



ERIZAINZAKO UNIBERTSITATE-ESKOLA
ESCUELA UNIVERSITARIA DE ENFERMERIA
VITORIA-GASTEIZ



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

OSASUN SAILA
DEPARTAMENTO DE SALUD

La vía intraósea (IO), ¿una alternativa efectiva de acceso vascular durante el manejo del paciente crítico adulto en situaciones de emergencia?

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor: **Carlos Monge Morales**

Director: **Javier Otero Prol**

Curso académico **2016-2017**

Vitoria-Gasteiz, 8 de mayo de 2017

Número de palabras: **6855**

Índice de contenidos

Introducción.....	2
Marco conceptual y justificación.....	3
Objetivo.....	8
Metodología.....	8
Resultados.....	10
Tasa de éxito y tiempo de inserción.....	10
Localización.....	13
Flujo y volumen.....	14
Complicaciones.....	15
Cuidados de enfermería.....	17
Formación.....	17
Conclusiones.....	19
Bibliografía.....	22
Anexos.....	26
Anexo 1. Tabla previa al proceso de búsqueda (palabras clave).....	26
Anexo 2. Proceso de búsqueda.....	27
Anexo 3. Resumen de la literatura.....	29
Anexo 4. Tabla resumen de lectura crítica.....	41
Anexo 5. Lectura crítica de estudios de investigación cuantitativa.....	42
Anexo 6. Publicaciones según criterios de efectividad.....	45

Introducción

En el abordaje del paciente crítico adulto un acceso vascular resulta crucial. Cuando la vía venosa periférica se torna complicada, se recomienda la vía intraósea (IO) como segunda alternativa de acceso vascular. Pese a los beneficios que parece reportar, podría ser una técnica poco utilizada por los profesionales de enfermería. Este trabajo pretende evaluar la efectividad de la vía IO como alternativa de acceso vascular en el paciente adulto crítico en situaciones de emergencia pre-hospitalaria, considerando criterios de efectividad la tasa de éxito y tiempo de inserción, localización, flujo y volumen, complicaciones, cuidados necesarios y requisitos formativos. Una revisión crítica de la literatura con búsquedas en varias bases de datos incluye 22 publicaciones académicas (19 estudios descriptivos y 3 revisiones bibliográficas) que permiten valorar 2.890 inserciones IO. Los resultados varían dependiendo del dispositivo utilizado, con una tasa de éxito para el dispositivo EZ-IO® entre el 80,6% y el 100%, con tiempo de inserción entre 1 y 3 minutos. La vía IO admite mayor flujo con presión externa y tiene una tasa de complicaciones entorno al 1%, siendo las más habituales la extravasación y el dolor. En definitiva, la vía IO ofrece una alternativa de acceso vascular rápida y segura, que permite aportar el tratamiento farmacológico y soporte hemodinámico inicial necesario en el abordaje el paciente crítico adulto en situaciones de emergencia pre-hospitalaria.

Marco teórico y justificación

Los equipos de emergencia pre-hospitalarios o unidades de Soporte Vital Avanzado (SVA) atienden a pacientes en situación de riesgo vital. En el abordaje del paciente crítico, el soporte hemodinámico y el tratamiento farmacológico urgente son cruciales, por lo que resulta imprescindible un acceso vascular inmediato, ya que una demora en el acceso al sistema circulatorio puede aumentar la morbi-mortalidad del paciente¹⁻³.

La vía venosa periférica (vvp) constituye la primera opción de acceso vascular para el profesional de enfermería. Sin embargo, ésta puede resultar difícil, o incluso imposible, debido a las características del paciente o a los factores propios del ámbito pre-hospitalario; como la vasoconstricción periférica que puedan sufrir pacientes con inestabilidad hemodinámica, la limitación de accesos vasculares por tratamientos agresivos como la quimioterapia, la obesidad mórbida o el historial de abuso de drogas, así como la falta de iluminación o espacio⁴⁻⁶.

Una alternativa a la vvp podría ser la colocación de un catéter venoso central, pero plantea serias desventajas como la dificultad para colocarlo durante maniobras de reanimación, la necesidad de un intervalo de tiempo mayor para su colocación exitosa, de un entorno aséptico y mayor entrenamiento por parte del profesional, así como las complicaciones potenciales como neumotórax o punción arterial^{4,7,8}. Tradicionalmente, según las recomendaciones de la *American Heart Association* (AHA) previas al 2005, la vía endotraqueal ha constituido la segunda alternativa al acceso vascular cuando la vía periférica no estaba disponible y el paciente se encontraba intubado. Sin embargo, esta alternativa no permite la fluidoterapia y la absorción del fármaco resulta impredecible, desconociéndose la dosis óptima a administrar⁹.

Otra alternativa de acceso vascular es la vía intraósea (IO). En 2003, el *International Liaison Committee on Resuscitation* (ILCOR) reconoció por primera vez la vía IO como una alternativa valiosa en el paciente adulto cuando no se puede obtener un acceso endovenoso periférico^{10,11}, recomendándose por la AHA en el 2005 como segunda alternativa de acceso vascular, prefiriéndose ésta a la ruta endotraqueal¹². Otras asociaciones como la *European Resuscitation Council*¹³ (ERC) o la *Emergency Nursing Association*⁴ (ENA) también reconocían la vía IO como segunda alternativa a la vía venosa periférica en el abordaje del paciente con difícil acceso vascular, en los cuales éste se vaya a demorar más de 90 segundos o ya se hayan practicado 2-3 intentos fallidos¹⁴⁻¹⁷.

El uso de la vía IO como alternativa de acceso vascular en el paciente adulto ha ido por detrás de su uso en el paciente pediátrico, entre otros motivos, por la mayor dificultad de inserción debido a la mayor dureza de la corteza ósea y por la falta de dispositivos efectivos. Las últimas recomendaciones, junto a la evolución de los diferentes dispositivos IO, han impulsado su uso en el paciente adulto en la última década^{4,11,18-21}.

La ruta intraósea demostró tener una biodisponibilidad similar a la vía venosa periférica²². Además, también permite la extracción de muestras sanguíneas para la determinación de

gases en sangre, valores bioquímicos, electrolitos, hematocrito y hemoglobina, constituyendo al mismo tiempo un acceso vascular que no se colapsa^{14,15,23,24}.

La vía IO se fundamenta en la capacidad de drenaje al sistema venoso central existente en el canal medular de los huesos largos. Las células óseas se organizan longitudinalmente al hueso formando los canales de Havers alrededor de un vaso sanguíneo, los cuales están conectados entre sí por los canales de Volkman, que al mismo tiempo penetran en el periostio conectando la red trabecular de tejido óseo esponjoso o canal medular con los vasos sanguíneos del periostio, constituyendo así una comunicación entre el espacio intraóseo y la circulación sistémica (Figura 1). De esta manera, localizaciones habituales como la tibia proximal, distal o cabeza humeral, drenarían a la circulación sistémica a través de la vena poplítea, safena o axilar respectivamente^{21,24}.

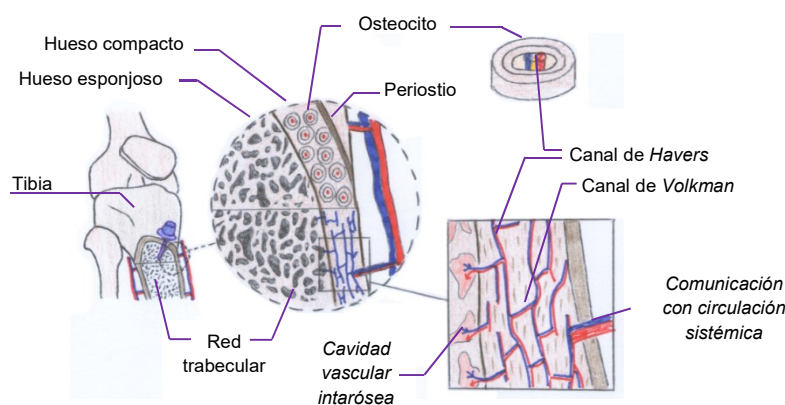


Figura 1. Drenaje del canal medular a la circulación sistémica²¹.

Los primeros estudios sobre la vía IO datan de 1922, cuando Cecil K. Bebedor planteó la posibilidad de que los capilares existentes dentro de la cavidad ósea podrían constituir un acceso vascular, pero no fue hasta 1934 cuando se usó por primera vez en humanos para la transfusión de productos sanguíneos en pacientes con anemia²⁵. Posteriormente, en 1942, Emanuel M. Paper demostró que los tiempos de circulación sistémica entre el acceso endovenoso y el intraóseo eran similares²⁴.

Durante la II Guerra Mundial, Hamilton Baley diseñó el primer dispositivo para infusión esternal, siendo utilizado en el campo de batalla. El desarrollo durante 1940-1950 de los catéteres intravenosos de plástico, relegó la vía IO a un segundo plano hasta la década de 1980 cuando la pediatra James P. Orlowksi observó como en la India utilizaban la vía IO para tratar a niños con deshidratación grave, y su publicación "*My Kingdom for an Intravenous Line*" impulsó definitivamente el uso del acceso IO en pediatría^{20,24}, incluido en 1988 por primera vez en las guías pediátricas de Soporte Vital Avanzado de la AHA⁶.

Los profesionales de enfermería cuentan con una serie de dispositivos para canalizar una vía IO, tanto manuales como semiautomáticos. Existe la posibilidad de canalizar un acceso IO mediante el uso de agujas intramusculares, agujas de punción lumbar o incluso palomillas; dispositivos que no están específicamente diseñados para tal fin y que, por tanto, no se

recomiendan ya que se dobla durante su inserción con facilidad y no cuentan con sistemas de anclaje, por lo que también pueden ser extraídos fácilmente^{14,26}. Entre los dispositivos manuales diseñados para la vía IO destaca la aguja de Jamshidi, con la que se combina la fuerza del profesional con un ligero movimiento de torsión para que la aguja penetre en la cavidad ósea. Son dispositivos de bajo coste pero que pese a su facilidad y rapidez de inserción, están en desuso, siendo preferibles los dispositivos semiautomáticos^{13,14,24}.

Uno de los primeros dispositivos semiautomáticos comercializado fue el sistema F.A.S.T.® (*First Access for Shock and Trauma*); especialmente diseñado para inserción sobre el manubrio del esternón. Dada su localización esternal no se utiliza actualmente ya que puede interferir con las maniobras de reanimación, cricotirotomía o colocación de un collarín cervical; no recomendándose tampoco en el trauma torácico ni en lactantes^{11,21,24,26,27}.

Dadas las limitaciones anatómicas que imponía este dispositivo, posteriormente se comercializó el dispositivo B.I.G.® (*Bone Injection Gun*), especialmente diseñado para intervinientes en emergencias¹⁴ y disponible en varios calibres codificados por colores (15G-azul para adultos y 18G-rojo para pediátricos)^{24,26} (Figura 2). Este dispositivo permite su inserción intraósea en otras localizaciones anatómicas como la tibia o el húmero.

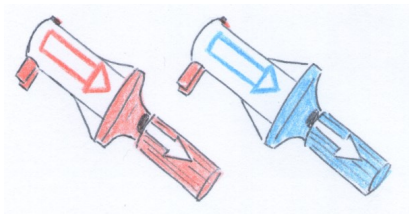


Figura 2. Dispositivo semiautomático B.I.G.®.

El último dispositivo que ha llegado al mercado, y que se está popularizando en América y Europa, es el EZ-IO®. Se trata de un taladro eléctrico con batería y diferentes agujas de calibre 15G de longitud variable (rosa-PD de 15mm, azul-AD de 25mm y amarillo-LD de 45mm), diseñado para la inserción tibial, pero que puede ser utilizado en otras localizaciones anatómicas como el húmero o el fémur^{24,27} (Figura 3). Presenta como ventaja con respecto a los anteriores que la fuerza a ejercer por el profesional es menor.

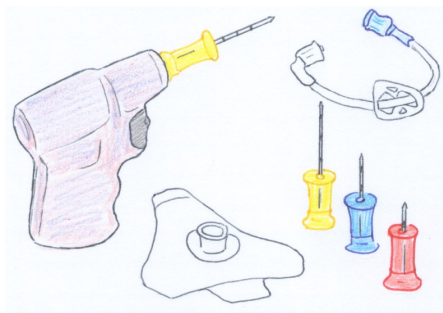


Figura 3. Dispositivo semiautomático EZ-IO®.

Para obtener un acceso IO se debe seleccionar una localización anatómica con un hueso largo y una corteza cortical delgada, que aloje un gran espacio medular y con puntos de referencia de fácil localización que eviten errores en la inserción, así como un fácil acceso. Entre las localizaciones anatómicas que cumplen estas características se encuentra la tibia proximal y distal y la cabeza humeral^{13,28}. El punto de inserción en tibia proximal se localiza 2 cm caudal y medial a la tuberosidad de la tibia, sobre la superficie plana del hueso; mientras que en tibia distal se ubica 2 cm proximal al maléolo interno. La localización sobre la cabeza humeral se realiza sobre el tubérculo mayor del húmero a 2 cm distal al acromion, colocando la extremidad en flexión y rotación interna¹³ (Figura 4).

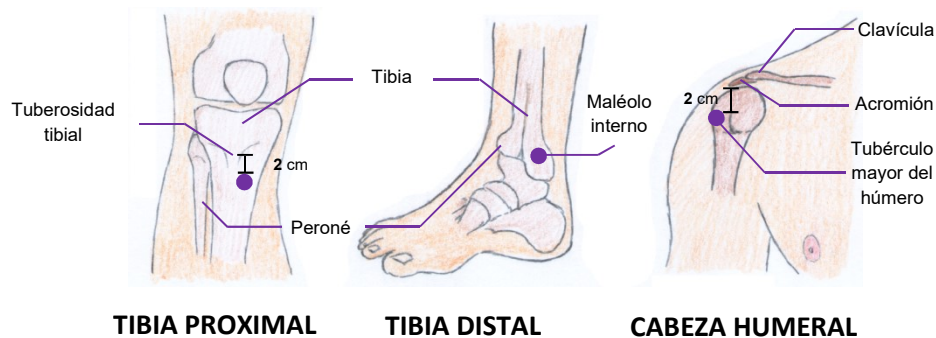


Figura 4. Localizaciones anatómicas de inserción IO⁶.

La correcta colocación del dispositivo se confirma gracias a la disminución repentina de la resistencia al entrar en cavidad medular, la capacidad de la aguja de mantenerse inmóvil por sí sola, la aspiración de médula ósea o sangre y por la fácil administración sin resistencia ni extravasación de 8-10 ml de suero fisiológico^{13,26}.

Las contraindicaciones absolutas de la vía IO son la fractura ósea o traumatismo en el lugar de punción, así como intentos anteriores en el mismo lugar, articulaciones protésicas o las extremidades inferiores en caso de traumatismo abdominal. Otras contraindicaciones relativas son la patología ósea como la osteoporosis u osteogénesis imperfecta, así como quemaduras, edema importante o celulitis en el lugar de punción^{5,13-15,23,29}.

Pese a ser considerada una herramienta útil en el abordaje del paciente con difícil acceso vascular y a las recomendaciones de AHA y ERC entre otros como segunda alternativa de acceso vascular, podría ser un procedimiento infrutilizado en el manejo del paciente crítico adulto^{7,30}, por carencia de conocimientos o miedo a las posibles complicaciones¹⁹. Un estudio descriptivo muestra que el 81,7% de los profesionales de enfermería encuestados reconocen que su conocimiento con respecto a la vía IO es regular o malo y un 69% reconoce haberse enfrentado a situaciones donde no ha sido posible canalizar una vía venosa periférica, y ante esta situación, tan sólo el 40,8% han reconocido la vía IO como segunda opción³¹.

