

Facultade de Enfermaría e Podoloxía



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN ENFERMERÍA

Curso académico 2016/2017

ACCESO VASCULAR EN URGENCIAS: LA VÍA INTRAÓSEA COMO ALTERNATIVA

Daniel Ramos Barral

**Director(es): Santiago Martínez Isasi
María Montserrat Lagoa Ferreira**

ÍNDICE

1. ÍNDICE DE ABREVIATURAS	2
2. RESUMEN ESTRUCTURADO	3
3. INTRODUCCIÓN.....	9
4. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE ESTUDIO	13
5. METODOLOGÍA.....	14
5.1. Estrategia de búsqueda	14
5.2. Selección de criterios de inclusión y exclusión	14
5.3. Gestión de la bibliografía localizada	15
5.4. Establecimiento de variables	15
5.5. Evaluación del nivel de evidencia de los estudios.	16
6. RESULTADOS	17
7. DISCUSIÓN	23
8. CONCLUSIONES.....	28
9. BIBLIOGRAFÍA.....	30
10. ANEXOS.....	34
10.1 ANEXO I: ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA EN LAS DISTINTAS BASES DE DATOS	34
10.2. ANEXO II: FLUJOGRAMA	35
10.3. ANEXO III: RESULTADOS DE LAS BÚSQUEDAS BIBLIOGRÁFICAS	36
10.4. ANEXO IV: CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REVISADOS.....	38
10.5. ANEXO V: JERARQUÍA DE LOS ESTUDIOS POR EL TIPO DE DISEÑO SEGÚN USPSTK.....	47

1. ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- **AEMT:** Avanced Emergency Medical Team
- **AHA:** American Heart Association
- **BIG:** Bone Injection Gun
- **ERC:** European Resuscitation Council
- **FDA:** United States Food and Drug Administration
- **h:** Hora
- **IO:** Vía Intraósea
- **MET:** Medical Emergency Team (formados por médicos, enfermeros, estudiantes...)
- **ml:** Mililitros
- **mmHg:** Milímetros de Mercurio
- **PVC:** Peripheral Venous Catheter
- **RCP-A:** Resucitación Cardiopulmonar Avanzada
- **SSF:** Suero fisiológico
- **USPSTK:** United States Preventive Service Task Force
- **VVC:** Vía Venosa Central
- **VVP:** Vía Venosa Periférica
- **WOS:** Web Of Science

2. RESUMEN ESTRUCTURADO

La vía intraósea es una alternativa, para el acceso vascular, de las vías venosas periféricas. En los últimos años el uso de la IO ha cobrado importancia, puesto que es una vía de acceso rápido, sencillo y con una tasa de complicaciones muy parecida a la VVP.

En este momento la IO, en los servicios de Urgencias, sólo se emplea en casos de pediatría por la dificultad que implica, de por sí, la canalización de los catéteres en este tipo de pacientes.

OBJETIVO

El objetivo de esta revisión es justificar la presencia o no de la vía intraósea como una alternativa real y viable, a la vía venosa periférica, para obtener el acceso vascular en los pacientes críticos (adultos o pediátricos) que son trasladados a los servicios de Urgencias.

METODOLOGÍA

Para obtener la bibliografía necesaria para realizar la revisión hemos realizado diferentes búsquedas en varias bases de datos. Las bases consultadas han sido: Pubmed, Cochrane, Scopus, Cinhal y Web of Science. La estrategia de búsqueda fue limitada a artículos publicados desde el 2007 hasta el 2017, en inglés, español y portugués.

RESULTADOS

Los artículos resultantes de estas búsquedas fueron un total de 86 de los cuales solo 41 fueron seleccionados tras realizar una primera lectura crítica. La selección final fue de 26 artículos.

CONCLUSIONES

Numerosos estudios demuestran que la vía intraósea es una alternativa rápida, sencilla y segura de las vías venosas periféricas. Se debería de promover la implantación del uso de esta vía dentro de los servicios de Urgencias después de la preparación del personal mediante cursos para su correcta utilización y manejo.

Con esta técnica mejoraríamos la calidad del trabajo de enfermería y, además, conseguiríamos abrir el abanico de opciones a la hora de realizar una técnica tan importante como obtener un acceso vascular.

PALABRAS CLAVE:

Infusiones intraóseas, servicio de Urgencias en hospital, cuidados críticos.

ABSTRACT

The intraosseous route is an alternative, for vascular access, of the peripheral venous access. In recent years, the use of IO has become important, since it is a fast, simple access route with a complication rate very similar to PVC.

At this moment in the emergency department the IO is only used in pediatric cases because of the difficulty involved in channeling the catheters in this type of patients.

AIM

The objective of this review is to justify the presence or not of the intraosseous route as a real and viable alternative to the peripheral venous route to obtain vascular access in critically ill patients (adults or pediatric) who are transferred to emergency services.

METHODOLOGY

To obtain the necessary bibliography to carry out the review we have performed different searches in several databases. The bases consulted have been: PubMed, Cochrane, Scopus, Cinhal and Web of Science. The search strategy was limited to articles published from 2007 to 2017 in English, Spanish and Portuguese.

RESULTS

The articles resulting from these searches were a total of 86 of which only 41 were selected after a first critical reading. The resulting selection was 26 articles.

CONCLUSIONS

Numerous studies show that the intraosseous route is a quick, simple and safe alternative to the peripheral venous access. The implementation of the use of this route within the emergency services should be promoted after the preparation of personnel through courses for their correct use and management.

With this technique, we would improve the quality of the nursing work and, in addition, we would be able to open the range of options when performing a technique as important as obtaining a vascular access.

KEY WORDS

infusions, intraosseous; Emergency service, hospital; critical care.

RESUMO ESTRUTURADO

A vía intraósea é una alternativa, para o acceso vascular, das vías venosas periféricas. Nos últimos anos o uso da IO cobrou importancia, posto que é una vía de acceso rápido, sinxelo e cunha taxa de complicacións moi parecida á VVP.

Neste momento a IO, nos servizos de Urxencias, só se emprega en casos de pediatría pola dificultade que implica, per se, a canalización dos catéteres neste tipo de pacientes.

OBXECTIVO

O obxectivo desta revisión é xustificar a presenza o non da vía intraósea como una alternativa real e viable, á vía periférica, para obter o acceso vascular nos pacientes críticos (adultos o pediátricos) que son trasladados aos servizos de Urxencias.

METODOLOXÍA

Para obter a bibliografía necesaria para realizar a revisión realizamos diferentes búsquedas en varias bases de datos. As bases consultadas foron: Pubmed, Cochrane, Scopus, Cinhal e Web of Science. A estratexia de búsqueda foi limitada a artigos publicados dendo o 2007 até o 2017, en inglés, español e portugués.

RESULTADOS

Os artigos resultantes destas búsquedas foro un total de 86 dos cales só 41 foron seleccionados tras realizar una primeira lectura crítica. A selección final foi resultante foi de 26 artigos.

CONCLUSIÓNS

Numerosos estudos demostran que a vía intraósea é una alternativa rápida, sinxela e segura das vías venosas periféricas. Deberíase promover a implantación do uso desta vía dentro dos servizos de Urxencias despois da preparación do persoal mediante cursos para a súa correcta utilización e manexo.

Con esta técnica melloraríamos a calidade do traballo de enfermaría e, tamén, conseguiríamos abrir o abanico de opción á hora de realizar unha técnica tan importante como obter un acceso vascular.

PALABRAS CLAVE:

Infusións intraóseas, servizo de Urxencias en hospital, coidados críticos

3. INTRODUCCIÓN

El acceso vascular es una de las prioridades más importantes a la hora de atender a cualquier tipo de paciente. Es por ello que disponemos de varias opciones para conseguir este acceso^{1, 3, 5, 22, 33}. En el caso de los pacientes críticos cobra todavía más importancia este aspecto, pues es vital disponer de una vía a través de la cual poder administrar líquidos, medicamentos y todo aquello que sea necesario para el tratamiento y la mejoría del paciente.

Ahora mismo las tres opciones más empleadas, en el caso de los pacientes críticos, para la obtención del acceso vascular por orden de preferencia son: la vía venosa periférica (VVP), la vía intraósea (IO) y la vía venosa central (VVC)

De estas tres vías disponibles, la VVP es la opción que más extendida tiene su uso por su sencillez técnica y una tasa muy baja de complicaciones. Por estos motivos es siempre la vía de elección en todo tipo de pacientes, incluidos los críticos, ya sean adultos o pediátricos.

