36 meses	0
Palpamiento	Sí = 0 / No = 2
Visibilidad	Sí = 0 / No = 2

Tabla3.DIVA-Score “Difficult IntraVenous Access Score” (Riker et al., 2011, p. 1130).

7.4. Criterio añadido de punciones previas

El DIVA-Score está creado para su uso en urgencias. Por ello, dicha escala está validada para el uso en dicho servicio, aunque no en otros distintos (Riker et al., 2011, p. 1129). Los niños que están ingresados en una planta de pediatría suelen presentar

punciones previas, algunas de las cuales son debidas a su estancia en urgencias. Este factor no se ha tenido en cuenta con anterioridad, ya que casi todos los estudios previamente realizados analizaron la población atendida en urgencias o en el servicio de anestesia, pero no en el servicio en planta, donde las punciones previas dificultan de forma añadida este proceso. Por este motivo, para este estudio se incluye el criterio añadido de punciones previas o "criterio de rescate". Debido al hecho anterior, se limitan notablemente las posibilidades de poder canalizar una vía periférica.

Por ello, se define el criterio de pinchazos previos o punciones recientes, entendiendo por ello aquellas venas puncionadas que no están recuperadas suficientemente para poder recanalizarlas otra vez.

7.5. Motivos de exclusión

Se excluyeron de este estudio todos los pacientes que necesitaron una vía periférica por una situación de alta urgencia y también los niños inestables. Además, se excluyeron a los pacientes de cuidadores/tutores legales que mostraron problemas de entendimiento del idioma.

7.6. Muestreo

Según GRANMO 7.11 (2012), el tamaño de muestra se supondrá en diferencia de medias con un riesgo alfa de 0,05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral.

Con ello, a priori se precisan 51 sujetos en el grupo experimental y 51 en el grupo control para detectar una diferencia igual o superior a un pinchazo. Se asume

quela desviación estándar común es de 1,8. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 0%.

7.7. Aleatorización informática

La asignación de los pacientes al grupo experimental y control se realizó mediante aleatorización simple. Se utilizó la función runif (n) del programa R (Development Core Team, 2010) para generar una secuencia equiprobabilística de números aleatorios, que determinaron la inclusión de los pacientes en el grupo experimental o control en función de su número de orden de incorporación al estudio. Se prefirió generar la secuencia suponiendo un 20% de pérdidas sobre el total de pacientes de inclusión; cada sobre cerrado en orden correlativo de incorporación de un paciente al estudio contuvo su inclusión en el grupo experimental o control. De esta forma, si una vez extraído el sobre no se hubiera podido realizar la canalización por algún motivo, habrían existido más sobres que el número de pacientes necesarios para completar la muestra.

Nº secuencia	Nº paciente	Grupo	Nº secuencia	Nº paciente	Grupo	Nº secuencia	Nº paciente	Grupo
0.606163959	1	C	0.836917546	43	C	0.183820332	85	E
0.899873514	2	C	0.434001622	44	E	0.993896689	86	C
0.195250901	3	E	0.175112897	45	E	0.921444517	87	C
0.872381467	4	C	0.185594103	46	E	0.350197124	88	E
0.842541185	5	C	0.989490782	47	C	0.806326795	89	C
0.067198968	6	E	0.044063888	48	E	0.698539349	90	C
0.576843275	7	C	0.138176627	49	E	0.211397498	91	E
0.274296589	8	E	0.057240430	50	E	0.396977546	92	E
0.496620469	9	E	0.426522862	51	E	0.670260397	93	C
0.259971155	10	E	0.715940923	52	C	0.828618010	94	C
0.330549655	11	E	0.587410072	53	C	0.467244545	96	E
0.237666206	12	E	0.525015621	54	C	0.440633977	97	E
0.315558858	13	E	0.896168201	55	C	0.779311062	98	C
0.069677303	14	E	0.138239401	56	E	0.894885668	99	C
0.743922264	15	C	0.718516227	57	C	0.992167713	100	C
0.777701080	16	C	0.935672194	58	C	0.095313563	101	E
0.606872257	17	C	0.955109648	59	C	0.170928969	102	E
0.096752630	18	E	0.383364157	60	E	0.545023403	103	C
0.612164923	19	C	0.691724171	61	C	0.242734978	104	E
0.270514507	20	E	0.338023178	62	E	0.652796506	105	C
0.079680735	21	E	0.486335015	63	E	0.770190407	106	C
0.700419951	22	C	0.181298644	64	E	0.868137092	107	C
0.364861719	23	E	0.405953843	65	E	0.222622514	108	E
0.992209607	24	C	0.307359488	66	E	0.555243420	109	C
0.481828164	25	E	0.019852272	67	E	0.610895544	110	C
0.675089505	26	C	0.787809572	68	C	0.758012041	111	C
0.708616415	27	C	0.756471670	69	C	0.412658260	112	E
0.004561525	28	E	0.857470135	70	C	0.332967251	113	E
0.778753424	29	C	0.479383358	71	E	0.639305984	114	C
0.706939168	30	C	0.257019051	72	E	0.803516177	115	C
0.053782742	31	E	0.369363730	73	E	0.456421970	116	E

0.108796859	32	E	0.565313762	74	C	0.805380972	117	C
0.509427030	33	C	0.603394575	75	C	0.818111532	118	C
0.779780228	34	C	0.616480355	76	C	0.041320740	119	E
0.457278273	35	E	0.747402327	77	C	0.552509110	120	C
0.471979592	36	E	0.722636968	78	C	0.312114314	121	E
0.989111008	37	C	0.769495454	79	C	0.675471266	122	C
0.765120283	38	C	0.417498674	80	E	0.595606576	123	C
0.431625423	39	E	0.230291476	81	E	0.437896543	124	E
0.478797092	40	E	0.674491738	82	C	0.084719436	125	E
0.818424468	41	C	0.803013687	83	C			
0.332091552	42	E	0.744060486	84	C			

Tabla 4. Secuencia de números generada por algoritmo informático para establecimiento de los pacientes al grupo Experimental (E) ó Control (C) (Development Core Team, 2010).

Por ello, no se prepararon 102 sino 125 sobres, cerrados, no transparentes, donde únicamente se indicó el número del sobre empezando con el número 1 hasta el número 125. Los sobres se colocaron uno encima de otro en una pila. El primer sobre a asignar fue el número 1, el siguiente el número 2 y así sucesivamente.

Una vez obtenida la secuencia de la Tabla 4, y dado que en este estudio solo hay dos grupos, experimental (E) y control (C), la asignación de los pacientes a ambos grupos quedó predeterminada por riguroso orden de entrada en el estudio. El paciente cuyo número de secuencia fuera menor o igual a 0,50 fue asignado al grupo experimental; el paciente cuyo número de secuencia fuera mayor de 0,50 fue asignado al grupo control.

Para evitar alteraciones en el orden de asignación, la secuencia de asignación, además de estar predeterminada de antemano, permaneció oculta hasta el momento en

el cual los padres confirmaron la participación de su hijo en el estudio. De esta manera, ni los profesionales de enfermería, ni los padres o su niño supieron con anterioridad el grupo de asignación hasta que se abrió el sobre.

Además, en la hoja de investigación (Anexo 1) se anotó la fecha y hora de la inclusión del paciente en el estudio con el orden de asignación preestablecido, pudiendo así identificar posibles incumplimientos o errores del protocolo.

7.8. Variables del estudio

7.8.1. Variables dependientes

- La canalización de una vía periférica por el método tradicional.
- La canalización de una vía periférica por el uso de ultrasonidos.

7.8.2. Variables independientes

- Experiencia enfermera en pediatría.
- Factores y enfermedades relacionadas: Fiebre, deshidratación, agitación, diversos tratamientos, historia de dificultad para puncionar, Síndrome de Down etcétera.
- Puntación DIVA-Score (prematuridad, edad, visibilidad y palpabilidad)
- Número de punciones previas
- Peso, talla e índice de masa corporal del niño.
- El sexo, mujer o varón.

7.9. Curso acreditado de ecografía y entrenamiento del personal de enfermería

Se impartió un curso acreditado anterior al inicio del estudio para todo el personal de enfermería mediante una sesión teórica-practica de 5 horas (Anexo 7). Según la bibliografía, el entrenamiento previo a las realizaciones de los diferentes estudios con personal de enfermería sin experiencia en el uso de ecografía y con análogos objetivos a este estudio, se realizó mediante sesiones de formación cuya duración total osciló desde 1,5 h hasta casi 2,5 horas (Chinnock et al., 2007, p. 402; Blaivas, & Lyon, 2006, p.408; Kerforne et al., 2012, p. 279).

Según la guía "international evidence based recommendations" de Lamperti (2012, p. 1109)" se menciona que "el aprendizaje para el uso en neonatos o pediatría requiere más tiempo que en adultos". Por ello, se estimó una sesión planificada de 5 horas de curso, que superó la duración total en horas de formación en comparación con otros ensayos. De esta forma se supuso un entrenamiento efectivo y eficaz.

7.9.1. Curso impartido

- Test de conocimientos previos
- 3h. teoría
- 2h. prácticas
- Test conocimientos tras el curso
- Seguimiento adicional con prácticas durante 8 semanas del personal participante del ensayo

El aprendizaje en el uso del ecógrafo por parte del personal de enfermería estuvo guiado y dirigido por un pediatra que fue colaborador del estudio del Hospital Universitario Infanta Sofía.

Al iniciar el curso se realizó un cuestionario/test previo (CD anexo) para evaluar los conocimientos de los participantes; ninguno de ellos había realizado previamente un curso relacionado con la ultrasonografía. Asimismo, las investigadoras principales impartidoras del curso, focalizaron el desarrollo del mismo en torno a los siguientes aspectos fundamentales: el estado del arte actual de la investigación de la ultrasonografía en el ámbito médico y enfermero, las indicaciones para el uso de ecografía dentro del medio enfermero y las diferentes técnicas de punción.

En la parte teórica del curso se explicó detalladamente en qué consiste la técnica básica de ultrasonidos junto con sus principios físicos, su uso general, el funcionamiento del equipo utilizado en el estudio y sus elementos básicos, los tipos de sondas existentes y su uso dependiendo de la aplicación prevista. A su vez, se definieron los diversos modos de presentación de la imagen, la de distinción entre venas y arterias, los diferentes utensilios y medios de acoplamiento, la higiene adecuada a preservar en la ejecución y la precaución y prevención a tener con el equipo. Para facilitar el aprendizaje en el curso se incluyeron dos videos demostrativos sobre el uso de la técnica ecográfica, donde se mostraron las diferentes técnicas de visualización y punción para poder obtener un acceso vascular periférico mediante ultrasonografía (recuperado de youtube: Peripheral Venous Access Under Ultrasound Guidance, Part 1, SonoSite, Inc., Peripheral Venous Access Under Ultrasound Guidance, Part 2, SonoSite, Inc.). Se culminó la parte teórica explicando específicamente el funcionamiento de parte del equipo técnico elegido utilizado en este estudio para realizar el ensayo clínico: el

teclado del ecógrafo Esaote Caris Plus y la sonda lineal LA 523 de alta frecuencia entre (4-13 MHz).

Cabe destacar que el objetivo principal del curso fue que los profesionales fueran capaces de poder encontrar correctamente una vena apta para la canalización de una vía periférica a través de la ayuda de ecografía y distinguir la misma frente a una arteria. La meta del curso no fue aprender el uso y el manejo global de la ecografía.

Posteriormente, se realizaron unas sesiones prácticas con una duración de dos horas mediante la canalización de vías a través de un modelo de brazo para canalizar vías. Asimismo, se evaluaron las venas y arterias del personal que asistió al curso.

Al terminar el curso se realizó un cuestionario/test (CD anexo) con el fin de evaluar el aprendizaje obtenido. De los 6 profesionales participantes, todos mejoraron sus conocimientos sobre la ultrasonografía. La mejora en las puntuaciones de los cuestionarios para todos los profesionales osciló entre el 25 y el 55%. En la Figura 8 se muestra específicamente la mejora obtenida para cada uno de los 6 profesionales.

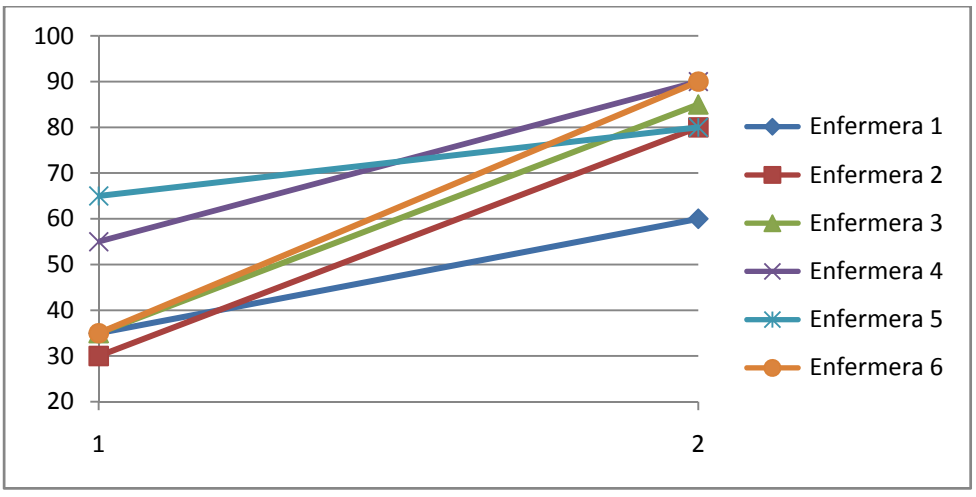


Figura 8. Porcentaje de mejora en los resultados de los cuestionarios 1: antes y 2: después de la realización del curso de ecografía para los distintos profesionales enfermeros.

Al final del curso, el personal enfermero, tras superar el curso, dejó constancia registral con su rúbrica de su aptitud para la realización y ejecución de dicho estudio. En este registro, además, se incluyó la duración y contenido de dicho curso. Posteriormente, se entregaron los diplomas de este curso acreditado denominado ”Taller para la mejora de la canalización de vías periféricas en pediatría mediante ultrasonidos; edición 1” (Anexo 8).

Después del curso se explicó la metodología del estudio de forma detallada al personal investigador participante (Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 6). Se respondieron y aclararon cuestiones y dudas a todo el personal enfermero potencial ejecutor de la canalización.

Asimismo, se registró la experiencia profesional en el ámbito pediátrico de cada enfermero participante en este estudio al igual que en el ámbito adulto (Anexo 5).

Durante las 8 semanas posteriores se practicó la técnica de la ultrasonografía, guiada por la promotora principal, con pacientes de la planta de pediatría tras haber obtenido el permiso de sus progenitores. En todos estos casos se repasó la actuación enfermera, los criterios de inclusión y exclusión y la imagen obtenida mediante ecografía, sin realizar finalmente una canalización de una vía periférica debido a que se trató de un seguimiento del curso para practicar y asegurar el reclutamiento correcto.

7.10. Técnicas de visualización vascular con ecografía: Visualización en transversal / perpendicular “short axis”

“Short axis” significa la visualización del vaso en “cross section” o sección transversal/perpendicular. Esta técnica, según se muestra en la Figura 9, proporciona

una imagen transversal y permite evaluar la profundidad de un vaso apto para la punción. Además, en este modo es fácil comprobar si se trata de una vena o una arteria si se ejerce una leve presión con la sonda para observar las características vasculares y diferenciar las mismas.

De este modo, permite visualizar venas profundas y no palpables. Según diversos estudios previos, se muestra como la técnica más fácil comparada con el modo transversal, debido a que su manejo requiere menos tiempo (Mahler, Wang, Lester, Skinner, Arnold, & Conrad, 2011, p. 1194) y además resulta mucho más fácil para personal sin experiencia previa (Blaivas, Brannam, & Fernández, 2003, p. 1307). En un artículo se comenta que es el modo más preciso y seguro para cualquier acceso en niños pequeños (Krishnamurthy, & Keller, 2011, p.15).

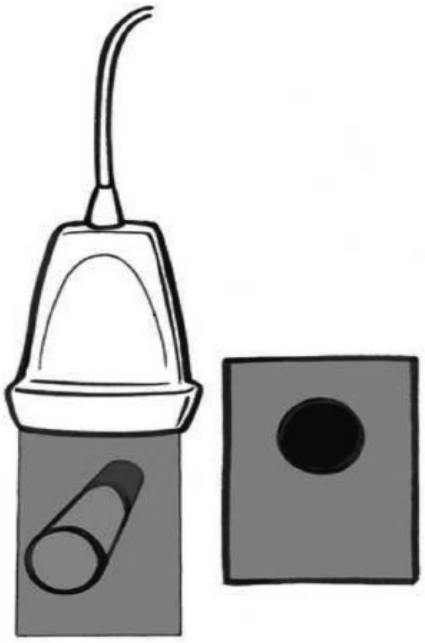


Figura 9. Técnica de visualización “short axis” (White, López, & Stone, 2010, p. 181).

7.11. Visualización en longitudinal o “long axis”

Trabajar con la visualización en el modo “Long axis” significa recibir una imagen longitudinal, según se muestra en la Figura 10. Con esta técnica se puede observar el recorrido y la longitud de una vena. Estos últimos aspectos nos proporcionan información sobre la anatomía y la dirección del vaso, ya que los vasos también pueden ser curvos y no totalmente rectos según donde se encuentren. Según diversos estudios, se asocia a una mayor tasa de éxito la canalización mediante ultrasonidos a vasos con una moderada longitud (Witting, Schenke, Lawner, & Euerle, 2009, p. 1).

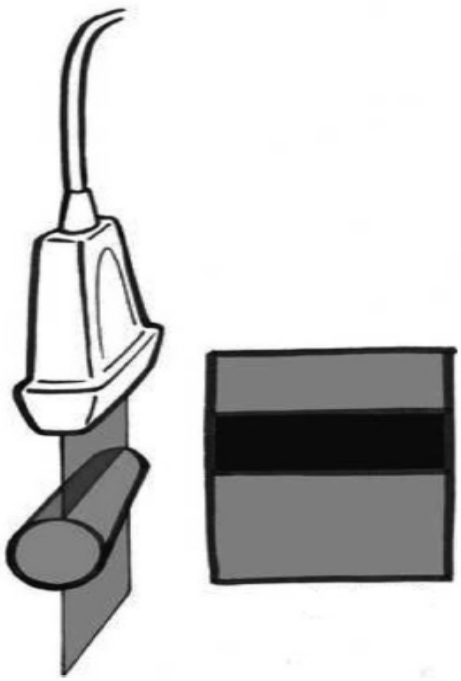


Figura 10. Técnica de visualización “long axis” (White et al., 2010, p. 181).

7.12. Modos de presentación ecográfica requeridos para el estudio

7.13. Modo B (brillo)

El modo "brillo" es la principal modalidad en la ecografía que nos muestra una imagen en tiempo real o en escala de grises. En esta modalidad se puede desplazar el transductor o la sonda. El trazo anterior no se borra sino que permanece en pantalla para formar una imagen bidimensional.

7.13.1. Ecografía Doppler

El efecto Doppler consiste en el cambio de la frecuencia de una onda debido al movimiento de la fuente o del observador. Los hematíes son los principales responsables de la señal Doppler.

Cuando el flujo sanguíneo se dirige hacia el transductor muestra un aumento de frecuencia y aparece en color rojo, es el modo "Doppler color". A su vez, se produce una disminución de frecuencia cuando el flujo se aleja y aparece en color azul. Cuanta más alta es la velocidad, más claro es el color. En un vaso que presenta un flujo homogéneo, el color depende del ángulo en el cual entra. Los cambios en la frecuencia Doppler se encuentran en el rango de las frecuencias audibles, por lo que pueden oírse. El modo Doppler no es capaz de detectar flujos muy lentos o flujos que se capten en un ángulo de 90º (Cabrero Fraile, 2006, p.224).

El modo “Power-Doppler” puede detectar incluso flujos muy lentos potenciando su señal pero, sin embargo, no puede detectar ni la dirección del flujo ni la velocidad (Banholzer & Banholzer, 2011, p. 7). Al ser más sensible, debido a que potencia las señales percibidas, causa más artefactos (Del Cura, 2009, p. 42).

El modo Doppler pulsado obtiene información de la velocidad del flujo y la profundidad en que se produjo (Cabrero Fraile, 2006, p. 226).

El modo “Doppler continuo” transmite y recibe de forma continuada. Este modo indica la dirección del flujo, pero no la distancia ni la profundidad, por lo que se suele emplear en vasos superficiales (Cabrero Fraile, 2006, p. 224).

7.13.2. Método tradicional de canalización de una vía periférica

En la literatura, esta técnica se define como “landmark technique”, que es, en caso de una cateterización venosa periférica, la forma tradicional que consiste en la inserción de un catéter de corta longitud en una vena superficial con fines diagnósticos y/o terapéuticos sin emplear ningún dispositivo para facilitar la canalización.

7.14. Técnicas para realizar la punción mediante ultrasonidos

7.14.1. Evaluar la anatomía previamente a la punción

La técnica “Ultrasound-assisted cannulation o static ultrasound”, consiste en la evaluación de la anatomía vascular a través de la ultrasonografía previamente antes de

proceder a una canalización. Esta técnica tiene la ventaja de disponer de la segunda mano libre para ejecutar la canalización.

7.14.2. Marcar la piel

La técnica "Ultrasound with skin marking", consiste en marcar la piel con un rotulador o un bolígrafo. Se puede realizar una sola marca o dos. La primera marca se realiza distal al vaso y la segunda un poco más proximal. La primera es más importante, debido a que ésta indica dónde realizar la punción teniendo en cuenta la profundidad. La segunda marca únicamente indica la dirección del recorrido del vaso, dado que no siempre es un recorrido recto. Según un estudio se puede ahorrar tiempo ejecutando esta técnica (Resnick, Cydulka, Donato, Jones, & Werner, 2008, p.723).

7.14.3. Manejo del ecógrafo por una persona

Denominado también "one single operator". El manejo del ecógrafo para realizar la canalización se realiza en este caso por una sola persona. Es la técnica que se suele utilizar en gran medida cuando se realiza una evaluación anatómica, como en el presente estudio.

7.15. Métodos de recogida de datos

Dentro del procedimiento de recogida de datos de este estudio, a la hora de precisar una vía periférica por indicación médica, se evaluó al niño/a mediante la escala DIVA- Score y/o criterio añadido de 4 o más pinchazos previos (Anexo 4), con el fin de conocer si el niño podía ser incluido en el ensayo. En el caso de que el niño pudiera ser incluido en el ensayo, se informó a los padres/tutores que el niño necesitaba la canalización de una vía periférica y que existía este estudio con el objetivo de intentar mejorar la misma. A los padres que mostraron interés por participar en el estudio se les hizo entrega del consentimiento informado (Anexo 2); a continuación procedieron a su lectura con tranquilidad. En el caso de que los padres/tutores plantearan dudas, las mismas se aclararon por las enfermeras ejecutoras de los ensayos. En cuanto los padres/tutores confirmaron la participaron de su hijo, se asignó al niño/a al grupo experimental o control de forma aleatoria según el sobre cerrado colocado en una pila en la unidad.

De todos los pacientes de ambos grupos, experimental y control, se apuntó además, en la hoja de investigación (Anexo 1), la puntuación según la escala DIVA-Score y/o los posibles pinchazos previos según el criterio añadido (Anexo 4). Asimismo, se anotaron los siguientes aspectos: grupo en el que fue incluido según la aleatorización, sexo y edad, fecha de la realización del ensayo y fecha de nacimiento, medidas antropométricas, antecedentes relacionados (fiebre, deshidratación, diabetes, etc.) A su vez, se registraron los profesionales participantes, el tiempo total y el número de intentos requeridos para llevar a cabo este procedimiento. También se reflejó el número de la vía periférica, la vena o zona canalizada y, por último, los posibles factores influyentes tales como agitación, intranquilidad, etc.

7.16. Descripción y definiciones de la intervención

Al proceder a realizar la punción, prácticamente en todos los casos se inmovilizó al niño y se le realizó una distracción para hacer el procedimiento lo más agradablemente posible para él. Todas las canalizaciones se llevaron a cabo, como mínimo, por dos profesionales: por una auxiliar de enfermería y una enfermera, o bien, por dos enfermeras. En casos de excesiva intranquilidad la canalización se llevó a cabo por 3 profesionales, dos de ellos necesarios para inmovilizar al niño.

7.16.1. Grupo control

Una vez puesto el compresor, se buscaron las mejores zonas para proceder a la canalización de la vía periférica, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, el tratamiento prescrito. Para un tratamiento de larga duración se intentaron canalizar venas con localización más próximas y con un diámetro de gran grosor con el fin de que dichas vías pudieran permitir una larga duración del tratamiento prescrito, puesto que posibilitan un mayor tiempo de permanencia que las vías periféricas, cuya localización se ubica en una vena más fina. A los niños asignados al grupo control se les canalizó la vía según el método tradicional por las enfermeras participantes en el estudio.

7.16.2. Grupo experimental

Los pacientes asignados al grupo experimental siguieron la forma habitual del procedimiento previo a la canalización. Una vez puesto el compresor, se localizó la

vena en el modo B del ecógrafo, obteniendo de esta forma una imagen bidimensional. Primero se obtuvo la imagen en transversal y se ejerció presión con la sonda con el fin de discernir una vena o una arteria. La geometría ovalada de las venas cambia fácilmente y suelen colapsar hasta su desaparición si se ejerce presión sobre las mismas. En caso de comprobación de la presencia de una vena o arteria con la sonda del ecógrafo se tuvo en cuenta la edad del niño, ejerciendo mayor o menor presión para que colapsasen los vasos. Algunas venas e incluso arterias pueden colapsarse en neonatos o lactantes de pocos meses (Detaille, Pirotte, & Veyckemans, 2010, p. 404) aun incluso si se ejerce muy poca presión, puesto que cuanto menor es la edad, menor masa muscular se posee y, por ello, pueden colapsar más fácilmente. En algunos casos, el propio peso de la sonda puede colapsar la vena e incluso dificultar la visualización de la misma. En estos casos dudosos, y durante el desarrollo de este estudio, se distinguió el origen vascular mediante el flujo obtenido en el modo Doppler, debido a que las venas presentan un flujo homogéneo y las arterias uno pulsátil.