Sociedades profesionales y científicas como la *Infusion Nurses Society* (INS) establecen que corresponde al profesional de enfermería la inserción, mantenimiento y retirada de dispositivos intraóseos³². De igual modo, la Clasificación de Intervenciones de Enfermería (NIC) recoge la intervención “NIC 2303: Administración de medicación: intraósea” con los cuidados propios de la vía IO. Sin embargo, del estudio anterior se extrae que tan solo el 53,4% de los profesionales de enfermería reconocen este procedimiento como propio³¹.

Consciente de que el acceso vascular constituye uno de los procedimientos más importantes en manejo del paciente crítico, en el cual el tiempo constituye un factor determinante, el profesional de enfermería guiado por su código ético debe perseguir el beneficio del paciente. Con ello, la aplicación de un procedimiento de acceso vascular que pueda proporcionar un ahorro de tiempo significativo, parece beneficiar al paciente en cuanto a la disminución del tiempo necesario para lograr dicho acceso y administrar el tratamiento endovenoso urgente necesario⁴. De igual manera, privar al paciente de dicho beneficio practicando sucesivos intentos fallidos de acceso venoso periférico u otras alternativas que demoren el tratamiento y no resulten efectivas, vulnera el principio de no maleficencia al no emplear los recursos disponibles.

A través de esta revisión bibliográfica se pretende encontrar evidencia que permita evaluar la efectividad la vía IO. La efectividad clínica evalúa los efectos sanitarios de una intervención (acceso vascular IO) en el conjunto de una población objeto (paciente crítico adulto) cuando se dan una condiciones de aplicación habituales de la práctica clínica (situaciones de emergencia pre-hospitalaria), las cuáles, por lo general, están lejos de ser óptimas. Por lo tanto, la efectividad de una intervención se fundamenta en las ventajas que proporciona a la población objeto a la que se aplica³³. Se han considerado como criterios de efectividad para evaluar la vía IO en el manejo del paciente crítico adulto en el ámbito pre-hospitalario la tasa de éxito y tiempo invertido en la colocación exitosa del dispositivo, el flujo y volumen que permite aportar al paciente, las complicaciones potenciales o efectos secundarios que pudiera presentar y los cuidados necesarios, incluyendo los requisitos formativos para su manejo.

Objetivo

El objetivo es evaluar la efectividad de la vía IO como alternativa de acceso vascular por parte del profesional de enfermería que forma parte de un equipo de soporte vital avanzado (SVA), para el manejo del paciente crítico adulto en situaciones de emergencia pre-hospitalaria.

Metodología

Para dar respuesta al objetivo se ha realizado una revisión crítica de la literatura. Definido el tema del trabajo y el objetivo del mismo, se identificaron los conceptos clave que constituían el objetivo del trabajo. Identificados éstos, se seleccionaron sinónimos y se tradujeron al inglés. Estos términos fueron posteriormente traducidos al lenguaje normalizado a través de los tesauros de las diferentes bases de datos, determinando las palabras claves de cada término (Anexo 1).

Disponibles los descriptores en lenguaje normalizado, se diseñaron diferentes ecuaciones de búsqueda y se seleccionaron las bases de datos dónde realizar el proceso. Se han realizado búsquedas sistemáticas en las bases de datos de *Ovid Medline*, *CINAHL*, *PubMed*, *Cuiden* y *Cochrane*, y búsquedas manuales con el motor de búsqueda *Google Académico*, *ClinicalKey* y en la revista española de Emergencias (Anexo 2). También se realizó una búsqueda manual de guías de práctica clínica sobre la vía intraósea.

Los siguientes criterios de inclusión y exclusión permitieron realizar una primera selección de resultados:

Criterios de inclusión:

- Tipo de publicación: fuentes primarias (estudios observacionales-descriptivos, ensayos clínicos aleatorizados, etc.) y fuentes secundarias (revisiones de la literatura y guías de práctica clínica).
- Población: paciente adulto, incluyendo también aquellos artículos que aborden tanto al paciente adulto como al pediátrico
- Antigüedad: publicaciones de los últimos 10 años, comprendidas entre los años 2006 y 2016.
- Idioma de publicación: castellano o inglés.

Criterios de exclusión:

- Tipo de publicación: cartas al editor o literatura gris.
- Población: publicaciones centradas exclusivamente en el paciente pediátrico

En un principio, entre los criterios de inclusión se planteó aquellas publicaciones centradas en el entorno pre-hospitalario, pero la escasez de artículos al respecto hizo que se ampliara y se

incluyeran también artículos de ámbito hospitalario, centrados en los servicios de urgencias del centro sanitario. Dado que algunas búsquedas ofrecieron pocos resultados, se amplió la búsqueda realizada combinando los operadores booleanos “AND” y “OR”. Este proceso de búsqueda y selección de artículos se realizó hasta Diciembre de 2016.

Con los resultados obtenidos, introducidos ya los filtros de fecha de publicación y tipo de artículo, se comenzó el proceso de selección de la literatura (Figura 5). Se obtuvieron un total de 113 publicaciones. En una primera etapa se desecharon aquellas publicaciones que no se encontraban disponibles a texto completo, no disponían de un *abstract* accesible o no cumplían los criterios de inclusión, entre los que se encontraban aquellos que abordaban al paciente pediátrico. Un total 40 publicaciones académicas cumplían los criterios de inclusión, y estando disponible a texto completo fueron revisadas para la segunda etapa. De ellas, 16 fueron desechadas por diversos motivos.

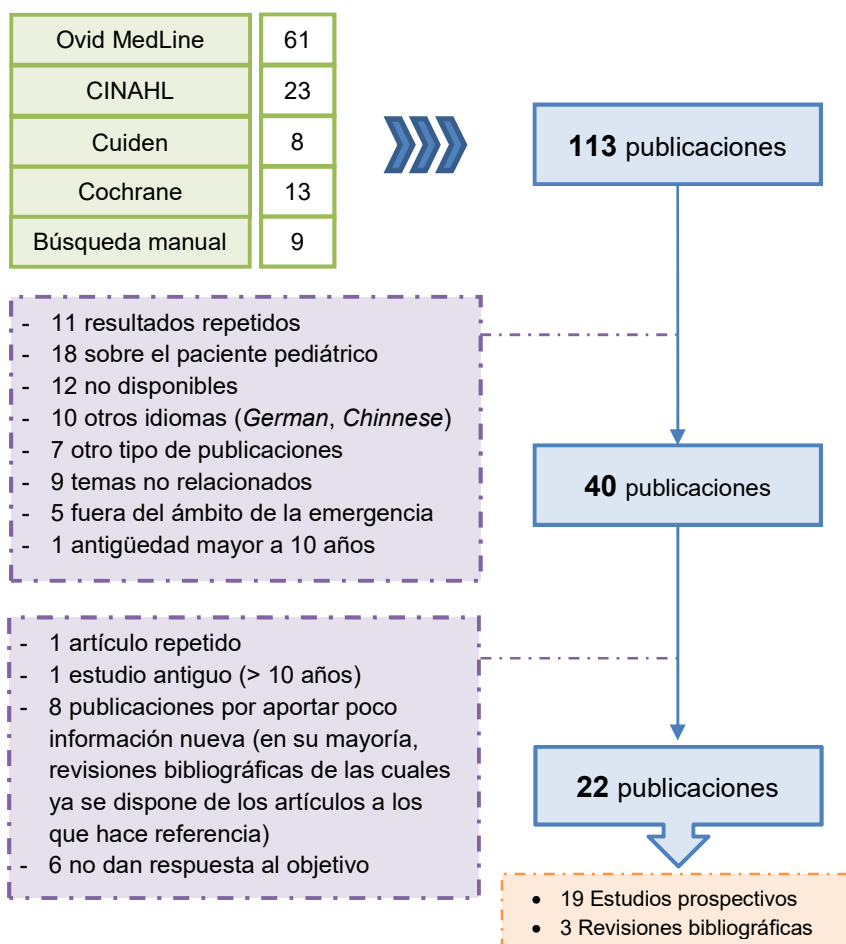


Figura 5. Diagrama de flujo para la selección de publicaciones.

Un resultado de 22 publicaciones pasaron a la tercera etapa para su lectura crítica. Se elaboraron unas tablas resumen con la información más relevante de cada publicación (Anexo 4) y en aquellas publicaciones susceptibles se realizó un análisis crítico de validación mediante las parrillas CAPSe (Anexo 5 y 6).

Resultados

Se han revisado un total de 22 publicaciones académicas de las cuales 19 son estudios y 3 son revisiones bibliográficas. De los 19 estudios, 14 son estudios prospectivos, observacionales y descriptivos, mientras que 5 son ensayos aleatorizados. Todos ellos excepto uno tienen lugar con pacientes humanos en el contexto de una situación de emergencia. La mayoría de estos estudios observacionales se han realizado por equipos de emergencias pre-hospitalarios o servicios de urgencias hospitalarios, contabilizándose un total de 2.890 inserciones IO en pacientes adultos. En su mayoría, son publicaciones en inglés, 24 frente a 2 publicaciones en castellano. En territorio nacional han tenido lugar 2 estudios, en Madrid y Barcelona, mientras que el resto se centran en territorio europeo o americano, 11 y 4 publicaciones respectivamente.

Atendiendo a los objetivos de este trabajo y los criterios de valoración de la efectividad de la vía IO, los resultados se exponen siguiendo el siguiente árbol categorial (Figura 6).

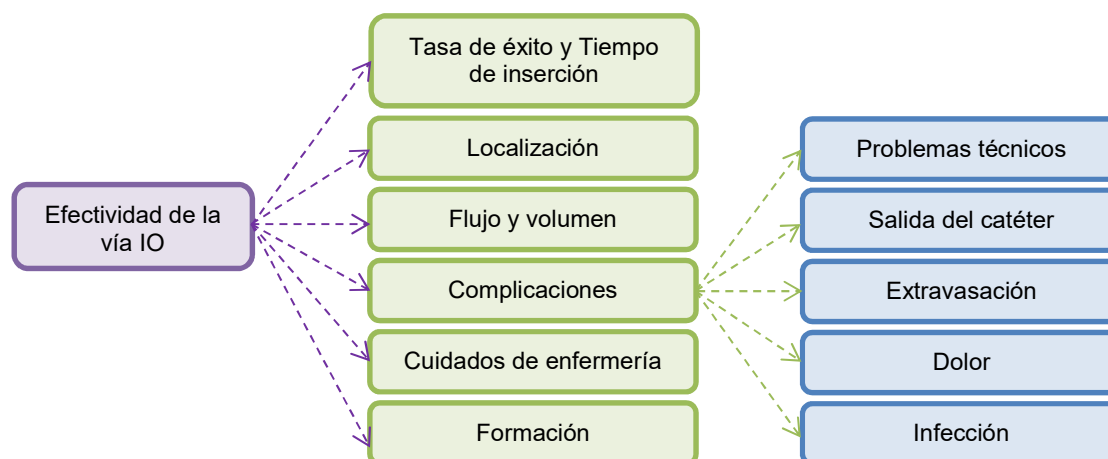


Figura 6. Árbol categorial de resultados.

Tasa de éxito y tiempo de inserción

Entre las diferentes opciones de acceso vascular, Paxton et al, evaluó la vía IO en cabeza humeral frente a la vía IV periférica, mostrando una tasa de éxito en primer intento ligeramente mayor (80,6% frente a 73,7%) pero con un tiempo de inserción significativamente menor de 1,5 minutos para un acceso IO frente a 3,6 minutos para una vía IV periférica o, mayor aun, 15.6 minutos para un CVC⁸. De igual modo, Reades et al, evidenció una diferencia significativa entre la tasa de éxito del acceso IO en tibia y el IV periférico con valores de 91% y 43% respectivamente. En su estudio también refleja que en 6,5 minutos desde que se aborda al paciente, puede administrar fluidos a través de la vía IO; mientras que para una vía IV periférica necesitaría de media 7,6 minutos³⁴.

La efectividad de la vía IO en cuanto a tasa de éxito (Figura 7) y tiempo de inserción (Figura 8) va a depender del dispositivo utilizado. Entre las opciones para obtener un acceso vascular IO podemos encontrar varios dispositivos diseñados para ello. Hartholt et al, comparó un dispositivo manual, las agujas de Jamshidi, con dos dispositivos semiautomáticos FAST® y BIG®, mostrando una tasa global de éxito entorno al 80%, siendo mayor con el dispositivo manual (91,7%) y FAST® (89,5%), que con el dispositivo BIG® (59,1%). Presentaba también unos tiempos de inserción inferiores al minuto (37 seg, 49 seg y 62 seg para dispositivo manual de Jamshidi, BIG® y FAST® respectivamente)³⁵. Gerritse et al, evaluó en un pequeño estudio el dispositivo semiautomático BIG® dentro de un equipo de emergencias pre-hospitalario en helicóptero, mostrando una tasa de éxito del 74% en primer intento³⁶.

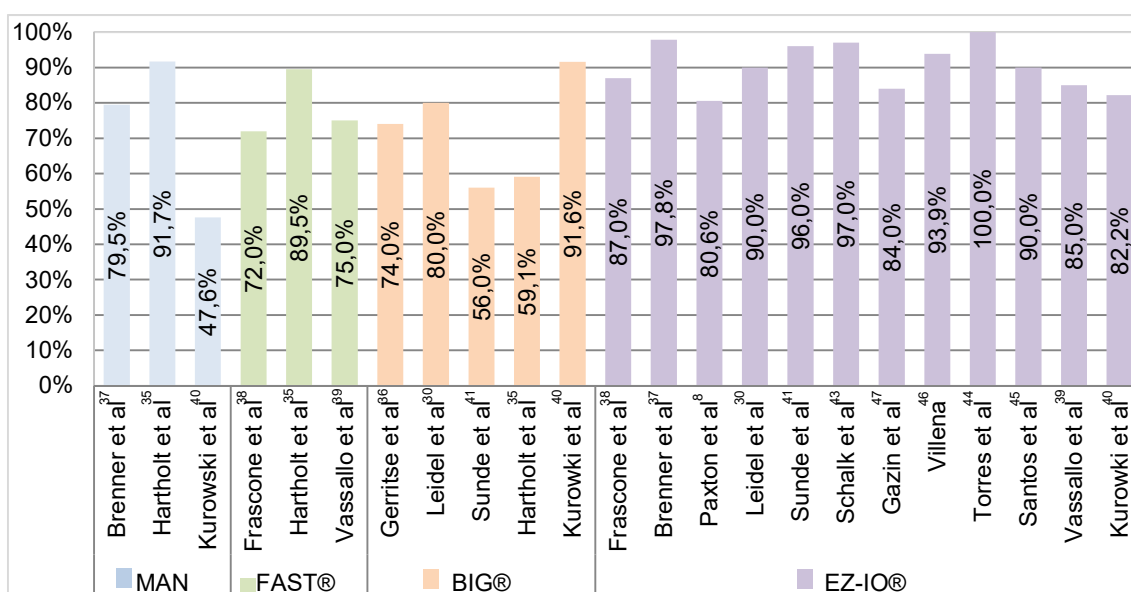


Figura 7. Tasa de éxito en primer intento de diferentes dispositivos de acceso IO.