Las otras dos alternativas surgen cuando la canalización de la VVP es imposible o conlleva una pérdida de tiempo considerable (paradas cardiorrespiratorias, shock). En este momento la VVC es la otra vía más empleada^{1,20}, aunque su canalización es dificultosa y no es una técnica rápida.

Por último, tenemos la vía intraósea, es una alternativa con una técnica rápida y sencilla, pero que rara vez se tiene en cuenta para obtener el acceso vascular en adultos.

En este momento es raro encontrar la vía intraósea disponible en los servicios de Urgencias de los hospitales, aunque si suelen estar disponibles en los carros de parada pediátricos de estos servicios.

Desde hace unos pocos años, la gran mayoría de guías internacionales para la Resucitación cardiopulmonar avanzada (RCP-A)^{8,20,23,31} recomiendan tener en cuenta la vía intraósea como la principal alternativa cuando no es posible canalizar una VVP en los primeros minutos. Es vital para la administración de fármacos obtener el acceso vascular cuanto antes. En estos casos la IO tienen una serie de ventajas sobre el resto de alternativas.

La localización para la colocación de la IO por elección son los extremos distales y proximales de la tibia y el extremo proximal del húmero^{1, 6, 18, 21, 22, 28}. También se podría colocar una vía intraósea en el esternón, pero es el sitio de inserción menos recomendado ya que, entre otros motivos, puede dificultar las compresiones en el caso de una RCP.

Para la colocación de este tipo de catéteres tenemos disponibles varios sistemas^{15, 21, 24, 28, 34}:

- Manual, que constan de una aguja de acero con un fiador que se retira al introducir el catéter.
- FAST, es un dispositivo manual de un solo uso diseñado específicamente para colocar la IO en el esternón. Consta de un sistema de pequeñas agujas para controlar la profundidad a la que entra el catéter. Hasta la actualización de su última versión era necesaria una herramienta para extraer la vía, esto ya no ocurre.
- BIG (Bone Injection Gun), es un dispositivo automático de un solo uso que contiene la aguja intraósea, se activa mediante un gatillo y penetra a la profundidad que se decida (entre 0.5 y 1.5 cm). Existen dos versiones, para adultos y pediátricos, la diferencia es el calibre de la aguja (15G o 18G). Solo está aprobado su uso para la tibia proximal.
- EZ-IO, es un taladro de batería reutilizable al que se acopla la aguja que queremos canalizar. Al emplearlo no hay que ejercer demasiada fuerza, pero sí guiarlo para la correcta colocación del

catéter. Actualmente, existen dos versiones, en las que varía la cantidad de disparos que puede hacer la batería, 500 o 1000. Podemos usar este dispositivo en la tibia proximal y la cabeza del humero. Existen varios tamaños de la aguja que se puede acoplar dependiendo del tipo de paciente, siempre son del mismo calibre (15G) y varían en su largo. Encontramos:

- Aguja de 15 mm de largo, indicada en niños de menos de 39 kg.
- Aguja de 25 mm de largo, indicada en pacientes de más de 40 kg.
- Aguja 45 mm de largo, indicada en casos en la que los pacientes tengan exceso de tejido como casos de obesidad, edema en miembros...

La tasa de complicaciones de esta vía es muy baja, la gran mayoría de los casos se podrían considerar como complicaciones leves como el desplazamiento del catéter o la incorrecta fijación^{1, 10 15, 28}. En un pequeño porcentaje ocurren complicaciones más graves como provocar un síndrome compartimental en el miembro en el que se coloque la IO, o provocar un daño en el hueso diana, necrosis del tejido por extravasación de líquidos...

Los casos de infecciones relacionados con esta vía son muy poco frecuentes, el tiempo que permanece colocada suele variar entre 24 y 48 horas, por lo que sería una complicación de lo más rara^{1,4,9-11,15}, no relacionada con el catéter si no con los cuidados del lugar de punción.

La vía intraósea tiene una serie de situaciones en las que su utilización no estaría indicada^{11,15,24,28}, éstas son: obesidad extrema del paciente; rotura previa del hueso en el que queremos colocar la vía; infecciones o quemaduras localizadas dentro de la piel del punto de inserción; osteomielitis, osteoporosis; inserción previa de un catéter intraóseo en el hueso diana y debilidad ósea y/o enfermedades óseas

Una de las principales barreras⁶, que tiene la vía intraósea, es el desconocimiento que tiene tanto el personal médico como enfermero sobre las indicaciones, contraindicaciones y ventajas de las vías IO sobre las VVC. Es por ello que en la gran mayoría de los estudios se imparten primero cursos teórico-práctico antes de empezar a emplear la IO.

4. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE ESTUDIO

En los servicios de Urgencias todos los días se atienden a pacientes que llegan en estado crítico (accidentes de tráfico, paradas cardiorrespiratorias...). Es por ello que la canalización de un acceso vascular, que nos permita administrar medicación, tomar muestras para enviar a los laboratorios... Se convierte en una prioridad, por ello deberíamos de tener varias opciones disponibles para realizar esta acción.

Empleando el sistema de pregunta PICO elaboramos la siguiente pregunta de estudio:

- Paciente: Pacientes críticos adultos y/o pediátricos que entran en el Servicio de Urgencias
- Intervención: Canalización de vía intraósea
- Comparado con: Vía Venosa Periférica y Vía Venosa Central
- Objetivo: Disponibilidad en los servicios de Urgencias

Finalmente, la pregunta sería la siguiente: ¿Debería de estar disponible la vía intraósea, como alternativa para el acceso vascular, para los pacientes críticos en el servicio de Urgencias?

5. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica actual para obtener información específica y relevante sobre aspectos relacionados con la vía intraósea y los servicios de urgencias.

5.1. Estrategia de búsqueda

Tras formular la pregunta de estudio en formato PICO, ésta se traduce a los términos Mesh, que serán los empleados para realizar las distintas búsquedas bibliográficas. Los términos escogidos fueron: infusions intraosseous; emergency service, hospital.

Para realizar las búsquedas se emplearon las siguientes bases de datos: Pubmed/Medline, Scopus, Web of Science, Cinahl y Cochrane. Todas las búsquedas fueron realizadas entre marzo y abril del año 2017.

Las estrategias de búsqueda de cada de las bases de datos pueden ser consultadas en el ANEXO I.

5.2. Selección de criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión escogidos fueron los siguientes:

- Artículos que trataran sobre la vía intraósea y su utilización en situaciones de emergencia vital tanto en pacientes adultos como pediátricos.
- Tipo de estudio: estudios cuantitativos, estudios descriptivos, artículos de revisión y tesis doctorales.
- Idioma: se incluyeron artículos disponibles en inglés, castellano y portugués.
- Límite temporal: se estableció como límite temporal 10 años, incluyendo todos los artículos publicados desde el año 2007 hasta el 2017.

- Artículos que tuvieran el texto completo disponible.

Los criterios de exclusión tenidos en cuenta fueron los siguientes:

- Tipos de artículos: cartas al director, artículos de opinión, estudios de casos, estudios en animales, comentarios.
- Idioma: se excluyeron todos los artículos escritos en otros idiomas.
- Artículos que no tuvieran el texto completo disponible.

5.3. Gestión de la bibliografía localizada

Después de realizar las búsquedas bibliográficas los resultados localizados fueron exportados a un gestor de referencias, Refworks, con el fin de eliminar todos los duplicados.

Para conocer si los resultados cumplían los criterios establecidos, se procedió a analizar los títulos y los resúmenes de los artículos para el posterior acceso al texto completo. El proceso de selección de artículos y estudios se puede consultar en los AXEXOS II y III.

5.4. Establecimiento de variables

Las variables que tendremos en consideración para evaluar la efectividad de la vía intraósea será:

- El tiempo de inserción, se entiende por este parámetro todo el tiempo incluido desde la preparación para la técnica hasta la correcta colocación del catéter y la comprobación de su posición mediante la aspiración de líquido medular.
- El porcentaje de acierto en primer intento de inserción del catéter.
- El porcentaje de complicaciones de la canalización de la vía intraósea, se considerarán de la misma forma las complicaciones leves como las graves.

- Las diferencias entre los distintos puntos de inserción con sus ventajas e inconvenientes (tasas de flujo, facilidad de canalización...).
- Las diferencias entre los diferentes dispositivos disponibles para la colocación de las vías intraóseas.