En la visualización transversal, y antes de proceder a la canalización, se observó la profundidad de la vena en milímetros. Esta información se tuvo en cuenta a la hora de realizar la canalización. En casos de profundidad moderada, a la hora de elegir catéter se eligió el adecuado en función de su grosor y longitud, dado que una cateterización en una vena más profunda puede requerir un catéter más largo o de mayor tamaño para no perder el acceso vascular mientras se producen movimientos habituales del paciente en su ingreso hospitalario. Para evitar una extravasación prematura de una vena profunda es necesario que exista suficiente longitud del catéter dentro del vaso para que permanezca en él (Elia et al., 2012, p. 713).



Figura 11. Canalización periférica mediante visualización transversal (Mahler et al., 2009, p. 326).

En el modo transversal se marcó un punto con un rotulador indeleble. Para asegurar que este punto estuvo ubicado donde se hubo localizado la vena, se presionó por segunda vez con el rotulador para confirmar el colapso vascular mediante control continuo en la pantalla del ecógrafo. A continuación, se visualizó la vena longitudinal para poder identificar el recorrido del vaso.

Una vez procedida la localización de la vena, se retiró el gel de ecografía y se realizó la desinfección habitual para realizar una punción y/o canalización. Se canalizó el catéter unos milímetros más distales que la marca que se había puesto previamente.

7.17. Justificación del método elegido

La técnica que se eligió para el estudio fue la visualización de la anatomía marcando la piel, aunque se encontraron estudios y artículos que mencionan la visualización en tiempo real como más efectiva que la visualización estática en la mayoría de situaciones (AIUM practice guidelines, use of ultrasound to guide vascular

Access procedures, 2012, p. 5); pero según la guía de Troianos y su equipo (2012, p.62), para el acceso periférico no se recomienda realizar la ultrasonografía de forma rutinaria en tiempo real.

Para evaluar la anatomía en el modo estático, se realizó la punción según observación previa, sin controlar en la pantalla la penetración de la aguja.

Aunque existen ensayos con niños en los que se muestran buenos resultados con la técnica de canalización mediante visión de ultrasonidos en tiempo real, se descartó la utilización de la misma puesto que requiere de gran colaboración por parte del paciente; la imagen puede obtenerse adecuadamente únicamente si el paciente está muy quieto (Michell, & Averill, 2013, p.2).

Por lo anteriormente expuesto, se considera que en el ámbito pediátrico con niños despiertos es más factible realizar la técnica con imagen estática. Ejecutar punciones en tiempo real suele ser una mejor opción en niños mayores, relajados y/o anestesiados.

7.17.1. Éxito

En ambos grupos se confirmó una canalización exitosa, como en otro estudio (Schnadower, Lin, Perera, Smerling, & Dayan, 2007, p. 483), en el caso de poder inyectar 3 ml. de suero fisiológico sin signos de extravasación.

7.17.2. Fracaso

Se define el mismo tras múltiples intentos sin haber podido canalizar una vía periférica.

7.18. Análisis estadístico

Las variables presentadas de interés fueron tratadas y analizadas mediante el paquete estadístico del programa informático Microsoft Office Excel 2007 y el paquete estadístico SPSS, versión 19.0 (SPSS Inc, IBM Company Headquarters, Chicago, Illinois, USA).

En relación al análisis descriptivo, se ha calculado para las variables cuantitativas la media y la desviación estándar en ambos grupos de estudio. Los diagramas y gráficos estadísticos se han creado mediante Microsoft Office Excel 2007.

En cuanto al análisis inferencial, se ha utilizado el paquete estadístico SPSS. Se ha realizado un análisis previo de la variable número de punciones necesarias para la canalización en ambos grupos de estudio, estratificando para la realización de un contraste de hipótesis en los casos en que se tuviera evidencia de que pudieran ser estadísticamente significativo, como ha sido la variable tranquilidad del paciente en el momento de la punción y la existencia de agitación o factores relacionados con una punción dificultosa. Dado el tamaño de la muestra en ambos grupos, (menor de 30 sujetos) se han realizado pruebas paramétricas y no paramétricas estudiando la asimilación a la distribución normal de los casos en los que se ha recurrido al contraste de hipótesis en los que se realizaron pruebas paramétricas. De esta forma, se han utilizado las siguientes pruebas estadísticas:

- Pruebas de normalidad: Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk
- Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene
- Test t de Student para muestras independientes para la comparación de ambos grupos

- Prueba “U de Mann-Whitnet” (no paramétrica) para la comparación de ambos grupos

En los casos en los que se ha realizado un análisis inferencial mediante contraste de hipótesis, se ha estudiado el “p valor” resultante, con el fin de decidir si las diferencias entre las medias del número de punciones necesarias para la canalización en ambos grupos de estudio se consideran estadísticamente significativas.

7.19. Consideraciones éticas

Este estudio se presentó al Comité Ético del Hospital Universitario La Paz y al Comité de Investigación del Hospital Universitario Infanta Sofía. Se consiguió la aprobación y el permiso para llevar a cabo este estudio (Anexo 9 y Anexo 10). Posteriormente, para evitar posibles problemas éticos, se explicó a los padres en qué consisto el estudio y cuál iba a ser la participación de su hijo mediante un consentimiento informado (Anexo 2), que firmaron los representantes legales antes de haber incluido el niño al estudio.

7.19.1. Informe Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario La Paz

C. E. I. C.
Hospital Universitario La Paz

INFORME DEL COMITE ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Don Antonio Gil Aguado, Presidente del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario La Paz

CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado la propuesta de Dª Lucía Jiménez Fernández del Servicio de Enfermería del Hospital Infanta Sofía para que se realice el estudio titulado **'MEJORA DE LA CANALIZACIÓN DE VÍAS PERIFÉRICAS EN PEDIATRÍA MEDIANTE ULTRASONIDOS'**, código HULP: **3572,**

y considera que teniendo en cuenta la respuesta a las aclaraciones solicitadas:

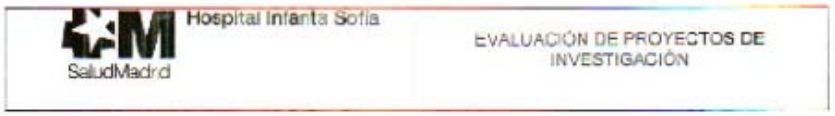
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado y no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

Y que este Comité acepta que dicho estudio sea realizado por Dª. Lucía Jiménez Fernández del Servicio de Enfermería del Hospital Infanta Sofía, como investigador principal.

Lo que firmo en Madrid a 8 de marzo de 2012

Firmado: Don Antonio Gil Aguado

7.19.2. Informe de la Comisión de Investigación del Hospital Universitario Infanta Sofía



INFORME COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DEL HUIS

La Comisión de Investigación del Hospital Universitario Infanta Sofía, ha examinado la Memoria del Proyecto de Investigación titulado " **MEJORA DE LA CANALIZACIÓN DE VÍAS PERIFÉRICAS EN PEDIATRIA MEDIANTE ULTRASONIDOS"**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Inés Constanze Hammel. DUE Hospital Universitario Gregorio Marañón.
INVESTIGADOR PRINCIPAL DEL CENTRO: Lucia Jiménez Fernández. DUE Hospital Universitario Infanta Sofía.
SERVICIO O UNIDAD: Pediatría /Neonatología

1. Tipo de estudio: Ensayo clínico con un grupo experimental y un grupo control.

2. Hipótesis:
- La incorporación del uso de ultrasonidos en la canalización periférica en accesos dificultosos disminuirá el número de intentos y el tiempo necesario de canalización con respecto a los pacientes en que no se usa dicha intervención.
- El uso de los ultrasonidos facilita la canalización para enfermeros con menos experiencia en pediatría.

3. Objetivos:
Principal: Facilitar la localización de una vena adecuada para la canalización periférica
Secundario: Demostrar una disminución del número de intentos y del tiempo necesario para canalizar una vía periférica.

4. Desarrollo del estudio o principales aspectos a destacar Se realizará en niños menores de 8 años ingresados en la planta de pediatría del Hospital

Hospital Infanta Sofía
SaludMadrid

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Universitario Infanta Sofía que requieren canalización de vía periférica con una evaluación previa del grado de dificultad o bien que presenten 4 o más pinchazos previos recientes.

5. Aceptado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario La Paz el 8 de marzo de 2012

CONCLUSIÓN

Revisado por la Coordinadora de evaluación de proyectos Dra. Cristina García Fernández, no existen aspectos metodológicos a corregir en el protocolo presentado o que impidan su realización en nuestro centro.

Esta Comisión considera que este Proyecto de Investigación es de interés para este Centro y que su realización es viable con los medios disponibles actualmente en el mismo.

En San Sebastián de los Reyes, a 30 de marzo de 2012.

Fdo. Dra. Cristina Pascual Marcos
Presidente de la Comisión de Investigación

Fdo Dr. Raúl Córdoba Mascuñano
Secretario de la Comisión de Investigación

7.19.3. Consentimiento informado

Estudio sobre mejora de la canalización de vías periféricas en pediatría mediante ultrasonidos en la planta de pediatría.

Investigador Hospital Infanta Sofía: Lucía Jiménez Fernández

Hoja de Información a los padres y/ó tutores legales.

Usted tiene a su hijo ingresado en una planta de pediatría en el Hospital del Norte Infanta Sofía.

Todos sabemos que muchas veces es imprescindible pinchar a los niños para canalizar una vía periférica para poder aplicar una medicación intravenosa necesaria que permita la recuperación de la enfermedad.

Canalizar una vía periférica puede resultar muy difícil en algunos niños.

Existen pocos estudios realizados con niños en urgencias que disminuyan los pinchazos necesarios a realizar para poder canalizar una vía mediante ultrasonidos. Los ultrasonidos son producidos por un ecógrafo. Este aparato nos permite tener una imagen de las venas de su hijo. Para obtener una imagen se aplica un poquito de gel al sitio que en el que se quiere pinchar. Esta exploración no es nada dolorosa, únicamente la aplicación del gel puede resultar algo incómoda. Los ultrasonidos no tienen ningún efecto secundario ni contraindicación. En todo caso, y según estudios previos documentados, sólo puede esperarse una mejora.

Con el propósito de avanzar en las técnicas de enfermería y aumentar la calidad de nuestros cuidados, nuestro equipo de trabajo se ha propuesto desarrollar una

investigación en la que se pretende conocer cómo ayudan los ultrasonidos en la disminución de los pinchazos de las vías periféricas en los niños.

Este proyecto no se podría llevar a cabo sin la amable colaboración de nuestros padres, por ello le proponemos participar con nosotros durante el periodo en que este su hijo ingresado.

Si usted acepta la participación de su hijo, entrará a formar parte de uno de los grupos que explicamos a continuación. La selección será de forma aleatoria totalmente al azar. Después de que usted haya firmado el consentimiento informado, el profesional de enfermería sacará un sobre cerrado, no transparente, de una pila. Tras abrir este sobre sellado, aparecerá el grupo en el que participará su hijo. Ni usted ni el profesional podrá visualizar el contenido interior del sobre, con lo que la inclusión de su hijo en un grupo u otro se produce totalmente azar sin posibilidad de preasignación.

Los niños que presenten unos criterios que nos indiquen que el pinchazo vaya a ser probablemente difícil, se colocarán en el primer grupo en el que se va a intentar pinchar y canalizar a través de la ayuda del ecógrafo, o bien, en el segundo grupo en que se realizará la técnica habitual.

Si su hijo se encuentra tanto en el grupo del ecógrafo como en el grupo control su tratamiento médico, así como los cuidados de enfermería, serán igual que siempre. Ello significa para su hijo que la atención tanto a usted como a su niño/a no se verá, en ningún caso, empeorada. A su vez, si decide que su hijo no participe en este estudio, la atención de su hijo tampoco se verá, en ningún caso, empeorada.

La participación en este estudio es completamente voluntaria y usted puede retirar el consentimiento de participación en cualquier momento del estudio sin tener que dar ninguna explicación y sin que se vea alterado su trato en el servicio. Le aseguramos que todos los datos que usted nos facilite quedarán archivados respetando la Ley Orgánica de Protección de Datos 15/1999. En ningún caso la publicación final de este estudio supondrá la vulneración de sus derechos de protección de datos, respetando su confidencialidad y anonimidad.

Los datos obtenidos sobre la canalización y algunos datos de historial clínico como peso de su niño, edad, diagnóstico etc. serán tratados de forma confidencial, anónima y sólo el equipo de trabajo tendrá acceso a ellos. Para cualquier duda o aclaración al respecto, puede preguntar al personal de la unidad y nosotros amablemente le resolveremos sus dudas.

ESTUDIO: Mejora en la canalización de las vías periféricas en pediatría mediante ultrasonidos.

Yo……

He leído la hoja de información que se me ha entregado. He podido hacer todas aquellas preguntas que me surgieran respecto al estudio. He recibido suficiente información sobre el estudio. Comprendo que la participación es voluntaria y puedo retirar mi hijo cuando lo desee. Presto libremente mi conformidad para dejar participar mi hijo en el estudio:

FECHA FIRMA

7.20. Declaración de intereses

Todos los participantes presentes en el estudio declararon no tener conflictos de intereses con empresa o institución alguna.

TERCERA PARTE

En este estudio se incluyeron 37 niños durante un periodo de 2 años y 6 meses. En el grupo de ultrasonidos se incorporaron 19 pacientes y en el grupo tradicional 18. Todos los pacientes entraron a formar parte del estudio como consecuencia de obtener una puntuación en la escala DIVA-Score igual o mayor de 4 (Tabla 5).

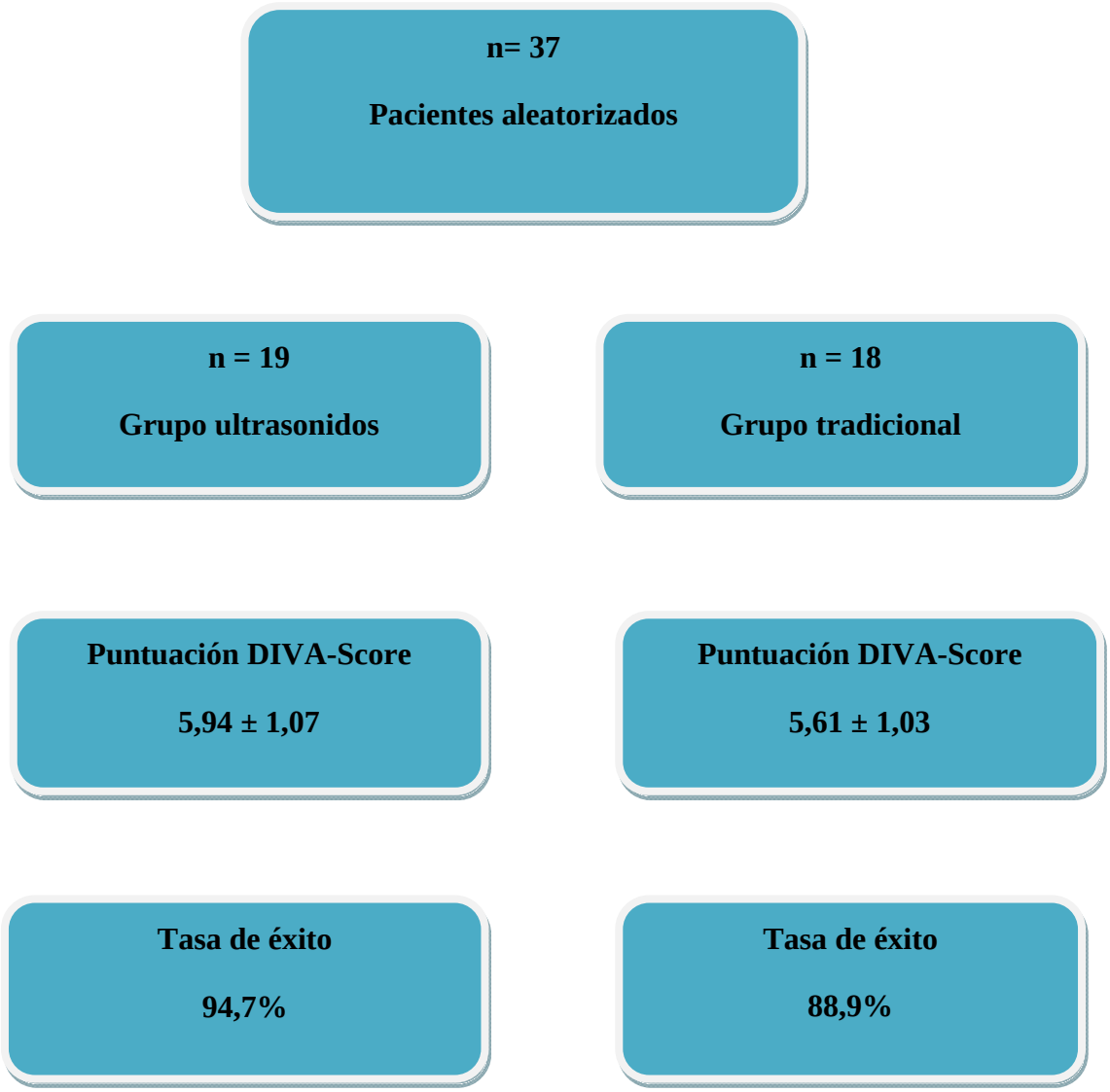


Figura 12. Esquema de los pacientes participantes, puntuación media en el DIVA-Score y la correspondiente tasa de éxito, según grupo asignado.

8.1. Tasa de éxito y de fracaso

En el grupo de ultrasonidos hubo una tasa de éxito de un 94,7% y en el grupo tradicional de un 88,9%. Como consecuencia, la tasa de fracaso fue en el grupo de ecografía de un 5,3% y en el grupo tradicional de un 11,1%.

8.2. Éxito desde el primer hasta el tercer intento

Se observó que al primer intento, el grupo intervenido con ultrasonidos alcanzó un éxito del 22%; en el grupo control se obtuvo éxito del 43% al primer intento respectivamente. Es decir, el éxito en la primera punción fue casi el doble en el grupo control que en el grupo de ultrasonografía. Con respecto al éxito en el segundo intento, el grupo de ultrasonidos alcanzó un éxito del 38,8%, mientras que en el grupo tradicional se obtuvo solo éxito en un 25%.

El éxito en el tercer intento, en cambio, presentó también diferencias, pero no tan significativas. Se obtuvo un éxito al tercer intento de un 22% en grupo de ultrasonidos y de un 18,75% en el grupo control.

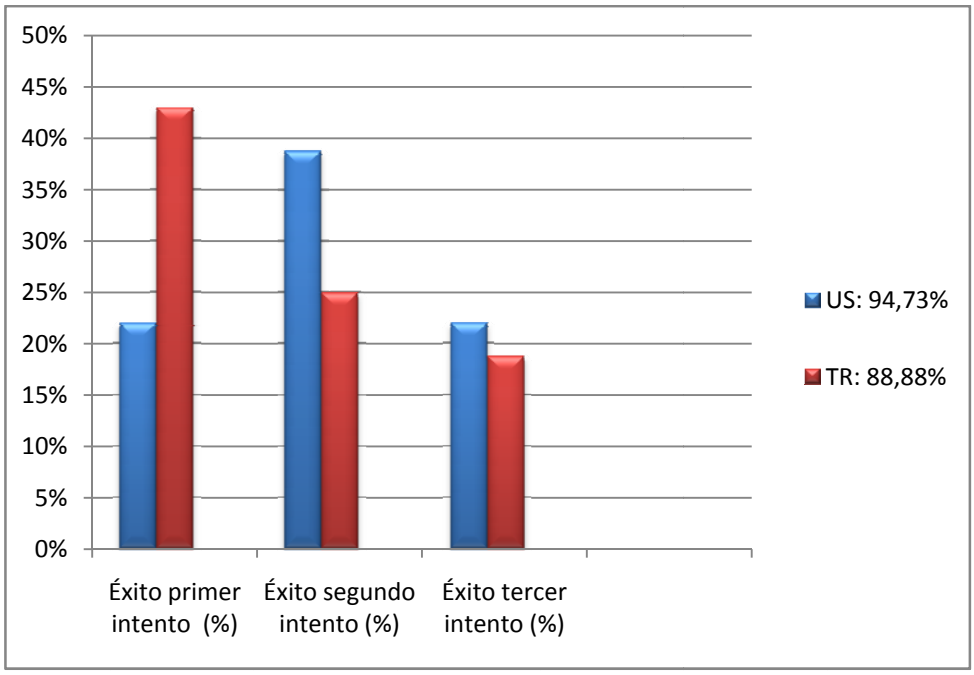


Figura 13. Éxito (%) desde el primer hasta el tercer intento en ambos grupos. A la derecha, tasa de éxito acumulada en ambos grupos. US: Ultrasonidos; TR: Tradicional

8.3. Intentos necesarios

Si se observa la media de las punciones, entre ambos grupos se observó una diferencia, presentando menos intentos el grupo de ultrasonidos. El grupo de ultrasonografía presentó una media de 2,33 ± 1,07 intentos frente a los 2,61± 2,09 intentos en el grupo tradicional. La diferencia obtenida en la media de intentos de ambos grupos, debido a la desviación estándar obtenida de los mismos, se interpreta como estadísticamente no significativa. Por ello, no se ha realizado un contraste de hipótesis.

Se observó que en el grupo tradicional hubo de forma repetitiva más punciones múltiples, siendo la máxima de 8 punciones. En el grupo con ultrasonografía los intentos necesarios alcanzaron, como mucho, los 4 intentos (Figura 14).

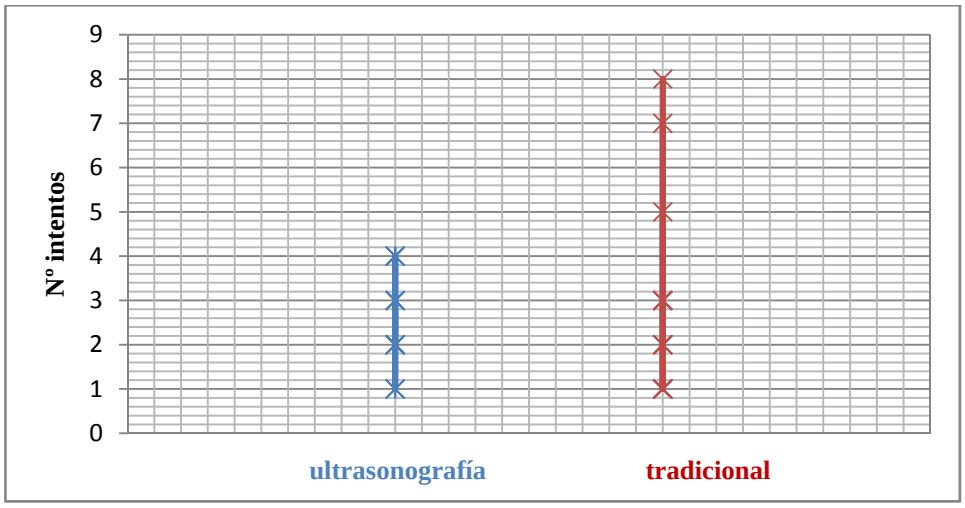


Figura 14. Número de intentos en el grupo intervenido con ultrasonografía y con el método tradicional.

8.4. Tiempo empleado

Una diferencia importante se observó en la media del tiempo por paciente empleado hasta que se consiguió una canalización con éxito o en el que se aceptó un fracaso. El tiempo comenzó a contar en el momento en cual la enfermera empezó a valorar las diferentes zonas susceptibles para una canalización y terminó cuando la vía estaba ya fijada sin posibilidad de perder la misma o cuando se aceptó un fracaso. El equipo y los utensilios necesarios para la canalización se prepararon antes de que empezara a contar el tiempo.

En el grupo de ultrasonidos se emplearon 40,8 ± 24,7 minutos de media y en el grupo tradicional 30,4 ± 21,7 minutos. El método tradicional requirió unos 10 minutos menos para obtener una vía que el método con ultrasonografía (Figura 15).

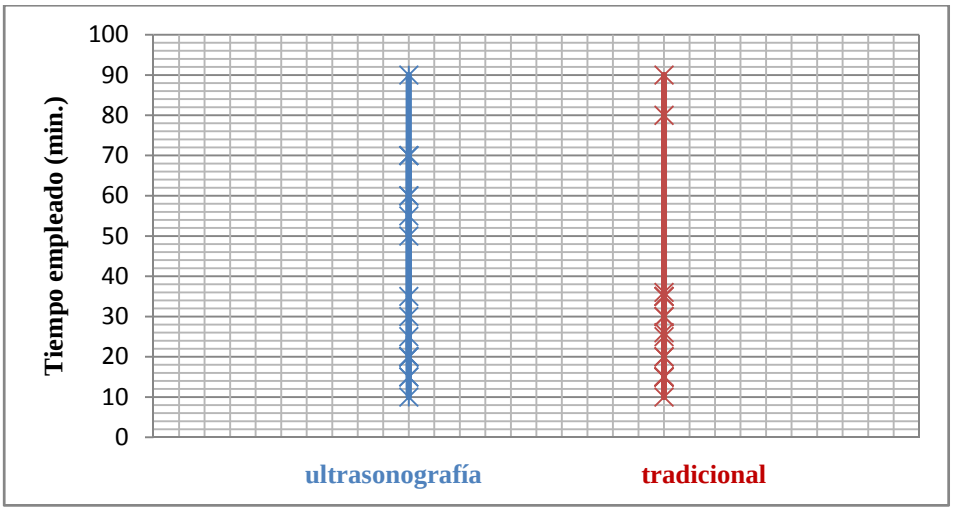


Figura 15. Intervalo de tiempo empleado en ambos grupos

8.5. Puntuación del DIVA-Score

Ambos grupos presentaron homogeneidad si se compara la puntuación obtenida por la escala DIVA-Score; una puntuación de la misma de 4 o mayor, según estudios, tiene un fracaso en la canalización del 50% en el primer intento (Riker et al., 2001, p. 1130). Los pacientes que participaron mostraron de media, en ambos grupos, una puntuación del DIVA-Score muy alta. Se obtuvo una puntuación media de 5,9 ± 1,07 en el grupo de ultrasonidos frente a 5,6 ± 1,03 en el grupo tradicional. Aunque el grupo intervenido con ultrasonidos presenta una puntuación de 0,3 puntos más, no se valora como clínicamente relevante ni estadísticamente significativa, dada la desviación estándar existente para la puntuación del DIVA-Score en ambos grupos.