El último dispositivo disponible para la vía IO es el EZ-IO® de Vidacare, siendo comparado en varios estudios con otros dispositivos de acceso IO. Brenner et al, comparó en su trabajo este dispositivo con las técnicas manuales de acceso IO, obteniendo un resultado ventajoso para el dispositivo semiautomático con una tasa de éxito del 97,8% frente al 79,5% del manual. No obstante, los tiempos de inserción resultaron similares entorno a los 30 segundos³⁷. Varios estudios compararon también el EZ-IO® con el dispositivo de inserción esternal FAST®, y ambos ofrecieron tasas de éxito mayores y tiempos de inserción menor para el EZ-IO®^{38,39}.

Kurowski et al, evaluó en su estudio la tasa de éxito y tiempo de inserción de varios dispositivos en una simulación con maniqués. Obtuvo mejores resultados para los dispositivos semiautomáticos (BIG® 91,6% y EZ-IO® 82,2%) que para los manuales (Jamshidi 47,6%); reforzado también por unos tiempos de inserción menores de entre 2 y 3 minutos con un dispositivo semiautomático, frente a los 4,2 minutos con uno manual⁴⁰. No obstante, otros estudios comparativos entre estos dos dispositivos semiautomáticos, en población humana, no muestran resultados similares, presentando el EZ-IO® una tasa de éxito significativamente mayor que el dispositivo BIG® (90-96% frente a 56-80%)^{24,30,41}.

Una tasa de éxito menor con el dispositivo BIG® puede guardar relación con la propia técnica de inserción, la cual debe realizarse en el lugar apropiado colocando el dispositivo en un ángulo de 90° con la superficie del paciente, y mantener firmemente mientras se activa, ya que su mecanismo puede ejercer fuerza contra el profesional provocando un rebote y que el catéter no entre completamente³⁰.

Desde su comercialización, varios estudios han puesto a prueba al dispositivo EZ-IO®. Wampler et al, evaluó el EZ-IO® dentro de un equipo de emergencias pre-hospitalario durante 4 años y reportó una tasa de éxito del 91-95% en primer intento, y 94-98% en segundo intento, dependiendo de la localización anatómica⁴². Cifras similares obtuvieron otros estudios más pequeños que muestran tasas de éxito superiores al 90% en un primer intento de inserción IO, y cercanos al 100% en un segundo intento⁴³⁻⁴⁸. Respecto a los tiempos de inserción, numerosos estudios han demostrado inserciones en muchos casos inferiores al minuto^{26,37,38,44,46,49}, incluso en menos de 3 segundos⁴⁸. Sin embargo, es preciso tener en cuenta el tiempo invertido para preparar el material, localizar las referencias anatómicas y establecer el punto de inserción, conectar el sistema de infusión y comprobar su correcta ubicación, y no solo la propia inserción del catéter IO. Así, otros estudios nos hablan de tiempos de entre 1,8 y 3,1 minutos para el dispositivo EZ-IO®^{30,40}.

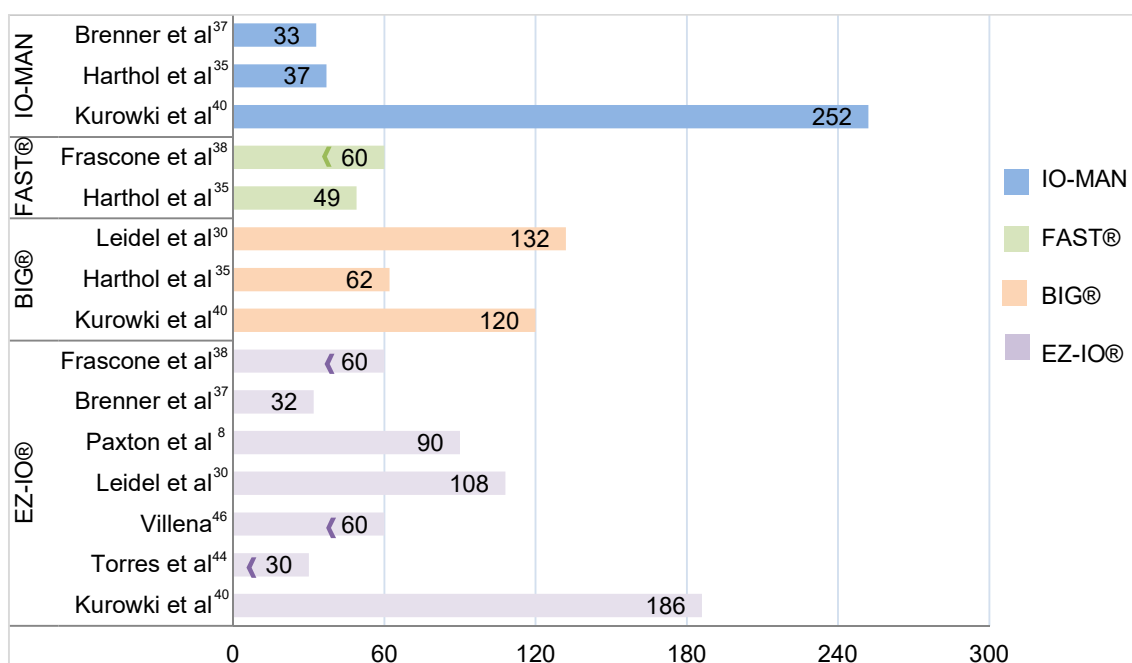


Figura 8. Tiempo de inserción (en segundos) de diferentes dispositivos de acceso IO.

La variedad existente en los tiempos de inserción depende de cómo se ha medido éste en el estudio. Así pues, algunas publicaciones reflejan únicamente el tiempo invertido en la propia inserción, desde que el profesional estabiliza la piel para insertar el dispositivo^{8,48}; mientras que otros tienen en cuenta todo el proceso de preparación previo y comprobación posterior^{30,35,37,46}. Otros estudios incluso computan el tiempo desde que llega el equipo de emergencias al lugar donde se encuentra la víctima³⁴.

Localización

Exceptuando el dispositivo FAST®, específicamente diseñado para inserción esternal, los otros dispositivos manuales y semiautomáticos, BIG® y EZ-IO®, ofrecen la oportunidad al profesional de seleccionar el lugar de inserción. Varios estudios han tenido en consideración comparar las diferentes posibilidades (Figura 9). Hammer et al, evaluó en cadáveres las tres zonas de inserción, con dispositivo FAST® para inserción esternal y EZ-IO® para tibial proximal y cabeza humeral. Cuantificó una diferencia significativa entre el éxito de la inserción tibial frente a la humeral (91% y 71% respectivamente), aunque no encontró una diferencia significativa en el tiempo de inserción⁴⁹. Reader et al, también encontró una tasa de éxito mayor para la inserción en tibia proximal (91%) frente la inserción en cabeza humeral (51%)³⁴. Sin embargo, otros estudios no han encontrado diferencias significativas entre ambas localizaciones anatómicas^{42,48}.

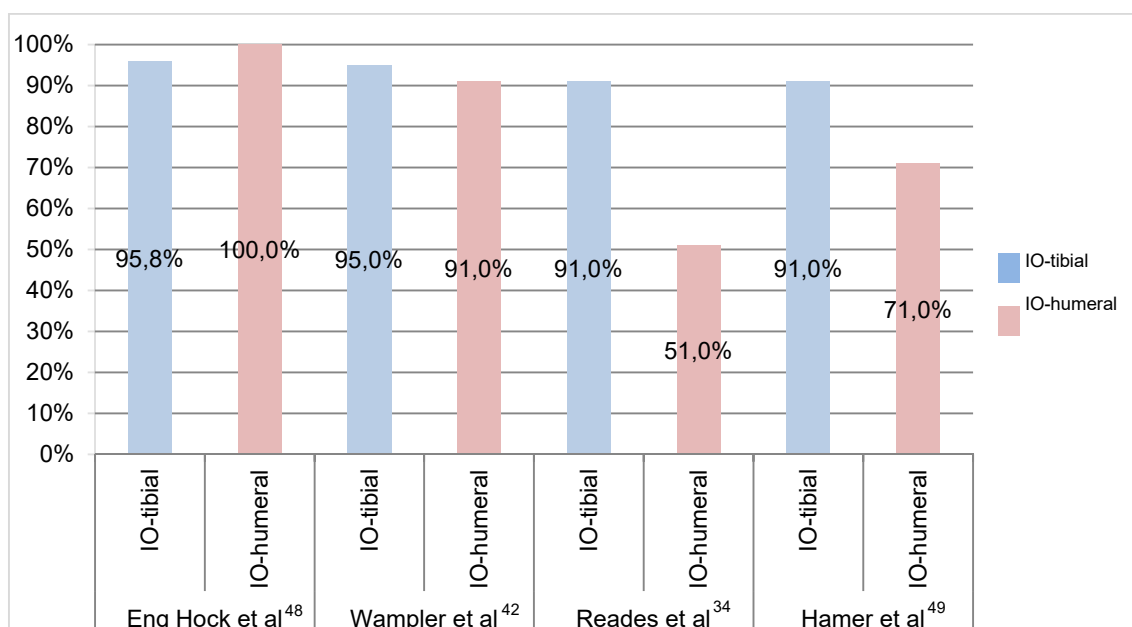


Figura 9. Tasa de éxito según localización anatómica.

Una menor tasa de éxito de la inserción humeral puede deberse a sus características ya que tiene un área superficial más pequeña, lo que unido a que puede presentar una cantidad de tejido subcutáneo mayor que la tibia proximal, puede dificultar la identificación de las referencias anatómicas y que la aguja no alcance el espacio intraóseo. A diferencia de la cabeza humeral, la inserción en tibia proximal tiene unas referencias anatómicas fácilmente identificables y se encuentra alejada de tórax, no interfiriendo así con las maniobras de reanimación. No obstante, las características del paciente como lesiones o fracturas en extremidades inferiores, pueden obligar al acceso IO en cabeza humeral^{34,48}.

Flujo y volumen

El flujo y volumen administrado es otro parámetro a valorar para determinar la efectividad de la vía IO (Figura 10). Una velocidad de flujo buena es considerada aquella capaz de infundir a más de 100 ml/h, valor alcanzado en el 84% de las inserciones intraóseas¹¹. Las características óseas y la presión existente en su cavidad, así como la capacidad de drenaje de la cavidad medular van a determinar el flujo. La presión IO es de 20-30 mmHg (aproximadamente 1/3 de la TAS), por lo que la infusión por gravedad queda parcialmente neutralizada. Por otro lado, huesos largos como la tibia o el húmero toleran un volumen inicial alto, por el mayor volumen de su cavidad IO, pero en comparación con el esternón que tiene un volumen interno menor, su capacidad de drenaje resulta menos eficaz⁴⁹.

Eng Hock et al, estudió el flujo administrado con dispositivos EZ-IO® en tibia proximal y cabeza humeral, obteniendo flujos de 73 ml/min y 84 ml/min respectivamente, sin que existiera una diferencia significativa entre ambas localizaciones. Sin embargo, si encontró una diferencia significativa a la infusión con presión, y es que generando una presión a la bolsa de 300 mmHg el flujo aumentó a 165 ml/min y 153 ml/min respectivamente⁴⁸. Hammer et al, también comparó los flujos entre la vía tibial y humeral en cadáveres humanos, sin diferencias significativas entre ambos⁴⁹. Un mayor flujo con una presión de 300 mmHg sobre la bolsa también ha sido reflejado por otras publicaciones que hablan de flujos hasta un 50% mayores al ejercer dicha presión^{26,49}.

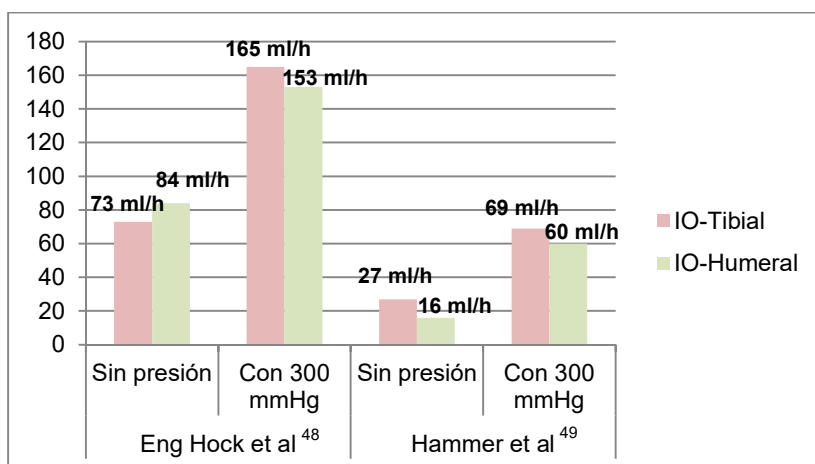


Figura 10. Flujo (en ml/h) según localización anatómica.

Dependiendo la situación clínica de la persona, el volumen necesario puede variar. Los volúmenes totales administrados a través de la vía IO varían desde los 200 ml hasta los 1000 ml^{34,47}. No obstante, Paxton et al, consideró la vía IO no válida para la administración de grandes volúmenes⁸. En una situación de emergencia, estas cifras pueden satisfacer las necesidades iniciales, y en caso de necesitar un volumen mayor, como en el caso de un paciente hipovolémico, se podría buscar una segunda ruta vascular, ya sea una vía IV periférica, un CVC u incluso otra vía IO.

Complicaciones

Otro parámetro importante a tener en cuenta son las complicaciones que puede reportar la inserción IO, tanto al profesional durante el procedimiento, como al estado clínico del paciente.

Lewis et al, revisó las complicaciones de 1014 inserciones IO con FAST® y EZ-IO® y reportó una incidencia del 1,38%, en la cual, la mayoría de ellas se debían a fallos del dispositivo o errores en la colocación. Entre las complicaciones menores que determinan el fracaso de la inserción se encuentran las dificultades para penetrar el periostio, la dificultad para aspirar médula ósea y/o sangre, agujas dobladas, dificultades para infundir fármacos o flujos lentos pese a presión externa, el desplazamiento de la aguja tras su inserción y la extravasación. Otras complicaciones mayores también han sido reportadas como la osteomielitis o el síndrome compartimental⁵⁰.

Dependiendo del dispositivo se identifican una serie de problemas relacionados con la propia técnica de inserción o con el correcto funcionamiento del dispositivo. Con respecto a los dispositivos manuales, se identifica flexión o rotura de la aguja como la complicación técnica más habitual^{35,37}. Con respecto al dispositivo FAST® su inserción genera complicaciones si no se mantiene una correcta perpendicularidad al esternón o se realizan movimientos zigzagueantes durante su inserción, al “atornillar” el dispositivo³⁸.

Dos estudios que comparan los dispositivos BIG® y EZ-IO® reportan una incidencia de complicaciones mayores con los dispositivos BIG®. Una técnica de inserción incorrecta, en la que no se mantiene perpendicularidad a la piel, puede convertirse en fracaso al desviar la aguja y no penetrar ésta la corteza ósea³⁰. Una evaluación del dispositivo BIG® destacó la activación prematura del dispositivo a mínima presión del profesional, que también se relacionó con un fracaso en su inserción³⁶. Otra complicación reportada de este dispositivo, fue una fractura iatrogénica por exceso de fuerza del profesional^{24,26,41}. Hartholt et al, en su estudio comparativo de diferentes dispositivos, reportó mayores incidencias a la hora de retirar el trócar IO cuando se utilizaron los dispositivos BIG®³⁵.