5.5. Evaluación del nivel de evidencia de los estudios.

Para evaluar la calidad de la evidencia científica de los estudios se empleó la escala adaptada por United States Preventive Service Task Force²⁶, mediante la cual se clasifican los estudios según su tipo de diseño. Esta tabla se puede consultar en el AXEXO V.

6. RESULTADOS

En el ANEXO IV encontramos un cuadro resumen con los resultados de todos los estudios revisados. A continuación, explicaremos estos resultados.

Países y tiempo de estudio

Se observa que la gran mayoría de los estudios revisados, el 55%, se han realizado en Europa (Alemania, Turquía...), pero solamente uno de ellos se ha producido en España, el resto, el 36%, están realizados en Estado Unidos. Destaca el estudio de Horton *et al.* en donde son varios los países involucrados en él.

Todos los artículos son considerados recientes, ninguno es inferior al año 2007.

Tipos de estudio

Dentro de los tipos de estudios realizados destacan sobre todo los estudios prospectivos, el 80% de los revisados pertenecen a esta categoría, uno de ellos es de tipo retrospectivo y solamente uno es experimental. La gran mayoría de estudios son de tipo observacional, lo que les otorga un nivel de evidencia de grado II; dos de los estudios revisados son descriptivos con un nivel de evidencia III y por último tenemos dos estudios aleatorizados con un nivel de evidencia I.

Ámbito de desarrollo

Al analizar el ámbito en el que se realizaron los estudios, observamos que cinco se desarrollan dentro del ámbito hospitalario y otros cuatro dentro del extrahospitalario, por último, tenemos un único estudio experimental que se desarrolla en una facultad de medicina.

Tipos de usuarios/profesionales que emplean la IO

Los usuarios que emplean la vía intraósea en los distintos ámbitos son todos profesionales (médicos, enfermeros, paramédicos...) que ya habían empleado este tipo de acceso vascular y aquellos que no, previa la realización del estudio, se les impartieron cursos de preparación sobre la vía IO. Estos cursos, en la gran mayoría de los casos son de tipo teórico-práctico. Solamente en el caso del estudio experimental de Hammer N *et al.* los alumnos son estudiantes de medicina a los que solo se les imparte un curso teórico sobre la vía intraósea.

En el estudio de Wolfson D *et al.* se compararon dos grupos distintos de profesionales empleando el mismo dispositivo para canalizar la IO. Los datos obtenidos con cada grupo fueron muy parecidos:

- AEMT:
 - Porcentaje de acierto en el primer intento: 93%
 - Localización: tibia en el 97.2% y húmero en el resto
- Paramédicos:
 - Porcentaje de acierto en el primer intento: 93.3%
 - Localización: tibia en el 94% de los casos y el húmero en el 6% restante.

Poblaciones de estudio

Las poblaciones de los estudios son: adultos en el 55% de los casos y población mixta (adultos/pediátricos) en el 18%. Solo en dos de los estudios se toma una muestra población exclusivamente pediátrica y en otro de ellos cadáveres.

Comparación de la vía IO con otras vías

En los artículos de Dolister M *et al.* y Lee PM *et al.* se compara el uso de la vía IO con las vías venosas centrales. Las VVC obtienen un tiempo de

canalización de 15 minutos y 10.7 minutos respectivamente mientras que la vía IO tiene un tiempo medio de menos de 3 minutos en el primer caso y 1.2 minutos, en el segundo. Es interesante el cálculo aproximado que hacen los autores del primer artículo en cuanto al gasto que supone cada procedimiento, establecen que para canalizar una vía IO se gastan 100 dólares mientras que para una vía central se gasta casi el triple, 296 dólares.

Las VVC obtienen un porcentaje de acierto en el primer intento del 37.5%, mientras que las vías IO tienen un porcentaje del 90.3% en el mismo estudio. Dentro de éste también se comparan las complicaciones entre ambas vías. Las complicaciones de la vía IO son: la extravasación, el dolor y el desplazamiento de la aguja. El porcentaje total de complicaciones de la vía intraósea es un 9.1%; en las VVC es de un 45.8%, las complicaciones más comunes son: la punción arterial, la punción de la vejiga, la torcedura de la guía y el sangrado en el sitio de punción.

Dentro del artículo de Reades R *et al.* comparan el uso de la vía intraósea en dos puntos distintos, tibia y húmero, con las vías venosas periféricas en casos de parada cardiorrespiratoria. Las VVP obtienen una tasa de acierto en el primer intento del 41% con un tiempo medio de 348 segundos, a diferencia de las IO que obtienen datos distintos dependiendo de la localización, así las vías IO canalizadas en húmero obtiene una tasa del 40% con un tiempo medio de 420 segundos y las canalizadas en la tibia mejoran con una tasa del 91% con un tiempo de 276 segundos.

Dispositivos empleados

El dispositivo EZ-IO se emplea en el 50% de los estudios para la colocación del catéter. El segundo más empleado es el BIG, utilizado en dos estudios en lo que se compara el uso de dos de los dispositivos disponibles para la IO, y por último tenemos el FASTR, empleado solo en

el artículo de Hammer N *et al.* para compararlo con el EZ-IO.

En el artículo de Demir OF *et al.*, comparan los dispositivos BIG y EZ-IO. Consideran más rápido y con una tasa menor de error al primero. Éste obtiene un tiempo de inserción de menos de 5 segundos en cualquier caso con una tasa de acierto del 92.3% y el segundo obtiene un 84.6% de acierto en el primer intento con un tiempo medio de menos de 7 segundos.

Dentro del estudio de Hammer N *et al.* se comparan el EZ-IO con el dispositivo FASTR en cuanto al tiempo de canalización y al porcentaje de acierto. El dispositivo FASTR obtienen un porcentaje de inserción del 95% con un tiempo medio de casi 55 segundos. Si hablamos del dispositivo EZ-IO, tenemos que diferenciar la localización empleada, en la tibia tiene un tiempo de inserción de 24 segundos unido a una tasa de acierto del 91% mientras que, en el húmero obtienen un tiempo peor de canalización con una media de más de un minuto y un porcentaje de acierto del 77%.

Lugar de inserción

Existen varias opciones a la hora de seleccionar el lugar de inserción del catéter: la tibia, el húmero, el esternón... En el 73% de los estudios la localización más empleada fue la tibia distal, seguida del húmero, el esternón y por último el fémur y la tibia, éstos últimos empleados únicamente en un estudio cada uno.

En el artículo de Reades R *et al.* comparan el tiempo medio de canalización y el porcentaje de acierto de la IO en la tibia y el húmero. Concluyen que la tibia es la localización donde más rápido se obtienen el acceso vascular, con un tiempo medio de 276 segundos, con una tasa de acierto del 91%. En el húmero las cifras son algo peores, obteniendo un porcentaje de acierto del 40% con un tiempo medio de canalización de 420 segundos.

Motivos de uso de la IO

La vía intraósea se emplea como alternativa de la VVP en las situaciones en las que ésta es muy difícil o imposible de canalizar, normalmente estas situaciones son aquellas en las que el paciente está en estado crítico. El principal motivo de uso, en el 54% de los estudios, fue la parada cardiorrespiratoria no traumática. La siguiente causa con más prevalencia son las heridas traumáticas (accidentes de tráfico, quemaduras, fracturas...). Otras situaciones en las que se ha empleado la vía IO como el acceso vascular serían las paradas cardiorrespiratorias traumáticas, casos de shock, estrés respiratorio, crisis epilépticas...

Fármacos perfundidos

Los fármacos y los líquidos perfundidos a través de la vía intraósea están relacionados con las causas y las situaciones en las que ésta se emplea.

Vemos que en el estudio de Horton *et al.* las IO fueron empleadas para perfundir líquidos como el SSF y para administrar fármacos (antiarrítmicos, sedantes y glucosa).

En los estudios de Santos D *et al.* y Torres F *et al.* el principal motivo para el uso de la intraósea fue la parada cardiorrespiratoria no traumática por eso los fármacos más empleados en estos estudios fueron; adrenalina, atropina, amiodarona, SSF, fentanilo, epinefrina... Destaca que en el primero de los estudios también se empleó para transfundir componentes sanguíneos

Por último, tenemos el estudio de Wolfson D *et al.*, el único estudio retrospectivo, en donde los fármacos empleados están en relación con los vistos en los otros estudios: epinefrina, naloxona, lidocaína, amiodarona...