8.6. Criterio añadido de punciones previas

En ningún caso se incluyó a un niño en el estudio según el criterio de rescate, debido a que los pacientes evaluados obtuvieron una puntuación suficiente para poder participar según la puntuación obtenida por el DIVA-Score (Tabla 5). Los niños presentaron 1,83 punciones previas de media en el grupo de ultrasonografía y de 1,94 en el grupo tradicional; el rango de punciones previas osciló entre cero y siete en el grupo experimental, mientras que varió desde cero a seis en el grupo control. En ambos grupos, aproximadamente la mitad de los pacientes, nueve en el grupo de ultrasonidos y 8 en el tradicional, no presentaron ninguna punción previa. Como se observa, la media de punciones previas entre ambos grupos fue similar.

Con respecto al sexo, en el grupo de ultrasonidos esta variable fue muy homogénea dado que participaron 9 varones y 10 mujeres. En cambio, el grupo tradicional presentó solo la mitad de varones que de mujeres; 6 y 12 respectivamente.

	Grupo Ultrasonografía	**Grupo Tradicional**
Edad media (meses)	10,51	5,28
Varón	n = 9	n = 6
Mujer	n = 10	n = 12
IMC (Kg/m^2; μ)	15,37	15,39
Puntuación escala DIVA(μ± σ)	5,94 ± 1,07	5,61± 1,03
Pinchazos previos(μ, rango)	1,83 (0-7)	1,94 (0-6)
Tiempo medio ± σ (min.)	40,8 ± 24,7	30,4 ± 21,7
Número medio intentos ± σ	2,33 ± 1,07	2,61 ± 2,09
Tasa de éxito (%)	94,7%	88,9%
Éxito primer intento (%)	22%	43%
Éxito segundo intento (%)	38,8%	25%
Éxito tercer intento (%)	22%	18,7%
Tasa de fracaso (%)	5,3%	11,1%

Tabla 5. Resultados comparativos del grupo experimental y control (μ: media; σ: desviación estándar).

8.7. Experiencia profesional

Según se muestra en la Figura 16, la experiencia profesional de las cuatro enfermeras ejecutoras del estudio osciló desde los 7 hasta los 11 años. Sin embargo, se observa claramente que existió gran diferencia en la experiencia en pediatría que osciló desde los 10 meses hasta los 9 años.

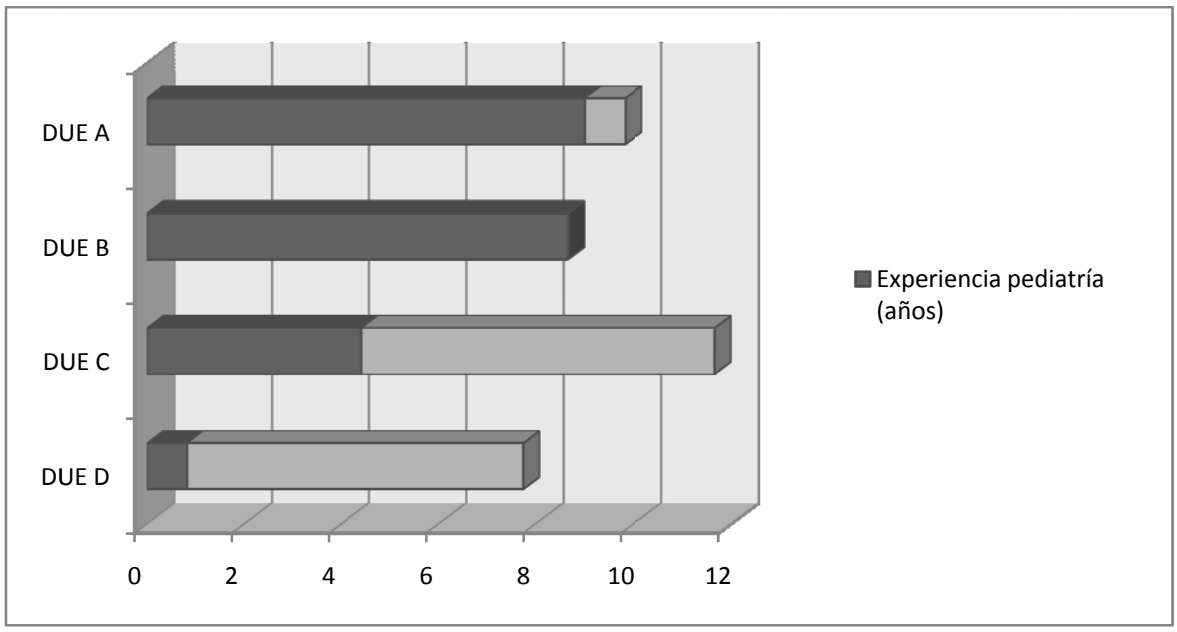


Figura 16. Experiencia profesional de las enfermeras A, B, C y D. (En oscuro, experiencia en pediatría).

8.8. Intentos requeridos y tiempo empleado porcada profesional enfermera

Según se muestra en la Tabla 6, se han calculado los resultados en el número medio de intentos y en el tiempo medio por cada profesional enfermera.

Enfermera	Nº intentos Ultrasonografía (μ)	Nº intentos Tradicional (μ)	Tiempo Ultrasonografía (μ, min.)	Tiempo Tradicional (μ, min.)
A	4	2	70	26
B	3	4,3	60	45,3
C	2,75	1,66	60	36,7
D	1,77	2,45	20,5	27,7

Tabla 6. Media de intentos por cada enfermera por método y tiempo empleado; μ= media variable.

Para el análisis de este apartado, se han analizado los datos de los 37 pacientes, incluyendo los 3 fracasos. Se observó que las enfermeras A, B y C tardaron notablemente más tiempo para obtener una vía periférica en el grupo intervenido con ultrasonografía. La enfermera D, en cambio, tardó menos tiempo de media utilizando la ecografía frente al método tradicional.

La enfermera D, según se observa en la Figura 16, es la profesional con menos experiencia en pediatría, y a su vez, es la profesional que mejores resultados ha obtenido con el empleo de la ultrasonografía, tanto en los intentos necesarios para canalizar con éxito como en el tiempo necesario para ello. Lo expuesto anteriormente confirma, tal y como viene descrito en la literatura, que el uso de ultrasonidos puede facilitar la canalización vascular, sobre todo, para aquellos profesionales con menos experiencia. La profesional enfermera necesitó una media de 1,77 intentos en el grupo de ultrasonidos frente a los 2,45 de media en el grupo tradicional. A su vez, el tiempo medio necesario disminuyó unos 7 minutos con respecto a la canalización por el método tradicional.

La enfermera C fue la segunda enfermera con menos experiencia en pediatría, aunque con 4 veces más experiencia en dicho campo que la enfermera D, según se

observa en la Figura 16. En este caso particular, el uso de la ultrasonografía no consiguió mejorar ni la media del tiempo necesario ni la de intentos hasta lograr la canalización. Esta profesional obtuvo mejores resultados utilizando el método tradicional, según se observa en la Tabla 6. Esta profesional enfermera necesitó una media de 1,66 intentos en el grupo tradicional frente a los 2,75 de media en el grupo de ultrasonidos. A su vez, el tiempo medio necesario para la canalización aumentó si se utilizó la ultrasonografía, pasando de 36,7 minutos a 60 minutos de media.

Si se observa la Figura 16, la enfermera B es la única profesional que participó en el estudio que tenía únicamente experiencia en pediatría. Tal y como se muestra en la Tabla 6, necesitó casi 15 minutos más de tiempo medio utilizando la ecografía (45,3 min. vs. 60 min.), aunque, los intentos medios necesarios para realizar la canalización disminuyeron utilizando la ultrasonografía, pasando de 4,3 a 3. La enfermera A, que tuvo casi únicamente experiencia profesional en pediatría (Figura 16), obtuvo peores resultados utilizando la ultrasonografía. En términos absolutos, las enfermeras A y B tuvieron mucha mayor experiencia en pediatría -aproximadamente 9 años- que las enfermeras C y D -4 años y 1 año respectivamente-. La media de intentos utilizando la ecografía para la enfermera A fue de 4 pinchazos frente a los 2 con el método tradicional. A su vez, necesitó más que el doble de tiempo medio utilizando el método mediante ultrasonografía: fue de 70 minutos frente a los 26 minutos con el método tradicional.

Nota: Para canalizaciones con 3 o más intentos de punción intervinieron habitualmente distintas profesionales, como es habitual en la práctica enfermera.

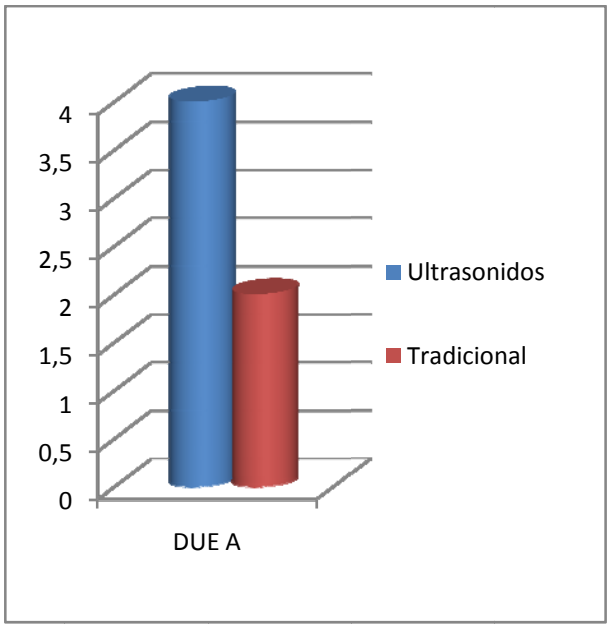


Figura 17. Media de intentos de la enfermera A comparando ambos métodos.

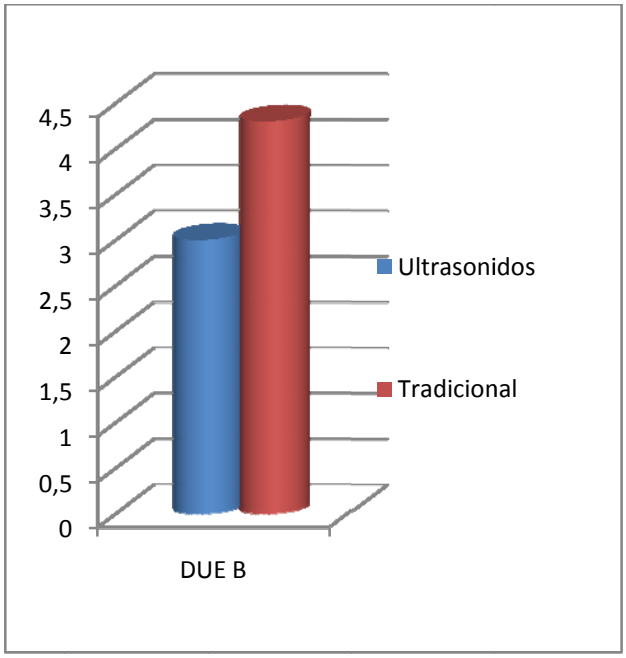


Figura 18. Media de intentos de la enfermera B comparando ambos métodos.

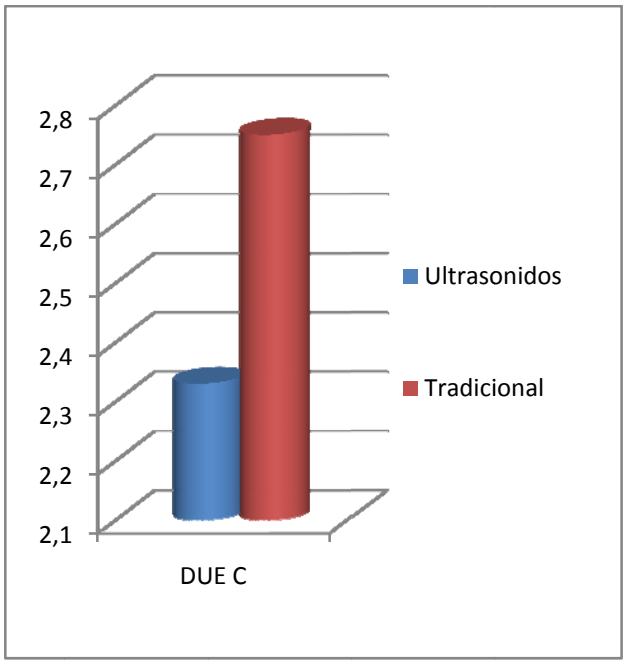


Figura 19. Media de intentos de la enfermera C comparando ambos métodos.

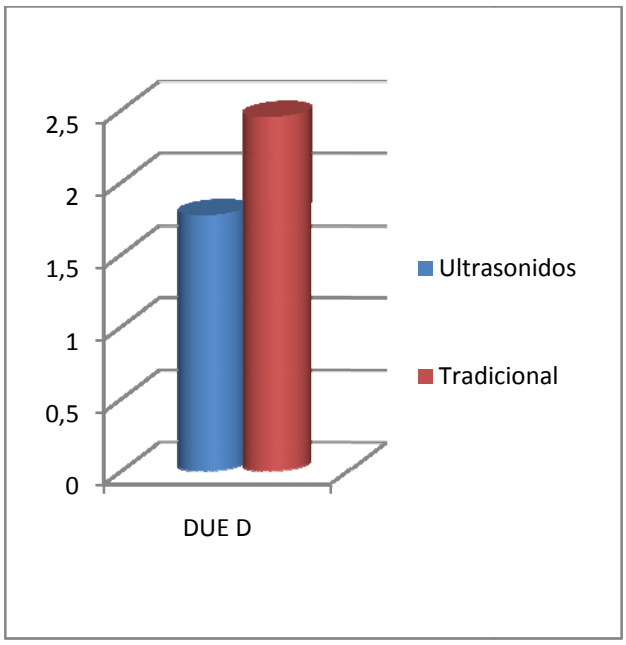


Figura 20. Media de intentos de la enfermera D comparando ambos métodos.

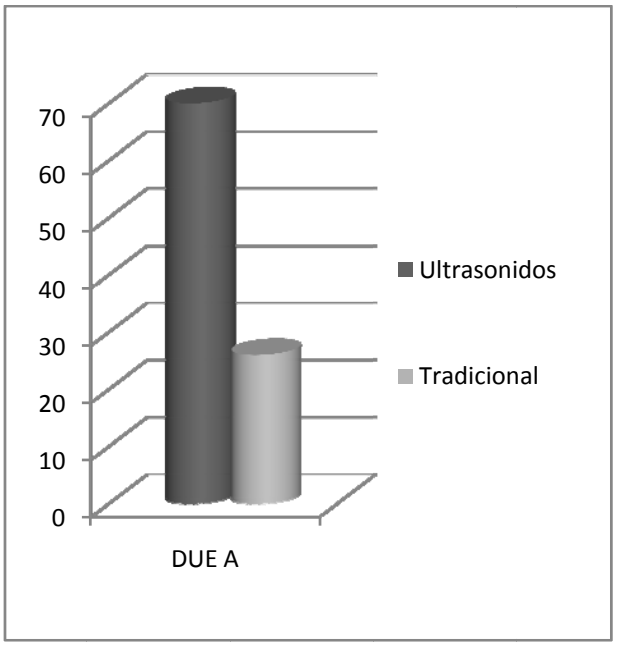


Figura 21. Tiempo medio requerido (min.) por el profesional A para ambos métodos.

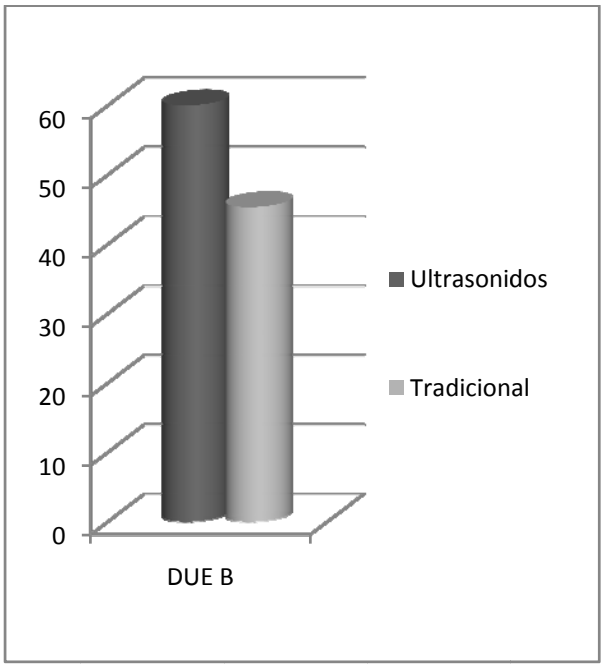


Figura 22.Tiempo medio requerido (min.) por el profesional B para ambos métodos.

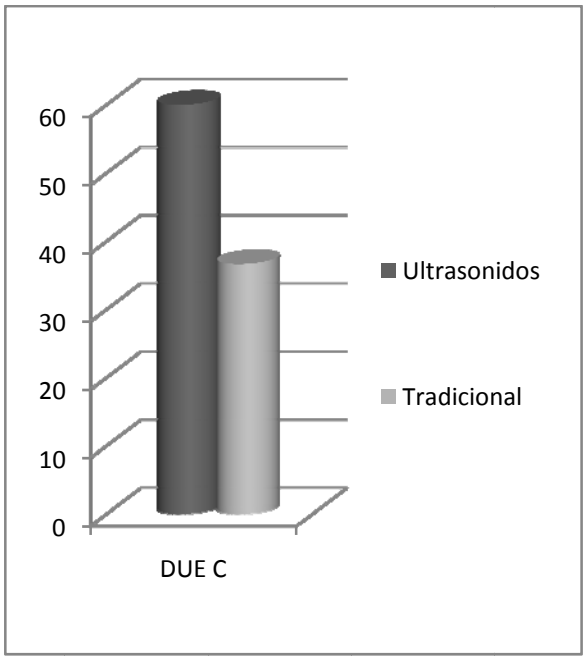


Figura 23. Tiempo medio requerido (min.) por el profesional C para ambos métodos.

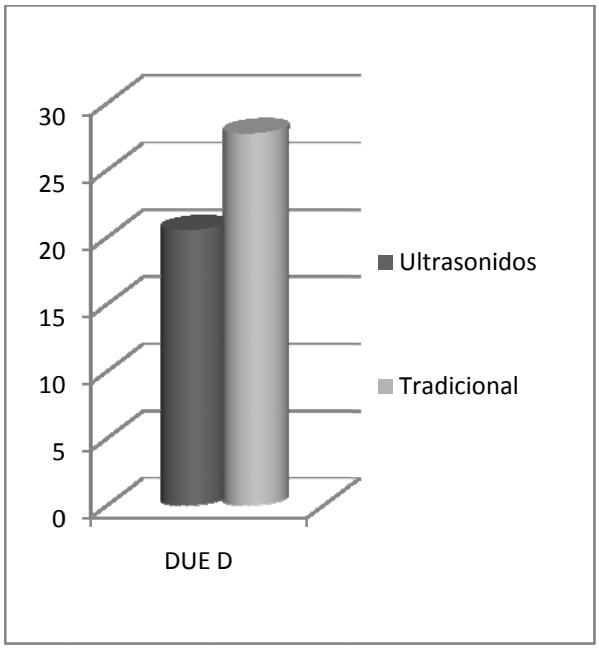


Figura 24. Tiempo medio requerido (min.) por el profesional D para ambos métodos.

8.9. Tranquilidad o agitación del paciente, como variable confusora

En las anotaciones de las hojas de campo para realizar la canalización de forma tradicional, aparece repetidamente que, en este grupo, los niños estaban relativamente tranquilos. Por el contrario, en la mitad del grupo de ultrasonidos se observó agitación en los pacientes. Esta diferencia pudo ser provocada por la disparidad en la edad media de ambos grupos, que fue de 5,23 meses (10,51 US vs. 5,28 TR). Los lactantes, y, sobre todo, los lactantes menores de 4 meses, se relajan muchas veces muy bien con la administración de solución de sacarosa. En lactantes mayores, la sacarosa no suele hacer gran efecto y, a partir de 6 meses, pierde su efectividad. Es por ello por lo que no se recomienda pasada esta edad (Cohen, 2008, p.137).

Análisis niños agitados	**Grupo Ultrasonografía**	**Grupo Tradicional**
Tasa éxito	100%	50%
Número medio de intentos	2,4	3
Tiempo medio (min.)	42,8	35,5
Número de pacientes	10	2

Tabla 7. Análisis de pacientes que presentan agitación (n=12/37).

En la Tabla 7 se exponen los resultados obtenidos para los niños que manifestaron agitación y/o intranquilidad en el momento de realizar la punción. Como se observa en dicha tabla, los niños que presentaron agitación fueron diez en el grupo de ultrasonidos y dos en el grupo tradicional. El tiempo medio necesario fue de 42,8 minutos para el grupo experimental y de 35,5 minutos para el grupo control

respectivamente. Por el contrario, se observó que la media de intentos en el grupo intervenido con ultrasonidos aumentó levemente de 2,33 a 2,4. En el grupo tradicional la media aumentó en mayor medida, pasando de 2,61 a 3 intentos.

Análisis niños tranquilos	**Grupo Ultrasonografía**	**Grupo Tradicional**
Tasa éxito	100%	100%
Número medio de intentos	1,5	1,17
Tiempo medio (min.)	40	17,5
Número de pacientes	2	6

Tabla 8. Análisis de pacientes en estado de tranquilidad;(n=8/37).

Como se observa en la Tabla 8, se muestra una tendencia de influencia de la tranquilidad en la media del número de intentos necesarios en ambos grupos. En el grupo intervenido con ultrasonidos la media fue de 1,5 intentos frente a la media de intentos global, que fue de 2,33 intentos según se observa en la Tabla 5. En el grupo tradicional se obtuvo una media de 1,16 intentos frente a la media de intentos global, que fue de 2,61 (Tabla 5). Es decir, la disminución en el número medio de intentos es ostensible cuando el niño está tranquilo; la aminoración es de casi un intento y medio (1,45). La tranquilidad del niño, que va unívocamente asociada a su quietud en el momento de producirse la canalización, influye de forma muy significativa en los resultados de este estudio: la media de intentos en el grupo con ultrasonidos disminuyó en 0,83 intentos; en el grupo tradicional se requirieron de media hasta 1,45 intentos menos. Por ello, en pacientes tranquilos la técnica tradicional parece muy superior frente al método con ecografía.

En cambio, tal y como se ha remarcado en el análisis anterior con pacientes pediátricos intranquilos, la elección de la utilización de ultrasonidos con niños que presenten agitación puede mejorar significativamente la canalización tanto en la tasa de éxito como en el número de intentos necesarios para llevar a cabo una canalización.

8.10. Diversos factores influyentes en la canalización

En el grupo experimental hubo dos niños con síndrome de Down, lo que, según la literatura se asocia con una mayor complejidad en la punción debido a varios factores que conlleva este síndrome (Sulemanji et al., 2009, p. 100). Asimismo, en el grupo de ultrasonidos se observó que algunos pacientes (n= 13) presentaron hasta 21 factores, incluida la agitación, que dificultan la punción según la literatura (Kuesting et al., 2009, p. 2). El grupo tradicional (n=9) presentó, en cambio, sólo 11 de esos factores. Dichos factores afectaron a 22 de los 37 pacientes, es decir, a un 59,5%. Trece de los niños del grupo de ultrasonidos presentaron 21 factores en total y 9 de los niños intervenidos del grupo tradicional presentaron 11 factores que se relacionan con una dificultad añadida, tal y como se muestra en la Tabla 9. Comparando ambos grupos se ve claramente que el grupo intervenido con la ultrasonografía tenía, a priori, mayores inconvenientes para llevar a cabo una canalización exitosa.

Nº pacientes afectados por factores relacionados con una punción dificultosa	**Grupo Ultrasonografía (n = 13)**	**Grupo Tradicional (n = 9)**
Agitación	10	2
Fiebre	3	4
Síndrome de Down	2	0
Deshidratación	2	3
Vómitos	1	0
Gastroenteritis aguda	0	1
Rechazo tomas	0	1
Petequias	1	0
Bacteriemia	1	0
Historia DIVA	1	0
Número factores en total	21	11
Número intentos ($\mu \pm \sigma$)	2.23 ± 0.93	3 ± 1.94
Moda (nº intentos)	2	3
Mediana (nº intentos)	2	3
Tiempo (μ, min.)	36,2	33,6
Tasa de éxito (%)	100	88,9

Tabla 9. Factores relacionados con una punción dificultosa. (μ =media; σ= desviación estándar).

Sin embargo, tal y como se muestra en la Tabla 9, en los niños que presentaron uno o varios factores relacionados con dificultad para realizar la canalización, se observó que el grupo de ultrasonidos requirió levemente menos intentos medios (2,23 vs. 2,38). En cambio, el grupo tradicional pasó de una media de 2,6 a una media de 3 intentos cuando existió algún factor dificultoso para canalizar.

El tiempo medio requerido para realizar la canalización fue de 36,2 minutos en el grupo intervenido por ultrasonidos frente a los 33,6 minutos en el grupo tradicional. Esta diferencia de tiempo entre ambos métodos se califica como clínica y estadísticamente poco relevante.