Entre los problemas técnicos registrados con el dispositivo EZ-IO®, se ha registrado un caso en el que el taladro se ralentizó durante su inserción, debido a un exceso de fuerza al presionar contra la corteza que impide que la aguja gire a suficiente velocidad para penetrar la corteza ósea o a fallos propios del dispositivo y/o la batería³⁸.

A la hora de comprobar la correcta colocación del catéter e intentar aspirar médula ósea y/o sangre, el catéter podía quedar obstruido parcialmente por coágulos o pequeños fragmentos óseos, dificultando la aspiración. Esta complicación quedaba solucionada en muchos casos con la infusión de un bolo de SF para desobstruir el catéter³⁸.

También han sido registradas complicaciones al retirar la aguja, como que esta se rompa en 2 ocasiones; relacionado con un movimiento de balanceo durante la extracción⁴⁸.

No tanto el dispositivo sino la localización, parece tener más relación con el desalojamiento del catéter y es que varios estudios han recogido un mayor índice de extracción accidental del catéter en inserciones humerales¹³. Esta complicación se relaciona por un lado con la propia localización, al ser una región de mayor movilidad y próxima al área de trabajo donde los profesionales centran sus esfuerzos durante el manejo del paciente crítico: cabeza y tórax. Por otro lado, también se relaciona con el IMC del paciente y un estado de obesidad que implican un mayor volumen de tejido subcutáneo. Esta situación hace que el dispositivo no penetre completamente, no alcanzando el espacio IO y requiriendo, en caso del dispositivo EZ-IO®, una aguja de mayor longitud a la establecida de 25 mm para el paciente adulto^{8,42}. Para minimizar los riesgos de extracción accidental en inserciones humerales resulta efectivo inmovilizar la extremidad⁴².

La obesidad y el mayor volumen de tejido subcutáneo también pueden dificultar la localización de las referencias anatómicas, y generar problemas y fracasos en la inserción del dispositivo por una elección de un lugar anatómico equivocado^{30,42}.

La extravasación de líquidos es la complicación más habitual y se identifica por la inflamación del tejido subcutáneo entorno al punto de inserción¹⁷. Dependiendo del tamaño poblacional del estudio, esta complicación representa entre el 1,3% y 12% de las complicaciones^{11,26}. Este fenómeno se relaciona con la mala ubicación del catéter o por movimientos durante y/o después de la inserción que provocan un aumento del diámetro del foramen óseo en relación con el catéter⁴⁸. La extravasación de líquidos también se relaciona con una selección inadecuada del tamaño de la aguja, que no alcanza la cavidad IO infundiéndose al espacio subcutáneo directamente, representando una mayor incidencia en las inserciones humerales⁴⁶. Por lo tanto, la prevención de la extravasación pasa por seleccionar correctamente el tamaño de la aguja y la zona de inserción²⁶.

Una consecuencia grave de la extravasación es el síndrome compartimental, reportado en un 0,6% de casos^{24,26}. Un mayor riesgo de extravasación y síndrome compartimental puede guardar relación con una presión excesiva durante la infusión^{11,26}. Una revisión de más de 1000 inserciones IO solo reportó un caso de síndrome compartimental, durante la inserción de una línea IO en una tibia previamente fracturada⁵⁰. Por otra parte, la literatura relaciona la infusión o extravasación de productos hipertónicos con lesiones de la médula o la necrosis del tejido subcutáneo⁴⁸, pero una pequeña muestra no reportó tales complicaciones con la infusión a 49 pacientes de sueros hipertónicos⁵⁰.

El dolor es la segunda complicación más habitual de la vía IO, especialmente para el paciente consciente. Muchas de las situaciones clínicas en las que la vía IO tiene cabida, son situaciones de parada cardio-respiratoria en las que el paciente está inconsciente. Sin embargo, otras situaciones críticas pueden requerir una vía IO con el paciente consciente. Paxton et al, comparó el dolor percibido por el paciente entre diferentes alternativas de acceso

vascular y registró un dolor percibido de 0,9 y 1,0 sobre 10 para la inserción de un catéter periférico y central respectivamente, pero un valor de 4,5 sobre 10 para un catéter IO⁸.

La infusión de líquido al espacio IO estimula los receptores nociceptivos alojados en el interior de la cavidad ósea, y como tal, varias publicaciones recogen un aumento del dolor durante la infusión para lo cual se recomienda la administración inicial de 20-100 mg (1-5 ml) de Lidocaína 2%^{8,17,43,46,47}. Este bolo inicial de anestésico local se recomienda administrar lentamente, para que no pase a la circulación sistémica y sea más efectivo¹⁷.

Otra complicación grave puede ser la osteomielitis, reportada en un 0,6% de los casos^{11,24,26}. Un caso de osteomielitis es reportado, 6 meses después de la inserción IO, en un paciente predispuesto con *Staphylococcus Aureus Resistente a la Meticilina*⁵⁰. Las complicaciones infecciosas derivadas de la vía IO se relacionan con infusiones prolongadas y uso de dispositivos manuales, por lo que no se recomienda mantener el dispositivo por más de 24 horas^{24,26}.

Cuidados de enfermería

Dado que la extravasación es una complicación habitual que guarda relación con la propia inserción, resulta importante conocer y evaluar los diferentes sitios de inserción para determinar la cantidad de tejido subcutáneo existente y seleccionar adecuadamente el tamaño de la aguja; así como posicionar al paciente en una postura adecuada que permita visualizar mejor las referencias anatómicas. En las inserciones humerales, se recomienda colocar el antebrazo del paciente sobre su abdomen, mientras que en inserciones en tibia proximal, se recomienda elevar ligeramente la rodilla colocando una almohada debajo¹⁷. Otra forma de minimizar el riesgo de extravasación pasa por no volver a intentar otra canalización IO en el mismo punto que se ha fracasado anteriormente, y cambiar a otra localización anatómica⁴³.

Al igual que en una vía periférica o central, es importante proteger y asegurar tanto el sistema de infusión como la extremidad, para así minimizar el riesgo de desalojamiento accidental²⁶. Atendiendo a las especificidades de la vía IO, en el caso de una inserción humeral, se recomienda inmovilizar el hombro del paciente⁴².

La monitorización de las complicaciones es otro cuidado habitual de cualquier acceso vascular. En el caso de la vía IO, dado que la extravasación es una de las complicaciones más frecuentes, revisar periódicamente el punto de inserción, comprobar el perímetro de la extremidad y la permeabilidad de la vía²⁶. Con el fin de mantener una vía permeable, se recomienda la administración inicial de un bolo de SF para la limpieza del catéter y cavidad medular, facilitando el flujo posterior de fluidos⁸. Así mismo, la administración de fármacos en bolo puede hacer que se quede depositado en la cavidad medular, no entrando en circulación sistémica por lo que se recomienda la administración de un bolo posterior de hasta 10 ml SF¹¹.

Sin atender a las características específicas de la propia técnica de inserción del catéter, la vía IO requiere unos cuidados de enfermería para su inserción y mantenimiento similares a otras alternativas de acceso vascular. La Clasificación de Intervenciones de Enfermería (NIC)⁵¹ recoge los cuidados a la hora de administrar medicación por vía intraósea e intravenosa (NIC 2303 y NIC 2314 respectivamente). Ambos recogen los cuidados previos a la administración, como la comprobación de los cinco correctos, los conocimientos del paciente y su historial de alergias, y otros cuidados como la fijación del dispositivo, la monitorización de complicaciones y el registro de la respuesta.

Formación

Los requisitos formativos son otro criterio de efectividad para evaluar la vía IO. Los diferentes profesionales que han participado en los estudios han sido capacitados previamente para el manejo de los diferentes dispositivos IO. La mayoría de las publicaciones recogen procesos formativos que varían desde la hora hasta las dos horas, dedicando tiempo tanto a la parte teórica del procedimiento, como a la parte práctica^{36,37,42,44,47}. Frascone et al, dedicó más tiempo a la formación con los dispositivos FAST® que con los dispositivos EZ-IO®, 2,5 y 1,5 horas respectivamente, mientras que otros autores obtuvieron resultados satisfactorios con el dispositivo EZ-IO® tras sesiones formativas de entre 15 y 30 minutos^{40,43,49}.

Conclusiones

Las publicaciones que comparan diferentes alternativas de acceso vascular^{8,34}, han demostrado que la vía IO ofrece una tasa de éxito mayor que el acceso IV periférico, canalizándose en menos tiempo y minimizando el número de intentos fallidos cuando el acceso vascular resulta complicado.

Sin embargo, no todos los dispositivos IO ofrecen los mismos resultados. Los dispositivos manuales se relacionan con más problemas técnicos relacionados con la inserción de la aguja, siendo más complicado este procedimiento para el profesional. El dispositivo semiautomático FAST® ofrece unos resultados importantes, además de que su localización esternal tolera volúmenes mayores, pero esta ventaja que presenta por un lado, constituye su mayor inconveniente, y es que la localización esternal no es la apropiada en situaciones de emergencia por interferir con varias maniobras de soporte vital avanzado.

Otro dispositivo semiautomático como es el BIG®, reporta varios problemas técnicos y tiene una tasa de éxito inferior a otros. Se podría decir que el dispositivo EZ-IO® es el que mejores resultados a mostrado en esta revisión. Esta valoración puede estar sesgada por la reciente comercialización de este dispositivo y la inclusión en el trabajo de mayor número de publicaciones relacionadas con él. No obstante, la opinión de los profesionales que han participado en los diferentes estudios lo señalan como el dispositivo más satisfactorio y fácil de utilizar^{37,48,49}.

Con respecto a la localización, se recomienda en primer lugar la inserción en tibia proximal por su facilidad de localización y situación alejada del tórax. Tanto la inserción en tibia proximal como en cabeza humeral ofrecen unos flujos similares, pero esta última registra mayor incidencia de complicaciones asociadas al desalojamiento del catéter y extravasación de fluidos, siendo más complicado el reconocimiento de las referencias anatómicas, y por ende, su correcta inserción.

Una solución a las complicaciones relacionadas con una incursión incompleta del catéter en el espacio intraóseo pasan a aumentar la profundidad o longitud de la aguja. El dispositivo BIG® permite variar su profundidad de inserción entre 0,5 y 1,5 cms, mientras que el EZ-IO® dispone de una aguja para pacientes obesos de 45 mm, frente a los 25 mm de la aguja para adultos; pudiéndose asegurarse así la inserción del catéter IO en pacientes con exceso de tejido subcutáneo.

Si bien la vía IO presenta un flujo de infusión aceptable, el volumen admitido por el espacio IO podría resultar insuficiente en situaciones que requieran una gran reposición de volumen, como en pacientes hipovolémicos. No obstante, esta alternativa puede constituir un puente hasta la obtención de otra vía de acceso vascular con mayor tolerancia, bien sea periférica o central.

Algunas publicaciones plantean establecer la vía IO como primera opción en situaciones de difícil acceso vascular^{44,47}. Una evaluación del coste-rentabilidad resulta complicada puesto que muchos de los pacientes que sobreviven a la primera asistencia con una vía IO, pasadas unas horas y trasladados ya en centro sanitario, requieren otra ruta de acceso vascular, bien una vía venosa periférica, bien una vía central, duplicándose los costes. Por otro lado, plantear un algoritmo en el que no haya intentos previos de IV-periférico puede aumentar considerablemente los costes en relación al acceso vascular ya que el coste asociado a un dispositivo IO es mucho mayor que un Abocath® para el acceso endovenoso periférico.

Dadas las escasas complicaciones que la vía IO presenta, parece razonable pensar que éstas son superadas por los beneficios que aporta al paciente en cuanto a la disponibilidad de una ruta de acceso vascular en un intervalo corto de tiempo. Además, varias complicaciones registradas guardan relación con la técnica de inserción, bien con el manejo del dispositivo, bien con la localización de la zona de inserción. Es por ello que estas complicaciones se podrían minimizar haciendo mayor hincapié en procesos formativos focalizados a formar a los profesionales de enfermería en la identificación de referencias anatómicas, el procedimiento de inserción, así como en la identificación de complicaciones. En este sentido, se trata de un procedimiento que resulta fácil de aprender, y que sesiones teórico-prácticas de entre 1 y 2 horas de duración permiten capacitar al profesional^{36-38,42,47}.

El dolor es otra complicación a tener en cuenta, especialmente en pacientes conscientes. Sin embargo, muchas situaciones en las que tiene cabida la vía IO se dan en el contexto de una PCR, situación en la cual el paciente está inconsciente sin percepción nociceptiva.

Respecto a los cuidados de enfermería, se trata de una alternativa que requiere unos cuidados similares a los de una vía IV periférica, por lo que se trata de una alternativa viable en el ámbito pre-hospitalario.

Las características de la asistencia en el entorno pre-hospitalario así como el propio estudio de evaluación de una ruta de acceso vascular, limitan el diseño del estudio no pudiéndose plantear un grupo control que valore el impacto de la vía IO en la morbi-mortalidad de la persona. Dadas estas características, resulta complicado plantear un ensayo clínico aleatorizado. En su mayoría, son estudios observacionales implantados dentro de equipos de atención pre-hospitalaria que evalúan, según unos parámetros definidos, el uso de la vía IO. Cumpliendo un paciente con las características de acceso IO según las recomendaciones, se canaliza esta ruta y se registran los resultados. Esto hace que sean poblaciones pequeñas y no exista una muestra representativa de la población que genere unos resultados que permitan aportar mayor evidencia a la hora de defender la vía IO. Además, se trata de una técnica relativamente novedosa en el ámbito pre-hospitalario, sobre todo en el paciente adulto, por lo que aún no existe una bibliografía excesivamente extensa.

En definitiva, la vía IO ofrece una alternativa de acceso vascular en el manejo del paciente crítico adulto en situaciones de emergencia pre-hospitalaria cuando un acceso IV-periférico resulta complicado, constituyendo una ruta vascular rápida y segura en cuanto a que tiene una alta tasa de éxito en primer intento con mínimas complicaciones, y permite aportar el tratamiento farmacológico y soporte hemodinámico inicial necesario con unos cuidados similares a los de otras alternativas de acceso vascular.