En el estudio de Hammer, N *et al.* se observa que, dependiendo de la localización de la IO, se pueden obtener unas tasas de flujo de líquidos mejores o peores según se aplique o no una determinada presión con un

presurizador. Tomando como ejemplo cadáveres tratados con etanol, vemos que en la tibia pasamos de tener tasas máximas de 70.2 ml/min sin aplicar presión a 163.7 ml/min en cuanto aplicamos una presión de 150mmHg; en el húmero de 59.5 ml/min a 119.3 y por último en el esternón de 163.7 ml/min a 382.7.

Complicaciones

La vía intraósea es una vía con una tasa de complicaciones muy baja. En el 36% de los estudios no se registró ninguna complicación relacionada con el uso de la vía IO. En el resto de estudios el porcentaje varía entre el 4 y 12% en la localización más empleada, la tibia.

Dentro del estudio experimental de Hammer *et al.* se observan dos tasas algo más elevadas en el húmero y el esternón, del 22.72% y del 26.31% respectivamente.

Las complicaciones relacionadas con la vía intraósea, en su mayoría, son consideradas como leves. Solo se registró una complicación grave en el estudio realizado por Dolister *et al.*, donde la extravasación de uno de los fármacos desencadenó un síndrome compartimental en el miembro en donde se había canalizado la vía IO.

Dentro de las complicaciones leves más comunes tenemos: la extravasación de líquidos, los defectos en la aguja, el desplazamiento de la aguja, el taponamiento del catéter y el dolor.

7. DISCUSIÓN

La gran mayoría de los estudios que tratan sobre la aplicabilidad de la vía intraósea en situaciones de emergencia se han realizado en Estados Unidos y en Europa en el ámbito hospitalario y extrahospitalario.

Destacan los estudios prospectivos observacionales, donde se busca comparar distintos tipos de dispositivos para la canalización de la IO^{9,14,19} o incluso comparar las vías centrales^{10,18} o las vías venosas periféricas²⁹ con la vía intraósea.

Tomando como referencia la escala para la evaluación del nivel de evidencia del USPSTK²⁶ vemos que la gran mayoría de los estudios revisados tienen un nivel de evidencia I o II. Demostrando que los resultados reflejados tienen validez para su aplicación en la práctica clínica.

Tanto al AHA^{2, 8, 16, 20, 27} como el ERC^{13, 23, 31} han realizado modificaciones en sus recomendaciones basada en la evidencia publicada, pasan de sólo recomendar la vía IO como alternativa en pacientes pediátricos a incluirla también en adultos en los que la canalización de la vía venosa periférica sea complicada y/o imposible. Motivando así, que se comience a estudiar e implementar algoritmos y/o protocolos que tengan en cuenta esta vía en los servicios de urgencias hospitalarios y extrahospitalarios.

Dentro de los diferentes ámbitos asistenciales vemos que el tipo de usuarios que utilizan la vía intraósea es muy variada, encontramos médicos de urgencia, cirujanos, estudiantes de medicina, enfermeros, paramédicos. Todos los usuarios de este tipo de acceso vascular, estaban entrenados o recibieron formación antes de realizar los estudios. Se impartieron diferentes tipos de cursos, en su gran mayoría fueron teóricos-prácticos. Este dato de la formación a la hora de emplear esta vía pone de manifiesto, que con una formación básica con parte práctica o no, se pueden obtener unas tasas muy altas de acierto a la hora de

canalizar vías IO incluso en personal sin experiencia con este procedimiento¹⁴. Una vez que lo emplean quedan satisfechos con el procedimiento y la vía IO, lo que refleja una de las barreras mencionadas al inicio del trabajo, el desconocimiento de esta vía hace que su empleo no esté del todo extendido⁶.

Cuando comparamos los dispositivos entre sí, vemos que tanto el BIG⁹ como el FASTR¹⁴ obtienen un porcentaje mayor de acierto en el primer intento y un tiempo menor respecto al taladro EZ-IO. Sin embargo, el taladro es el dispositivo más empleado y el preferido por el personal para cualquier tipo de población, tanto adulta como pediátrica. Esto está motivado por las características del taladro que, a diferencia de los otros dispositivos, es reutilizable y puede ser empleado en todos los puntos de inserción, siendo la tibia en donde éste es más rápido.

En la población infantil, la IO^{15, 25, 30, 32}, obtiene porcentajes de acierto superiores al 80% en todos los casos. La IO se perfila como la vía de primera o segunda elección en este tipo de población, el ERC²³ la recomienda a la par de la VVP, dejando a cargo del personal la decisión de usar una alternativa o la otra, durante una RCP pediátrica. En el caso de decidirse por emplear la VVP como la primera opción, establecen un límite de 60 segundos para su canalización, a partir de ahí la IO sería la vía de elección^{8,23}.

Una de las limitaciones que nos encontramos es que la muestra poblacional que suelen tener los estudios sobre la vía IO, de momento, no es demasiado amplia. Dentro de la selección de artículos, destaca el artículo de Wolfson D *et. al*, donde la muestra era de 543 pacientes. En la mayoría de estudios las muestras tomadas fueron de pacientes adultos.

La IO obtiene un porcentaje de acierto en el primer intento muy elevado, cuando se emplea en pacientes adultos en estado crítico, con valores por encima del 85%^{9,10,18,19,29}. El principal sitio de elección para la canalización de la IO es la tibia^{10, 14, 18, 35}, ya que es el punto más fácil de

localizar, donde se obtienen las mejores tasas de acierto en el primer intento por encima del 90% y en donde menos entorpece la realización de otros procedimientos como el masaje cardíaco, la intubación...

Otros lugares de inserción disponibles son: el esternón y el húmero, ambos son accesos algo más complicados de obtener que a través de la tibia. El acceso a través del esternón conlleva un riesgo de producir complicaciones entre las que se incluye el daño pulmonar; el húmero presenta un área mucho más pequeña y difícil de identificar que la tibia. Estas razones motivan a los profesionales a no emplear tanto estas localizaciones. Tanto Torres F *et al.* como Dolister M *et al.* sugieren otras localizaciones menos comunes para colocar una IO, el radio en el caso del primer estudio y el fémur en el segundo.

Relacionado con la tasa de acierto está el tiempo necesario para la inserción de la IO. Así, el húmero necesita un tiempo medio de entre menos de un minuto y algo más de siete minutos para obtener una vía intraósea mientras que para la colocación de una IO en la tibia se necesita menos tiempo.

El tiempo es uno de los factores más importantes a la hora de atender a pacientes críticos^{1,3,15,28,34} por eso, siempre debe de escogerse el método de acceso vascular que menos tiempo necesite. En los estudios revisados no se ve una gran homogeneidad a la hora de medir el tiempo que se emplea para la canalización de las vías intraóseas en los distintos casos. Hay estudios como los realizados por Leidel BA *et al.* o Dolister M *et al.* en los que el tiempo de inserción se contabiliza desde que comenzamos a preparar al paciente para la canalización de la vía (localizando el punto de inserción, realizando la desinfección de la zona, cogiendo el kit de la vía IO...) hasta que se termina de realizar el procedimiento y se comprueba, con la aspiración de médula ósea, que la IO es permeable. Pero en el caso de otros, como el estudio de Demir OF *et al.* solo contabilizan como tiempo de inserción desde que la aguja toca la piel en el punto de

inserción hasta que la vía es permeable.

Por este motivo se explica que en los resultados veamos que los tiempos de inserción de las vías intraóseas varíen desde menos de 10 segundos hasta alcanzar los 4 minutos en algunos casos. Sería necesario establecer un criterio único para contabilizar el tiempo de inserción de esta vía.

Las situaciones en las que la vía intraósea debe ser empleada como la vía principal para la administración de fármacos y líquidos son aquellas en las que el paciente está en un estado crítico o durante una situación de emergencia. Las muestras de médula ósea obtenidas en su canalización se podrían emplear para realizar analíticas como hemogramas, bioquímicas e incluso gasometrías, obteniendo valores muy parecidos y sin variaciones significativas a los realizados con las muestras sanguíneas obtenidas con una vía IV o VVC.

La parada cardiorrespiratoria no traumática es la situación en la que más se emplea la IO^{10, 29, 30, 32,35} pero su uso no sólo se limita para estos casos, puede emplearse en pacientes traumatológicos (accidentes de tráfico, casos de precipitados, quemados...), casos de shock, estrés respiratorio y en situaciones en las que obtener una vía venosa periférica puede conllevar una pérdida de tiempo importante o sea simplemente imposible.