Según los resultados anteriores de la Tabla 5 y la Tabla 9, al utilizar la ultrasonografía se observa una tendencia de disminución en los intentos necesarios para

canalizaciones en pacientes pediátricos con, a priori, factores dificultosos para conseguir una canalización, como propone parte de este estudio. Ello podría desembocar en un nuevo protocolo de actuación. Si el paciente está tranquilo debería seguirse el método tradicional, puesto que no se evidencian mejoras al utilizar la ultrasonografía. En cambio, si el paciente presenta factores dificultosos como fiebre, deshidratación, agitación etc. parece evidenciarse que el uso de la ultrasonografía disminuye los intentos necesarios y aumenta la tasa de éxito con respecto a los pacientes que no fueron intervenidos con dicha técnica. Esta tendencia estadística se contrasta en el siguiente apartado. Para la realización de pruebas estadísticas se han seleccionado y estratificado los pacientes de este apartado que han presentado factores relacionados con una punción dificultosa (Tabla 9).

8.11. Contraste de hipótesis. Estratificación por agitación y factores dificultosos

Se ha realizado un contraste de hipótesis con el fin de evidenciar si la diferencia entre las medias de ambos grupos estratificados por factores relacionados con una punción dificultosa es estadísticamente significativa. Se han realizado pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas.

Se ha realizado la prueba paramétrica de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk, con el fin de saber si se cumple dicho criterio para poder realizar la prueba parámetrica T-Student para muestras independientes.

		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
	Grupo	n	Porcentaje	n	Porcentaje	n	Porcentaje
Punciones	Control	9	100,00%	0	0,00%	9	100,00%
	Experimental	13	100,00%	0	0,00%	13	100,00%

Tabla 10. Prueba Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk. Resumen del procesamiento de ambos grupos.

		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Grupo	Estadístico	n	p-valor	Estadístico	n	p-valor
Punciones	Control	,278	9	,044	,875	9	,138
	Experimental	,214	13	,107	,894	13	,110

Tabla 11. Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk. Resultados.

De la Tabla 11 se observa que el p-valor de la variable número de punciones necesarias para canalización en el grupo control es de 0,138; en el grupo experimental es de 0,110. Considerando un error α de 0,05, en ambos grupos el grado de significancia es mayor, con lo que los datos recogidos para ambos grupos se pueden asimilar a una distribución normal, es decir, la variable número de punciones necesarias en ambos grupos se comporta normalmente.

A su vez, se ha realizado una prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, junto con una prueba T-Student para muestras independientes. Los resultados se muestran a continuación:

Grupo	n	μ punciones	Desviación típ.	Error típ. de la media
Experimental	13	2,2308	0,92681	0,25705
Control	9	3,0000	1,93649	0,60455

Tabla 12. Prueba T-Student. Resumen de los estadísticos de ambos grupos.

Punciones	**p-valor**
Se han asumido varianzas iguales	0,158
No se han asumido varianzas iguales	

Tabla 13. Prueba homogeneidad varianzas de Levene.

Considerando un error α de 0,05, la homogeneidad de varianzas para ambos grupos se corrobora con la prueba de Levene. El p-valor de la prueba de Levene es de 0,158, mayor que 0,05, con lo que se puede asumir homogeneidad de varianzas.

Punciones	**p-valor**	**Dif. de medias**	**95% IC diferencia inferior**	**95% IC diferencia superior**
Homogeneidad varianzas	0.226	-0.77	-2.05	0.51
No homogeneidad varianzas	0.293	-0.77	-2.31	0.77

Tabla 14. Prueba T-Student para igualdad de medias. IC: Intervalo de confianza

Si se considera igualmente un error α de 0,05 y suponiendo homogeneidad de varianzas, el p-valor de la prueba T-Student para ambos grupos es de 0,226, mayor que 0,05, por lo que la diferencia de medias entre el número de punciones entre ambos grupos no se considera estadísticamente significativa.

Se ha realizado, igualmente, la prueba no paramétrica de "U de Mann-Whitney", Los resultados se muestran a continuación:

	Punciones
U de Mann-Whitney	47,000
W de Wilcoxon	138,000
Z	-,798
p-valor	,425

Tabla 15. Prueba "U de Mann-Whitney".

Considerando un error α de 0,05, el p-valor de la prueba es de 0,425, mayor que 0,05, por lo que la diferencia de medias entre el número de punciones entre ambos grupos no se considera estadísticamente significativa.

8.12. Posibles complicaciones

Con respecto al grupo de ultrasonidos, no se produjo ninguna complicación como hubiera podido ser una punción arterial no intencionada o parestesias, etc. Estas últimas se mencionan frecuentemente como complicaciones en ensayos realizados con adultos, y se presentan como una desventaja de la utilización de la ecografía. En general, este grupo suele presentar más fácilmente canalizaciones arteriales cuando se localiza un vaso a una profundidad moderada y/o, en gran medida, al intentar puncionar la vena basílica profunda (Schoenfeld, Boniface, & Shokoohi, 2011, p. 496).

8.13. Visualización del vaso en modo transversal y longitudinal

Previamente a la canalización, para todos los pacientes pertenecientes al grupo experimental, se intentó realizar primero una visualización transversal y, a continuación, longitudinal. En el apartado siguiente se va a proceder a presentar los resultados de los distintos modos de visualización utilizados en los pacientes pediátricos en el grupo de ultrasonografía. Según se muestra en la Tabla 16, del total de 19 pacientes, la visualización vascular con ecografía utilizando únicamente el modo transversal se realizó en 7 pacientes, mientras que en modo longitudinal se ejecutó en 3 pacientes. En 7 pacientes se obtuvieron imágenes en longitudinal y transversal, y solo en 2 pacientes no se consiguió una imagen lo suficientemente buena debido a la agitación de los mismos.

Modo visualización	**% ocasiones (nº pacientes)**
Transversal	36,84 % (n=7)
Longitudinal	15,78% (n=3)
Longitudinal y transversal	36,84% (n=7)
Mala calidad por agitación	10,52% (n=2)

Tabla 16. Modo de visualización de los pacientes en el grupo experimental.

Si se agrupan los resultados, y en tanto por ciento, se observa que la visualización en modo transversal se realizó en un 73,68% de los casos, seguida por el modo longitudinal en un 52,62 %. Ambas técnicas se utilizaron conjuntamente en un 36,84% de los casos; en un 10,52% de los casos no se consiguió una buena imagen debido a la agitación del paciente.

8.14. Especificación de las venas canalizadas

Mediante la utilización de la ultrasonografía se consiguió canalizar con éxito una vía periférica a 18 de los 19 niños del grupo experimental; en el grupo control se consiguió canalizar a 16 de los 18 pacientes. Una vez analizadas las venas en las que se realizó la canalización, se observó una diferencia en ambos grupos. Tal y como se muestra en la Figura 25, en el grupo canalizado con la ayuda de ecografía se canalizaron principalmente las venas de la flexura y la vena safena.

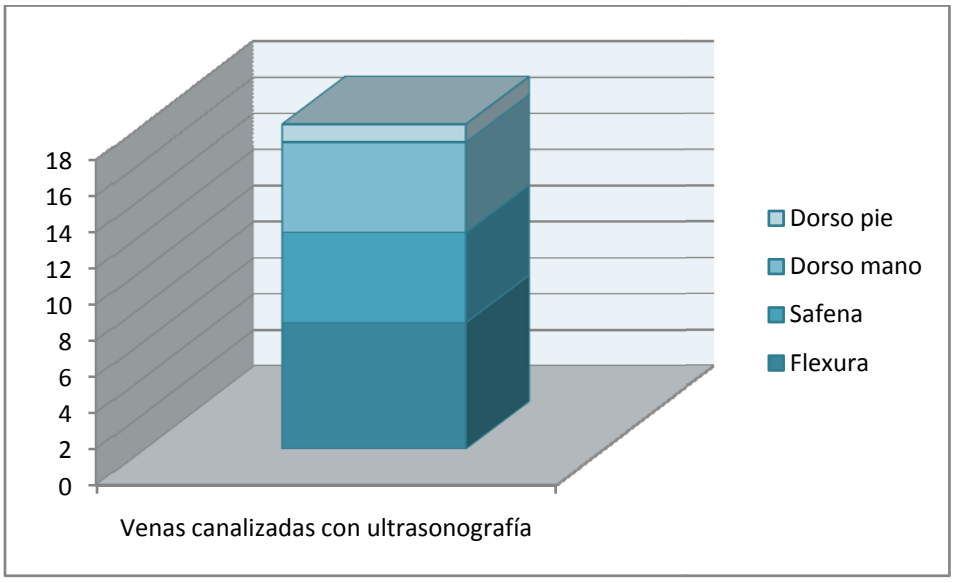


Figura 25. Especificación de las venas canalizadas con ultrasonografía.

En cambio, en el grupo tradicional, como se observa en la Figura 26 se canalizaron principalmente las venas de la flexura seguidas por las que se encuentran en el dorso de la mano.

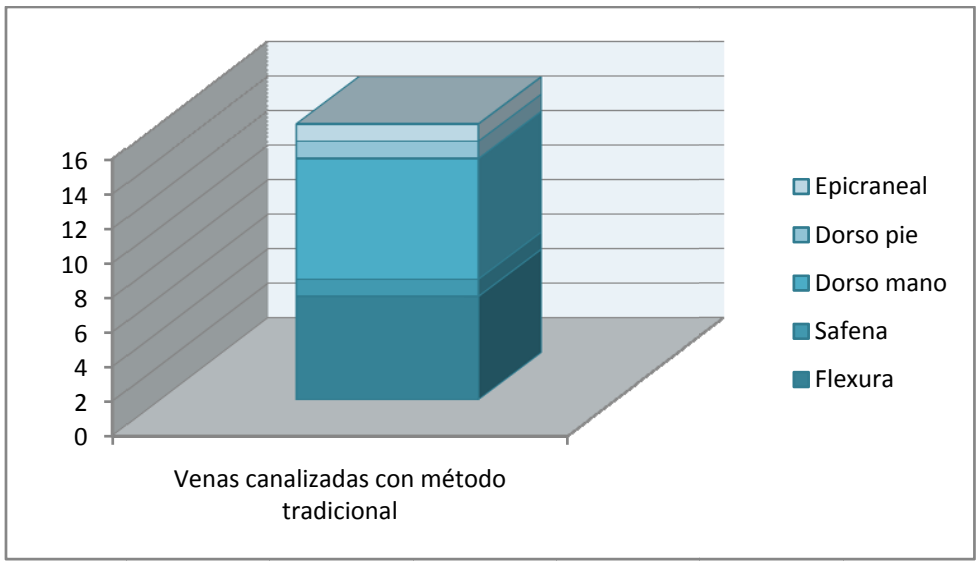


Figura 26. Especificación de las venas canalizadas con el método tradicional.

Como se puede observar en la Figura 25 el grupo intervenido con ultrasonidos se canalizó en el 66,66% de los casos en venas con mayor calibre como suelen ser las venas en la zona de la flexura o la vena safena. En la planta de pediatría donde se realizó el estudio se intenta, en caso de necesidad, aplicar un tratamiento intravenoso mayor de 48 horas para elegir una vena más gruesa (Pastor Rodríguez, Serrano Matás, & Muñoz Escolar, 2008, p.212). Diversos medicamentos y, en gran medida, los antibióticos pueden dañar la íntima de la vena y producir una extravasación precoz, sobre todo cuando se trata de una vena muy fina. Por ello, en cuanto se puede, se intenta canalizar venas de la flexura o la vena safena. Estas últimas fueron las más frecuentemente canalizadas a través del grupo intervenido con ultrasonidos. En cambio, los profesionales del grupo intervenido con el método tradicional optaron más frecuentemente por venas más finas y canalizaron solo en un 43,75% (Figura 26) de los casos las venas ubicadas en la flexura y/o la safena.

El acceso venoso periférico es un proceso muy común en niños hospitalizados. Existen múltiples factores que influyen o pueden influir negativamente en este proceso para poder canalizar una vía periférica. La diferencia anatomofisiológica entre niño y adulto y la no colaboración del niño son, además, dificultades añadidas. Debido a estos hechos se considera que canalizar una vía periférica en la población infantil es, en general, más dificultoso que en la población adulta (Schindler et al, 2012, p. 1002).

Según la literatura existente, no se puede obtener una vía periférica en niños en un intervalo comprendido entre el 5 y el 10 por ciento, aproximadamente (Kuesting et al., 2009, p.419; Cavalcante De Negri et al., 2012, p.1). Un hecho de especial relevancia es, que los casos difíciles o los que requieren múltiples pinchazos, pueden ser traumatizantes y muy dolorosos para los niños; puede afectarles en su desarrollo a medio, e incluso, hasta a largo plazo. (De Olivera Gomes et al., 2011, p.279; Cohen, 2008, p. 134). La dificultad para obtener una vía puede provocar complicaciones tales como infecciones, heridas, etc. Estas complicaciones, a su vez, aumentan los costes y pueden retrasar de forma significativa la diagnosis y el tratamiento correspondiente (Kuesting et al., 2009, p.421).

Los enfermeros que trabajan habitualmente con niños suelen ser conscientes de los factores que influyen en una exitosa canalización y de las consecuencias negativas para el niño en caso de dificultad para llevar a cabo la misma. Debido a esta percepción, estas situaciones suelen conllevar un impacto negativo como puede ser frustración e incluso disminución de autoconfianza del personal de enfermería (Kuesting et al, 2009, p. 421).

A lo largo de décadas se ha intentado, a través de varios métodos, mejorar la canalización en situaciones difíciles mediante técnicas consistentes en aplicar calor, dar

golpes suaves, aplicar torniquetes especiales, etcétera. Incluso la aplicación de diferentes técnicas como, por ejemplo, puncionar con el bisel hacia abajo, no han mejorado este problema lo suficiente (Black et al., 2005, p. 710). El VEID "Vein Entry Indicator Device", que emite un aviso al haber penetrado el vaso con el propósito de no traspasarlo, no se ha estudiado todavía de forma profusa (Crowley et al., 2012, p.343).

El uso del espectro infrarrojo puede incluso empeorar la canalización (Szmuk et al., 2013, p.1087). La transiluminación puede ayudar en la canalización periférica, pero no ha ganado popularidad durante décadas. Por otra parte, diversos investigadores que realizaron un ensayo con niños demostraron que mediante la aplicación de la ultrasonografía se obtienen mejores resultados que con la transiluminación (Girgis, 2014, p.39).

El uso de la ultrasonografía ya ha mostrado un avance significativo en la mayoría de accesos vasculares; el ámbito infantil, no obstante, sigue siendo mucho menos estudiado que el correspondiente en adultos.

A continuación se discutirán diversos puntos, confrontando los datos obtenidos en este estudio con los resultados obtenidos por otros investigadores.

9.1. Éxito

Un objetivo del presente ensayo es mejorar la tasa de éxito a través de la ayuda de ultrasonografía; la tasa de éxito en el grupo de ultrasonografía (n=19) de este estudio es del 94,7% frente al 88,9% en el grupo tradicional (n=18) Tabla 5. Benkhadra (2012, p. 449) igualmente concluye que este método aumenta levemente la tasa de éxito (90%

US vs. 85% TR). Bair (2008, p. 219) muestra una mejora de ultrasonografía versus método tradicional en un 6% pero analizó únicamente el éxito tras el primer intento.

Doninger (2009, p. 154) y Oakley (2010, p.166), a su vez, muestran que la ultrasonografía en pacientes pediátricos de urgencias, identificados como DIVA (por evaluación previa, historia de DIVA o punciones previas), aumenta la tasa de éxito hasta un 16% y 17% respectivamente. Según los datos obtenidos del presente ensayo, se muestra una leve mejora del 6% en la tasa de éxito en el grupo de ecografía con respecto al grupo control.

Según la literatura existente, con los niños considerados como DIVA no se puede obtener una vía en un valor en torno al 10 % (Cavalcante De Negri et al., 2012, p.1). Este dato se aproxima al valor obtenido para la tasa de fracaso en el presente estudio para el grupo tradicional, que se sitúa en un 11%. En cambio, se observa que el grupo intervenido por ultrasonidos, aún con el añadido de una mayor prevalencia de factores dificultosos para realizar una canalización que el grupo tradicional, muestra una tasa de fracaso de solo un 6%. De esta forma, se obtiene una evidente tendencia estadística de disminución de la tasa de fracaso en la canalización al utilizar la ultrasonografía que puede confirmarse con una muestra de tamaño mayor.

9.2. Intentos

Con respecto a los intentos necesarios para obtener una vía en casos difíciles no se puede concluir una diferencia estadísticamente significativa en los resultados globales obtenidos (2,33 ± 1,07 US vs. 2,61 ± 2,09; Tabla 5), aunque el grupo de ultrasonografía presenta menos intentos de media.

En cambio, Benkhadra (2012, p. 449) sí pudo mostrar una disminución muy significativa de intentos necesarios utilizando la ultrasonografía en niños anestesiados. El mismo resultado obtiene Doniger, (2009, p.154) que deduce a través de una muestra de 50 pacientes menores de 10 años que la técnica de ultrasonidos en niños en urgencias pediátricas en casos difíciles disminuye los intentos necesarios para obtener una vía periférica (rango 1-2,5 US vs. 2-4 TR).

Joshi, un anestesista, (2010, p. 443) concluye que esta técnica quizás puede reducir los intentos necesarios para obtener una vía en niños pequeños. Por ello, y aunque otros investigadores confirmen una disminución significativa de los intentos necesarios para obtener una vía periférica, los resultados de este estudio no confirman una mejora clínica y estadísticamente significativa. Puede que la poca edad media de 10,5 meses en el grupo de ultrasonidos, que es ostensiblemente menor respecto a otros ensayos, influya de forma negativa en los resultados, al igual que los factores que dificultan la canalización tales como agitación, fiebre, deshidratación, petequias, etc. Dichos factores no los presentaron habitualmente los niños procedentes de ensayos realizados en el servicio de anestesia, ya que generalmente se trata de individuos sanos (Benkhadra et al., 2012, p. 449).

9.3. Cifra de intentos y éxito tras diferentes intentos

Tras el análisis estadístico se observa que el grupo intervenido con ultrasonografía tiene una tasa de éxito después del primer intento mucho más baja que el grupo intervenido por el método tradicional (22% US vs 43% TR). Con respecto al éxito tras el segundo intento, se observa que el porcentaje de ambos grupos

prácticamente se invierte (38,8 US vs 25% TR). En el tercer intento se aproxima el porcentaje entre ambos grupos (22% US vs 18,7%). En comparación con estos datos, Benkhadra (2012, p. 449) muestra un éxito en el primer intento del 85% frente al 35% en grupo tradicional. Bair (2008, p. 219) detecta una mejora estadísticamente no significativa del 6% en el grupo de ultrasonidos al primer intento. Oakley (2010, p. 168) observa un éxito tras el primer intento del 64% en el grupo de ultrasonidos frente al 49% el grupo tradicional.

Por ello, este estudio no muestra una diferencia estadísticamente significativa en los intentos medios necesarios para obtener una vía, ni una mejora para los primeros tres intentos; por ello no se pueden confirmar los hallazgos de otros ensayos que muestran una diferencia ostensible entre el grupo tradicional frente al grupo intervenido con ultrasonografía (Benkhadra, 2012, p. 449).

Puede ser que la incorporación de un nuevo método como es la ultrasonografía afecte al procedimiento habitual utilizado por el personal enfermero. La inseguridad por la incorporación de un nuevo método puede influir negativamente en los resultados, en especial, en el caso de enfermeras con mayor experiencia en pediatría acostumbradas a unos procedimientos prefijados durante mucho tiempo que pueden tener más dificultades para adaptarse a una nueva técnica.

No obstante, y como aspecto muy significativo tal y como se va a presentar a continuación, los pacientes afectados por factores relacionados con una punción dificultosa condicionan los resultados obtenidos y las conclusiones de este estudio, cuestión que va a ser profusamente analizada a continuación. Los niños del grupo de ultrasonidos están ostensiblemente más afectados por factores relacionados con una punción dificultosa (Tabla 5). En el grupo experimental hay hasta 21 de estos factores

como fiebre, deshidratación, Síndrome de Down, agitación etc. que dificultan la canalización según diversos estudios (Kuesting et al., 2009, p. 420; Sulemanji et al., 2009, p. 98). Estos factores afectan a un 68% de los niños del grupo de ultrasonidos. En el grupo tradicional se observan únicamente 11 de estos factores en un 50% de los niños. Hay que mencionar que la cantidad de factores dificultosos en el grupo de ultrasonidos es casi el doble (21US vs 11TR). Y por lo anterior se puede considerar al grupo de ultrasonidos como considerablemente más complicado para canalizar exitosamente. Aún así, y considerando los subgrupos afectados por factores dificultosos en ambos grupos (ultrasonidos y tradicional), se observa casi un intento menos de media (2,3 vs. 3) del subgrupo de ultrasonidos con respecto al subgrupo tradicional. En dichos subgrupos, el tiempo necesario fue muy similar (36,3 min.US vs. 33,6 min.TR). Tal y como se ha expuesto en el apartado 8.11, esta disminución en la media de intentos necesarios (0,77 intentos) no ha podido concluirse como estadísticamente significativa en este estudio tras un contraste de hipótesis. Sin embargo, dada la experiencia profesional propia y el conocimiento de dichos factores dificultosos resultantes a lo largo del desarrollo de este estudio, se cree que se habría obtenido una mejora significativa si se hubiese podido alcanzar una muestra mayor.

Cabe destacar, que aunque el éxito al primer intento en el grupo tradicional es mucho más alto que en el grupo de ultrasonidos, se observa que la dispersión en los intentos del grupo de ultrasonidos es prácticamente la mitad que en el grupo tradicional (1,07 US vs 2,09 TR; Figura 14). Todo ello es debido a que el máximo número de intentos para canalizar en el grupo de ultrasonidos llega como máximo a 4, mientras que en el grupo tradicional hay un caso extremo con hasta 8 intentos.

Para la realización de la técnica de punción mediante ultrasonidos, se requieren aproximadamente 10 minutos más, por lo que pasa más tiempo entre punción y punción que en el método tradicional. Ello puede que permita más tiempo, entre los diversos intentos, para recuperar la perfusión del paciente; algunos niños presentan a raíz de su proceso una mala perfusión que puede verse empeorada si se siente dolor, ansiedad, estrés, etc. Estas variables son habituales en canalizaciones que requieren múltiples intentos.

A su vez, mediante la evaluación previa de la ultrasonografía se descartan venas en las que realizar la punción si no se observa, a priori, posibilidad de éxito. Es decir, la ultrasonografía como método previo de visualización de venas puede evitar las punciones múltiples derivadas del método tradicional como consecuencia de la ausencia de dicha previsualización. Por ello, puede que el grupo de ultrasonografía presente menos extremos.

9.4. Tiempo

Uno de los factores de análisis de este estudio es estudiar la posible disminución de tiempo para la canalización en pacientes pediátricos identificados como difíciles. Si se compara el método tradicional frente al método con ultrasonografía se consume de media unos 10 minutos menos (30,38 TR vs. 40, 83 US, Tabla 5). De esta forma, no se puede mostrar una mejora, sino que se manifiesta incluso un empeoramiento del tiempo necesario. En el estudio de Oakley (2010, p. 166) con niños en el servicio de urgencias se concluye que, para esta población, la canalización de vías periféricas con ultrasonidos en situaciones fáciles y difíciles tarda casi el doble de tiempo comparado con el método

tradicional. Doniger, en cambio (2009, p. 154), concluye que dicha técnica en niños menores de 10 años considerados como difíciles y tratados en urgencias requiere menos tiempo.

Benkhadra, un anestesista, (2012, p. 452) presenta a través de una muestra pequeña que este método revela beneficios en la población infantil en situaciones difíciles. En dicho estudio, para obtener una vía periférica se realizó la intervención incluso hasta 6-7 veces más rápido que con el método tradicional; los niños de este estudio estuvieron anestesiados y eran menores de tres años. Samoya (2010, p. 824), otro anestesista también concluye que la ultrasonografía en situación difíciles ahorra tiempo en niños anestesiados, pero no cuantifica dicha disminución.

Por ello, puede que el hecho de tener un niño anestesiado y no despierto influya enormemente sobre el factor tiempo para poder canalizar una vía periférica en niños. Aunque el estudio de Doninger (2009, p. 154) ha mostrado una mejora de aproximadamente seis minutos entre ambos métodos, la mejora de los estudios realizados en el servicio de anestesia es mucho más impactante.

Todos los estudios realizados en el servicio de anestesia concluyen, a través de muestras pequeñas o medianas, que el uso de ultrasonidos para la canalización reduce los intentos necesarios y el tiempo empleado. Tener un niño relajado debido a la anestesia muestra indicios que facilitan enormemente la visualización venosa y la canalización. En el momento de realizar la canalización no hay que vigilar posibles movimientos realizados por los niños. Benkhadra (2012, p. 451), por ejemplo, calificó como intento fallido en ambos métodos el no haber conseguido una vía periférica tras, como máximo, el transcurso de 30 minutos. En cambio, en planta emplear 30 minutos para canalizar una vía periférica no es una excepción, sino lo habitual, incluso en niños

que no son considerados como difíciles de puncionar con el criterio DIVA-Score, debido a que únicamente con la inmovilización del niño y/o el tener que negociar su colaboración se consume mucho tiempo. Por ello, el tiempo medio, incluyendo también los casos sin dificultad para conseguir una vía periférica, en la planta de pediatría oscila entre 20-33 minutos según diferentes estudios (Goff et al., 2013, p. 185; Rauch et al., 2009, p. 896). En especial, cuando se produce un intento fallido es más complicado calmar al niño y seguir con el procedimiento. En caso de múltiples pinchazos y según la alteración del niño se suele hacer incluso una pausa, lo que aumenta todavía más el tiempo consumido. Por ello, y como consecuencia, existen suficientes indicios objetivos que muestran que tener un niño anestesiado para realizar este tipo de tarea es una ventaja inmensa. De esta forma, la canalización en la hospitalización infantil resulta más complicada.

9.5. Facilitar el acceso, en especial para el personal con menos experiencia

Otro objetivo del presente estudio es mostrar una mejora de la facilidad para poder obtener una vía periférica y, en especial, facilitar la canalización para personal con menos experiencia.