Bibliografía

1. Hampton D, Fabricant L, Differding J, Diggs B, Underwood S, de la Cruz D, et al. Prehospital intravenous fluid is associated with increased survival in trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 jul;75(1):9-15.
2. González-Cavero J, Arévalo JM, Lorente JA. Tratamiento prehospitalario del paciente quemado crítico. *Emergencias*. 1999;11:295-301.
3. Crowley M, Brim C, Proehl J, Barnason S, Leviner S, Lindauer C, et al. Emergency Nursins Resource: difficult intravenous access. *J Emerg Nurs*. 2012 jul;38(4):335-343.
4. Phillips L, Brown L, Campbell T, Miller J, Proehl J, Youngberg B. Recommendations for the use of intraosseous vascular access for emergent and nonemergente situations in various healthcare settings: a consensus paper. *J Emerg Nurs*. 2010 nov;36(6):551-556.
5. Fenwick R. Intraosseous approach to vascular access in adult resuscitation. *Emerg Nurse*. 2010 jul;18(4):22-25.
6. Deitch K. Intraosseous Infusions. In: James R. Roberts and Hedges' *Clinical Procedures in Emergency Medicine*. 6nd ed. Philadelphia: Elsevier; 2014. p. 455-468.
7. Benson G. Intraosseous access to the circulatory system: An under-appreciated option for rapid access. *J Perioper Pract*. 2015 jul-aug;25(7):140-3.
8. Paxton J, Knuth T, Klausner H. Proximal humerus intraosseous infusión: a preferred emergency venous access. *J Trauma*. 2009 sep;67(3):606-11.
9. Hazinski MF, Chameides L, Elling B, Hemphill R. Resumen de los aspectos más destacados de las Directrices 2005 para reanimación cardiopulmonar y atención cardiovascular de emergencia de la American Heart Association. *Currents in Emergency Cardiovascular Care*. 2005-2006;16(4).
10. García F, García JA, Bernardino M. Principales cambios en las recomendaciones ILCOR 2005. *Emergencias*. 2006;18:46-50.
11. Buck ML, Wiggins BS, Sesler JM. Intraosseous drug administration in children and adults during cardiopulmonary resuscitation. *Ann Pharmacother*. 2007 oct;41(10):1679-86.
12. Monsieurs K, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation*. 2015.
13. Petitpas F, Guenezan T, Venduvre M, Oriot D, Mimos O. Use of intra-osseous access in adults: a systematic review. *Crit Care*. 2016 apr;20(102).
14. García N, Cepeda JM. Vía intraósea en enfermería de emergencias. *Rev enferm CyL*. 2009;1(2):48-56.
15. Onrubia S, Carpio A, Hidalgo A, Lago N, Muñoz G, Perriñez I. Vía intraósea, alternativa a la vía periférica. *Nuber Científ*. 2012;6(1):24-29.

16. Chair MS, Berkow LC, Kudenchuck PJ, Halperin HR, Hess EP, Moitra VK, et al. American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care 2015. *Circulation*. 2015 nov;132(18 suppl 2).
17. Faminu F. Intraosseous vascular access. *Nursing*. 2014 aug;44(8):60-64.
18. Weiser G, Hoffmann Y, Galbraith R. Current advances in intraosseous infusion - A systematic review. *Resuscitation*. 2012 jan;83(1):20-6.
19. Langley D, Moran M. Intraosseous needles: they're not just for kids anymore. *J Emerg Nurs*. 2008 aug;34(4):318-9.
20. Mac-Kinnon KA. Intraosseous vascular use at signature healthcare brockton hospital department of emergency services. *J Emerg Nurs*. 2009 sep;35(5):425-8.
21. Day MW. Intraosseous devices for intravascular access in adult trauma patients. *Crit Care Nurse*. 2011 apr;31(2):76-89.
22. Von Hoff D, Kuhn Pharm JG, Burris HA, Miller LJ. Does intraosseous equal intravenous? A pharmacokinetic study. *Am J Emerg Med*. 2008 jan;26(1):31-8.
23. Orguiler P, Navarro JM, de Haro S. La vía intraósea. Cuando las venas han desaparecido. *Enferm Intensiva*. 2001 jan;1(12):31-40.
24. Anson J. Vascular access in resuscitation: is there a role for de intraosseous route? *Anesthesiology*. 2014 apr;4(120):1015-1031.
25. Míguez A, Muñoz D, Tello S. Una alternativa poco habitual: la vía intraósea. *Enferm Glob*. 2011 oct;10(24):171-9.
26. Melé J, Nogué R. La vía intraósea en situaciones de emergencia: Revisión bibliográfica. *Emergencias*. 2006 jan;18(6):344-353.
27. Lowther A. Intraosseous access and adults in the emergency department. *Nurs Stand*. 2011 aug;25(48):35-8.
28. Garside J, Prescott S, Shaw S. Intraosseous vascular access in critically ill adults-- a review of the literature. *Nurs Crit Care*. 2016 may;21(3):167-177.
29. Su-Yin A, Jen J, Chen Y, Yong D, Eng M. Intraosseous vascular access in adults using the EZ-IO in an emergency department. *Int J Emerg Med*. 2009 sep;2(3):155-160.
30. Leidel BA, Kirchhoff C, Braunstein V, Bogner V, Biberthaler P, Kanz KG. Comparison of two intraosseous access devices in adult patients under resuscitation in the emergency department: a prospective, randomized study. *Resuscitation*. 2010 aug; 81(8):994-9.
31. Vallejo R, Painado Á, de la Paz J. Vía intraósea: análisis del conocimiento de Enfermería. *Revista Páginasenferurg.com*. 2012 mar;3(12):17-22.
32. Infusion Nurses Society. The role of the registered nurse in the insertion of intraosseous access devices. *J Infus Nurs*. 2009 jul-aug;32(4):187-8.




33. Salleras L, Domínguez A, Navas E. Evaluación de la eficacia y la efectividad de las intervenciones preventivas y de los programas de salud. In Piédrola Gil G. Medicina preventiva y salud pública. Barcelona. 12th ed; 2015. 909-20.
34. Reades R, Studnek JR, Vandeventer S, Garrett J. Intraosseous versus intravenous vascular access during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized controlled trial. *Ann Emerg Med.* 2011 dec;58(6):509-16.
35. Hartholt KA, M. van Lieshout EM, Thies WC, Patka P, Schipper IB. Intraosseous devices: a randomized controlled trial comparing three intraosseous devices. *Prehosp Emerg Care.* 2010 jan-mar;14(1):6-13.
36. Gerritse BM, Scheffer GJ, Draaisma JM. Prehospital intraosseous access with the bone injection gun by a Helicopter Transported Emergency Medical Team. *J Trauma.* 2009 jun; 66(6):1739-41.
37. Brenner T, Bernhard M, Helm M, Doll S, Völkl A, Ganion N, et al. Comparison of two intraosseous infusion systems for adult emergency medical use. *Resuscitation.* 2008 sep; 78(3):314-9.
38. Frascone RJ, Jensen JP, Kaye K, Salzman JG. Consecutive field trials using two different intraosseous devices. *Prehosp Emerg Care.* 2007 apr-jun;11(2):164-71.
39. Vassallo J, Horne ST, Smith JE. Intraosseous access in the military operational setting. *Journal of the Royal Naval Medical Service.* 2014 may;100(1):p. 36-39.
40. Kurowski A, Timler D, Evrin T, Szarpak L. Comparison of 3 different intraosseous access devices for adult during resuscitation. Randomized crossover manikin study. *Am J Emerg Med.* 2014 dec;32(12):1490-3.
41. Sunde GA, Heradstveit BE, Vikenes BH, Heltne JK. Emergency intraosseous access in a helicopter emergency medical service: a retrospective study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2010 oct;18(52).
42. Wampler D, Schwartz D, Shumaker J, Bolleter S, Beckett R, Manifold C. Paramedics successfully perform humeral EZ-IO intraosseous access in adult out-of-hospital cardiac arrest patients. *Am J Emerg Med.* 2012 sep;30(7):1095-9.
43. Schalk R, Schweigkofler U, Lotz G, Zacharowski K, Latasch L, Byhahn C. Efficacy of the ER-IO(R) needle driver for out-of-hospital intraosseous access - a preliminary, observational, multicenter study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2011 oct;19(65).
44. Torres F, Galán MD, Alonso MdM, Suárez R, Camacho C, Amlagro V. Intraosseous access EZ-IO in a prehospital emergency service. *J Emerg Nurs.* 2013 sep;39(5): 511-4.
45. Santos D, Carron PN, Yersin B, Pasquier M. EZ-IO(R) intraosseous device implementation in a pre-hospital emergency services: a prospective study and review of the literature. *Resuscitation.* 2013 apr;84(4):440-5.



46. Villena O. La vía intraósea en situaciones de emergencia: análisis del medio extrahospitalario. *Emergencias*. 2012 feb; 24(1):44-6.
47. Gazin N, Auger H, Jabre P, Jaulin C, Lecarpentier E, Bertrand C, et al. Efficacy and safety of the EZ-IO(TM) intraosseous device: out-of-hospital implementation of a management algorithm for difficult vascular access. *Resuscitation*. 2011 jan;82(1):126-9.
48. Eng Hock M, Huak Chan Y, Jen Oh J, Su-Yin Ngo A. An observational, prospective study comparing tibial and humeral intraosseous access using the EZ-IO. *Am J Emerg Med*. 2009 jan;27(1):8-15.
49. Hammer N, Möbius R, Gries A, Hossfeld B, Bechmann I, Bernhard M. Comparison of the fluid resuscitation rate with and without external pressure using two intraosseous infusion system for adult emergencies, the CITRIN (Comparison of InTRaosseous infusion systems in emergency medicINe) - Study. *PLOS ONE*. 2015 dec;10(12):1-15.
50. Lewis P, Wright C. Saving the critically injured trauma patient: a retrospective analysis of 1000 uses of intraosseous access. *Emerg Med J*. 2015 jun;32(6):463-7.

Anexo 1. Tabla previa al proceso de búsqueda, sinónimos-antónimos, palabras claves tesauro

Concepto	Sinónimo (lenguaje natural)	Antónimo (si precisa)	Descriptor (lenguaje controlado)
Vía intraósea	Perfusión intraósea Fluidoterapia Acceso Vascular	-	<p>MenLine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infusions, Intraosseous - Fluid Therapy <p>CINAHL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infusions, Intraosseous - Vascular Access Devices - Fluid Resuscitation - Fluid Therapy <p>Cuiden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vía intraósea - Acceso vascular <p>Cochrane</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infusions, Intraosseous <p>PubMed</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infusions, Intraosseous
Paciente crítico	Parada cardiorespiratoria Reanimación cardiopulmonar (RCP)	-	<p>MenLine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critical Illness - Resuscitation <p>CINAHL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critically Ill Patients - Resuscitation Cardiopulmonary <p>Cuiden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pacientes críticos - Reanimación - Soporte Vital Avanzado <p>Cochrane</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critical Illness - Resuscitation <p>PubMed</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critical Illness - Cardiopulmonary Resuscitation
Situaciones de emergencia	Emergencias Equipos de emergencia	-	<p>MenLine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emergencies - Emergency Medical Services <p>CINAHL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emergency Service - Emergency Care - Emergency Nursing <p>Cuiden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emergencias Sanitarias <p>Cochrane</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emergencies - Emergency Medical Services <p>PubMed</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emergency Medical Services - EMergency Nursung

Anexo 2. Proceso de búsqueda, con ecuación de búsqueda ensayada y reformulada; con búsquedas realizadas en las diferentes bases de datos

BASE DE DATOS	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA PROBADA	RESULTADOS (Nº de resultados)	Comentarios
Ovid MedLine 1	"Infusions, Intraosseous" AND ["Critical Illness" OR "Resuscitation"] AND ["Emergencies" OR "Emergency Medical Services"] limit 2006-Current	8	Pocos resultados. Ampliar la búsqueda (Resultados incluidos en la siguiente ecuación de búsqueda)
Ovid MedLine 2	"Infusions, Intraosseous" AND "Critical Illness" OR "Resuscitation" OR ["Emergencies" OR "Emergency Medical Services"] limit 2006-Current	61	
Ovid Medline 3	"Infusions, Intraosseous" AND "Fluid Therapy" limit 2006-Current	9	Resultados no vinculados a la emergencia
CINAHL 1	Infusions, Intraosseous AND [(Emergency Service OR Emergency Care OR Emergency Nursing) AND (Critically Ill Patients OR Resuscitation Cardiopulmonary)] limit 2006-2016	6	Pocos resultados. Ampliar la búsqueda (Resultados incluidos en la siguiente ecuación de búsqueda)
CINAHL 2	Infusions, Intraosseous AND (Emergency Service OR Emergency Care OR Emergency Nursing OR Critically Ill Patients OR Resuscitation Cardiopulmonary) limit 2006-2016	22	
CINAHL 3	Infusions, Intraosseous AND (Vascular Access Devices OR Fluid Resuscitation OR Fluid Therapy) limit 2006-2016	16	Resultados no vinculados a la emergencia
PubMed 1	("Infusions, Intraosseous"[Mesh]) AND ("Critical Illness"[Mesh] OR "Cardiopulmonary Resuscitation"[Mesh] OR "Emergency Medical Services"[Mesh] OR "Emergency Nursing"[Mesh])	119	Resultados obtenidos en otras búsquedas o no relevantes
Cuiden 1	[cla="Vía intraósea"] AND ((([cla="Soporte vital avanzado"] OR [cla="Pacientes críticos"] OR [cla="Reanimación"]) OR [cla="Acceso vascular"]) OR [cla="Emergencias sanitarias"])	8	
Cochrane 1	"Infusions, Intraosseous" and ("Critical Illness" or "Resuscitation") and ("Emergencies" or "Emergency Medical Services") Publication Year from 2006 to 2016	0	Se amplían ecuación de búsqueda

Cochrane 2	"Infusions, Intraosseous" and ("Critical Illness" or "Resuscitation" or "Emergencies" or "Emergency Medical Services") Publication Year from 2006 to 2016	13	
Búsquedas manuales			
Google Académico	"Vía intraósea emergencias" "Intraosseous vascular access emergency"	8	
Revista Emergencias	<i>Revista Científica de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias</i> "Intraósea"	4	2
ClinicalKey	"Infusión intraósea"	121	Resultados obtenidos en otras búsquedas. Imágenes. 1

Anexo 3. Resumen de la literatura (ordenados cronológicamente por tipo de publicación)

Consecutive field trials using txo different intraosseous devices³⁸	
Autor	Frascone RJ, Jensen JP, Kaye K, Salzman JG
Año de publicación	2007
Objetivo	Evaluar al profesional para la obtención de un acceso IO utilizando dos dispositivos diferentes (FAST® y EZ-IO®)
Tipo de artículo o metodología	Ensayo descriptivo
Población y/o muestra	67 FAST® y 82 EZ-IO®
Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito</u> (en primer intento) → EZ-IO®: 87% FAST®: 72 %</p> <p><u>Tiempo de inserción</u> (hasta infusión < 1min) → EZ-IO®:75.6% FAST®:67,1%</p> <p><u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • EZ-IO®: taladro se ralentiza por exceso fuerza o defecto dispositivo • FAST®: no mantener perpendicularidad rompe aguja (mala técnica) <p><u>Formación</u>: FAST®: 2,5 horas EZ-IO®: 1,5 horas</p>
Comentarios	Evalúa a los profesionales
Palabras clave	<i>Intraosseous. IO. IV Access. Fluid infusion. Intravenous failure. Emergency Medical Services. Emergency Medicine</i>

Comparison of two intraosseous infusion systems for adult emergency medical use³⁷	
Autor	Brenner T, Bernhard M, Helm M, Doll S, Völkl A, Ganion N, et al.
Año de publicación	2008
Objetivo	Comparar una técnica manual de infusión intraósea (IO-MAN) y un dispositivo semiautomático (EZ-IO®), utilizando cadáveres humanos adultos como modelo
Tipo de artículo o metodología	Estudio prospectivo aleatorizado
Población y/o muestra	84 profesionales: 39 IO-MAN y 45 IO-EZIO®
Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito</u> → IO-MAN: 79,5% EZIO®: 97,8% (significativa)</p> <p><u>Tiempo de inserción</u> → IO-MAN: 33 (+/-28) EZ-IO®: 32 (+/-11)</p> <p>Medido desde que se abre el dispositivo hasta que se infunde con éxito 10 ml SF</p> <p><u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • IO-MAN: complicaciones técnicas-flexión aguja (15,4%) • IO-EZIO®: no se reportan problemas técnicos. - Facilidad de uso (medida por el profesional) IO-MAN 1.9 y IO-EZIO® 1.2 (donde 1 es muy bien y 6 fracaso). Más fácil manejo de EZ-IO®. <p><u>Formación</u>: 1 hora (45 mins teoría + 15 mins práctica)</p>
Comentarios	Simulación en cadáveres humanos (no tiene en cuenta las características del contexto de la emergencia)
Palabras clave	