La administración de fármacos a través de la vía intraósea es muy similar que en la vía intravenosa, se emplean las mismas preparaciones y concentraciones^{20, 23, 31}. Se puede infundir todo tipo de fármacos y sueros e incluso se podrían transfundir componentes sanguíneos como los concentrados de hematíes o plaquetas. Otro de los usos relacionado con la medicación es su utilidad para inducir anestesia sobre todo en pacientes pediátricos²⁴.

En el estudio de Hammer N *et al.* se comparan las diferentes tasas de

flujo que podemos obtener a través de la IO en distintas localizaciones si aplicamos o no presión con un presurizador. Recomiendan infundir un bolo de suero fisiológico de 10 mililitros para llenar la cavidad ósea antes de administrar cualquier medicación y así obtener las mejores tasas de mililitros por minuto. Este fenómeno se explica por la presión intraósea, que oscila entre 20 y 30 mmHg, por eso para mejorar las tasas de flujo se deben emplear los presurizadores ya que, nos permite, además controlar la cantidad de líquidos administrados.

La tasa de complicaciones de la vía intraósea varía entre el 0 y el 12%. La gran mayoría se pueden considerar complicaciones leves, dentro de este tipo se consideran: el desplazamiento del catéter, la extravasación de líquidos, el dolor e incluso defectos en la aguja.

El estudio de Hammer N *et al.* muestra un porcentaje de complicaciones por encima del 20% al emplearla en el húmero o el esternón, siendo muy inferior en otras localizaciones.

Una complicación importante pero muy rara es la infección, la IO, no suele permanecer más de 48 horas colocada. Normalmente las vías intraóseas se sustituyen en menos de 24 horas por una vía venosa periférica o una vía central.

Tanto las vías intraóseas como las vías venosas centrales son alternativas a la vía IV, cuando ésta es imposible o muy difícil de canalizar. Sin embargo, la vía intraósea es mejor opción que la vía venosa central ya que es más rápida, se pueden conseguir el acceso en menos de 4 minutos y con una tasa de acierto de casi el doble que las VVC; segura, con una tasa de complicaciones por debajo del 10% frente al 45% de la otra alternativa y barata, el coste de las VVC es de casi el triple por procedimiento que las vías intraóseas. Por todos estos motivos la vía intraósea debería de ser la alternativa más empleada en una situación de emergencia en los servicios de Urgencias.

8. CONCLUSIONES

Obtener un acceso vascular a la hora de atender a un paciente en estado crítico o en una situación de emergencia es fundamental para poder administrar fármacos y líquidos. Esta tarea, en la gran mayoría de los casos, es responsabilidad del personal de enfermería y es vital tener varias opciones disponibles para poder llevarla a cabo.

Las vías venosas periféricas siempre serán la primera opción por la sencillez y la rapidez que tiene su técnica. Sin embargo, puede haber situaciones como una parada cardiorrespiratoria, un caso de heridas traumáticas o un paciente quemado en las que se nos dificulte o imposibilite la obtención de este acceso vascular. Es por esto que surgen alternativas como las vías intraóseas o las vías venosas centrales.

Estas situaciones pueden ocurrir tanto en asistencia hospitalaria como extrahospitalaria. En el servicio de Urgencias casi todos los días nos enfrentamos a situaciones como las antes citadas, por eso tener disponibles todas estas alternativas se convierte en una necesidad. La vía intraósea es una vía muy poco empleada en estos servicios donde, normalmente, se intentan canalizar vías venosas periféricas y centrales olvidándose de esta alternativa.

Numerosos estudios demuestran que la vía IO es una forma rápida, con un tiempo medio de canalización que va desde menos de un minuto hasta un máximo de seis; sencilla, la localización del punto de inserción se realiza de forma rápida y segura con una tasa de complicaciones, en algunos casos, por debajo del 5% y efectiva con tasas de flujo elevadas para la administración de líquidos y fármacos. Se recomienda la perfusión con la ayuda de un presurizador, tras la administración previa de un bolo de suero fisiológico, ya que mejora la cantidad de mililitros por minutos que podemos administrar y permite el control del volumen total administrado.

Todos estos motivos la sitúan por delante de otras alternativas como las vías venosas centrales. El ERC o el AHA recomiendan la IO como la principal alternativa de las vías venosas periféricas para el acceso vascular en pacientes en parada cardiorrespiratoria.

Esta vía es útil tanto para paciente adultos como pediátricos. Los sitios de localización varían en cada caso, pero tenemos varias opciones. El punto de inserción más recomendado es la tibia, pues se encuentra en una posición distal aportando diferentes ventajas como que no molestaría durante la realización de una RCP o que es una localización fácilmente accesible.

La vía intraósea no se usa por el desconocimiento y la poca preparación que tiene la gran mayoría del personal sanitario sobre los dispositivos disponibles para su uso. Quizás deberían de introducirse más cursos para enseñar el manejo de este tipo de vías a todos los niveles. Se ha demostrado que con cursos teóricos-prácticos de corta duración se obtienen unas tasas muy altas de aprendizaje y manejo en los profesionales a lo que se les imparte.

Por estos motivos la vía intraósea debería de estar disponible en los servicios de Urgencias de los hospitales, por lo que debería de promoverse su implantación e impartirse cursos para formar a todo el personal de enfermería para su correcta utilización y manejo. Con esta técnica podríamos mejorar mucho más la calidad del trabajo de enfermería y abrir el abanico de opciones para realizar una técnica tan importante como obtener un acceso vascular.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Anson JA. Vascular access in resuscitation: is there a role for the intraosseous route? *Anesthesiology* 2014 Apr;120(4):1015-1031.
2. Atkins DL, Berger S, Duff JP, Gonzales JC, Hunt EA, Joyner BL, et al. Part 11: Pediatric Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015 Nov 3;132(18 Suppl 2): S519-25.
3. Benson G. Intraosseous access to the circulatory system: An under-appreciated option for rapid access. *J Perioper Pract* 2015;25(7-8):140-143.
4. Buck M, Wiggins B, Sesler J. Intraosseous Drug Administration in Children and Adults During Cardiopulmonary Resuscitation. *Ann Pharmacother* 2007;41(10):1679-1686.
5. Cairney K, Ibrahim M. Options for intravascular access during resuscitation of adults. *Emerg Nurse* 2012 Apr;20(1):24-8; quiz 29.
6. Cheung W, Rosenberg H, Vaillancourt C, James Cheung W, Callaway C. Barriers and Facilitators to Intraosseous Access in Adult Resuscitations When Peripheral Intravenous Access Is Not Achievable. *Acad Emerg Med* 2014;21(3):250-256.
7. Chreiman KM, Kim PK, Garbovsky LA, Schweickert WD. Blueprint for Implementing New Processes in Acute Care: Rescuing Adult Patients With Intraosseous Access. *J Trauma Nurs* 2015 Sep-Oct;22(5):266-273.
8. De Caen AR, Berg MD, Chameides L, Gooden CK, Hickey RW, Scott HF, et al. Part 12: Pediatric Advanced Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015 Nov 3;132(18 Suppl 2): S526-42.

9. Demir OF, Aydin K, Akay H, Erbil B, Karcioğlu O, Gulalp B. Comparison of two intraosseous devices in adult patients in the emergency setting: a pilot study. *Eur J Emerg Med* 2016 Apr;23(2):137-142.
10. Dolister M, Miller S, Borron S, Truemper E, Shah M, Lanford MR, et al. Intraosseous vascular access is safe, effective and costs less than central venous catheters for patients in the hospital setting. *J Vasc Access* 2013 Jul-Sep;14(3):216-224.
11. Faminu F. Intraosseous vascular access: Boning up on the basics. *Nursing* 2014 Aug;44(8):60-64.
12. Garside J, Prescott S, Shaw S. Intraosseous vascular access in critically ill adults-a review of the literature. *Nurs Crit Care* 2016;21(3):167-177.
13. Greif R, Lockey AS, Conaghan P, Lippert A, De Vries W, Monsieurs KG, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 10. Education and implementation of resuscitation. *Resuscitation* 2015 Oct;95:288-301.
14. Hammer N, Mobius R, Gries A, Hossfeld B, Bechmann I, Bernhard M. Comparison of the Fluid Resuscitation Rate with and without External Pressure Using Two Intraosseous Infusion Systems for Adult Emergencies, the CITRIN (Comparison of InTRAosseous infusion systems in emergency medicINe)-Study. *PLoS One* 2015 Dec 2;10(12):e0143726.
15. Horton MA. Powered intraosseous insertion provides safe and effective vascular access for pediatric emergency patients. *Pediatr Emerg Care* 2008;24(6):347.
16. Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, Swor RA, Terry M, Bobrow BJ, et al. Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015 Nov 3;132(18 Suppl 2):S414-35.