Una vez analizados los resultados obtenidos, se observa que la enfermera “D”, que es la que tiene una menor experiencia en pediatría (10 meses) (Figura 16), obtuvo los mejores resultados utilizando la ultrasonografía, tanto en los intentos necesarios para canalizar con éxito como en el tiempo necesario para ello. Lo expuesto anteriormente confirma, tal y como viene descrito en la literatura, que el uso de ultrasonidos puede

facilitar la canalización vascular, sobre todo, para aquellos profesionales con menos experiencia. La profesional enfermera necesitó una media de 1,77 intentos en el grupo de ultrasonidos frente a los 2,45 de media en el grupo tradicional. A su vez, el tiempo medio necesario disminuyó unos 7 minutos con respecto a la canalización por el método tradicional.

Las demás enfermeras con más experiencia laboral en pediatría tardaron notablemente más tiempo utilizando el método de ecografía frente al método tradicional. Por ello, puede que, para enfermeras con mucha experiencia en pediatría, acostumbradas ya a unas pautas muy determinadas para canalizar con el método tradicional, el uso de un nuevo método puede suponer, aunque no sea de forma consciente, sino de forma implícita, un cambio en el método de canalización que no se percibe como una posible mejora.

Con respecto a la mejora por el uso de ultrasonografía, se observa que las enfermeras B y D necesitaron menos intentos en el grupo tratado con ultrasonografía frente al método tradicional (Tabla 6). En cambio, las enfermeras A y C, en el grupo intervenido por ultrasonografía necesitaron más intentos (Tabla 6) y más tiempo para realizar la canalización.

Existen pocos estudios que comparen el método ultrasonográfico con el método tradicional enfocando la experiencia laboral con el fin de analizarla en los resultados obtenidos. Dichos estudios confirman que dicha técnica facilita la canalización en casos difíciles tanto en el servicio de anestesia como de urgencias (Triffterer, 2012, p. 290; Samoya, 2010, p. 824; Doniger et al., 2009, p. 158). Incluso el estudio de Bair (2008, p. 219) confirmó que las enfermeras que canalizaban las vías en los niños incluidos en el

grupo de ecografía consideraron en muchas ocasiones un acceso difícil como fácil con la ayuda de dicha técnica.

9.6. Tranquilidad frente agitación

Si se observa globalmente el número de intentos de media para ambos grupos (Tabla 5), la media de intentos necesarios disminuye de 2,61 a 2,33 si se utiliza la ecografía. En cambio, si se observa el número de intentos de media para ambos grupos que presentaron agitación (Tabla 7), se pasa de 3 a 2,4 intentos necesarios utilizando la ecografía. Es decir, la diferencia en los intentos medios de canalización entre ambos grupos se dobla cuando un niño presenta agitación, pasando de 0,28 a 0,6. Sin embargo, la desviación típica obtenida no permite establecer una diferencia estadísticamente significativa. La tasa de éxito para niños agitados utilizando el método ecográfico es de un 100% (n= 10) frente a un 50% (n=2) para el método tradicional.

Cabe destacar el aspecto cualitativo de la percepción intrínseca de la mejora en la canalización por parte de los profesionales de enfermería que ejecutaron este estudio cuando el paciente se encontró tranquilo. Existen estudios previos (Larsen et al., 2010, p.234), que muestran que la tranquilidad del paciente pediátrico es un aspecto fundamental para realizar una exitosa y rápida canalización. Este aspecto puede ser incluso más importante que la elección del método de punción (con ultrasonografía o no), debido a que el uso de ultrasonografía consume más tiempo en niños considerados tranquilos.

9.7. Factores relacionados con la dificultad para canalizar

De los niños participantes, 22 de 37 (59,5%) presentaron factores dificultosos, incluyendo la agitación, tales como fiebre, petequias, deshidratación, síndrome de Down, etc. El grupo intervenido con ultrasonidos presentó 21 factores en 13 niños y el grupo tradicional presentó 11 factores en 9 niños (Tabla 9). Es decir, el grupo de ultrasonidos presentó casi el doble de factores que pueden favorecer a un fracaso o a múltiples intentos.

Aun así, y como conclusión fundamental a reseñar y destacar de este estudio, en los resultados se observa una tendencia favorable al uso de ultrasonografía en dichos niños, aunque dicha tendencia no se ha podido demostrar como estadísticamente significativa; los intentos medios necesarios para llevar a cabo una canalización periférica disminuyen en el grupo ultrasonográfico (2,23 US vs. 3 TR).

Si se observa el número de intentos de media para ambos grupos (Tabla 5), se pasa de 2,61 a 2,33 intentos necesarios utilizando la ecografía. Si se observa el número de intentos de media para ambos grupos que presentaron factores relacionados con dificultad (Tabla 9), se pasa de 3 a 2,23 intentos necesarios utilizando la ecografía. Es decir, la diferencia en los intentos medios de canalización entre ambos grupos prácticamente se triplica cuando un niño presenta agitación y otros factores dificultosos, pasando de 0,28 a 0,77. Esta tendencia a una mayor disminución en los intentos necesarios al utilizar la ultrasonografía cuando los niños sufren factores que dificultan la canalización, sin embargo, se ha mostrado como estadísticamente no significativa. Se observa, a su vez, una tasa de éxito del 100% (n =13) en dicho grupo frente al 88,9% en el grupo tradicional (n =9). El tiempo empleado entre ambos grupos es similar (36,3 min. US vs. 33,6 min. TR). La canalización asistida mediante ultrasonidos en pacientes

que presentan dichos factores muestra una tendencia de mejora frente al método tradicional, aunque dicha tendencia no se ha podido demostrar como estadísticamente significativa.

En relación a otros estudios, puede que la mayoría de los niños que requirieron una vía periférica no presentaron dichos factores. En los ensayos del servicio de anestesia incluso se puede sospechar la total ausencia de estos factores, debido a que estos ensayos se realizaron con niños que fueron citados para una anestesia con ausencia de fiebre, deshidratación, trastorno de coagulación etc. (Benkhadra et al., 2012, p.449).

En relación a los ensayos realizados en urgencias pediátricas, en este servicio se atiende, en general, a un gran volumen de niños. De ellos, únicamente una pequeña parte suele precisar un ingreso hospitalario, por lo que se puede intuir que la mayoría de los niños atendidos en urgencias no presentan tantos factores que dificulten de forma añadida la canalización. Por ello, puede que los resultados globales en comparación con otros estudios se vean muy influidos por la presencia de dichos factores dificultosos.

De igual forma, en un niño tranquilo que no presenta factores dificultosos se debe aconsejar el uso del método tradicional.

9.8. Edad como factor influyente

Cabe destacar que la media de edad del presente ensayo en el grupo intervenido con ultrasonidos es de solo 10,51 meses. Una edad por debajo de 3 años se considera como un factor dificultoso para la canalización (Kuesting et al., 2009, p. 420) y aún mucho más todavía para menores de 2 años (Goff et al., 2013, p. 189). Benkhadra, el

anestesista, (2012, p. 452) muestra un beneficio importante para niños con 15 meses de edad media. Doninger (2009, p. 157), en cambio, muestra una mejora en niños que tenían 2,9 años de edad media y Oakley (2010, p. 168) con niños de 7 años. Los pacientes de Bair (2008, p. 219) tenían 14 meses de edad media y no pudo mostrar una mejora en pacientes tratados en urgencias. En el ensayo de Triftere y de Joshi (6,45 meses 14.9 meses de media) se muestran buenos resultados; los mejores resultados se obtienen conforme aumenta la edad. Triftere concluye (2012, p. 290) que dicha técnica para niños de cero a seis meses con respecto a niños de seis a doce meses mostró que para el grupo con niños más pequeños se requirieron más intentos; se alcanzó una tasa de éxito del 96% frente al 100% en el grupo con niños mayores, ambos anestesiados.

Por ello, puede que el uso de ultrasonidos para canalizar una vía periférica sea más útil en niños a partir de una edad determinada, puesto que los vasos en lactantes pequeños son muy finos y cortos. Debido a ello, la exploración puede resultar más dificultosa para el personal. Los vasos, venas y arterias pueden incluso colapsar muy fácilmente al realizarse la exploración debido al propio peso de la sonda o por falta de sensibilidad o práctica del examinador. Aunque, como se ha planteado, no solo la edad influye en la canalización. Los datos indican, además, que el estado de alerta, es decir, si el paciente está despierto o anestesiado, influye también de forma muy significativa.

9.9. Técnica

El presente estudio canalizó la vía tras haber evaluado la anatomía, al igual que en el ensayo de Bair (2008, p. 219), aunque no en tiempo real. En diversas guías se remarca a esta última como una técnica óptima para cualquier tipo de acceso vascular,

debido a que permite observar la penetración de la aguja en el vaso. Sin embargo, en el ámbito pediátrico no se suelen hacer recomendaciones sobre la elección del método, debido a que una buena ejecución requiere colaboración por parte del paciente. Debido a este hecho, a que los niños pequeños no suelen colaborar, y a que la media de edad de los niños ingresados en la planta pediátrica en el Hospital Universitario Infanta Sofía es muy baja, se eligió la técnica estática.

Doninger (2009, p. 155) y Oakley (2010, p. 166), en cambio, utilizaron la visualización en tiempo real, aunque hay que mencionar que los pacientes despiertos de ambos ensayos en el grupo de ultrasonidos tenían casi tres y siete años de edad media respectivamente. En cambio, el presente estudio cuenta con una edad media en el grupo de ultrasonografía de 10,51 meses, por lo que no se ha podido contar con la colaboración de los niños incluidos en este estudio.

Otros autores de ensayos realizados en el servicio de anestesia utilizaron, al igual que los investigadores anteriores, la técnica con visualización en tiempo real en niños anestesiados (Benkhadra et al., 2012, p. 449; Samoya, 2010, p. 824), Joshi et al., 2010, p. 443).

Es muy probable que un paciente anestesiado y totalmente relajado influya en la calidad de la imagen obtenida más de lo que se estimaba inicialmente. En la ecografía, y sobre todo, cuando se examinan estructuras finas, es muy deseable que el paciente esté quieto. Por ello, puede que al comparar los estudios realizados en el servicio de anestesia con este estudio, la ultrasonografía para evaluar venas en un niño pequeño se vea muy influenciada por posibles movimientos del niño al no poder establecerse su colaboración. Debido a este hecho, en un 10,52% del grupo intervenido con

ultrasonidos no se ha podido valorar bien la anatomía por la ausencia de colaboración del niño. En cambio, el estado de alerta de pacientes adultos o niños mayores a partir de tres años, en estudios realizados con los mismos, no conlleva una dificultad añadida puesto que estos últimos suelen colaborar en la canalización.

9.10. Localización venosa mediante ultrasonografía

En el grupo de ultrasonografía del presente estudio se localizó y visualizó la vena en modo longitudinal y transversal en un 36,84 % de los casos. Únicamente en modo transversal se visualizó en un 36,84% de los casos, mientras que solamente en el modo longitudinal la visualización fue de un 15,78%. En un 10,52% de los casos no se ha conseguido una suficiente buena imagen para evaluar adecuadamente la anatomía debido a la no colaboración del niño.

En cambio, el estudio de Trifterer (2012, p. 292) comenta que la vena safena en niños anestesiados se pudo detectar en un 98% de los casos. Bair (2008, p. 222) y Joshi (2009, p.444) visualizan en un 100% de los casos las venas periféricas. Último menciona que la ultrasonografía es superior frente a la técnica habitual en niños anestesiados de 6 a 24 meses para localizar la vena safena en situaciones difíciles.

9.11. Venas canalizadas

En el presente estudio la canalización venosa mediante ultrasonidos se realizó en un 66,66% en venas más gruesas que suelen estar ubicadas en la flexura, o bien en la vena safena. En cambio, en el grupo tradicional sólo un 43,75% de las canalizaciones se

realizó en venas gruesas. La mayoría de las canalizaciones se ejecutaron en el grupo tradicional en aquellas venas más superficiales y, por su localización, también en venas más finas en gran medida. Aunque no se han encontrado estudios que analicen la duración de vías periféricas según la vena localizada, en la práctica clínica se asocia una canalización en una vena más gruesa y larga con una mayor duración de la misma y, en especial, cuando se administran ciertos medicamentos como pueden ser antibióticos, debido a que pueden dañar con el tiempo la íntima del vaso y provocar una extravasación prematura. Por ello, el uso de ultrasonidos suele favorecer una canalización en venas más gruesas, largas y profundas (Panebianco et al., 2009, p. 1303), lo que puede influir parcialmente en la duración de la misma y, como consecuencia, evitar incluso futuras canalizaciones.

9.12. Limitaciones y sesgos

Un posible aspecto notable de este estudio es que los niños participantes están muy bien preevaluados. Antes de su inclusión en el estudio, todos los niños tenían que cumplir una serie de criterios específicos tales como edad y dificultad o punciones previas; muchos de los niños ingresados que requerían una vía periférica por indicación médica, no pudieron participar en este estudio por falta de algún criterio de inclusión.

Antes del inicio del estudio se impartió un curso acreditado y únicamente el personal que asistió al mismo pudo acceder a la participación en este estudio. Tras el curso impartido, se realizó un seguimiento durante ocho semanas por parte de la investigadora principal para practicar con el personal los conocimientos obtenidos. De

esta manera, se intentaron minimizar los posibles sesgos que hubieran podido suceder durante la recogida de datos.

Asimismo, hay que mencionar que la recogida de datos se realizó únicamente cuando la carga de trabajo de los profesionales permitió dicha recogida de forma exhaustiva y detallada, es decir, no se obtuvieron datos cuando había demasiada carga de trabajo para evitar una posible alteración de los mismos. De esta manera se intentó, a su vez, evitar posibles sesgos. Por ello, se prefirió optar por una posible "pérdida" de pacientes o por una muestra más pequeña, de forma que los datos estuvieran recogidos de manera muy exhaustiva y exacta. Sin embargo, y dadas además las dificultades para encontrar a pacientes que cumplieran los criterios de inclusión, la obtención de una muestra por debajo de lo inicialmente planificado se considera una limitación importante. Asimismo, y como sesgo de la selección de la muestra, se considera que la muestra seleccionada en el Hospital Universitario Infanta Sofía puede no ser representativa de la población, puesto que los pacientes han pertenecido a un único centro hospitalario. Para inferir resultados a la población, se debería haber realizado un estudio multicéntrico. De esta forma, para poder inferir y extrapolar los resultados de este estudio a la población, la muestra debería ser mayor e incluir diferentes poblaciones de diversos centros hospitalarios.

El tiempo durante el cual se procedió a la recogida de datos fue muy espaciado. Hubo épocas en las cuales apenas entraron niños al estudio, bien por poca ocupación de las camas según la temporada o por sobreocupación, lo que supuso una sobrecarga de trabajo del personal. Asimismo, cabe destacar que todas las enfermeras participantes en este estudio han estado de baja maternal, por lo que la metodología y rutina del procedimiento de recogida de datos ha podido verse afectada como consecuencia del

tiempo transcurrido en dicho periodo. Por ello, una posible limitación de este estudio puede ser la falta de hábito en utilizar el ecógrafo para establecer una rutina. Una de las enfermeras participantes incluso comentó que se puso una vez nerviosa utilizando el ecógrafo, puesto que había pasado mucho tiempo desde la última vez que había utilizado el mismo.

En este estudio hubo cuatro participantes del personal de enfermería; tres de ellas presentaron una amplia experiencia en el ámbito pediátrico. Al iniciar este estudio, una enfermera tenía poca experiencia en pediatría. Los resultados indican que para esta última, el uso de ultrasonidos facilitó la canalización y disminuyó el tiempo de forma significativa para obtener una vía. Sin embargo, al ser solo una persona no se pueden extrapolar estos resultados a todos los enfermeros con poca experiencia en pediatría. Además, en el caso de la enfermera con poca experiencia en pediatría, también puede que hubiera evaluado de forma implícita y/o involuntaria una mayor dificultad de punción que las enfermeras con mayor experiencia; dicha profesional obtuvo menos intentos de media que las profesionales con más experiencia.

En caso de punciones múltiples, que son frecuentes en pacientes con una dificultad elevada, es habitual que un mismo profesional intente canalizar dos o como mucho tres veces seguidas. En caso de no haber podido canalizar la vía, el intento de canalizar la misma se realiza por otro profesional; así lo recomienda igualmente la literatura vigente (Coram, 2015, p.18). En estos casos no ha sido posible analizar el impacto de ambos métodos para cada profesional, por lo que puede ser un sesgo añadido.

Asimismo, cabe destacar que la promotora de este estudio participó en la recogida de datos, lo que podría incurrir en un posible sesgo adicional.

Por otro lado, se debe mencionar que se utilizó el ecógrafo Esaote Caris Plus con la Sonda lineal LA 523. El ecógrafo permitió, en general, observar las estructuras anatómicas de forma adecuada. Sin embargo, no se trata de un ecógrafo de última generación, que permite visualizar imágenes con mayor calidad. La sonda lineal para visualizar estructuras vasculares permitió evaluar adecuadamente las estructuras en el antebrazo, sobre todo en la flexura. Si se hubiera conseguido financiación adicional, se hubiera optado por la adquisición de un equipo ecográfico más moderno. Este último aspecto hay que tenerlo en cuenta como limitación a la hora de inferir resultados a la población; en este estudio no se utilizó la tecnología más moderna existente una vez analizado el estado del arte.

Para evaluar más fácilmente la anatomía en zonas curvadas en lactantes pequeños se recomienda una sonda tipo "stick". Esta sonda tipo "stick" no era compatible con el equipo del ecógrafo. En este estudio, se obtuvo financiación económica a través de la fundación BBraun por un importe limitado, que sirvió únicamente para adquirir una sonda lineal, y no un nuevo equipo ecográfico. En ocasiones, dicha sonda no permitía evaluar bien la vena safena. Esta última es, según la literatura, una de las mejores opciones en niños pequeños por su longitud y su grosor (Riera et al., 2011, p. 1121; Aria et al., 2014, p.187). Algunos niños pertenecientes al grupo de ultrasonografía no pudieron ser bien evaluados en esta región anatómica mediante ecografía.

En este estudio se pudieron visualizar venas adecuadamente a partir de una profundidad moderada. Las venas muy superficiales corrían fácilmente el riesgo de ser colapsadas por el propio peso de la sonda (Lamperti et al., 2012, p.1111) y, en neonatos, incluso por el peso del gel aplicado.

Habitualmente se consiguió un niño lo suficientemente tranquilo como para poder realizar la ecografía. Sin embargo, en algunos casos, debido a la falta de colaboración del niño, la ecografía se tuvo que realizar rápidamente. Por ello, en muchos casos no se obtuvo la visualización del vaso en longitudinal sino únicamente el transversal. La visualización en transversal, sin embargo, permitió obtener la información de la localización vascular y su profundidad en milímetros, que son los datos más relevantes. A su vez, también permitió en el mismo momento la comprobación vascular para confirmar si se trataba de una vena o una arteria. Otro posible aspecto notable de este estudio es que no se realizó ninguna punción arterial no intencionada y que no hubo casos de parestesias, por lo que estos hechos nos pueden indicar que la identificación vascular por parte del personal fue correcta. En otros estudios se comentó de forma repetitiva que el uso de ultrasonografía aumenta la punción arterial no intencionada o parestesias (Schoenfeld et al., 2011, p. 496).

Finalmente, hay que recordar que un problema es no ver las venas o no poder palparlas, aunque no es el único factor importante. A veces se consigue canalizar una vía periférica rápidamente teniendo malas condiciones en casos difíciles. Existen otras ocasiones en las que no parece difícil la canalización, pero acaba siendo una odisea para el niño porque requiere múltiples pinchazos. Por ello, no se sabe, a priori, hasta qué nivel influyen las variables como la ansiedad, la agitación, el dolor, la vasoconstricción, la fragilidad vascular, la experiencia profesional, etcétera. En esta multitud de variables es difícil valorar cuál afecta más a este proceso. Debido a que el diseño de este estudio fue experimental y aleatorizado, se intentó realizar el mismo con un alto nivel de evidencia. Lamentablemente, el presente estudio únicamente permitió la observación de tendencias estadísticas, aunque ninguna de ellas se puede interpretar como estadísticamente significativa una vez realizados los contrastes de hipótesis pertinentes.

9.13. Líneas de investigaciones futuras

El presente trabajo presenta una serie de limitaciones que se deberían tener en cuenta para futuras investigaciones.

1. En el presente estudio existe una tendencia que muestra que la tranquilidad y la agitación influyen en los resultados obtenidos. Otros estudios (Larsen et al., 2010, p.234) mencionan que el éxito en la canalización está asociado a niños tranquilos y cooperativos. Debido a que la tranquilidad se muestra como un factor importante en la canalización, sería conveniente hacer hincapié a los profesionales de estos hechos con el fin de facilitar la misma y disminuir la agitación.

2. La técnica de ultrasonidos puede facilitar la canalización cuando los niños presentan factores dificultosos tales como fiebre, deshidratación, Síndrome de Down, agitación, etcétera, ya que dicha técnica requiere menos intentos y presenta una tasa de éxito más alta. Sería interesante conocer hasta qué punto puede beneficiar la ultrasonografía la canalización periférica en dichos casos. Por ello, podría realizarse una rigurosa evaluación previa de los pacientes antes de intentar canalizar una vía periférica, con el fin de que dicha evaluación previa permitiera elegir el método con ultrasonografía para la canalización en pacientes afectados por dichos factores que dificultan la canalización de forma añadida.

3. Asimismo, y como ya se ha comentado anteriormente, se considera que este estudio podría haber obtenido mejores resultados en caso de contar con un equipo ecográfico de última generación que incluyera una sonda tipo "stick", que es, según la bibliografía, la adecuada para la valoración venosa en recién nacidos y bebés pequeños. Sería conveniente conocer la influencia de este factor en los resultados obtenidos.

4. Hay que remarcar que todavía no se han publicado suficientes estudios a nivel pediátrico sobre el tema del presente estudio. Por ello, sería aconsejable que futuras investigaciones se centraran en el impacto de la ultrasonografía para la canalización de las vías venosas periféricas en casos difíciles en el ámbito infantil, incluyendo no sólo el servicio de anestesiología y urgencias de pediatría, sino también aquellos servicios como son los cuidados críticos, las consultas y la planta de pediatría. Estos últimos en concreto suelen presentar más frecuentemente factores que pueden influir negativamente en la canalización venosa en comparación con otras poblaciones.

5. Todavía no existe la suficiente evidencia como para recomendar la ultrasonografía para accesos venos periféricos en pediatría. Se recomienda en casos difíciles, y especialmente, cuando ya ha fallado el método empleado en la población adulta. Por ello, se propone contrastar a través de más ensayos el impacto en la población infantil. En especial, se plantea especificar bien el grupo infantil, enfocando la edad y factores relacionados, de forma que los niños susceptibles de ser

intervenidos con este método puedan aprovechar el posible beneficio de esta técnica.

6. A su vez, sería deseable que la enfermera pudiera incorporar la ecografía dependiendo de la necesidad de su servicio, no solamente para realizar accesos vasculares, sino también para su utilización en servicios como urgencias, urología, diálisis y otros, donde su uso puede resultar clave. El hecho anterior conllevaría una inversión inicial, debido a la formación y a los recursos necesarios, pero podría permitir una mejora en la atención rápida e integral al paciente.

1. La tasa de éxito en el grupo intervenido por ultrasonidos fue del 94,7 % frente al 88,9% del método tradicional. Se observa una leve mejora, pero no se califica como clínica ni estadísticamente significativa.

2. El uso de ultrasonidos no mejora el éxito en el primer intento (US vs. TR). La técnica de ultrasonidos evita punciones múltiples. Las medias globales de intentos requeridos en ambos grupos son similares, aunque el grupo de ultrasonidos tiende a requerir menos intentos.

3. En relación a los intentos para llevar a cabo una canalización periférica, puede que la ultrasonografía disminuya los intentos necesarios, y así se muestra una tendencia, aunque la diferencia de punciones necesarias entre ambos grupos no se califica como estadísticamente significativa.

4. Para profesionales con moderada o mucha experiencia en pediatría, el uso de ultrasonografía no disminuye el tiempo requerido para la canalización exitosa en situaciones difíciles, sino que lo aumenta incluso notablemente. En cambio, existe una tendencia hacia una disminución en el tiempo necesario para llevar a cabo una canalización en un profesional que no goza de mucha experiencia en el ámbito infantil. Por ello, puede que para profesionales con poca experiencia en dicho ámbito, la ultrasonografía facilite la canalización venosa en casos difíciles.

5. En niños considerados tranquilos, el método tradicional presenta mejores resultados con respecto al grupo intervenido con ultrasonidos; requiere aproximadamente la mitad del tiempo necesario. En cuanto a la tasa de éxito y a los intentos requeridos, entre ambos grupos no se observa diferencias significativas, por lo que no se recomienda realizar la canalización en niños tranquilos con el método ultrasonográfico.

6. En niños que presentan más agitación de lo habitual, el tiempo entre ambos métodos es estadísticamente similar, aunque los intentos necesarios son menores en el grupo intervenido con ultrasonidos con respecto al grupo tradicional, por lo que se considera la posibilidad de que el método ultrasonográfico sea beneficioso en casos difíciles cuando los pacientes pediátricos presentan agitación. Esta tendencia de disminución de los intentos necesarios en ambos métodos no se ha podido demostrar como estadísticamente significativa.

7. Cuando se juntan factores que dificultan la canalización tales como fiebre, deshidratación, petequias, agitación etc., en conjunción con la dificultad evaluada por el DIVA-Score y el criterio añadido, la ultrasonografía disminuye los intentos necesarios (2,23 US vs. 3TR) para lograr una canalización. En esta situación, el tiempo empleado entre ambos grupos, ultrasonografía y tradicional, es similar. La tasa de éxito es un 11,1% mayor en niños intervenidos con ultrasonografía (100% US vs. 88,9% TR). Por ello, se muestra una tendencia hacia el uso de ultrasonidos en niños con estas dificultades añadidas, aunque no

se ha podido demostrar esta disminución de 0,77 intentos en ambos grupos como estadísticamente significativa.