Prehospital intraosseous Access with the bone injection gun by a helicopter transported emergency medical team³⁶	
Autor	Gerritse BM, Scheffer GJ, Draaisma JM
Año de publicación	2009
Objetivo	Evaluar la tasa de éxito de la utilización del dispositivo BIG® en la atención pre-hospitalaria de emergencia en un helicóptero médico
Tipo de artículo o metodología	Estudio prospectivo descriptivo
Población y/o muestra	26 adultos

Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito</u> → BIG®: 74% en primer intento.</p> <p><u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Activación sensible a poca presión y antes de tiempo → fracaso en la inserción al no traspasar la corteza ósea • No se registraron complicaciones como fracturas, osteomielitis o extravasación de líquidos <p><u>Formación</u>: 1,5 horas (60 mins teóricos + 30 mins prácticos)</p>
Comentarios	
Palabras clave	<i>Prehospital setting, Intraosseous access, Bone injection gun</i>

An observational, prospective study comparing tibial and humeral intraosseous Access using the EZ-IO®⁴⁸										
Autor	Eng Hock M, Huak Chan Y, Jen Oh J, Su-Yin Ngo A									
Año de publicación	2009									
Objetivo	<i>Objetivo no definido</i>									
Tipo de artículo o metodología	Estudio prospectivo observacional, no aleatorizado									
Población y/o muestra	35 pacientes: 24 inserciones tibiales y 11 humerales con EZ-IO®									
Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito</u> (1er intento) → IO-Tibial: 95,8% IO-Humeral: 100 %</p> <p><u>Tiempo de inserción</u> → < 20 segundos (50% en 1-3 seg) Tiempo medido desde que se estira la piel hasta que se inserta el catéter</p> <p><u>Flujo</u> → significativamente más rápido con bolsa a presión</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Con presión</th> <th>Sin presión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IO-Tibial</td> <td>165 ml/min</td> <td>73 ml/min</td> </tr> <tr> <td>IO-Humeral</td> <td>153 ml/min</td> <td>84 ml/min</td> </tr> </tbody> </table> <p>No diferencias significativa entre Tibia y Húmero.</p> <p><u>Localización</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • IO-Tibial: 24 (1era elección), punto de referencia fácil de identificar, fácil acceso por vía percutánea, próximo circulación central. • IO-Humeral: 11 (2da elección), no tan intuitivo para localizar, hay que mantener el brazo en aducción y rotación interna <p><u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Extravasación (1/35 – 2,8%) complicación más frecuente en relación con mala ubicación aguja, por movimiento excesivo durante y/o después de inserción, pudiendo ampliar el diámetro del foramen en relación al catéter. - El sd compartimental es un riesgo de la extravasación. • Complicaciones a la hora de retirar dispositivo por movimientos de balanceo (favorece que la aguja se rompa) - No se encontraron complicaciones en relación al desplazamiento de la aguja, fallo del dispositivo, fracturas, infección en el sitio de inserción, osteomielitis, embolia grasa o sd compartimental - El 87% IO-Tibial y 90.9% IO-Humeral de profesionales dicen que es más fácil la IO-EZIO® que la canalización IV-Periférica 		Con presión	Sin presión	IO-Tibial	165 ml/min	73 ml/min	IO-Humeral	153 ml/min	84 ml/min
	Con presión	Sin presión								
IO-Tibial	165 ml/min	73 ml/min								
IO-Humeral	153 ml/min	84 ml/min								
Comentarios	Ámbito hospitalario Similar a "Intraosseous vascular access in adult using the EZ-IO® in an emergency department"									
Palabras clave										

Proximal humerus intraosseous infusión: a preferred emergency venous access⁸	
Autor	Paxton J, Knuth T, Klausner H
Año de publicación	Septiembre 2009
Objetivo	Evaluar la colocación del IO-humeral como primera opción sobre los métodos tradicionales de acceso venoso (IV-periférica y catéter venoso central) durante la reanimación en emergencias
Tipo de artículo o metodología	Estudio prospectivo
Población y/o muestra	Fase I: 57 PIV y 5 CVC Fase II: 29 EZ-IO®
Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito</u>: PIV: 1.5 intentos; CVC: 2.4 previos de PIV; EZ-IO: 1 intento <u>Tiempo de inserción</u>: PIV: 3.6 min; CVC: 15.6 min; EZ-IO: 1.5 min</p> <ul style="list-style-type: none"> EZ-IO®: aproximada 1 minuto: en 5 seg se obtiene el acceso vascular, 10.20seg para admon lenta de 40-100mg (2-5ml) Lidocaína, 10-20seg para admon rápida de 10 ml SF + preparación de sistema de infusión. <p><u>Flujo</u> → No eficaz para la infusión de grandes volúmenes. <u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> IMC > 30 Kg/m2 (obesidad) requieren aguja más grande a 25mm por desprendimiento del catéter (10/29-36,7%) Dolor (2da complicación más frecuente: (sobre 10) PIV 0,9; CVC 1,0; IO-inserción 4,5; IO-infusión tras anestésico 3,8). Se recomienda 2-5 ml (40-100 mg) Lidocaína 2% Complicaciones menores: fracasos (6,7%), no aspiración (10%), infusión lenta (3,3%). No complicaciones mayores. <p><u>Cuidados de enfermería</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Un flujo inicial de SF puede ser útil para la limpieza de la cavidad medular, para facilitar un buen flujo posterior de fluidos a través de catéter.
Comentarios	Ámbito hospitalario (sala de urgencias)
Palabras clave	

Comparison of two intraosseous Access devices in adult patients under resuscitation in the emergency department: a prospective, randomized study³⁰	
Autor	Leidel BA, Kirchhoff C, Braunstein V, Bogner V, Biberthaler P, Kanz KG
Año de publicación	2010
Objetivo	Determinar si la vía IO es un método fiable y seguro de rápido acceso vascular en pacientes adultos durante la reanimación, cuando la vía IV-periférica no está disponible, comparando BIG® y EZ-IO®
Tipo de artículo o metodología	Estudio prospectivo aleatorizado
Población y/o muestra	40 pacientes adultos (20 inserciones BIG® y 20 inserciones EZ-IO®)
Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito</u> (1er intento) → EZ-IO®: 90% BIG®: 80% (significativa) <u>Tiempo de inserción</u> → EZ-IO® 1,8 min BIG® 2,2 min (no significativa) <u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> BIG®: fracaso (4/20) por error localización (3), exceso tejido subcutáneo (3). Extravasación en 2 IO-humerales. Tasa de éxito más baja en relación con técnica más "meticulosa" (importante perpendicularidad y firmeza) No observadas otras complicaciones (infección, extravasación, sd compartimental, desalojamiento)
Comentarios	Ámbito hospitalario (poco estudio en ámbito hospitalario)
Palabras clave	<i>Intraosseous, Intraosseous Infusion, Resuscitation, Emergency treatment</i>

Emergency intraosseous access in a helicopter emergency medical service: a retrospective study⁴¹																						
Autor	Sunde GA, Heradstveit BE, Vikenes BH, Heltne JK																					
Año de publicación	2010																					
Objetivo	Evaluar el uso de la vía intraósea en situaciones de emergencia pre-hospitalaria; comparando el dispositivo BIG® con el EZ-IO® en relación a la tasa de éxito, los problemas y complicaciones relacionadas con la inserción																					
Tipo de artículo o metodología	Revisión retrospectiva de expedientes médicos																					
Población y/o muestra	70 pacientes (78 intentos de inserción IO)																					
Resultados de interés	<p>Tasa de éxito</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pacientes</th> <th>Inserciones</th> <th>1er</th> <th>2do</th> <th>3er</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BIG®</td> <td>18</td> <td>22</td> <td>10</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>56%</td> </tr> <tr> <td>EZ-IO®</td> <td>49</td> <td>50</td> <td>47</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>96%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Complicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • BIG®: relacionados con la inserción (19.2%) – curvatura aguja, mal funcionamiento, fractura iatrogénica. • EZ-IO®: no problemas técnicos • Extravasación (3/78 3.8%) 		Pacientes	Inserciones	1er	2do	3er		BIG®	18	22	10	1	1	56%	EZ-IO®	49	50	47	1	0	96%
	Pacientes	Inserciones	1er	2do	3er																	
BIG®	18	22	10	1	1	56%																
EZ-IO®	49	50	47	1	0	96%																
Comentarios	<i>“La facilidad de uso de un dispositivo es importante teniendo en cuenta las características del medio pre-hospitalario (lluvia, frío, oscuridad, condiciones no estériles)”</i>																					
Palabras clave	<i>Air ambulances. Emergency Medical Services. Infusions, Intraosseous</i>																					

Intraosseous devices: a randomized controlled trial comparing three intraosseous devices³⁵	
Autor	Hartholt KA, M.van Lieshout E, Thies VC, Patka P, Schipper IB
Año de publicación	2010
Objetivo	Determinar que dispositivo IO es preferible para la administración urgente de medicación y/o fluidos en el ámbito pre-hospitalario
Tipo de artículo o metodología	Estudio prospectivo aleatorizado simple ciego
Población y/o muestra	65 pacientes adultos a los que se les insertó (aleatoriamente) dispositivos manual de Jamshidi (n=24), BIG® (n=22) y FAST® (n=19).
Resultados de interés	<p>Tasa de éxito → Jamshidi (91.7%); BIG (59.1%); FAST (89.5%)</p> <p>Tiempo de inserción → Tiempo global de inserción media de 50seg: Jamshidi (37seg), BIG(49seg-diferencia no estadísticamente significativa) y FAST (62seg estadísticamente significativo)</p> <p>Complicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jamshidi 2 agujas dobladas • BIG®: 2 no penetraron, 2 sitio erróneo. En 5 casos, problemas para retirar el trocar. • No casos de osteomielitis
Comentarios	Estudio previo a EZ-IO®
Palabras clave	<i>Intraosseous infusion, FAST1, bone injection gun, Jamshidi</i>

Efficacy of the EZ-IO® needle driver for out-of-hospital intraosseous Access – a preliminary, observational, multicenter study⁴³	
Autor	Schalk R, Schweigkofler U, Lotz G, Zacharowski K, Latasch L, Byhahn C
Año de publicación	2011
Objetivo	Estudiar la eficacia del dispositivo intraóseo EZ-IO® en el ámbito pre-hospitalario
Tipo de artículo o metodología	Estudio observacional de cohorte
Población y/o muestra	77 inserciones IO con EZ-IO®
Resultados de interés	<p>Tasa de éxito → 97% (fallos por artroplastia cadera y obstrucción catéter)</p> <p><u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 18/22 pacientes conscientes reportan dolor intenso durante infusión (en uno se tuvo que detener). A 12 se administró Lidocaína 20-40mg. <p><u>Cuidados de enfermería</u></p> <ul style="list-style-type: none"> La elección de un sitio de acceso diferente cuando la colocación de la aguja ha fallado <p><u>Formación:</u> 15 minutos prácticos</p>
Comentarios	Tasa de uso de acceso IO 0,40% (1 por cada 250 pacientes que requieren acceso vascular)
Palabras clave	<i>Intraosseous Access; EZ-IO® needle driver; Emergency medicine</i>

Paramedics successfully perform humeral EZ-IO intraosseous Access in adult out-of-hospital cardiac arrest patients⁴²	
Autor	Wampler D, Schwartz D, Shumaker J, Bolleter S, Beckett R, Manifold C
Año de publicación	2011
Objetivo	Evaluar la tasa de éxito en primer intento de la colocación del dispositivo EZ-IO® humeral por paramédicos entre los pacientes adultos prehospitalarios en parada cardíaca.
Tipo de artículo o metodología	Estudio de cohortes prospectivo
Población y/o muestra	408 inserciones IO (247 IO-humeral y 161 IO-tibial)
Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito</u></p> <ul style="list-style-type: none"> IO-humeral: 91% (1er intento) y 94% (2do intento) IO-tibial: 95% (1er intento) y 98% (2do intento) <p><u>Localización</u> (fundamentación teórica) preferencia del húmero proximal por su proximidad a la circulación central, minimizando el tiempo que tarda los fármacos en alcanzar órganos vitales; tiempo importante durante la reanimación y la hipotermia inducida.</p> <p><u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Obesidad dificulta la localización anatómica de los puntos de referencia, aumentando el riesgo de fracaso y desalojamiento posterior (2%) en relación con la longitud de la aguja (utilizar la 45mm frente a las 25mm disminuye esta incidencia) <p><u>Cuidados de enfermería</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Inmovilizar extremidad en inserción humeral <p><u>Formación:</u> 1,5 horas teórico-prácticas</p>
Comentarios	
Palabras clave	

Efficacy and safety of the EZ-IO™ intraosseous device: Out-of-hospital implementation of a management algorithm for difficult vascular Access⁴⁷	
Autor	Gazin N, Auger H, Jabre P, Jaulin C, Lecarpentier E, Bertrand C, et al.
Año de publicación	2011
Objetivo	Evaluar la seguridad y la eficacia de un dispositivo de infusión intraósea semiautomático (EZ-IO®) cuando se utiliza un algoritmo de gestión para el acceso vascular difícil en un entorno extra-hospitalario
Tipo de artículo o metodología	Estudio prospectivo observacional
Población y/o muestra	34 pacientes adultos atendidos por el servicio de emergencias (SVA)
Resultados de interés	Tasa de éxito → (1er intento): 84% /33/39) / (2do intento): 97% (38/39) Flujo → Volumen del 680 ml (450 – 1000) <u>Complicaciones</u> <ul style="list-style-type: none"> Dolor (5 pacientes conscientes) durante infusión primeros 20 ml SF No se observaron complicaciones inmediatas. <u>Formación:</u> 2 horas (1h teoría + 1h práctica)
Comentarios	Plantea un algoritmo para el manejo del acceso vascular difícil. En casos de PCR <ul style="list-style-type: none"> a) Px pediátrico → directamente vía IO b) Px adulto → tras dos intentos fallidos de IV periférica (según recomendaciones de la AHA) En pacientes con pulso espontáneo, pero que requieren urgentemente un acceso vascular → tras 4 intentos fallidos de IV-periférica.
Palabras clave	<i>Prehospital. Cardiac arrest. Intraosseous infusion.</i>

Intraosseous versus intravenous vascular Access during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized controlled trial³⁴	
Autor	Reades R, Studnek JR, Vandeventer S, Garrett J
Año de publicación	December 2011
Objetivo	Determinar si hay una diferencia en la frecuencia del éxito del primer intento entre IO-humeral, IO-tibial e IV-periférica durante la PCR fuera del hospital
Tipo de artículo o metodología	Ensayo aleatorizado Aleatorización de acceso vascular (IO-humeral, IO-tibial o IV-periférica)
Población y/o muestra	182 pacientes, 64 (35%) asignados a IO-tibial, 51 (28%) a IO-humeral y 67 (37%) a IV-periférica
Resultados de interés	Tasa de éxito → IO-Tibia: 91% IO-Humero: 51% vs IV-Periférico: 43% Baja tasa de éxito de IO-Humeral por dificultades durante identificación y cantidad de tejido subcutáneo mayor (importante selección aguja adecuada). <u>Tiempo de inserción</u> → IO-tibial: 4,6 min; IO-humeral: 7,0 min; IV-periférica: 5,8 min; desde llegada equipo hasta obtención de acceso vascular <ul style="list-style-type: none"> Tiempo para administración primera medicación: IO-tibial: 6,5 min; IO-humeral: 7,7 min; IV-periférica: 7,6 min. <u>Flujo</u> → IO-tibial (400ml; 250-550), IO-humeral (400ml; 200-650), IV-periférica (800ml; 500-1000); sesgos al no considerar duración traslado y/o fallecimiento del paciente <u>Complicaciones</u> <ul style="list-style-type: none"> No se reportan complicaciones por uso de vía IO
Comentarios	
Palabras clave	

La vía intraósea en situaciones de emergencia: análisis del medio extra-hospitalario⁴⁶	
Autor	Villena O
Año de publicación	2012
Objetivo	Evaluar la efectividad del dispositivo EZ-IO® para canalizar una vía intraósea en situaciones de emergencia extra-hospitalaria; monitorizando el tiempo de canalización de la cavidad medular y la presencia y/o número de complicaciones
Tipo de artículo o metodología	Estudio descriptivo, observacional y prospectivo
Población y/o muestra	49 pacientes con inestabilidad hemodinámica o parada cardiorespiratoria a los que no fue posible canalizar una vía venosa periférica en 90" o tras 3 intentos fallidos.
Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito</u> → (1er intento): 93,9% // Fracaso 6,1% (3) por mala ubicación</p> <p><u>Tiempo de inserción</u> → < 1 minuto: 89.8% > 1 minuto: 10.2%</p> <p>Medido desde que se decide colocar la vía IO hasta que se comprueba que la vía es permeable; en ocasiones < 10" (53% 19/39 en PCR)</p> <p><u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Extravasación (4/46): 8.2%. mayor en humeral por mala selección tamaño de la aguja Dolor (1/46): 2% en paciente consciente. Se recomienda administración de bolo de 2cc (40mg) Lidocaína 2% Presión extra para sueroterapia (1/46): 2%, solucionado con presión externa de 300 mmHg
Comentarios	<u>Indicación</u> PCR (77.6%), situación crítica (22.4%) → médica (71.4%) trauma (28.6%)
Palabras clave	Acceso intraóseo. Medio extrahospitalario. Emergencia.