17. Kovar J, Gillum L. Alternate route: the humerus bone - a viable option for IO access. *JEMS* 2010;35(8):52-59.
18. Lee PM, Lee C, Rattner P, Wu X, Gershengorn H, Acquah S. Intraosseous versus central venous catheter utilization and performance during inpatient medical emergencies. *Crit Care Med* 2015 Jun;43(6):1233-1238.
19. Leidel BA, Kirchhoff C, Bogner V, Braunstein V, Biberthaler P, Kanz KG. Comparison of intraosseous versus central venous vascular access in adults under resuscitation in the emergency department with inaccessible peripheral veins. *Resuscitation* 2012 Jan;83(1):40-45.
20. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, Halperin HR, Hess EP, Moitra VK, et al. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015 Nov 3;132(18 Suppl 2):S444-64.
21. Lowther A. Intraosseous access and adults in the emergency department. *Nurs Stand* 2011;25(48):35-38.
22. Luck RP, Haines C, Mull CC. Intraosseous Access. *J Emerg Med* 2010 10;39(4):468-475.
23. Maconochie IK, Bingham R, Eich C, Lopez-Herce J, Rodriguez-Nunez A, Rajka T, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2015 Oct;95:223-248.
24. Neuhaus D. Intraosseous infusion in elective and emergency pediatric anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2014;27(3):282-287.
25. Oksan D, Ayfer K. Powered intraosseous device (EZ-IO) for critically ill patients. *Indian Pediatr* 2013;50(7):689-691.
26. Pérez SM, Contreras GY, Olavaria BS. Revisión de conceptos fundamentales de la práctica basada en la evidencia. *Ciencia y enfermería* 2009;15(2):27-34

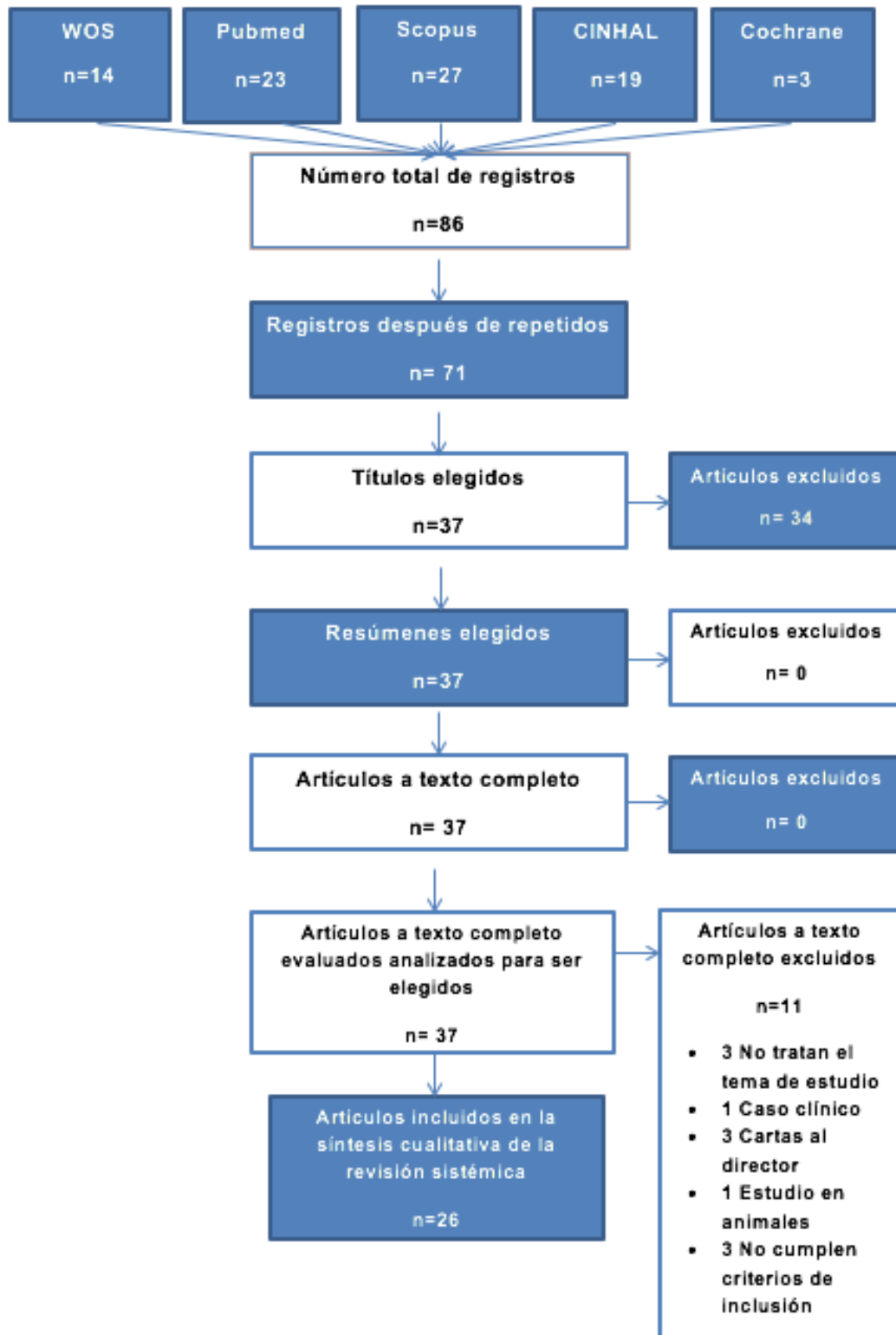
27. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castren M, Smyth MA, Olasveengen T, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation* 2015 Oct;95:81-99.
28. Petitpas F, Guenezan J, Vendevre T, Scepi M, Oriot D, Mimoz O. Use of intra-osseous access in adults: a systematic review. *Crit Care* 2016 Apr 14;20:102-016-1277-6.
29. 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 12;58(6):509-516.
30. Santos D, Carron PN, Yersin B, Pasquier M. EZ-IO((R)) intraosseous device implementation in a pre-hospital emergency service: A prospective study and review of the literature. *Resuscitation* 2013 Apr;84(4):440-445.
31. Soar J, Nolan JP, Bottiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2015 Oct;95:100-147.
32. Torres F, Galan MD, Alonso Mdel M, Suarez R, Camacho C, Almagro V. Intraosseous access EZ-IO in a prehospital emergency service. *J Emerg Nurs* 2013 Sep;39(5):511-514.
33. Voigt J. Intraosseous vascular access for in-hospital emergency use: a systematic clinical review of the literature and analysis. *Pediatr Emerg Care* 2012;28(2):185.
34. Weiser G, Hoffmann Y, Galbraith R, Shavit I. Current advances in intraosseous infusion – A systematic review. *Resuscitation* 2012;83(1):20-26.
35. Wolfson D, Tandoh M, Jindal M, Forgione P, Harder V. Adult Intraosseous Access by Advanced EMTs: A Statewide Non-Inferiority Study. *Prehosp Emerg Care* 2017;21(1):7-13.