8. El uso de ultrasonidos en niños despiertos para canalizar una vía periférica mediante ultrasonidos puede que sea más útil aún en niños mayores y colaboradores.

9. Este estudio ha podido demostrar que los profesionales de enfermería, tras haber recibido formación específica, están capacitados para utilizar correctamente un equipo de ecografía con fines concretos, como es el caso de utilización de ultrasonidos para mejorar la canalización periférica en casos difíciles. En alrededor de un 90% de los casos ha sido posible evaluar la anatomía mediante ecografía, por lo que se evidencia una mejora de la localización vascular.

10. Asimismo, mediante la utilización la técnica ultrasonográfica se ha podido visualizar la anatomía para evaluar la misma y para elegir el vaso más adecuado para ser canalizado. El uso adecuado de la técnica en este estudio se ha manifestado por la ausencia de complicaciones como pueda ser una punción arterial o parestesias.

11. El uso de ultrasonidos tiende a canalizar venas más largas y gruesas. En cambio, el método tradicional tiende a canalizar venas más superficiales y finas. Por ello, el uso de ultrasonidos puede influir parcialmente en la duración de la

canalización, debido a que las venas con un mayor diámetro suelen ser las elegidas preferiblemente por el personal de enfermería, ya que al tener un lumen mayor aguantarán mejor la administración de medicamentos y sueros. Aunque no se encuentran estudios que enfocan esta problemática, puede que la canalización de venas más gruesas aumente la duración de una vía periférica y, por ello, puede que también incluso evite futuras canalizaciones.

12. Se concluye finalmente que el uso de ultrasonografía en situaciones concretas, como puedan ser escasa experiencia profesional en pediatría o pacientes con factores dificultosos añadidos como fiebre, deshidratación etc., puede resultar beneficioso. Asimismo, se puede utilizar dicho método en situaciones en las que ya hayan fallado otros métodos siempre y cuando se trate de personal cualificado y entrenado para utilizar un equipo de ecografía.

- Abo, A., Chen, L.,& Santucci, K. (2010). Optimal position for lumbar puncture in children evaluated by ultrasonography. *Pediatrics, 125*(5),1149- 1153.
- Adhikari, S., Blaivas, M, Morrison, D.,& Lander, L. (2010). Comparison of infection rates among ultrasound-guided versus traditionally placed peripheral intraenous lines. *Journal of Ultrasound Medicine, 29*(5), 741-747.
- Al Sofyani, K., Guilbert, J. Boker, A., Yves, C.J., & Renolleau, S. (2012). Ultrasound guidance for central vascular access in the neonatal and pediatric intensive care unit. *Saudi Journal of Anaesthesia, 6*(2), 120-124.
- American Institute of Ultrasound in Medicine. (2015). AIUM practice guideline for the performance of peripheral venous ultrasound examinations. *Journal of Ultrasound Medicine, 34*(8), 1-9.
- American Institute of Ultrasound in Medicine. (2014). AIUM practice guideline for the performance of a vascular ultrasound examination for postoperative assessment of dialysis access. *Journal of Ultrasound Medicine, 33*(7), 1321-1332.
- American Institute of Ultrasound in Medicine. (2014). AIUM practice guideline for the performance of peripheral arterial ultrasound examinations using color and spectral Doppler imaging. *Journal of Ultrasound Medicine, 33*(7), 1111-1121.
- American Institute of Ultrasound in Medicine. (2012). AIUM practice guidelines for the use of ultrasound to guide vascular access procedures. *Journal of Ultrasound Medicine,* Recuperado de: http://www.aium.org/resources/guidelines.aspx

- Aponte,H., Acosta, S., Rigamonti, D., Sylvia, B., Austin, P.,& Samolitis, T. (2007). The use of ultrasound for placement of intravenous catheters. *American Association of Nurse Anesthetists, 75*(3), 212-216.
- Aria, D.J., Vatsky, S., Kaye, R., Schaefer, C., & Towbin, R. (2014). Greater saphenous venous access as an alternative in children. *Pediatric Radiology,44*(2), 187-192.
- Aroua, A., Samara, E., Bochud, F., Meuli, R., & Verdun, F. (2013). Exposure of the Swiss population to computed tomography. *BMC Medical Imaging, 13* (22), 1-5.
- Aspelund, G., Fingeret, A., Gross, E., Kessler, D., Keung, C., Thirumoorthi, A., …& Ruzal-Shapiro, C. (2014). Ultrasonography/MRI versus CT for diagnosing appendicitis. *Pediatrics, 133*(4), 586-593.
- Au, A.K., Rotte, M.J., Grzybowski, R.J., Ku, B.S.,& Fields, J.M. (2012). Decrease in central venous catheter placement due to use of ultrasound guidance for peripheral intravenous cetheters. *American Journal of Emergency Medicine, 30*(9), 1950-1954.
- Bair, A.E., Rose, J.S., Vance, C.W., Andrada-Brown, E.,& Kuppermann, N. (2008). Ultrasound-assisted peripheral venous access in young children: A randomized controlles trial and pilot feasibility study. *Western Journal of Emergency Medicine, 9*(4), 219-224.
- Balderi, T., Mistraletti, G., D´Angelo, E.,& Carli, F. (2011). Incidence of postoperative urinary retention (POUR) after joint arthroplasty and management using ultrasound-guided bladder catheterization. *Minerva Anestesiol, 77*(11), 1050-1057.

- Banholzer, J.,& Banholzer, P. (1ª Ed.). (2011). *Basics Sonographie.* München: Urban und Fischer.
- Baumann, B.M., McCans, K., Stahmer, S.A., Leonard, M.B., Shults, J., & Holmes, W.C. (2008). Volumetric bladder ultrasound performed by trained nurses increases catheterization success in pediatric patients. *American Journal of Emergency Medicine,26*(1), 18-23.
- Bauman, M., Braude, D. & Crandall, C. (2009). Ultrasound-guidance vs. standard technique in difficult vascular access patient by ED technicians. *American Journal of Emergency Medicine,27*(2), 135-140.
- Benkhadra, M., Collingnon, M., Fournel, I., Oeuvrard, C., Rollin, P., Perrin, M., ... & Girard, C. (2012). Ultrasound guidance allows faster peripheral iv cannulation in children under 3 yeras of age with difficult venous access: a prospective randomized study. *Pediatrc Anesthesia, 22*(5), 449-454.
- Black, K.J.L., Pusic, M.V., Harmidy, D., &McGillivray, D. (2005). Pediatric intravenous insertion in the emergecy department. Bevel up or bevel down? *Pediatric Emergency Care,21*(11), 707-711.
- Blaivas, M., Brannam, L., & Fernandez, E. (2003). Short-axis versus long-axis approaches for teaching ultrasound guided vascular access on a new inanimate model. *Academic Emergency Medicine,10*(12), 1307–1311.
- Blaivas, M.,& Lyon, M. (2006). The effect of ultrasound guidance on the perceived difficulty of emergency nurse-obtained peripheral iv access. *Journal of Emergency Medicine, 31*(4), 407-410.
- Bowra, J., Forrest-Horder, S., Caldwell, E., Cox, M. & D´Amours, S.K. (2010). Validation of nurse-performed FAST ultrasound. *Injury-international Journal of the Care of the Injured, 41(*5), 484-487.

- Brannam, L., Blaivas, M., Lyon, M.,& Flake, M. (2004). Emergency nurses´ utilization of ultrasound guidance for placement of peripheral intravenous lines in difficult-access patients. *Academic Emergency Medicine, 11*(12), 1361-1363.
- Cabrero Fraile, F.J. (1ª Ed). (2006). *Imagen Radiológica Principios físicos e instrumentación.*Barcelona: Masson.
- Carmona Monge, F.J., Martínez Lareo, M.,& Núñez Reiz. A. (2011). Canalización arterial radial guidada por ultrasonidos: descripción de la técnica y revisión de la literatura. *Enfermería Intensiva, 22*(4), 144-149.
- Carr, S.C. (2011). Ultrasound for nurses in reproductive medicine. *Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing, 40*(5), 638-653.
- Carter, T., Conrad, C., Wilson, J.L., & Dogbey, G. (2015). Ultrasound guided intravenous access by nursing versus resident staff in a community based teaching hospital: A "noninferiority " trial. Emergency Medicine International. Recuperado de http://dx.doi.org/10.1155/2015/563139
- Cavalcante De Negri, D., Ferreira Machado Avelar, A., Andreoni S.,& Gonçalvez Pedreira M. (2012). Factores predisponentes para fracaso de la punción intravenosa periférica en niños. *Revista Latino-Americana de Enfermagem,20*(6), 1-8.
- Chen, L., & Baker, M.D. (2007). Novel applications of ultrasound in pediatric emergency medicine. *Pediatric Emergency Care, 23*(2), 115–123.
- Chinnock, B., Thornton, S., & Hendey, G. (2007) Predictors of success in nurse-performed ultrasound-guided cannulation. *Journal of Emergency Medicine,33*(4), 401-405.
- Cohen, L.L. (2008). Behavioral approaches to anxiety and pain management for pediatric venous access. *Pediatrics, 122*(3), 134-139.

- Cole, I., Glass, C., Norton, H.J., & Tayal, V. (2012). Ultrasound measurements of the saphenous vein in the pediatric emergency department population with comparison to i.v. catheter size. *Journal of Emergency Medicine,43*(1), 87-92.
- Colquhoun, S.M., Carapetis, J.R., Kado, J.H., Reeves, B.M., Remenyi, B., May, W., …& Steer, A.C. (2013). Pilot study of nurse-led rheumatic heart disease echocardiography screening in Fiji – a novel approach in a resource-poor setting. *Cardiology in the Young, 23*(4), 546-552.
- Coram, J. (2015). A collaborative approach: seeking excellence in vascular access. *British Journal of Nursing, 24*(8), 16-22.
- Costantino, T.G., Parikh, A.K., Satz, W.A., & Fojtik, J.P. (2005). Ultrasonography-guided peripheral intravenous access versus traditional approaches in patients with difficult intravenous Access. *Annals of Emergency Medicine, 46*(5), 456-461.
- Crowley, M., Brim, C., Proehl, J., Barnason, S., Leviner, S., Lindauer, C., ... & Williams, J. (2012). Emergency nursing resource: Difficult intravenous access. *Emergency Nurseing, 38*(4), 335-343.
- Cuper, N.J., Graaff, J.C., Verdaasdonk, R.M.,& Kalkman C.J. (2013). Near-Infrared imaging in intravenous cannulation in children: A cluster randomized clinical trial. *Pediatrics,131*(1), 191-197.
- Cuper, N.J., Klaessens, J.H.G., Jaspers, J.E.N., Roode, R., Noordmans, H.J., Graaff, J.C.,& Verdaasdonk, R.M. (2013). The use of near-infrared light for safe and effective visualization of subsurface blood vessels to facilitate blood withdrawal in children. *Medical Engineering & Physics, 35*(4), 433-440.

- Curtis, S.J, Craig, W.R, Logue, E., Vandemeer, B., Hanson, A., & Klassen, T. (2015). Ultrasound or near-infrared vasular imaging to guide peripheral intravenous catheterization in children: a pragmatic randomized controlles trial. *Canadian Medical Assosciaton Journal, 187*(8), 563-570.
- Dargin, J.M., Rebholz, C.M., Lowenstein, R.A., Mitchell, P.M.,& Feldlman, J.A. (2010). Ultrasonography-guided peripheral intravenous catheter survival in ED patients with difficult access. *American Journal Emergency Medicine, 28*(1), 1-7.
- Del Cura, J.L., Pedraza, S., & Gayete, A. (1ª Ed). (2009). *Radiología Esencial.* Madrid: Médica Panamericana.
- De Oliveira Gomes, A.V., De Luca Nascimento, M.A., Moreira Christoffel, M., Pereira Antunes, J.C., Campos de Araújo, M., & Gomes Cardim, M. (2011). Punción venosa pediátrica. Un análisis crítico a partir de la experiencia del cuidar en enfermería. *Enfermería Global, 10*(23), 277-286.
- Detaille, T., Pirotte, T., & Veyckemans, F. (2010). Vascular access in th neonate. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology, 24*(3), 403-418.
- Development Core Team R. (2010).(citado 13 Feb 2012). A language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing. Recuperado de: http://www.R-project.org
- Dispo Ice Spray. Recuperado de:http://www.tienda.fisaude.com/spray-frio-dispo-ice-spray-400-ml-p-10242.htm
- Doniger SJ, Ishimine P, Fox J.C., &Kanegaye JT. (2009). Randomized controlled trial of ultrasound-guided peripheral intravenous catheter placement versus traditional techniques in difficult-access pediatric patients. *Pediatric Emergency Care, 25*(3), 154-159.

- Dougherty, L. (2008). Peripherals cannulation. *Nursing Standard,22*(52), 49-56.
- Egan,G., Healy, D., O´Neill, H., Clarke-Moloney, M., Grace, P.A., & Walsh, S.R. (2013). Ultrasound guidance for difficult peripheral venous access: systematic refview and meta-analysis. *Emergency Medicine Journal, 30*(7), 521-526.
- Elia, F., Ferrari, G., Molino, P., Converso, M., De Filippi, G., Milan, A., & Aprà. (2012). Standard-length catheters vs long catheters in ultrasound-guided peripheral vein cannulation. *American Journal Emergency Medicine,30*(5), 712-716.
- Emergency Ultrasound Guidelines (2009). Policy Statement. *Annals of Emergency Medicine, 53*(4), 550-570.
- Erickson CS, Liao MM, Haukoos JS, Douglass E, DiGeronimo M, Christensen E., … & Kendall, J.L. (2014). Ultrasound-guided small vessel cannulation: Long-axis approach is equivalent to short-axis in novice sonographers experienced with landmark-based cannulation. *West Journal of Emergency Medicine,15*(7), 824-830.
- Fields, J. M, Dean, A.J., Todman, R.W., Au, A.K., Anderson, K.L., Ku, B.S., …& Panebianco, N.L. (2012). The effect of vessel depth, diameter, and location on ultrasound-guided peripheral intravenous catheter longevity. *American Journal of Emergency Medicine, 30*(7), 1134-1140.
- Germino, K.W., Gerard, J.M., & Flood, R.G. (2012). Greater saphenous vein location in a pediatric population. *Journal of Pediatric Nursing. 27*(6), 626-631.
- Girgis, K.K. (2014). Ultrasound guidance versus transillumination for peripheral intravenous cannulation in pediatric patients with difficult venous access. *Egypt Journal of Caridiothorac Anesthesia, 8*(1), 39-44.

- Goff, D.A., Larsen, P., Binkley, J., Eldindge, D., Newton, D., Hartzog, T.,& Reigart, J.R. (2013). Resource Utilization and Cost of Inserting Peripheral Intravenous Catheters in Hospitalized Children. *American Academy of Pediatrics, 3*(3), 185-192.
- Goldstein, J.R. (2006). Ultrasoud-Guided Peripheral Venous Access. *Israeli Journal of Emergency Medicine, 6*(4), 46-52.
- Granmo 7.11 (citado 25 Ene 2012).Recuperado de: http://www.imim.es/ofertadeserveis/software-public/granmo
- Grau, T., & Mäcken, T. (2ª ed). (2009). *Ultraschallgestützte Punktionen in der Anästhesiologie.* Gilching: Medical Publishing Verlag.
- Graven, T., Wahba, A., Hammer, A.M., Sagen, O., Olsen, O., Skjetne, K., ... & Dalen, H. (2015). Focused ultrasound of the pleural cavities and the pericardium by nurses after cardiac surgery. *Scandinavian Cardiovascular Journal, 49*(1), 56-63.
- Gregg, S.C., Murthi, S.B., Sisley, A.C., Stein, D.M.,& Scalea, T.M. (2010). Ultrasound-guided peripheral intravenous access in the intensive care unit. *Critical Care,25*(3), 514-519.
- Haas, N.A. (2004). Clinical review: vascular access for fluid infusion in children. *Critical Care, 8*(6), 478-484.
- Harpel, J. (2013). Best practices for vascular resource teams. *Journal of Infusion Nursing,36*(1), 46-50.
- Heinrichs, J., Fritze, Z., Vandermeer, B., Klassen T.,& Curtis, S. (2013). Ultrasounographically guided peripheral intravenous cannulation of children an adults: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Emergency Medicine, 61*(4), 444-454.

- Heinrichs, J., Fritze, Z., Klassen, T., & Curtis, S. (2013). A sytematic review and meta-analysis of new interventions for peripheral intravenous cannulation of children. *Pediatric Emergency Care,29*(7), 858-866.
- Henderson, S.O., Ahern, T., Willialms, D., Mailhot, T. & Mandavia, D. (2010). Emergency department ultrasound by nurse practioners. *American Academy of Nurse Practioners, 22*(7), 352-355.
- Hillman, R., Döffert, J.,& Nöldeke, S. (1ª Ed.). (2009). *Praxis in der anästhesiologischen Sonografie.* München: Elsevier.
- Hofer, M. (5ª Ed.). (2006). *Curso Básico de Ecografía.* Stuttgart: Thieme.
- Hofer, M. (7ª Ed.) (2012). *Sono Grundkurs: Ein Arbeitsbuch für den Einstieg.* Stuttgart: Thieme.
- Joshi, M., Wilson, G.,& Engelhardt, T. (2010). Comparison of landmark technique and ultrasound guidance for localisation of long saphenous vein in infants and children. *Emergency Medicine Journal,27*(6), 443-445.
- Juric, S., & Zalik, B. (2014). An innovative approach to near-infrared spectroscopy using a standard mobile device and its clinical application in the real-time visualization of peripheral veins. BMC Medical Informatics & Decision Making, 14(1), 1-9.
- Katsogridakis, Y.L., Seshardi, R., Sullivan, C.,& Waltzman, M.L. (2008). Veinlite transillumination in the pediatric emergency department. *Pediatrc Emergency Care, 24*(2), 83-88.
- Kayashima, K.,& Imai, K. (2013). Evaluation of Mechanical Complications During Pediatric Central Venous Catheter Placement from 1994 to 2013. *International Journal of Anesthesiology Research, 1*(1), 36-46.

- Kerbl, R., Kurz, R., Roos, R.,& Wessel, L. (3ª ed). (2007). *Checkliste Pädiatrie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Kerforne, T., Petipas, F., Frasca, D., Gudet, V., Robert, R., & Mimoz, O. (2012). Ultrasound-guidedperipheral venous access in severely ill patients with suspected difficult vascular puncture. *American College of Chest Physicians, 141*(1), 279-280.
- Kim, M.J., Park, J.M., Je, S.M., Chung, S.P.,& Kim, S.H. (2012). Efficacy of VeinViewer in pediatric peripheral intravenous access: a randomized controlled trial. *European Jounal of Pediatrics. 171*(7), 1121-1125.
- Krishnamurthy, G.,& Keller, M.S. (2011). Vascular access in children. *Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe, 34*(1), 14-24.
- Kuesting, L.L., De Boer, S., Holleran, R., Shultz, B.L., Steinmann, R.A., Venella, J., ...& Naperville, I.L. (2009). Difficult venous access in children: Taking control. *Journal of Emergency Nursing, 35*(5), 419-424.
- Lamperti, M., Bodenham, A.R., Pittiruti, M., Blaivas, M., Augoustides, J.G., Elbarbary, M., ...& Verghese, S.T. (2012). International evidence-based recommendation on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Medicine, 38*(7), 1105-1117.
- Larsen, P., Eldrige, D., Binkley, J., Newton, D., Goff, D., Hartzog, T., ... & Perkin, R. (2010). Pediatric peripheral intravenous access. Does nursing experience and competence really make a diffenence? *Journal of Infusion Nursing, 33*(4), 226-235.

- Legemaat, M.M., Jongerden, I.P., van Rens, R., Zielman, M.,& van den Hoogen, A. (2015). Efect of a vascular access team on central line-associated bloodstream infections in infants admitted to a neonatal intensive care unti: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies, 52*(5), 1003-1010.
- Levy, J.A., & Noble, V.E. (2008). Bedside ultrasound for pediatric emergency medicine. *Pediatric, 121*(5), 1404–1412.
- Lewis, G.C., Crapo, S.A., & Williams, J.G. (2013). Critical skills and procedures in emergency medicine vascular access skills and procedures. *Emergency Medicine Clinics of North America, 31*(1), 59-86.
- Lim, E., Fabila, T., Ying, T.S. & Tan, J. (2013). HEADPLAY personal cinema system facilitates intravenous cannulation in children: *Iternational Journal of Pediatrics,* doi: org/10.1155/2013/849469
- Liniger, R.A. (2003). Pediatric peripheral IV insertion success rates. *Pediatrc Nursing, 29*(59), 351-355.
- Mahler, S.A., Wang, H., Lester C., & Conrad, S.A. (2011).Ultrasound-guided peripheral inytravenous access in the emergency department using a modified seldinger technique. *Journal of Emergency Medicine, 39*(3),325-329.
- Mahler, S.A., Wang, H., Lester, C., Skinner, J., Arnold, T.C., & Conrad, S.A. (2011). Short-vs long-axis approach to ultrasound-guided peripheral intravenous access: a prospective randomized study. *American Journal of Emergency Medicine, 29*(9), 1194-1197.
- Mahler, S.A., Massey, G., Meskill, L., Wang, H.,& Arnold, T.C. (2011). Can we make the basilic vein larger? Maneuvers to facilitate ultrasound guided peripheral intravenous access: a prospective cross-sectional study. *International Journal of Emergency Medicine, 4*(53), 1-5.

- Michell, E.,& Averill, L.W. (2013). Principles of ultrasound-guided venous access. Up to date. Recuperado en: http://www.uptodate.com/contents/principles of ultrasound-guided venous access
- Miller, S., James, R., Landry, R., & Pfefer, J. (2010). Optical characterization of cutaneous transilluminators for eye safety. *Biomedical Optics Express, 1*(3), 771-779.
- Miles, G., Salcedo, A., & Spear, D. (2012). Implementation of a successful registered nurse peripheral ultrasound-guided intravenous catheter program in an emergency department. *Journal of Emergency Nursing, 28*(4), 353-356.
- Moore, C.L. (2014) Ultrasound first, second, and last for vascular access. *Journal of Ultrasound Medicine, 33*(7), 1135-1142.
- Nafiu, O.O., Burke, C., Cowan, A., Tutuo, N., Maclean, S.,& Tremper, K.K. (2010). Comparing peripheral venous access between obese and normal weith children. *Pediatric Anaesthesia, 20*(2), 172-176.
- Oakley, E.,& Wong, A. (2010). Ultrasound-assisted peripheral vasular access in a paediatric ED. *Emergency Medicine Australasia,22*(2), 166-170.
- O´Neill, M.B., Drillane, M.,& Hanipah, N.F.A. (2012) Validation the difficult intravenous access clinical prediction rule: *Pediatric Emergency Care, 28*(12), 1314-1316.
- Osborn, S.R., Borhart, J.,& Antonis, M.S. (2012). Medical students benefit from the use of ultrasound when learning peripheral IV techniques. *Critical Ultrasound Journal, 4(*1), 1-3.
- Páez, A., Juárez, N., Marín, M. del Vigo, S., Redondo, E.,& Durán, M. (2012). Análisis de concordancia de los diagnósticos ecográficos del personal de enfermería urológica. *Archivos Españoles de Urología, 65*(10), 872-878.

- Panebianco, N.L., Fredette, J.M., Szyld, D., Sagalyn, E.B., Pines, J.M.,& Dean, A.J. (2009). What you see (sonographically) is what you get: vein and patient characteristics associated with successful ultrasound-guided peripheral intravenous placement in patients with difficult access. *Academic Emergency Medicine, 16*(12), 1298-1303.
- Pastor Rodríguez, J.D., Serrano Matás, E., & Muñoz Escolar, D.A. (2008). Inserción y mantenimiento de catéteres venosos periféricos en neonatos. *Enfermería Clínica, 18*(4), 211-215.
- Peripheral venous access under ultrasound guidance - Part 1 – SonoSite, Inc. Recuperado de: www.youtube.com/watch?v=lREUPXCpK8Y
- Peripheral venous access under ultrasound guidance - Part 2 – SonoSite, Inc. Recuperado de: www.youtube.com/watch?v=riizCYcXhRU
- Perin, G., & Scarpa, M. (2015). Defining central venous line position in children: tips for the tip. *Journal of Vascular Access, 16*(2), 77-86.
- Prezemyslaw Peruga, J., Zbigniew Peruga, J., Kasprzak, J.D., Krecki, R., Janowski, L., Zajac, P.,& Plewka, M. (2015). Ultrasound evaluation of forearm arteries in patients undergoing percutaneous coronary intervention via radial artery access: results of one-year follow-up. *Kardiolgia Polska,73*(7), 502-510.
- Rauch, D., Down, D., Eldige, D., Mace, S., Schears, G.,& Yen, K. (2009). Peripheral difficult venous access in children. *Clinical Pediatrics, 48*(9), 895-901.
- Reigart, J.R., Chamberlain, K.H., Eldridge, D., O`Brien, E.S.,Freeland, K.D., Larsen, P., ... & Hartzog, T.H. (2012). Peripheral intravenous access in pediatric inpatients. *Clinical Pediatraics, 51*(5), 468-472.

- Reira, A., Langhan, M., Northrup, V., Santucci, K., & Chen, L. (2011). Ultrasound evaluation and intravenous site selection of peripheral veins in young children. *Pediatric Emergency Care,27*(12), 1121-1125.
- Resnick, J.R., Cydulka, R.K., Donato, J., Jones, R.A., & Werner, S.L. (2008). Success of ultrasound-guided peripheral intravenous access with skin marking. *Academic Emergency Medicine, 15*(8), 723-730.
- Riker, M.W., Kennedy, C., Winfrey, B.A., Yen, K., & Dowd, M.D. (2011). Validation and refinement of the difficult intravenous Access score: a clinical prediction rule for identifying children with difficult intravenous Access. *Academic Emergency Medicine, 18*(11), 1129-1134.
- Robinson, M.K., Mogensen, K.M., Grudinskas, G.F., Kohler, S.,& Jacobs, D.O. (2005). Improved care and reduced costs for patients requiring peripherally inserted central catheters: the role of bedside ultrasound and a dedicated team. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, 29*(5), 374-379.
- Rose, J.S.,& Norbutas, C.M. (2008). A randomized controlled trial comparing one-operator versus two-operator technique in ultrasound-guided basicic vein cannulation. *American Journal of Emergency Medicine, 35*(4), 431-435.
- Rothbart, A., Yu, P., Müller-Lobeck, L., Spies, C.D., & Wernecke, K. (2015). Peripheral intravenous cannulation with support of infrared laser vein viewing system in a pre-operation setting in pediatric patients. *BMC Research Notes,8*(1), 463-468.
- Samoya, S.W. (2010). Real-time ultrasound-guided peripheral vascular access in pediatric patients. *Anesthesia Analgesia,* 111(3), 823-825.
- Schäberle, W. (3ª Ed.). (2009). *Ultraschall in der Gefäßdiagnostik.* Berlin: Springer.