Intraosseous access EZ-IO in a prehospital emergency service⁴⁴	
Autor	Torres F, Galán MD, Alonso MM, Suárez R, Camacho C, Almagro V
Año de publicación	September 2013
Objetivo	Poner a prueba el uso de un sistema de infusión semi-automático IO (EZ-IO®) como una alternativa al acceso vascular en pacientes críticos tratados en una situación de emergencia extra-hospitalaria
Tipo de artículo o metodología	Estudio prospectivo
Población y/o muestra	107 paciente críticos 114 inserciones IO (EZ-IO®)
Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito/Tiempo de inserción</u> → 100% (1er intento) < 30 segundos</p> <ul style="list-style-type: none"> 100% de éxito en primer intento en < 30 segundos <p><u>Flujo</u> → Todos los pacientes tenía un segundo acceso vascular; siendo el primero el acceso IO (EZ-IO®) IV-Periférico: 79.3% CVC: 15.5% 2do IO: 12.2% (ambos ok)</p> <p><u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> No registradas complicaciones: ni fallos, ni desplazamientos, ni extravasación <p><u>Formación:</u> taller de capacitación de 1 hora</p>
Comentarios	El acceso IO se puede establecer como primera opción en aquellos pacientes con acceso vascular comprometido; siendo un dispositivo fácil de manejar y seguro tras una formación de 1 hora de duración. Esta formación debe hacer incapié en la técnica, la correcta localización del punto de inserción y las complicaciones.
Palabras clave	Infusion system (EZ-IO); Emergency; SAMUR-PC; Intraosseous access

EZ-IO® intraosseous device implementation in a pre-hospital emergency service: A prospective study and review of the literature⁴⁵	
Autor	Santos D, Carron PN, Yersin B, Pasquier M
Año de publicación	2013
Objetivo	Estudiar prospectivamente los pacientes que reciben acceso intraóseo prehospitalario con el EZ-IO® y comparar los resultados con la literatura disponible
Tipo de artículo o metodología	Estudio prospectivo y revisión bibliográfica
Población y/o muestra	58 pacientes y 30 estudios heterogéneos que representan 1603 inserciones con EZ-IO®
Resultados de interés	<p>Tasa de éxito → 90% (54/60). Fracaso por no posible infusión (3/60), dificultades inserción (2/60) o ubicación incorrecta en meseta tibial (1/60) (rev) se constata una tasa de éxito similar (90%)</p> <p>Complicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • INMEDIATAS (relacionadas con la inserción): extravasación de líquidos, fractura iatrogénica (durante la inserción) • TARDÍAS: infección local, lesión de los tejidos blandos (rev) La extravasación es la complicación inmediata más comúnmente descrita. La osteomielitis tiene una incidencia global de 0,6%. Otras complicaciones son el sd compartimental y las fracturas (especialmente con los dispositivos semiautomáticos). Complicaciones menos frecuentes son el embolismo gaseoso y/o graso.
Comentarios	Indicaciones: PCR médico (62%) trauma (12%), trauma grave (12%) shock (5%) dificultad respiratoria aguda (3%), hipoglucemia grave (3%), status epiléptico (2%) consumo habitual de drogas IV (7%)
Palabras clave	<i>Intraosseous; EZ-IO, Prehospital</i>

Intraosseous Access in the military operational setting³⁹	
Autor	Vassallo J, Horne S, Smith JE
Año de publicación	2014
Objetivo	<i>No se define</i>
Tipo de artículo o metodología	Estudio observacional prospectivo
Población y/o muestra	111 inserciones IO: 87 EZ-IO® y 24 FAST®
Resultados de interés	<p>Tasa de éxito → (1er intento) EZ-IO®: 85% (IO-Tibial 95,3%); FAST®: 75 %</p> <p>Localización</p> <ul style="list-style-type: none"> • EZIO-Tibial: fallo por dificultad de la inserción (1/21 – 5%) • EZIO-Humeral: fallo de dispositivo (1/66 – 2%), dificultades para la infusión (8/66 – 12%), tamaño erróneo de la aguja (1/66 – 2%), localización incorrecta-intraarticular (1/66 – 2%) o rotura en su extracción (1/66 – 2%) <p>Lesiones en EEII sustituyen inserción tibial por humeral (por eso alto % de IO-Humeral)</p>
Comentarios	Ámbito militar
Palabras clave	

Comparison of 3 different intraosseous Access devices for adult during resuscitation. Randomized crossover manikin study⁴⁰	
Autor	Kurowski A, Timler D, Evrin T, Szarpak L
Año de publicación	2014
Objetivo	Evaluar diferentes dispositivos (BIG®, EZ-IO® y Jamshidi®) en cuanto a la tasa de éxito y tiempo de inserción por <i>personal paramédico</i> .
Tipo de artículo o metodología	Estudio aleatorizado (simulado con maniqués)
Población y/o muestra	107 paramédicos (divididos en 3 grupos)
Resultados de interés	Tasa de éxito → BIG: 91,59%; EZ-IO: 82,24%; Jamshidi: 47,66% Tiempo de inserción → BIG: 2min (1,0-3,0); EZ-IO: 3,1min (1.0-4.2); Jamshidi: 4.2min (1.0-5.0) Formación: 30 minutos teoría + 5 minutos práctica
Comentarios	Limitado por un pequeño tamaño muestra y una simulación con maniqués (lejos de los factores relacionados con la emergéncia pre-hospitalaria)
Palabras clave	

Saving the critically injured trauma patient: a retrospective analysis of 1000 uses of intraosseous access⁵⁰	
Autor	Lewis P, Wright C
Año de publicación	2015
Objetivo	
Tipo de artículo o metodología	Estudio retrospectivo
Población y/o muestra	1014 dispositivos IO en 830 pacientes adultos. Dispositivos FAST® y EZ-IO®
Resultados de interés	<p>Complicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Complicaciones: 1,38% • Complicaciones menores (fracaso procedimiento): Dolor y/o malestar en el paciente (7,1%); Dificultades en la penetración del periostio con la aguja (10.3%); Dificultades con la aspiración de médula ósea (12.3%); Aguja doblada o rota (4.0%); Dificultades al infundir fármacos y/o fluidos (7.4%); Infusión lenta, a pesar de ejercer presión (8.8%); Desplazamientos de la aguja tras la inserción (8.5%); Extravasación (3.7%) • Complicaciones graves: Osteomielitis (0,4%); 6 meses después con SARM(+) predispone; Sd compartimental (0,6%) en IO con fractura tibial - Existe evidencia de que infusión de solución salina hipertónica puede producir daño sobre la médula ósea. No obstante, se infundió en 49 ocasiones sin complicaciones.
Comentarios	Evaluación del uso militar de la vía IO (tanto en militares como en civiles, dentro y fuera del campo de batalla – incluidos hospitales militares) (7 años)
Palabras clave	

Comparison of the fluid resuscitation rate with and without external pressure using two intraosseous infusión system for adult emergencies, the CITRIN (Comparison of InTRosseous infusión systems in emergency medicine) – Study⁴⁹																																				
Autor	Hammer N, Möbius R, Gries A, Hossfeld B, Bechmann I, Bernhard M																																			
Año de publicación	Diciembre 2015																																			
Objetivo	Comparar el flujo de dispositivos semiautomáticos (EZ-IO® y FAST®) en diferentes localizaciones (tibial, humeral y esternal)																																			
Tipo de artículo o metodología	Estudio experimental aleatorizado																																			
Población y/o muestra	27 inserciones IO en cuerpos donantes (3 IO / cadáveres)																																			
Resultados de interés	<p>Tasa de éxito → EZIO-Tibial: 91%; EZIO-Humeral: 77%; FAST®: 95% significativamente más alta para EZIO®-Tibial y FAST®, en comparación con EZIO®-Humeral</p> <p>Tiempo de inserción → EZIO®-Tibial: 17seg (+/- 7); EZIO®-Humeral: 29seg (+/- 42); FAST®: 33seg (+/- 21) (no estadísticamente significativas)</p> <p>Flujo Según información del fabricante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FAST®: 30 ml/h (sin presión) y 120 ml/h (con presión) - EZ-IO®: 38 ml/h (sin presión) y 94 ml/h (con presión) <p>Los caudales son dependientes de la presión, pero varían con cada dispositivo.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">1 minuto</th> <th colspan="2">3 minutos</th> <th colspan="2">5 minutos</th> </tr> <tr> <th>mmHg</th> <th>0</th> <th>300</th> <th>0</th> <th>300</th> <th>0</th> <th>300</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FAST</td> <td>53 (2)</td> <td>112(47)</td> <td>40 (4)</td> <td>94 (40)</td> <td>38 (7)</td> <td>92 (37)</td> </tr> <tr> <td>EZIO-T</td> <td>27 (5)</td> <td>69 (54)</td> <td>21 (9)</td> <td>69 (57)</td> <td>21 (11)</td> <td>66 (49)</td> </tr> <tr> <td>EZIO-H</td> <td>16 (3)</td> <td>60 (44)</td> <td>16 (7)</td> <td>56 (37)</td> <td>16 (9)</td> <td>50 (26)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Utilizando presión 300 mmHg (tras el bolo inicial de 10 ml SF): FAST®: 100 ml / min EZ-IO®: 60 ml / min</p> <p>Sin presión, el flujo es un 50% menor para ambos dispositivos. La presión IO es de aproximadamente 20-30 mmHg (1/3 de la media sistémica), por lo que está neutralizando parcialmente la infusión.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los caudales y volúmenes acumulados son mayores para FAST®, en comparación con EZIO® (tanto tibial como humeral), sin diferir significativamente - En general, el volumen necesario en una situación de emergencia puede ser mayor del permitido por el dispositivo IO, requiriendo una segunda vía IO. - La morfología de los huesos y su drenaje determinan la dependencia flujo-localización. Los huesos humero y tibia son largos con gran cantidad de vasos sanguíneos por lo que inicialmente reportan flujos mayores (hasta su llenado). Una vez llenada la cavidad ósea, el flujo depende del drenaje, lo que explicaría una disminución del flujo tiempo-dependiente. En cambio, el esternón llena su cavidad ósea mucho más rápida (hueso más pequeño y plano) pero su sistema de drenaje resulta más eficaz, lo que explicaría que tolera tasas de flujo más altas. <p>Complicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • EZIO-Humeral y FAST mayores complicaciones que EZIO-Tibial <p>La EZIO®-Tibial tiene una calificación más positiva que la EZIO®-Humeral por parte de los profesionales (estadísticamente significativa) Formación: 15 minutos de práctica</p>		1 minuto		3 minutos		5 minutos		mmHg	0	300	0	300	0	300	FAST	53 (2)	112(47)	40 (4)	94 (40)	38 (7)	92 (37)	EZIO-T	27 (5)	69 (54)	21 (9)	69 (57)	21 (11)	66 (49)	EZIO-H	16 (3)	60 (44)	16 (7)	56 (37)	16 (9)	50 (26)
	1 minuto		3 minutos		5 minutos																															
mmHg	0	300	0	300	0	300																														
FAST	53 (2)	112(47)	40 (4)	94 (40)	38 (7)	92 (37)																														
EZIO-T	27 (5)	69 (54)	21 (9)	69 (57)	21 (11)	66 (49)																														
EZIO-H	16 (3)	60 (44)	16 (7)	56 (37)	16 (9)	50 (26)																														
Comentarios																																				
Palabras clave																																				

La vía intraósea en situaciones de emergencia: revisión bibliográfica²⁶	
Autor	Melé Olivé J, Nogué Bou R
Año de publicación	2006
Objetivo	Analizar la documentación científica sobre la vía intraósea (IO) en situaciones de emergencia
Tipo de artículo o metodología	Revisión bibliográfica
Población y/o muestra	201 publicaciones desde 1945 hasta 2006, de los cuales 82 en humanos con un total de 1057 inserciones IO
Resultados de interés	<p>Tiempo de inserción → acceso IO < de 60 seg (mayoría publicaciones) Flujos → sin presión 10 ml/h y con presión 300 mmHg 40 ml/h Complicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Osteomielitis (0,4%) relacionada con infusiones prolongadas (más de 24 horas), especialmente con infusiones hipertónicas y estados de bacteriemia. • Extravasación (1,3%), relacionado con la colocación inadecuada o desinserción accidental, excesiva presión de infusión o múltiples intentos. Es la complicación más frecuente. • Síndrome compartimental (0.6%), poco frecuente, asociado a la extravasación. • Fracturas iatrogénicas (0,4%) utilizando agujas manuales y dispositivo BIG® • Dificultades técnicas: bloqueo del catéter con coágulos o espículas óseas, errores en la localización de puntos de referencia, doblamiento de agujas o insuficiente fuerza (FAST o BIG) <p>Cuidados de enfermería</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda proteger y asegurar el sistema y la extremidad, así como revisar el lugar de punción, medir regularmente el perímetro de la extremidad donde se ha colocado la vía IO y comprobar periódicamente la permeabilidad de ésta • La prevención de la extravasación pasa por la elección adecuada de la aguja y la zona de inserción
Comentarios	Población (publicaciones) muy antiguas (más de 10 años)
Palabras clave	Vía intraósea