10. ANEXOS

10.1 ANEXO I: ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA EN LAS DISTINTAS BASES DE DATOS

BASE DE DATOS	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA	RESULTADOS
Pubmed/Medline	"Infusions, Intraosseous" [Mesh] AND "Emergency Service, Hospital" [Mesh]	23
Web Of Science	TOPIC:("Intraosseous access") AND TOPIC:("Emergency service")	14
CINAHL	(MH "Emergency Service") AND (MH "Infusions, Intraosseous")	19
Scopus	"Intraosseous route" AND "Emergency service"	27
Cochrane Plus	("infusions, intraosseous") and ("emergency service, hospital")	3

10.2. ANEXO II: FLUJOGRAMA



10.3. ANEXO III: RESULTADOS DE LAS BÚSQUEDAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencia bibliográfica	Resumen Revisado	Decisión	Texto completo Revisado
Anson JA.	S	Seleccionado	S
Baer D.	S	No cumple criterios. Carta al director	N
Benson G.	S	Seleccionado	S
Buck M, Wiggins B, Sesler J	S	Seleccionado	S
Cairney K, Ibrahim M	S	Seleccionado	S
Cheung W, Rosenberg H, Vaillancourt C, James Cheung W, Callaway C	S	Seleccionado	S
Chreiman KM, Kim PK, Garbovsky LA, Schweickert WD	S	Seleccionado	S
Crowley M, Brim C, Proehl J, Barnason S, Leviner S, Lindauer C, et al	S	La vía IO no es el tema de estudio. Solo habla de él como alternativa	N
Demir OF, Aydin K, Akay H, Erbil B, Karcioğlu O, Gulalp B	S	Estudio Seleccionado	S
Dolister M, Miller S, Borron S, Truemper E, Shah M, Lanford MR, et al	S	Estudio Seleccionado	S
Faminu F.	S	Seleccionado	S
Hammer N, Mobius R, Gries A, Hossfeld B, Bechmann I, Bernhard M	S	Estudio Seleccionado	S
Horton MA.	S	Estudio Seleccionado	S
Howarth D. Adult	S	No cumple criterios	N
Hunsaker S, Hillis D	S	Revisión de un único caso en el que se usó la IO	N
Joanne G, Stephen P, Susan S.	S	Seleccionado	S
Kehrl T, Becker B, Simmons D, Broderick E, Jones R.	S	Estudio que no trata el tema.	N
Kovar J, Gillum L.	S	Seleccionado	S
Lee PM, Lee C, Rattner P, Wu X, Gershengorn H, Acquah S.	S	Estudio Seleccionado	S
Leidel B, Kirchoff C, Braunstein V, Bogner V, Biberthaler P, Kanz K.	S	Información duplicada.	N
Leidel BA, Kirchoff C, Bogner V, Braunstein V, Biberthaler P, Kanz KG.	S	Estudio Seleccionado	S
Lowther A.	S	Seleccionado	S
Luck RP, Haines C, Mull CC.	S	Seleccionado	S
Lyons N, Nejak D, Lomotan N, Mokszycki R, Jamieson S, McDowell M, et al.	S	No trata el tema de estudio. Solo lo presenta como una alternativa	N

Muir S, Sheppard L, Maika Wilson A, Burgert J, Garcia Blanco J, Johnson A, et al.	S	No cumple criterios. Estudio en animales	N
Neuhaus D.	S	Seleccionado	S
Oksan D, Ayfer K.	S	Estudio Seleccionado	S
Pearce P.	S	No trata el tema de estudio	N
Petitpas F, Guenezan J, Vendevre T, Scepti M, Oriot D, Mimoz O.	S	Seleccionado	S
Reades R, Studnek JR, Vandevanter S, Garrett J.	S	Estudio Seleccionado	S
Santos D, Carron PN, Yersin B, Pasquier M.	S	Estudio Seleccionado	S
Sturgeon J.	S	No cumple criterios	N
Szarpak L, Truszewski Z, Fudalej M, Krajewski P.	S	No cumple criterios. Carta al editor	N
Torres F, Galan MD, Alonso Mdel M, Suarez R, Camacho C, Almagro V.	S	Estudio Seleccionado	S
Voigt J	S	Seleccionado	S
Weiser G, Hoffmann Y, Galbraith R, Shavit I.	S	Seleccionado	S
Wolfson D, Tandoh M, Jindal M, Forgione P, Harder V.	S	Estudio Seleccionado	S

10.4. ANEXO IV: CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REVISADOS

RESULTADOS							
Referencia Bibliográfica	País de estudio	Tipo de Estudio	Tiempo de estudio	Nº de pacientes	Tipo de pacientes	Resultados	Nivel de evidencia según USPTK
Demir OF, Aydin K, Akay H, Erbil B, Karcioğlu O, Gulalp B.	Turquía	Prospectivo Aleatorizado Unicéntrico	01/2010-07/2010	52	Adultos	<p>Dispositivos empleados: EZ-IO y BIG</p> <p>Usuarios: tres médicos de urgencias que recibieron formación con un curso teórico-práctico. Asistencia hospitalaria.</p> <p>Tiempo de inserción:</p> <ul style="list-style-type: none"> BIG: 2.8±1.2 segundos EZ-IO: 5.2±2.2 segundos <p>Porcentaje de acierto en el primer intento:</p> <ul style="list-style-type: none"> BIG: 92.3% EZ-IO: 84.6% <p>Motivo de uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> Razones médicas con IV difícil: 80.5% Trauma: 19.5% <p>Porcentaje complicaciones: 0</p> <p>Consideran más rápido y con una tasa menor de error al dispositivo BIG.</p>	II-2
Dolister M, Miller S, Borron S, Truemper E, Shah M, Lanford MR, et al.	EEUU	Prospectivo Observacional Multicéntrico	04-12/2010	105	Adultos	<p>Dispositivo empleado: EZ-IO</p> <p>Usuarios con experiencia y sin ella. A los inexpertos fueron entrenados antes de usarlo. Asistencia hospitalaria.</p> <p>Tiempo medio de inserción de IO: 103.6 ± 96.2 segundos</p>	II-2

						<p>Tiempo medio de inserción de VVC: 15 minutos</p> <p>Porcentaje de acierto en el primer intento de la IO: 94.3%</p> <p>Motivo de uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paro cardiaco y/o respiratorio: 53% • Acceso vascular difícil: 33% • Shock: 14% <p>Localización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tibia proximal: 81.9% • Tibia distal: 11.45% • Húmero proximal: 4.8% • Fémur distal: 1.9% <p>Porcentaje de complicaciones: 6.8%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extravasación: 4 pacientes • Extravasación con síndrome compartimental: 1 paciente • Defecto en la aguja: 1 paciente • Desplazamiento de la aguja: 1 paciente <p>Coste por cada vía IO: 100\$</p> <p>Coste por cada vía venosa central: 296\$</p> <p>Existe un ahorro de 196\$ por cada procedimiento.</p>	
Hammer N, Mobius R, Gries A, Hossfeld B, Bechmann I, Bernhard M.	Alemania	Experimental Aleatorizado Unicéntrico	-	27	Cadáveres	<p>Dispositivos empleados: EZ-IO y FASTR</p> <p>Usuarios: estudiantes de medicina sin practica con su uso, que recibieron formación con un curso teórico.</p> <p>Tiempo de inserción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EZ-IO Tibia: 17±7 segundos • EZ-IO Húmero: 29±42 segundos • FASTR: 33±21 segundos 	I

						<p>Porcentaje de acierto en el primer intento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EZ-IO Tibia: 91% • EZ-IO Húmero: 77% • FASTR: 95% <p>Complicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EZ-IO Tibia: 9.09% • EZ-IO Húmero: 22.72% • FASTR: 26.31% <p>Preferencia de los usuarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EZ-IO Tibia: 62% • FASTR: 38% <p>Tasa de flujo en cadáver “no tratado” con etanol en el primer minuto y a los 5 minutos a 0 mmHg:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EZ-IO tibia: 27ml/min / 21ml/min • EZ-IO humero: 16 ml/min / 16 • FASTR: 53.2 ml/min / 38 ml/min <p>Tasa de flujo en cadáver “no tratado” con etanol en el primer minuto y a los 5 minutos a 300 mmHg:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EZ-IO tibia: 69 ml/min / 66 ml/min • EZ-IO humero: 60 ml/min / 50 ml/min • FASTR: 112 ml/min / 92 ml/min <p>Tasa de flujo en cadáver “tratado” con etanol en el primer minuto y a los 5 minutos a 150mmHg:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EZ-IO tibia: 70.2 ml/min / 163.7 ml/min • EZ-IO húmero: 59.5 ml/min / 119.3 ml/min • FASTR: 163.7 ml/min / 382.7 ml/min <p>Los cadáveres fijados con etanol son modelos válidos para investigar/formar a usuarios inexpertos</p>	
--	--	--	--	--	--	---	--