- Schindler, E., Schears, G.J., Hall, S.R., & Yamamoto, T. (2012). Ultrasound for vasular access in pediatric patients. *Pediatrc Anesthesia,22*(10), 1002-1007.
- Schnadower, D., Lin, S., Perera, P., Smerlin, A., & Dayan, P. (2007). A pilot study of ultrasound analysis before pediatric peripheral vein cannulation attempt. *Academic Emergency Medicine, 14*(5), 483-485.
- Schoenfeld, E., Boniface, K.,& Shokoohi, H. (2011). ED technicians can successfully place ultrasound-guided intravenous catheters in patients with poor vascular access. *American Journal of Emergency Medicine, 29*(5), 46-501.
- Schoenfeld, E., Shokoohi, H., & Boniface, K. (2011). Ultrasound-Guided peripheral intravenous access in the emergency department: Patient-centered survey. *West Journal of Emergency Medicine, 12*(4), 475-477.
- Shokoohi, H., Bonicace, K., McCarthy, M., Al-tiae, T.K., Sattarian, M., Ding R., ... & Kadav, K. (2013). Ultrasound-guided peripheral intravenous access program is associated with a marked reduction in central venous catheter use in noncritically ill emergency department patients. *Annals of Emergency Medicine,61*(2), 198-203.
- Simhi, E., Kachko, L., Bruckheimer, E., & Katz, J. (2008). A vein entry indicator device for facilitatin peripheral intravenous cannulation in children: A prospective, randomized, controlled trial: *Anesthesia & Analgesia, 107*(5), 1531-1535.
- Stein, J.C., Cole, W., Kramer, N., & Quinn, J. (2004). Ultrasound-guided peripheral intravenous cannulation in emergency department patients with difficult iv access. *Academic Emergency Medicine, 11*(5), 581-582.

- Stein, J., George, B., River, G., Hebig, A.,& McDermott, D. (2009). Ultrasonographically guided peripheral intravenous cannulation in emergency department ptients with difficult intravenous access: A randomized trial. *Annals of Emergency Medicine, 54*(1), 33-40.
- Stolz, L.A., Stolz, U., Howe, C., Farrell, I.J., & Adhikari, S. (2015). Ultrasound-guided peripheral venous access: a meta-analysis and systematic review. *Journal of Vascular Access, 16*(4), 321-326.
- Sulemanji, D.E., Donmez, A.,Akpek, E.A., & Alic, Y. (2009).Vascular cathererization is difficult in infants with Down syndrome.*Acta Anaesthesiolgica Scandinavica, 53*(1), 98-100.
- Sulemanji, D.E., Donmez, A.,& Akpek, E. (2009). Vascular cathererization is difficult in infants with Down syndrome. *Acta Anaesthesiolgica Scandinavica, 53*(1), 833-839.
- Szmuk, P., Stiener, J., Pop, R.B., Farrow-Gillespie, A., Mascha, E.J., & Sessler, D.I. (2013). The VeinViewer vascular imaging system worsens firstattempt cannulation rate for experienced nurses in infants and children with anticipated difficult intravenous access. *Anesthesia Analgesia, 116*(5),1087-1092.
- Takeshita, J., Nakayama, Y., Nakajima, Y., Sessler, D., Ogawa, S., Sawa, T.,& Mizobe, T. (2015). Optimal site for ultrasound-guided venous catheterisation in pediatric patients: an observational study to investigate predictors for catheterisation success and a randomised controlled study to determine the most successful site. *Critical Care, 19* (15), 1-9.
- Trifftere, L., Marhofer, P., Willschke, H., Machata, A.M., Reichel, G. Benkoe, T., & Kettner, S.C. (2012). Ultrasound-guided cannulation of de great saphenous vein at the ankle in infants. *British Journl of Anaesthesia, 108*(2), 290-294.

- Troianos, C.A., Hartman, G. S., Glas, K.E., Skubas, N.J., Eberhardt, R.T., Walker, J.D.,& Reeves, S.T. (2012). Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Anesthesia & Analgesia, 114*(1), 46-72.
- Unüler, E.E., Karagöz, A., Oyar, O., Vandenverk, N., Kiyanciçiçek, S., & Budak, F. (2014). Lung ultrasound by emergency nursing as an aid for rapid triage of dysneic patients: a pilot study. *International Emergency Nursing, 22*(4), 226-231.
- Vezzani, A., Manca, T., Vercelli, A., Braghieri, A., & Magnacavallo, A. (2013). Ultrasounography as a guide during vascular acess procedures and in the diagnosis of complications. *Journal of Ultrasound, 16*(4), 161-70.
- Vacuderm. (citado 28.12.15). Recuperado de: http://www.avantmedical.es/vacuderm.html
- Vademécum, Emla. (citado 20.12.15). Recuperado de: http://www.vademecum.es/principios-activos-prilocaina+%2B+lidocaina-n01bb20+p1
- Viera, R.L.,& Bachur, R. (2014).Bedside ultrasound in pediatric practice. *Pediatrics, 133*(1), 1-3.
- Walker, E. (2009). Piloting a nurse-led ultrasound cannulation scheme.*British Journal of Nursing,18*(14), 854-859.

- Weekes, A.J., Johnson, D. A., Keller, S.M., Efune, B., Carey, C., Rozario, N.L., & Norton, H.J. (2014). Central vascular catheter placement evaluation using saline flush and bedside echocardiography. *Society for Academic Emergency Medicine, 21*(1), 65-72.
- Weiner, S.G., Sarff, A.R., Esener, D.E., Shroff, S.D., Budhram, G.R., Switkowski, K.M., …& Darvish, A.H. (2013). Single-operator ultrasound-guided intravenous line placement by emergency nurses reduces the need for physician intervention in patients with difficult-to-establish intravenous access. *Journal of Emergency Medicine, 44*(3), 653-660.
- White, A, Lopez, F., & Stone, P. (2010). Developing and sustaining an ultrasound-guided peripheral intravenous access program for emergency nurses.*Advanced Emergency Nursing Journal, 32*(2), 173–188.
- Witting, M., Schenkel, S.M., Lawner, B.J., & Euerle, B.D. (2009). Effects of vein wicth and depth on ultrasound-guided peripheral IV success rates. *Journal of Emergency Medicine, 39*(1), 70-75.
- Yacopetti, N., Alexandrou, E., Spencer, A.F., Davidson, P.M., O´Sullivan, G.,& Hilman, K.M. (2010). Central venous catheter insertion by a clinical nurse consultant or anesthetic medical staff: a single-center observational study. *Clinical Care and Resuscitation,* 12(2), 90-94.
- Yates, P.J., Barlow, A.D., Johari, Y., Doughman, T., & Nicholson, M.L. (2009). The great saphenous vein for central venous access and haemodyalisis. *Nephrology Dialisis Transplantation, 24*(1), 208-210.
- Yen, K., Riegert, A.,& Gorelick, M. (2008). Derivation of te DIVA score a clinical prediction rule for the idenfification of children with difficult intravenousd access. *Pediatric Emergency Care, 24*(3), 143-147.

- Zempsky, W.T. (2008). Optimizing the management of peripheral venous access pain in children: Evidence, impact, and implementation. *Pediatrics, 122*(3), 121-124.

Anexo 1 **Hoja de investigación**

Hoja de investigación para la inclusión de pacientes en el estudio

Marque lo correspondiente: Mujer / Varón, Experimental / Control

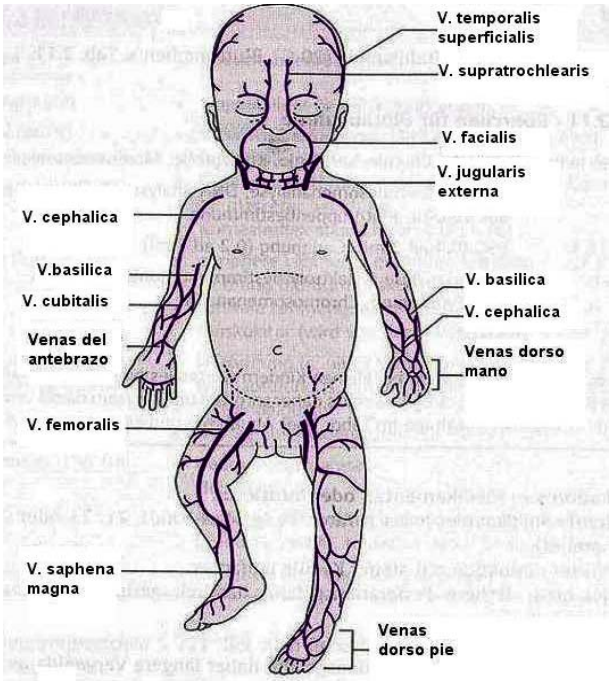
<table>
<tr><td>Nº sobre / Habitación</td><td></td></tr>
<tr><td>Enfermera/s</td><td></td></tr>
<tr><td>Edad: (en meses si es < 1 año; en años si es > de 1 año)</td><td></td></tr>
<tr><td>Fecha nacimiento</td><td></td></tr>
<tr><td>Fecha actual</td><td></td></tr>
<tr><td>Peso (kg.)</td><td></td></tr>
<tr><td>Altura (cm.)</td><td></td></tr>
<tr><td>Antecedentes relacionados (diabetes, deshidratación, fiebre...)</td><td></td></tr>
<tr><td>Puntuación DIVA-score = ó > 4 criterio inclusión

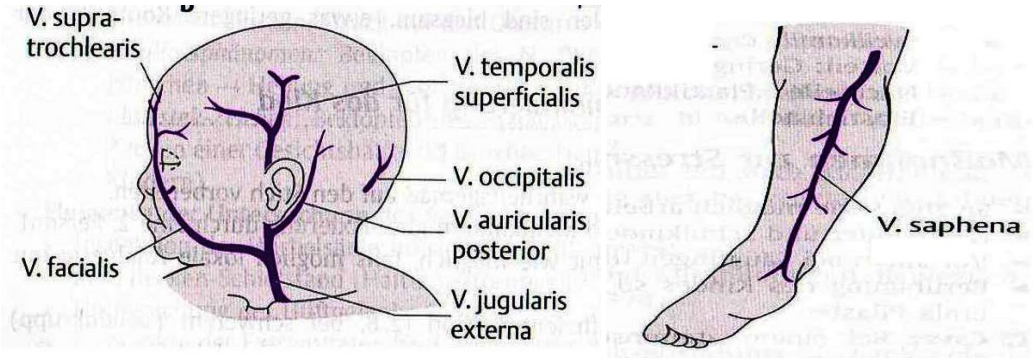
Marque los puntos</td><td>
<table>
<tr><th>CRITERIO</th><th>PUNTOS</th></tr>
<tr><td>Prematuro < 38 semanas</td><td>3</td></tr>
<tr><td>< 1 año</td><td>3</td></tr>
<tr><td>1-2 años</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Mayor de 36 meses</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Palpamiento</td><td>Sí = 0 / No = 2</td></tr>
<tr><td>Visibilidad</td><td>Sí = 0 / No = 2</td></tr>
</table>
= Total
</td></tr>
<tr><td>¿Pinchazos previos? = ó > 4 criterio</td><td></td></tr>
<tr><td>Tiempo inicio-final</td><td></td></tr>
<tr><td>Nº Intentos, si hay alguno fallido, porqué?</td><td></td></tr>
</table>

Nº de vía colocada	
Anotaciones (agitación, sólo transversal, pinchan dos personas, etc.)	

Lugar de la canalización: Marque la vena si se sabe cuál, sino la zona.

Sí ha habido algún intento fallido, marque la zona.





Anexo 2 Consentimiento informado

Estudio sobre mejora de la canalización de vías periféricas en pediatría mediante ultrasonidos en la planta de pediatría.

Investigador Hospital Infanta Sofía: Lucía Jiménez Fernández

Documento de Consentimiento Informado.

Hoja de Información a los padres y/ó tutores legales.

Usted tiene a su hijo ingresado en una planta de pediatría en el Hospital del Norte Infanta Sofía.

Todos sabemos que muchas veces es imprescindible pinchar a los niños para canalizar una vía periférica para poder aplicar una medicación intravenosa necesaria que permita la recuperación de la enfermedad.

Canalizar una vía periférica puede resultar muy difícil en algunos niños.

Existen pocos estudios realizados con niños en urgencias que disminuyan los pinchazos necesarios a realizar para poder canalizar una vía mediante ultrasonidos. Los ultrasonidos son producidos por un ecógrafo. Este aparato nos permite tener una imagen de las venas de su hijo. Para obtener una imagen se aplica un poquito de gel al sitio que en el que se quiere pinchar. Esta exploración no es nada dolorosa, únicamente la aplicación del gel puede resultar algo incómoda. Los ultrasonidos no tienen ningún efecto secundario ni contraindicación. En todo caso, y según estudios previos documentados, sólo puede esperarse una mejora.

Con el propósito de avanzar en las técnicas de enfermería y aumentar la calidad de nuestros cuidados, nuestro equipo de trabajo se ha propuesto desarrollar una investigación en la que se pretende conocer cómo ayudan los ultrasonidos en la disminución de los pinchazos de las vías periféricas en los niños.

Este proyecto no se podría llevar a cabo sin la amable colaboración de nuestros padres, por ello le proponemos participar con nosotros durante el periodo en que este su hijo ingresado.

Si usted acepta la participación de su hijo, entrará a formar parte de uno de los grupos que explicamos a continuación. La selección será de forma aleatoria totalmente al azar. Después de que usted haya firmado el consentimiento informado, el profesional de enfermería sacará un sobre cerrado, no transparente, de una pila. Tras abrir este sobre sellado, aparecerá el grupo en el que participará su hijo. Ni usted ni el profesional podrá visualizar el contenido interior del sobre, con lo que la inclusión de su hijo en un grupo u otro se produce totalmente azar sin posibilidad de preasignación.

Los niños que presenten unos criterios que nos indiquen que el pinchazo vaya a ser probablemente difícil, se colocarán en el primer grupo en el que se va a intentar pinchar y canalizar a través de la ayuda del ecógrafo, o bien, en el segundo grupo en que se realizará la técnica habitual.

Si su hijo se encuentra tanto en el grupo del ecógrafo como en el grupo control su tratamiento médico, así como los cuidados de enfermería, serán igual que siempre. Ello significa para su hijo que la atención tanto a usted como a su niño/a no se verá, en ningún caso, empeorada. A su vez, si decide que su hijo no participe en este estudio, la atención de su hijo tampoco se verá, en ningún caso, empeorada.

La participación en este estudio es completamente voluntaria y usted puede retirar el consentimiento de participación en cualquier momento del estudio sin tener que dar ninguna explicación y sin que se vea alterado su trato en el servicio. Le aseguramos que todos los datos que usted nos facilite quedarán archivados respetando la Ley Orgánica de Protección de Datos 15/1999. En ningún caso la publicación final de este estudio supondrá la vulneración de sus derechos de protección de datos, respetando su confidencialidad y anonimidad.

Los datos obtenidos sobre la canalización y algunos datos de historial clínico como peso de su niño, edad, diagnóstico etc. serán tratados de forma confidencial, anónima y sólo el equipo de trabajo tendrá acceso a ellos. Para cualquier duda o aclaración al respecto, puede preguntar al personal de la unidad y nosotros amablemente le resolveremos sus dudas.

ESTUDIO: Mejora en la canalización de las vías periféricas en pediatría mediante ultrasonidos.

Yo……

He leído la hoja de información que se me ha entregado. He podido hacer todas aquellas preguntas que me surgieran respecto al estudio. He recibido suficiente información sobre el estudio. Comprendo que la participación es voluntaria y puedo retirar mi hijo cuando lo desee. Presto libremente mi conformidad para dejar participar mi hijo en el estudio:

FECHA FIRMA

Anexo 3 Información sobre el ensayo clínico

Información sobre el estudio: "Mejora de la canalización de vías periféricas en pediatría mediante ultrasonidos."

Teléfonos de contacto:

Inés: XXXXXXXXX→ preguntas sobre metodología, recogida de datos…

Lucía: XXXXXXXXX

Blanca: XXXXXXXXX

Alfredo: XXXXXXXXX→ preguntas sobre la ecografía.

Tipo de estudio:

Estudio experimental clínico aplicado en dos grupos, trabajo analítico y prospectivo.1ergrupo control y 2º grupo experimental.

Hipótesis:

Si se incorpora el uso de ultrasonidos en la canalización periférica en accesos dificultosos se disminuyen los intentos necesarios con respecto a los pacientes en los que no se usa dicha intervención. De este modo, la incorporación de dicho método facilitaría la canalización para los profesionales enfermeros, en particular para aquellos que gozan de poca experiencia laboral en pediatría.

Objetivo Principal:

Analizar los distintos métodos de canalización utilizados en este estudio, método tradicional y método ultrasonográfico, con el fin de comparar el número de intentos necesarios para cada uno.

Objetivos Secundarios:

Averiguar la disparidad de tasa de éxito entre ambos grupos. Cuantificar el tiempo necesario para obtener una vía periférica y comparar el método tradicional frente al método con ultrasonidos. Demostrar que el método ultrasonográfico mejora la localización de una vena apta para la canalización de una vía periférica. Analizar la influencia del método ultrasonográfico en los profesionales enfermeros, y en particular la influencia en función de su experiencia profesional en pediatría. Comprobar y cuantificar las diferencias entre ambos grupos y analizar el impacto del nuevo método implantado en este estudio.

Material y Métodos:

Los datos se obtienen a partir del DIVA-Score y el criterio añadido. Al grupo experimental se le incorpora el uso de ultrasonidos para visualizar las venas y elegir la más adecuada.

Población:

Niños menores de 8 años ingresados en la planta de pediatría. Los criterios para la inclusión de pacientes son la necesidad de canalizar una vía periférica en pacientes con una evaluación previa que indique una dificultosa canalización. DIVA-Score y criterio añadido igual ó mayor que 4 puntos/ punciones previas.

1º evaluación DIVA score →4 ó mayor inclusión

2º criterio "rescate" de punciones →4 ó más punciones recientes inclusión

Nº pacientes previstos:

102

Duración:

Aproximadamente 14 meses, inicio abril 2013.

Variables de estudio:

Variables dependientes: Canalización vía periférica por el método tradicional y/ó canalización periférica a través del uso de ultrasonidos.

Variables independientes: Experiencia enfermera/o, edad e índice de masa corporal del niño, factores relevantes como fiebre, deshidratación, diabetes, etc.

Aleatorización:

Se prepararán 125 sobres cerrados y guardados en una pila donde únicamente se imprima el número y una letra E o C. Siendo, E= Experimental y C= Control.

Se reflejará el número y la letra en la hoja de investigación

Preparación previa/entrenamiento del personal de enfermería:

Para poder participar es imprescindible que el personal investigador haya participado en el curso acreditado de ecografía para enfermeras.

Posteriormente explicarán las investigadoras principales, a su vez, la metodología del estudio así como la estandarización de la canalización de las vías periféricas en pediatría. Esta sesión tiene como objetivo de aclarar cuestiones y dudas del personal enfermero que vaya ejecutar la recogida de datos.

Consideraciones éticas:

Este estudio se ha presentado al Comité Ético del Hospital Universitario La Paz y al Comité de Investigación del Hospital Infanta Sofía para obtener su aprobación y permiso para llevar a cabo dicho estudio. Posteriormente, para evitar posibles problemas éticos, se explicará a los padres en qué consiste el estudio y cuál va a ser la participación de su hijo mediante un consentimiento informado, que firmarán los representantes legales.

Al personal investigador se le explicó y se le entregó también los siguientes anexos.

Anexo 1. Hoja de investigación

Anexo2. Consentimiento Informado

Anexo 3. Información sobre el ensayo clínico

Anexo 4. DIVA-Score

Anexo 5. Perfil enfermero

Anexo 6. Factores influyentes

Anexo 7. Documentación del curso impartido

Anexo 4 **DIVA-Score**

Exploración previa con el DIVA-Score:

Exploración previa con el DIVA-Score		
CRITERIO	**PUNTOS**	**PUNTUACIÓN**
Edad: Prematuro < 38 semanas	3	
< 1 año	3	
1-2 años	1	
Mayor de 36 meses	0	
Palpamiento	Sí = 0 / No = 2	
Visibilidad	Sí = 0 / No = 2	

TOTAL:

Dificultoso:

Puntuación total 4 ó mayor, o punciones previas recientes 4 ó más (criterio añadido)

→inclusión al estudio.

Anexo 5 **Perfil enfermero**

Perfil enfermera/o (a rellenar)	
Nombre y apellidos	
Experiencia total en años y meses	
Experiencia en pediatría en años y meses	
Dirección correo electrónico	
Número de teléfono	

Anexo 6 Factores influyentes

Enfermedades asociadas, procesos influyentes y tratamientos que dificultan el acceso venoso periférico:

Factores influyentes relacionados con el paciente	Dificultad asociada
Edad < 3 años y prematuridad (< 38 semanas)	Fragilidad de las venas
Peso < 5kg o percentil < 10	Mala visibilidad y mala palpabilidad venas por pequeño tamaño
Obesidad Piel oscura o cicatrizada Venas "bailonas" Dolor, ansiedad y miedo	Mala visibilidad
Fobia contra agujas	Punción dificultosa
Estatus mental y emocional	Intranquilidad, no colaboración o agresividad

Enfermedades agudas	**Dificultad asociada**
Deshidratación	Pérdida de líquido y colapso venoso
Sepsis	Desorientación, agitación
Escalofríos	Temblor por frío
Shock séptico	Disminución de tensión arterial
Vasoconstricción	Mala visibilidad y mala palpabilidad de venas
Quemaduras	Pérdida de volumen por pérdida de plasma
Trauma	Pérdida de volumen por hemorragia Daño o limitación de accesos periféricos
Edema periférico	Mala visibilidad y mala palpabilidad de venas
Hipotermia	Vasoconstricción periférica

Enfermedades crónicas	**Dificultad asociada**
Malformaciones vasculares	Aparición superficial de vasos, pero no permiten puncionar (hemangiomas, fistulas arterio-venosas…)
Enfermedad cardiovascular	Reducida eyección cardiaca y distribución de volumen
Anomalías neurológicas (ictus…)	Vasoconstricción periférica, limitación para obtener accesos
Anomalías dermatológicas	Accesibilidad y visibilidad reducida

Eczema, psoriasis…	
Fibrosis cística	Fragilidad venosa por uso crónico de esteroides y tratamiento intravenoso con antibióticos repetitivo
Diabetes mellitus y otras enfermedades endocrinas y anomalías metabólicas	Fragilidad de venas
Anemia falciforme	Hipertensión pulmonar y mala perfusión periférica
Hemofilia	Necesidad frecuente de tratamiento intravenoso para mejorar coagulación
Parálisis cerebral	Vasoconstricción periférica y limitación de accesos venosos

Tratamiento	**Dificultad asociada**
Con larga duración y repetición de administración de fármacos intravenosos (como algunos antibióticos, esteroides, quimioterapia)	Venas dañadas y cicatrizadas
Shunts, fistulas y tumores	Limitación de zonas

Anexo 7 Documentación del curso impartido

ECOGRAFÍA PARA ENFERMER@S

-Ultrasonidos en enfermería-

¿Para qué???

Existen estudios que muestran que el uso de ultrasonidos disminuye:

- El tiempo y los intentos necesarios para obtener una vía periférica en situaciones difíciles
- Las complicaciones derivadas, como por ejemplo, hematomas etc.
- El sufrimiento en pacientes pediátricos

A su vez, los estudios también indican que este método aumenta:

- La satisfacción en la población adulta
- La calidad percibida del cuidado

También existen estudios que indican que este método facilita:

- El aprendizaje de una canalización venosa
- Localizar venas periféricas en adultos, sobre todo la vena cefálica, la basílica o la braquial profunda.
- La canalización arterial para catéteres fijos.

La ecografía:

El término ecografía hace referencia a la técnica que permite la visualización de imágenes uni-bi y tridimensionales del organismo mediante la utilización de ultrasonidos. Esta técnica permite el estudio rutinario de ciertas patologías de una manera inocua, con bajo coste y con bastante fiabilidad. Esta técnica de diagnóstico por imagen presenta, a su vez, una reconocida capacidad diagnóstica unida a las conocidas ventajas de ausencia de radiación ionizante. Sus aplicaciones, tanto diagnósticas como intervencionistas, se extienden prácticamente a todas las áreas.

Es una técnica dinámica, lo que permite valorar la capacidad funcional de las estructuras y detectar más fácilmente determinadas lesiones.

La ecografía posee una calidad de imagen de partes blandas comparable a la Resonancia Magnética Nuclear (RM), superior a la Tomografía Axial Computarizada (TAC) y muy superior a la radiología simple.

Su uso aumenta sucesivamente, en particular en muchos campos de medicina, pero también existen estudios en los cuales los profesionales de enfermería aprovechan esta técnica para realizar distintos cuidados con más seguridad.

Actualmente no se han confirmado efectos biológicos causados por la exposición de ultrasonidos a las intensidades empleadas en ecografía diagnóstica. Teóricamente existe la posibilidad de provocar estos efectos, aunque la aparición de daños en el tejido es muy poco probable.