Intraosseous drug administration in children and adults during cardiopulmonary resuscitation¹¹	
Autor	Buck ML, Wiggins BS, Sesler JM
Año de publicación	October 2007
Objetivo	Revisar y evaluar la literatura disponible sobre el uso de la vía IO en la administración de fármacos durante la reanimación cardiopulmonar, centrándose en beneficios y riesgos de este método de administración
Tipo de artículo o metodología	Revisión bibliográfica
Población y/o muestra	Artículos publicados en MedLine entre 1950 y 2007 con el término de búsqueda "intraosseous infusions" (no especifica número de artículos)
Resultados de interés	<p>Tasa de éxito/Tiempo de inserción → 80% éxito en 1-2 minutos Flujo → Se definen velocidades de flujo buenas, poder infundir a una velocidad mayor a 100 ml/, logrado en el 84% de los casos. Complicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extravasación (12%) con riesgo de necrosis de tejidos blandos próximos (músculo y tejidos subcutáneos). Con infusiones a presión, se puede producir sd compartimental

	<ul style="list-style-type: none"> Las infecciones como la osteomielitis son poco comunes (0,6%), no viéndose casos reportados en pacientes adultos y en pacientes pediátricos, relacionados con estados de bacteriemia e infusión de productos hipertónicos. <p><u>Cuidados de enfermería</u></p> <ul style="list-style-type: none"> La administración en bolo de algunos medicamentos se deposita quedando en la cavidad medular, pudiendo producir bajas concentraciones plasmáticas del fármaco, por lo que se recomienda la infusión seguida de un bolo de 3-10 ml SF
Comentarios	
Palabras clave	<i>Cardiopulmonary resuscitation, intraosseous infusions</i>

Vascular Access in resuscitation: is there a role for the intraosseous route?²⁴	
Autor	Anson J
Año de publicación	Abril 2014
Objetivo	Examinar la literatura en relación con el acceso vascular intraóseo en el entorno de la reanimación del paciente crítico. Otros objetivos que se establecen con evaluar la evidencia que apoya su uso clínico, la administración de fármacos y las complicaciones.
Tipo de artículo o metodología	Revisión bibliográfica
Población y/o muestra	18 estudios publicados
Resultados de interés	<p><u>Tasa de éxito / Tiempo de inserción</u> → El acceso IO se puede conseguir más rápido y con un menor número de intentos en situaciones críticas</p> <ul style="list-style-type: none"> BIG®: 71-91% (1er intento); Tiempo inserción: 22,4seg +/- 8,2seg EZ-IO®: tasa de éxito mayor e inserción más rápida que BIG® <p>Tasa de éxito del 90% con tiempos de inserción desde 60s (EZ-IO®) a 101s (BIG®)</p> <p><u>Complicaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Osteomielitis (0,6% de 4270-IO) relacionado con infusiones prolongadas o situaciones de bacteriemia. Estos casos se reportaron con el uso de agujas manuales (revisiones antiguas), y revisiones más actuales usando dispositivos EZ-IO® no reportan casos de osteomielitis. Extravasación de líquidos (complicación más frecuente) en relación a la colocación incorrecta de la aguja, múltiples punciones en el mismo lugar o longitud incorrecta. Sd compartimental (8/1367-0,6%) en relación al volumen total infundido, fracturas óseas, desplazamientos de la aguja o soluciones hipertónicas <ul style="list-style-type: none"> a) Potencial teórico de lesiones óseas no demostrado ni efecto a largo plazo sobre la médula ósea b) Fractura iatrogénica por exceso de fuerza en colocación de IO <p>Un estudio prospectivo de simulación de inserción IO en el ámbito pre-hospitalario demostró que se podría establecer un acceso vascular IO el 84,8% de las veces en menos de un minuto, incluso con la ambulancia en marcha a 35 mph; mientras que estudios sobre la vía IV-periférica en ambulancias en movimiento solo reportan tasas de éxito del 80%.</p>
Comentarios	Extensa revisión bibliográfica
Palabras clave	<i>Infusions, Intraosseous. Anesthesiology. Critical Care. Tibia. Advanced Cardiac Life Support. American Heart Association. Cardiopulmonary Resuscitation. Emergency Medical Services. Resuscitation</i>

Anexo 4. Tabla resumen de lectura crítica de estudios de investigación cuantitativa

	Criterios	Frascone R.J, et al ³⁸	Brenner T, et al ³⁷	Gerritse B.M., et al ³⁶	Eng Hook M, et al ⁴⁸	Paxton J, et al ⁸	Leidel B.A, et al ³⁰	Sunde G.A, et al ⁴¹	Hartholt K.A, et al ³⁵	Schalk R, et al ⁴³	Wampler D, et al ⁴²	Gazin N, et al ⁴⁷	Reades R, et al ³⁴	Villena O, et al ⁴⁶	Torres F, et al ⁴⁴	Santos D, et al ⁴⁵	Vassallo J, et al ³⁹	Kurowski A, et al ⁴⁰	Lewis P, et al ⁵⁰	Hammer N, et al ⁴⁹
<u>Objetivos e hipótesis</u>	¿Están los objetivos y/o hipótesis claramente definidos?	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No	Si	No	Si	No	Si	No	No	No	No	No
<u>Diseño</u>	¿El tipo de diseño utilizado es el adecuado en relación con el objeto de la investigación	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Si se trata de un estudio de intervención/experimental, ¿puedes asegurar que la intervención es adecuada? ¿se ponen medidas para que la intervención se implante sistemáticamente?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	No	Si
<u>Población y muestra</u>	¿Se identifica y describe la población?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si
	¿Es adecuada la estrategia de muestreo?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	¿Hay indicios de que han calculado de forma adecuada el tamaño muestral o el número de personas o casos que tiene que participar en el estudio?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Medición de las variables</u>	¿Puedes asegurar que los datos están medidos adecuadamente?	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No	Si	No	No
<u>Control de sesgos</u>	Si el estudio es de efectividad/relación: ¿puedes asegurar que los grupos intervención y control son homogéneos en relación a las variables de confusión?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No	-	-	-	-	-	-	-
	Si el estudio es de efectividad/relación: ¿existen estrategias de enmascaramiento o cegamiento del investigador o de la persona investigada?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Si	-	-	-	-	-	-	-
<u>Resultados</u>	¿Los resultados, discusión y conclusiones dan respuesta a la pregunta de investigación y/o hipótesis?	S/N	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	S/N	Si	S/N	Si
<u>Valoración final</u>	¿Utilizarías el estudio para tu revisión final?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Anexo 5. Lectura crítica de estudios de investigación cuantitativa

Leidel et al. Comparison of two intraosseous access devices in adult patients under resuscitation in the emergency department: a prospective, randomized study ³⁰			Artículo
Objetivos e hipótesis	¿Están los objetivos y/o hipótesis claramente definidos?	NO	En principio, responde a las preguntas: <ul style="list-style-type: none"> - ¿qué?: determinar si la vía IO es un método fiable y seguro de acceso vascular - ¿quién?: pacientes adultos - ¿dónde?: departamento de emergencias - ¿cuándo?: cuando el acceso IV resulta imposible aunque de fondo está planteando una comparativa entre dos dispositivos de acceso IO, el BIG® y el EZ-IO®, indicando los parámetros a valorar (tasa de éxito y tiempo de inserción)
Diseño	¿El tipo de diseño utilizado es el adecuado en relación con el objeto de la investigación	SI	Se trata de estudiar un fenómeno (la vía IO como método de acceso vascular), no siendo posible un grupo control ya que quien cumple las condiciones para participar en el estudio (acceso IV-periférico), no se puede canalizar vía IO. En cuanto a la comparación de los dispositivos, existe una aleatorización en cuanto a la utilización de uno u otro.
	Si se trata de un estudio de intervención/experimental, ¿puedes asegurar que la intervención es adecuada? ¿se ponen medidas para que la intervención se implante sistemáticamente?	SI	Se realiza una aleatorización en cuanto a la propia intervención, entre dos dispositivos, y se forma previamente a todos los profesionales que van a intervenir en el estudio. De igual manera, se establece una zona anatómica de inserción indicando las situaciones en las que cambiar.
Población y muestra	¿Se identifica y describe la población?	SI	Aquellos pacientes que acudieron al servicio de urgencias y se obtuvieron dos intentos fallidos de vía IV-periférica.
	¿Es adecuada la estrategia de muestreo?	-	No hay muestreo, se selecciona toda la población que cumple criterios de inclusión. Estudio pequeño, no representativo de una población más amplia.
	¿Hay indicios de que han calculado de forma adecuada el tamaño muestral o el número de personas o casos que tiene que participar en el estudio?	-	
Medición de las variables	¿Puedes asegurar que los datos están medidos adecuadamente?	SI	Queda definido cuándo se considera una canulación exitosa (unificación de criterios) y cómo se mide el tiempo (desde el momento en que se abre el dispositivo hasta su comprobación), siendo cronometrado este tiempo por una segunda persona.
Control de sesgos	Si el estudio es de efectividad/relación: ¿puedes asegurar que los grupos intervención y control son homogéneos en relación a las variables de confusión?	-	No hay grupo control
	Si el estudio es de efectividad/relación: ¿existen estrategias de enmascaramiento o cegamiento del investigador o de la persona investigada?	-	

Resultados	¿Los resultados, discusión y conclusiones dan respuesta a la pregunta de investigación y/o hipótesis?	SI	Se presentan primeramente los resultados en cuanto a la comparación de los dispositivos por las dos variables a medir para concluir con la respuesta al objetivo, diciendo que sí se trata de un método fiable y seguro
Valoración final	¿Utilizarías el estudio para tu revisión final?	SI	Si bien el diseño del estudio no es el adecuado (por las limitaciones que impone el propio fenómeno a estudiar al no poder existir un grupo control) y la población es reducida, no existiendo un muestreo que sea representativo de la población, ofrece resultados al objetivo de estudio. Si bien debemos ser conscientes de la limitaciones del estudio y de su escasa evidencia científica.

Reades et al. Intraosseous versus intravenous vascular access during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized controlled trial ³⁴			
<u>Objetivos e hipótesis</u>	¿Están los objetivos y/o hipótesis claramente definidos?	Si	P: pacientes en paro cardíaco fuera del hospital I: vía intraósea C: vía intravenosa periférica O: tasa de éxito en primer intento El objetivo está bien definido. De igual manera se establece la hipótesis (existe una diferencia significativa entre la tasa de éxito IO-tibial y IO-humeral o IV-periférica)
<u>Diseño</u>	¿El tipo de diseño utilizado es el adecuado en relación con el objeto de la investigación?	Si	Se trata de un ensayo controlado aleatorizado, en el cual se puede relacionar un resultado (éxito en acceso vascular y tiempo de acceso e infusión de medicación) con una intervención (IO o IV-periférica)
	Si se trata de un estudio de intervención/experimental, ¿puedes asegurar que la intervención es adecuada? ¿se ponen medidas para que la intervención se implante sistemáticamente?	Si	Se definen las zonas de inserción y se forma a los profesionales en las técnicas de inserción previo al comienzo del estudio.
<u>Población y muestra</u>	¿Se identifica y describe la población?	Si	Se especifican los criterios de inclusión y exclusión en el ensayo y se describen las características de la población
	¿Es adecuada la estrategia de muestreo?	-	No hay muestra, se incluye a toda persona que cumple criterios de inclusión
	¿Hay indicios de que han calculado de forma adecuada el tamaño muestral o el número de personas o casos que tiene que participar en el estudio?	-	
<u>Medición de las variables</u>	¿Puedes asegurar que los datos están medidos adecuadamente?	Si	Se definen los parámetros a medir: criterios para considerar exitosa la inserción, el intervalo de tiempo a medir.
<u>Control de sesgos</u>	Si el estudio es de efectividad/relación: ¿puedes asegurar que los grupos intervención y control son homogéneos en relación a las variables de confusión?	No	Se especifican en una tabla las características de la población, pero no se especifica si existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos (homogéneas)
	Si el estudio es de efectividad/relación: ¿existen estrategias de enmascaramiento o cegamiento del investigador o de la persona investigada?	Si	El profesional desconoce el grupo al que pertenece el paciente hasta justo el momento de la obtención del acceso vascular.
<u>Resultados</u>	¿Los resultados, discusión y conclusiones dan respuesta a la pregunta de investigación y/o hipótesis?	Si	Se presentan los resultados en cuanto a los parámetros a registrar.
<u>Valoración final</u>	¿Utilizarías el estudio para tu revisión final?	Si	Ofrece resultados interesantes en cuanto a la efectividad de la vía IO, comparándola con la principal alternativa de acceso vascular; la vía IV periférica. Al igual que otros estudios, presenta la limitación de que la población puede no ser representativa de la población general.

Anexo 6. Publicaciones según criterios de efectividad

		Tasa de éxito	Tiempo de inserción	Localización	Flujo y volumen	Complicaciones	Cuidados de enfermería	Formación
Efectividad de la vía IO	Frascone et al. Consecutive field trials using two different intraosseous devices ³⁸							
	Brenner et al. Comparison of two intraosseous infusion systems for adult emergency medical use ³⁷							
	Gerritse et al. Prehospital intraosseous access with the bone injection gun by a Helicopter Transported Emergency Medical Team ³⁶							
	Eng Hock et al. An observational, prospective study comparing tibial and humeral intraosseous access using the EZ-IO ⁴⁸							
	Paxton et al. Proximal humerus intraosseous infusión: a preferred emergency venous access ⁸							
	Leidel et al. Comparison of two intraosseous access devices in adult patients under resuscitation in the emergency department: a prospective, randomized study ³⁰							
	Sunde et al. Emergency intraosseous access in a helicopter emergency medical service: a retrospective study ⁴¹							
	Hartholt et al. Intraosseous devices: a randomized controlled trial comparing three intraosseous devices ³⁵							
	Schalk et al. Efficacy of the ER-IO(R) needle driver for out-of-hospital intraosseous access - a preliminary, observational, multicenter study ⁴³							
	Wampler et al. Paramedics successfully perform humeral EZ-IO intraosseous access in adult out-of-hospital cardiac arrest patients ⁴²							
	Gazin et al. Efficacy and safety of the EZ-IO(TM) intraosseous device: out-of-hospital implementation of a management algorithm for difficult vascular access ⁴⁷							
	Reades et al. Intraosseous versus intravenous vascular access during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized controlled trial ³⁴							
	Villena . La vía intraósea en situaciones de emergencia: análisis del medio extrahospitalario ⁴⁶							
	Torres et al. Intraosseous access EZ-IO in a prehospital emergency service ⁴⁴							
	Santos et al. EZ-IO(R) intraosseous device implementation in a pre-hospital emergency services: a prospective study and review of the literature ⁴⁵							
	Vassallo et al. Intraosseous access in the military operational setting ³⁹							
	Kurowski et al. Comparison of 3 different intraosseous access devices for adult during resuscitation. Randomized crossover manikin study ⁴⁰							
	Lewis et al. Saving the critically injured trauma patient: a retrospective analysis of 1000 uses of intraosseous acces ³⁰							
	Hammer et al. Comparison of the fluid resuscitation rate with and without external pressure using two intraosseous infusion system for adult emergencies, the CITRIN (Comparison of InTRAosseous infusion systems in emergency medicINe) – Study ⁴⁹							
	Melé e tal. La vía intraósea en situaciones de emergencia: Revisión bibliográfica ²⁶							
Buck et al. Intraosseous drug administration in children and adults during cardiopulmonary resuscitation ¹¹								
Anson . Vascular access in resuscitation: is there a role for de intraosseous route? ²⁴								