Áreas que se pueden explorar con ecografía:

- Cabeza y cuello: Adenopatías, tiroides, paratiroides, otras glándulas, masas, troncos supraórticos,…
- Tórax: Ecocardiografía, mamas, pared torácica.
- Abdominal: Retroperitoneo (vasos, páncreas, adenopatías), hígado, bazo, vesícula biliar, riñones, área urológica y ginecológica, obstetricia, tracto gastrointestinal, pared (complicaciones posquirúrgicas, etc.)
- Osteomuscular: Piel y tejido celular subcutáneo, traumatismos, tendinopatías, artropatías,…

Principios físicos:

El sonido es una energía mecánica que se transmite mediante ondas de presión en un medio material. No se transmite, por lo tanto, en el vacío. Esta energía viaja en forma de onda. En la ecografía se utilizan pulsos cortos de sonido. El número de oscilaciones o pulsos producidos cada segundo es la frecuencia. Una unidad de frecuencia es el ciclo por segundo o hercio (Hz).

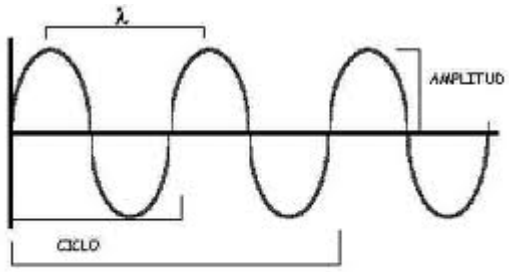


Figura 1. Parámetros de una longitud de onda

Frecuencia:

Es el número de ciclos completos por unidad de tiempo. Se mide en Hertzios (Hz), 1Hz=1 ciclo por segundo. La frecuencia de sonido audible por una persona normal oscila desde los 20 Hz hasta 20.000 Hz ó 20 KHz. Las frecuencias más utilizadas en ecografía oscilan entre 1 y 20 MHz. Las ondas por debajo de los 20 Hz se denominan infrasonidos y las ondas por encima de 20.000 Hz se definen como ultrasonidos; las ondas con todavía más frecuencia se definen como hipersonidos.

Infrasonidos	--(Sonido)--	Ultrasonidos	Hipersonidos
< 20 Hz	20-20.000 Hz	20 KHz- 100 MHz 1-20 MHz uso en medicina	> 100 MHz

Hz (Herzio) es 1 ciclo/s

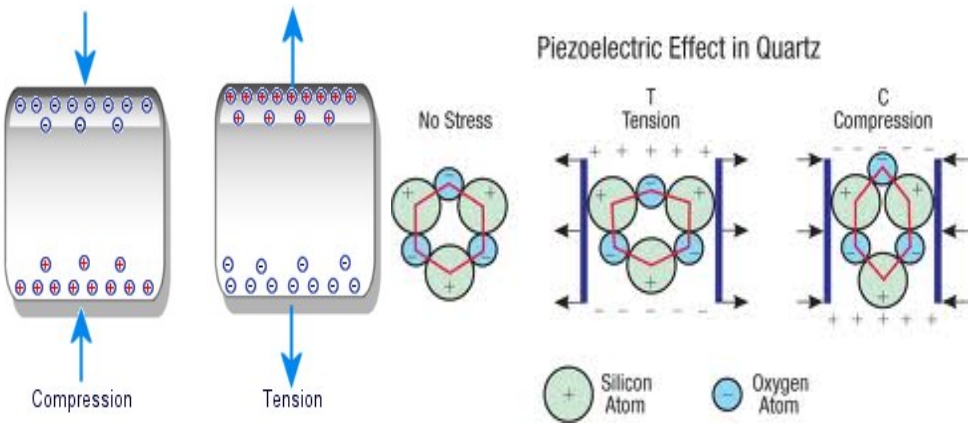
KHz (Kiloherzio) son 1.000 ciclos/s.

MHz (Megahercio) son 1.000.000 ciclos/s.

Efecto piezoeléctrico:

La producción de ultrasonidos de frecuencias elevadas, como se usa en la medicina, se basa en el efecto piezoeléctrico. El mismo consiste en que, al ejercer una presión sobre determinados cristales tallados, aparecen cargas eléctricas de signo opuesto en sus superficies. De esa manera resulta una carga positiva y otra negativa que permiten generar vibraciones mecánicas ultrasonoras.

La sonda funciona como emisor y receptor. Al poner la sonda sobre la piel, se producen unas ondas ultrasonoras. Esas ondas traspasan el tejido. A la vez, se recibe en la sonda los ecos de las ondas emitidas. En función de la distancia a la que se encuentra la estructura reflectora se reciben distintas señales. Las señales recibidas se transforman a través del transductor en una imagen, el mismo es también el responsable de producir las ondas ultrasonoras.



Propagación de ultrasonidos:

El haz de ultrasonidos se transmite en los tejidos mediante ondas de presión, con una velocidad que depende del medio y que es constante para el mismo tejido. Por ello, se puede observar las diferencias entre tejidos.

El comportamiento de los ultrasonidos en el cuerpo depende de las propiedades de los tejidos.

Medio	Velocidad Propagación (m/s)
Aire	330
Pulmón	400-1.100
Grasa	1.450
Agua	1.480
Tejidos blandos (media)	1.540
Hígado	1.550
Riñón	1.560
Sangre	1.570
Músculo	1.585
Cartílago	1.665
Hueso	4.080

Funcionamiento y elementos básicos:

La ecografía permite obtener imágenes anatómicas por la reflexión de los ultrasonidos en las distintas estructuras. Tras emitir un pulso de ultrasonidos y recibir su eco, la primera información obtenida es la distancia a la que se encuentra la estructura reflectora. Los elementos básicos en un ecógrafo son: Transmisor, transductor, receptor, procesador, sistema de representación y sistema de almacenamiento de la imagen.

Transmisor:

El transmisor proporciona al transductor la energía para la formación de pulsos de energía acústica (ultrasonidos).

Transductor (Sonda):

Transforma la energía eléctrica en energía mecánica (emite ondas) y a la vez recibe los ecos reflejados convirtiendo esta energía ultrasonora en señales eléctricas. El transductor recoge esas señales y un conjunto de hardware y software convierte este eco en una imagen que aparece en la pantalla.

Receptor:

El receptor capta y amplifica las débiles señales producidas y compensa las diferencias. También se encarga de ajustar las diferentes energías recibidas.

Procesador:

El procesador se encarga de traducir las señales recibidas para que se puedan representar en imágenes.

Representación y almacenamiento de la imagen:

Las señales proporcionadas por los ultrasonidos pueden representarse en imágenes en modo A ó B, imágenes en movimiento (Modo M), en escala gris o la ecografía Doppler, e incluso hasta reconstrucciones de 3D/4D.

Las imágenes son enviadas a un monitor de vídeo para su visualización. Se puede realizar el almacenamiento permanente de éstas para su revisión y archivo.

Tipos de transductores

Transductor lineal o "escáner paralelo":

Envía hacia el tejido ondas de ultrasonido paralelas entre sí que producen una imagen rectangular. Uso: Para estructuras superficiales (estudio de partes pequeñas, estructuras vasculares, obstetricia, osteomuscular). Frecuencia promedio: 7,5 MHz (5-10 MHz) aunque existen hasta 20 MHz.



Transductor sectorial:

Genera una imagen en forma de abanico o triangular que es muy estrecha en las proximidades del transductor y que se va haciendo cada vez más ancha a medida que aumenta la profundidad de penetración.

Uso: Sobre todo en cardiología y abdominal ya que permiten tener un abordaje intercostal. Frecuencia promedio: 2,5 MHz (2-3 MHz).



Transductor convexo o "curved array":

Es un tipo mixto entre los dos tipos de transductores previamente descritos. Sin embargo, al disponerse los elementos emisores en una superficie convexa, las líneas del haz no son paralelas y generan una imagen en forma de "filtro de café con un campo de visión lejana más amplio.

Uso: En obstetricia y para exámenes abdominales pacientes delgados 5 MHz y pacientes obesos 2,5 MHz. Frecuencia promedio 3,75 (2,5-5 MHz).



Intracavitarias:

Pueden ser lineales y/o convexas.

Uso: Se usan para exploraciones intrarrectales e intravaginales. Frecuencia promedio: 6,25 (5 y 7.5 MHz), (Hofer, 2015, p. 11).



La profundidad de los ultrasonidos depende de la frecuencia:

- 15 cm = 3,5 MHz estructuras profundas, mayor penetración pero menor resolución.
- 10 cm= 5 MHz
- cm = 7 MHz
- 5 cm = 10 MHz
- 1 cm = 20 MHz estructuras superficiales, alta resolución pero poca penetración.

Modos de presentación:

- **Modo A (imagen de amplitud):**

Actualmente en desuso, fue el primer sistema de examen ecográfico. Es un modo unidimensional que ofrece una gran exactitud en las medidas, aunque no da una idea de la forma.

- **Modo B (brillo):**

Es la principal modalidad en la ecografía que da una imagen en tiempo real o en escala de grises. En esta modalidad se puede desplazar el transductor o la sonda. El trazo anterior no se borra sino que permanece en pantalla para formar una imagen bidimensional.

- **Modo M (movimiento):**

Es un modo unidimensional aplicado a interfaces dinámicas. La presentación de la posición del eco es útil en la evaluación de estructuras que se mueven rápidamente como, por ejemplo, las válvulas cardíacas o las cavidades del corazón.

- **Ecografía Doppler:**

El efecto Doppler consiste en el cambio en la frecuencia de una onda debido al movimiento de la fuente o del observador. Los hematíes son los principales responsables de la señal Doppler.

- **Doppler Color:**

Cuando el flujo sanguíneo se dirige hacia el transductor muestra un aumento de frecuencia y aparece en color rojo. A su vez, se produce una

disminución de frecuencia cuando el flujo se aleja y aparece en color azul. Cuanta más alta es la velocidad, más claro es el color. En un vaso que presenta un flujo homogéneo el color depende del ángulo en el cual entra. Los cambios en la frecuencia Doppler se encuentran en el rango de las frecuencias audibles, por lo que pueden oírse. El modo Doppler no es capaz de detectar flujos muy lentos o flujos que se capten en un ángulo de 90º.

- **Power-Doppler:**

  Puede detectar incluso flujos muy lentos pero la dirección del flujo, su velocidad y sus propiedades no los puede clasificar.

- **Doppler pulsado:**

  Obtiene la información de la distancia o profundidad.

- **Doppler continuo:**

  Indica la dirección pero no la distancia ni la profundidad.

- **Reconstrucciones 3D en ecografía:**

  Consiste en la posibilidad de obtener reconstrucciones tridimensionales de imágenes exploradas en los tres planos del espacio.

- **Reconstrucciones 4D en ecografía**:

  No es solamente un imagen visualizada en 3D, sino una imagen tridimensional en movimiento en tiempo real. En medicina perinatal permite estudiar la actividad motora y fisiológica del feto.

Aparición:

Ricos en ecos (color claro)

- Huesos, tendones

Libre de ecos (color negro)

- Líquidos: Sangre, orina, bilis, líquido cefalorraquídeo, derrame pericárdico o pleural, ascitis, quistes

Rico-pobre en eco(color oscuro)

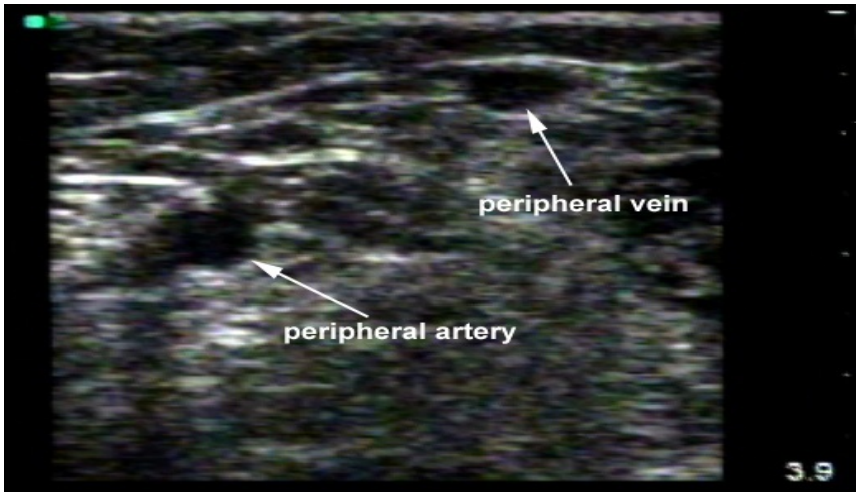
- Músculos y nervios pueden aparecer en color blanco hasta oscuro.
- Arterias, venas, grasa

Arterias:

- Redondas y pulsátil,
- Difíciles de comprimir,
- La pared del vaso es más gruesa
- Y aparece muchas veces una sombra lateral.

Venas:

- Forma oval o plana,
- Fácil de comprimir,
- Pared muy fina.
- Sólo pulsátil si es una vena central.



Artefactos:

Son ecos que no corresponden a ninguna estructura anatómica. Su apariencia puede dificultar el examen. Es importante tener en cuenta su existencia. A veces es suficiente cambiar la configuración del equipo para que desaparezcan.

Técnicas de punción:

Método tradicional:

También llamado "landmark technique", es el método tradicional de canalización sin ecografía.

Una o dos personas:

También llamado "one or two single operator". La punción de vías periféricas, arterias, etc. puede realizarla una o dos personas manejando elecógrafo y canalizando al mismo tiempo. En pacientes bien sedados, adultos y colaboradores no existe la necesidad de sujetar al paciente. Por ello, puede realizarla una sola persona. Según ciertos estudios, la técnica con dos personas es conveniente para personal con poca experiencia; la punción utilizando la técnica en tiempo real suele ser de ejecución más fácil si se realiza entre dos personas, aunque con el transcurso del tiempo el personal suele conseguir canalizar sin ayuda (Carmona Monge et al, 2011, p. 174). Cabe destacar, que si se compara una técnica frente a la otra no se observan variaciones significativas en los resultados obtenidos (Rose & Norbutas, 2008, p. 431).

Evaluar la anatomía marcando la piel con una o dos marcas:

Es la evaluación a través de ultrasonografía. Se puede marcar la piel con un trozo de plástico, apretando la piel unos segundos hasta que se quede una marca, o también se puede usar un bolígrafo. Lo más útil es dejar una marca en la zona distal y otra en la zona proximal. Así se sabe el recorrido del vaso. En la bibliografía, a esta técnica la denominan también "static US".

Realizar punción bajo visión de ultrasonidos:

También llamada "US guided in real time". La canalización se realiza bajo visión de ultrasonidos. Con esta técnica se puede observar, en teoría, la penetración de

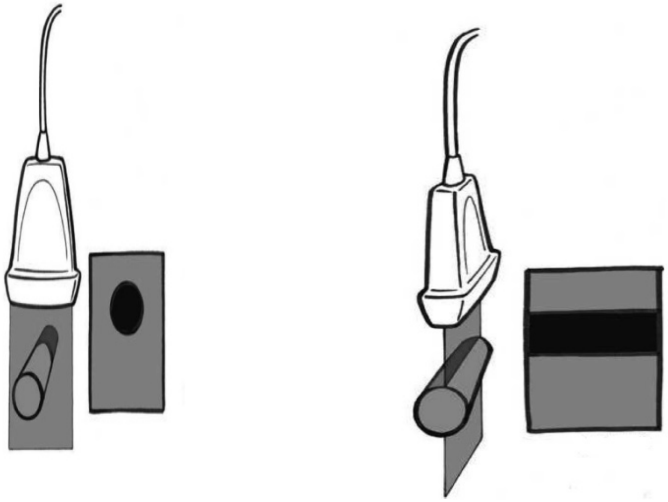
la aguja en el vaso, teniendo en cuenta siempre que esta técnica requiere cierta experiencia para poder observar una aguja fina. Agujas con un lumen importante como pueden ser las que se usan para vías centrales se suelen visualizar bien.



Punción en transversal "short axis" y en longitudinal "long axis":

"Short axis" significa la visualización del vaso en "cross section" (sección transversal/perpendicular). Según estudios previos, es la variante más fácil para personal con poca experiencia previa en ecografía. Esta técnica proporciona una imagen transversal. En el caso de punciones, es muy difícil ver la aguja cuando entra o se encuentra en el vaso.

"Long axis" significa recibir una imagen longitudinal. En general, se requiere más práctica para llevar a cabo una punción. De igual modo, con esta técnica puede resultar difícil ver la punta de una aguja o la aguja entera, debido al hecho de que la aguja sea muy fina.



"Short axis" "Long axis"

Medios de acoplamiento:

- Gel para ecografía: Es caro pero acopla muy bien
- Instillagel: Es barato y acopla bien.
- Suero: Es muy barato pero no acopla tan bien como un gel.

VIDEOS demostrativos sobre canalización mediante ecografía:

Disponible en youtube:

- Peripheral Venous Access Under Ultrasound Guidance - Part 1 – SonoSite, Inc.
- Peripheral Venous Access Under Ultrasound Guidance - Part 2 – SonoSite, Inc.

Higiene y precaución:

La limpieza y desinfección se tiene que realizar cuando el equipo esté totalmente apagado. Sino, existe el peligro de producir un cortocircuito (Grau & Mäcken, 2009, p. 7). La limpieza de la pantalla se realiza con un paño ligeramente húmedo. Se deben usar únicamente, desinfectantes aprobados por el fabricante. Se usa solamente un desinfectante si es imprescindible. No se echará desinfectante encima del equipo, sino que se limpiará con un paño impregnado con desinfectante.

Una medida de precaución importantísima durante el transporte del equipo consiste en tener el cuidado de colocar la sonda firmemente en la posición de fijación prevista en el aparato y evitar que los cables que cuelgan hacia abajo queden enganchados en el picaporte de alguna puerta o en la estructura de una camilla. El hecho de que una sonda caiga por descuido al suelo puede significar una pérdida, según el tipo de la sonda, de por lo menos 5.000-10.000 € (Hofer, 2006, p. 9).Por este motivo tampoco hay que dejar la sonda apoyada sobre el abdomen o la cama del paciente cuando se interrumpe momentáneamente el estudio por alguna razón, como por ejemplo una llamada telefónica. Colocar la sonda correctamente en el lugar previsto, con los cables orientados hacia abajo, impide acodaduras innecesarias (peligro de ruptura).

Teclado Esaote Caris Plus:



A: Tecla Probe: Para cambiar transductor (Sonda)

B: Tecla ID: Para cambiar el modo de la sonda como abdominal, vascular, etc.

C: Tecla Menú: Cambio menú

D: Tecla Gain (Ganancia) o "fuerza" de las ondas: A veces es recomendable aumentar la ganancia examinando el tejido que se encuentre más profundo.

E: Tecla Freeze: Se utiliza para "congelar" o detener el movimiento de la imagen. Si no se utiliza mucho tiempo el ecógrafo se pone en un modo "protector de pantalla"; en ese caso hay que usar también esta tecla.

F: Tecla Depth: Aumento / Disminución de la profundidad: Condiciona el tamaño de la imagen. Es recomendable elegir un detalle pequeño porque así se aumenta la calidad de la imagen.

G: Tecla central (trackball): Movimiento de marcadores o puntos de medición. Documentación de las imágenes / impresora.

H: Foco (punto amarillo en la imagen): Define la profundidad de la mayor resolución, se cambia con el trackball.

I: Tecla PRF: Frecuencia de repetición de pulsos. En función de la PRF utilizada, el eco puede regresar al transductor desde distintas profundidades antes de la emisión del siguiente pulso. Para flujos lentos PRF baja, para flujos rápidos PRF alta.

J: Tecla Steer: Para variar el ángulo

K: Teclas para ajustar los tonos en gris

L: Tecla M: Modo B, bidimensional

M: Tecla CFM: Modo Doppler estándar o Color

N: Tecla CFM + C: Modo Power Doppler para flujos lentos

Estas hojas informativas acompañan solamente a la presentación PowerPoint como elemento principal de la parte teórica: Presentación PowerPoint: Sesión Eco Anexo Tesis (1) ppt., y cuestionario pre y post curso, disponible en el CD adjuntado.

Anexo 8 **Diploma acreditativo**



SaludMadrid

Hospital Universitario Infanta Sofía

Comunidad de Madrid

SERVICIO DE FORMACIÓN CONTINUADA

Dª. Mª Jesús Alcázar Verde, Directora de Enfermería del Hospital Universitario Infanta Sofía, CERTIFICA que

Doña Ines Constanze Hammel, con DNI Y0262530E

participó en calidad de profesor/a con 1 Hora 45 Min docentes en el curso:

"Taller para la mejora de la canalización de vías periféricas en pediatría mediante ultrasonidos EDICIÓN 1"

Esta actividad docente con *número de expediente 13/2044*, se celebró en el Hospital Universitario Infanta Sofía el día 29 de abril 2013, con una programación de 5 horas lectivas y está acreditada por la Comisión de Formación Continuada de las Profesiones Sanitarias de la Comunidad de Madrid-Sistema Nacional de Salud con 0.9 créditos de formación continuada para las Profesiones: Diplomados Universitarios de Enfermería

En Madrid, a 29 de abril 2013

SaludMadrid Hospital Infanta Sofía Dirección de Enfermería Comunidad de Madrid

Directora de Enfermería
Dª Mª Jesús Alcázar Verde

Anexo 9 Informe del Comité Ético de Investigación Clínica

C. E. I. C.
Hospital Universitario La Paz

INFORME DEL COMITE ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Don Antonio Gil Aguado, Presidente del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario La Paz

CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado la propuesta de Dª Lucía Jiménez Fernández del Servicio de Enfermería del Hospital Infanta Sofía para que se realice el estudio titulado **'MEJORA DE LA CANALIZACIÓN DE VÍAS PERIFÉRICAS EN PEDIATRÍA MEDIANTE ULTRASONIDOS'**, código HULP: **3572,**

y considera que teniendo en cuenta la respuesta a las aclaraciones solicitadas:

- 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.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado y no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

Y que este Comité acepta que dicho estudio sea realizado por Dª. Lucía Jiménez Fernández del Servicio de Enfermería del Hospital Infanta Sofía, como investigador principal.

Lo que firmo en Madrid a 8 de marzo de 2012

HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ – INSTITUTO NACIONAL DE LA SALUD – COMITE ETICO DE INVESTIGACION CLINICA

Firmado: Don Antonio Gil Aguado

Anexo 10 Informe de la Comisión de Investigación

INFORME COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DEL HUIS

La Comisión de Investigación del Hospital Universitario Infanta Sofía, ha examinado la Memoria del Proyecto de Investigación titulado " **MEJORA DE LA CANALIZACIÓN DE VÍAS PERIFÉRICAS EN PEDIATRIA MEDIANTE ULTRASONIDOS"**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Inés Constanze Hammel. DUE Hospital Universitario Gregorio Marañón.
INVESTIGADOR PRINCIPAL DEL CENTRO: Lucía Jiménez Fernández. DUE Hospital Universitario Infanta Sofía.
SERVICIO O UNIDAD: Pediatría /Neonatología

1. Tipo de estudio: Ensayo clínico con un grupo experimental y un grupo control.

2. Hipótesis:
- La incorporación del uso de ultrasonidos en la canalización periférica en accesos dificultosos disminuirá el número de intentos y el tiempo necesario de canalización con respecto a los pacientes en que no se usa dicha intervención.
- El uso de los ultrasonidos facilita la canalización para enfermeros con menos experiencia en pediatría.

3. Objetivos:
Principal: Facilitar la localización de una vena adecuada para la canalización periférica
Secundario: Demostrar una disminución del número de intentos y del tiempo necesario para canalizar una vía periférica.

4. Desarrollo del estudio o principales aspectos a destacar Se realizará en niños menores de 8 años ingresados en la planta de pediatría del Hospital

Hospital Infanta Sofía SaludMadrid	EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Universitario Infanta Sofía que requieren canalización de vía periférica con una evaluación previa del grado de dificultad o bien que presenten 4 o más pinchazos previos recientes.

5. Aceptado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario La Paz el 8 de marzo de 2012

CONCLUSIÓN

Revisado por la Coordinadora de evaluación de proyectos Dra. Cristina García Fernández, no existen aspectos metodológicos a corregir en el protocolo presentado o que impidan su realización en nuestro centro.

Esta Comisión considera que este Proyecto de Investigación es de interés para este Centro y que su realización es viable con los medios disponibles actualmente en el mismo.

En San Sebastián de los Reyes, a 30 de marzo de 2012.

Fdo. Dra. Cristina Pascual Marcos

Presidente de la Comisión de Investigación

Fdo Dr. Raúl Córdoba Mascuñano

Secretario de la Comisión de Investigación

Anexo 11 Compromiso de los investigadores

COMPROMISO DE LOS INVESTIGADORES PRINCIPALES

Inés Constanze Hammel DUE, vacante

Lucía Jiménez Fernández DUE, Hospital Universitario Infanta Sofía

Hacen constar:

- Que Dª Lucía Jiménez Fernández está vinculada laboralmente al Hospital Universitario Infanta Sofía
- Que conocen y aceptan participar como investigadores principales en el Proyecto de Investigación titulado: "Mejora de la canalización de vías periféricas mediante ultrasonidos"
- Que se comprometen a que cada sujeto sea tratado y controlado siguiendo lo establecido en el protocolo autorizado por el Comité Ético de Investigación Clínica
- Que respetarán las normas éticas aplicables a este tipo de estudios
- Que dicho estudio se llevará a cabo en el Hospital Universitario Infanta Sofía contando con la colaboración de Dª Blanca Ortega Santos y el Dr. D. Alfredo Tagarro García como coinvestigadores. Ambos coinvestigadores están también vinculados laboralmente al Hospital Infanta Sofía.
- Que tras la finalización del mencionado Proyecto de Investigación en el citado Hospital, por parte de Dª Inés Constanze Hammel se procederá a solicitar aprobación mediante escrito de conformidad para la cesión y explotación de datos según Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos. El permiso anterior es condición sine qua non para la posterior lectura de la tesis doctoral.

En Madrid, a 22 de febrero de 2012

Los Investigadores Principales

Inés Constanze Hammel



DUE, vacante

Lucía Jiménez Fernández



DUE, Hospital Universitario Infanta Sofía