						<p>Las diferencias de los flujos con presión y sin presión, se explican por la presión intraósea (20-30mmHg) necesaria para llenar la matriz ósea.</p> <p>La aplicación de presión nos permite tener un mejor control sobre el volumen infundido.</p> <p>Cualquiera de los tres dispositivos es efectivo para administrar fármacos durante la RCP para usuarios inexpertos</p>	
Horton MA.	EEUU, Australia, nueva Zelanda, Inglaterra, Francia e Iraq	Prospectivo Observacional Multicéntrico	07/2004- 03/2007	95	Pediátricos	<p>Dispositivo empleado: EZ-IO</p> <p>Los usuarios fueron médicos, enfermeros y paramédico entrenados con un curso teórico-práctico para el uso de IO antes de realizar el estudio.</p> <p>Motivo de uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Razones médicas: 57.9% • Casos de Trauma: 31.6% • No clasificadas: 10.5% <p>Porcentaje de acierto en el primer intento: 82.1%</p> <p>Tiempo medio de inserción: menos de 10 segundos en el 77.2% de los casos</p> <p>Tasa de complicaciones 4.2%:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extravasación: 1 caso • Descolocación de la aguja: 1 caso • Malfuncionamiento del taladro: 1 caso • Taponamiento del catéter: 1 caso <p>Fármacos y líquidos perfundidos: soluciones IV (SSF, suero glucosalino...), antiarrítmicos, sedantes y glucosa.</p> <p>No se recogieron datos, pero como localización para la colocación de la vía IO se empleó la</p>	II-2

						recomendada por la FDA: tibia proximal.	
Lee PM, Lee C, Rattner P, Wu X, Gershengorn H, Acquah S.	EEUU	Prospectivo Observacional Unicéntrico	02/2012-09/2013	31	Adultos	<p>Usuarios: MET (médicos, enfermeros, estudiantes...). Asistencia hospitalaria.</p> <p>Tiempo medio de inserción de IO: 1.2 minutos Tiempo medio de inserción de VVC: 10.7 minutos</p> <p>Porcentaje de acierto en el primer intento de IO: 90.3%</p> <p>Porcentaje de acierto en el primer intento de VVC: 37.5</p> <p>Principal motivo de uso: Parada cardiorrespiratoria (66.6%)</p> <p>Localización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tibia proximal: 80.6% • Húmero proximal: 19.4% <p>Porcentaje de complicaciones de IO: 9.1%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extravasación: 1 paciente • Dolor: 1 paciente • Desplazamiento de la aguja: 1 paciente <p>Porcentaje de complicaciones de VVC: 45.8%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punción arterial: 16 pacientes • Punción de la vejiga: 1 • Guía torcida: 1 • Sangrado en el sitio de punción: 4 	II-2
Leidel BA, Kirchhoff C, Bogner V, Braunstein V, Biberthaler P, Kanz KG.	Alemania	Prospectivo Observacional Unicéntrico	11/2007-05/2009	40	Adultos	<p>Dispositivos empleados: BIG y EZ-IO</p> <p>Usuarios: cirujanos a los que se les dio un curso de 2 horas con practica sobre la IO. Asistencia hospitalaria.</p> <p>Tiempo medio de inserción: 120 segundos</p>	II-2

						<p>Porcentaje de acierto en el primer intento: 85%</p> <p>Motivo principal para su uso: Trauma (72.5%)</p> <p>Localización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Húmero proximal: 55% • Tibia proximal: 45% <p>Porcentaje de complicaciones: 0</p>	
Oksan D, Ayfer K.	Turquía	Prospectivo Observacional	07/2008-08/2010	25	Pediátricos	<p>Dispositivo empleado: EZ-IO</p> <p>Usuarios experimentados en Urgencias, la mayoría ya había usado la IO en más ocasiones (76%). El 96% había recibido formación sobre esta vía.</p> <p>El sitio de inserción fue la tibia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Izquierda: 36% • Derecha: 28% • Bilateral: 36% <p>Porcentaje de acierto en el primer intento: 80%</p> <p>Motivo de Uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desorden circulatorio: 48% • Fallo o estrés respiratorio: 24% • Parada cardiorrespiratoria: 28% <p>Tiempo medio canalizadas: 240 minutos</p> <p>El 24% de las vías IO fueron reemplazadas por IV en cuanto se pudo obtener este acceso.</p> <p>Porcentaje de complicaciones: 12% (leves)</p>	III
Reades R, Studnek JR, Vandeventer S, Garrett J. I	EEUU	Prospectivo Aleatorizado No ciego	5/2010-10/2010	182	Adultos	<p>Usuarios: 113 paramédicos que recibieron formación teórica-práctica sobre la vía IO. Atención extrahospitalaria.</p> <p>Motivo de uso: parada cardiorrespiratoria no traumática</p>	I

						<p>Porcentaje de acierto en el primer intento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IO tibia: 91% • IO húmero: 40% • VVP: 41% <p>Tiempo medio de canalización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IO tibia: 276 segundos • IO húmero: 420 segundos • VVP: 348 segundos <p>El acceso IO a través de la tibia es el método más efectivo. No dificulta la reanimación con su posición. Es con el que más cómodos trabajan los usuarios.</p> <p>El acceso a través de húmero es más difícil por tener un área más pequeña y complicada de identificar.</p>	
Santos D, Carron PN, Yersin b, Pasquier M.	Suiza	Prospectivo Descriptivo Unicéntrico	01/2009-12/2011	58	Adultos y pediátricos	<p>Usuarios: enfermeros, médicos y paramédicos con conocimientos de la vía IO. Atención extrahospitalaria.</p> <p>Porcentaje de acierto en el primer intento: 90%</p> <p>Los fallos a la hora de insertar el catéter fueron debidos a complicaciones técnicas o una localización errónea del punto de inserción</p> <p>Motivo de uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parada cardiorrespiratoria no traumática (62%) • Parada cardiorrespiratoria traumática (12%) • Trauma (12%) • Shock (5%) • Estrés respiratorio (3%) • Hipoglucemias (3%) • Crisis epilépticas (2%) 	III

						<p>Localización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tibia proximal: 98% Húmero: 2% <p>Fármaco y/o líquidos administrados: adrenalina, atropina, amiodarona, SSF, fentanilo, transfusión sanguínea</p> <p>Tasa de complicaciones: 0%</p>	
Torres F, Galan MD, Alonso Mdel M, Suarez R, Camacho C, Almagro V.	España	Prospectivo Descriptivo Transversal	01/2007-12/2009	107	Adultos y pediátricos (de 3 a 94 años)	<p>Dispositivo empleado: EZ-IO</p> <p>Usuarios: enfermeros y médicos del SAMUR, situaciones extrahospitalarias, con conocimiento y entrenamiento para el uso de IO.</p> <p>Motivo de uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> Parada cardiorrespiratoria no traumática (54.2%) Pacientes con heridas traumáticas (27.1%) Parada cardiorrespiratoria traumática (13.1%) Otras situaciones (5.6%) <p>Localización:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tibia proximal (49.4%) Tibia distal (25.2%) Radio (14.9%) Húmero (10.5%) <p>Tiempo medio de inserción: 30 segundos</p> <p>Porcentaje de aciertos en el primer intento: 100%</p> <p>Fármacos y/o líquidos perfundidos: SSF, glucosa, bicarbonato, epinefrina, atropina, fentanilo, dopamina, vecuronio, adenosina, enoxaparina, midazolam, aspirina, omeprazol y amiodarona.</p> <p>Número de complicaciones: 0</p>	III

Wolfson D, Tandoh M, Jindal M, Forgione P, Harder V.	EEUU	Retrospectivo Observacional	01/2013- 11/2015	543	Adultos	<p>Dispositivo empleado: EZ-IO</p> <p>Usuarios: AEMT y paramédicos, asistencia extrahospitalaria.</p> <p>Motivos de uso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Parada cardiorrespiratoria 2. Trauma 3. Inconsciencia <p>Los fármacos más comunes que se administraron: epinefrina, naloxona, lidocaína, amiodarona y benzodiacepinas</p> <p>Porcentaje de aciertos en el primer intento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AEMT: 93% • Paramédicos: 93.3% <p>Localización de la IO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AEMT <ul style="list-style-type: none"> ○ Tibia: 97.2% ○ Húmero: 2.8% • Paramédicos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tibia: 94% ○ Húmero: 6% 	III
--	------	--------------------------------	---------------------	-----	---------	--	-----

10.5. ANEXO V: JERARQUÍA DE LOS ESTUDIOS POR EL TIPO DE DISEÑO SEGÚN USPSTK

JERARQUÍA DE LOS ESTUDIOS POR EL TIPO DE DISEÑO SEGÚN USPSTK ²⁶	
Nivel de evidencia	Tipo de estudio
I	Al menos un ensayo clínico controlado y aleatorizado diseñado de forma apropiada
II-1	Ensayos clínicos controlados bien diseñados, pero no aleatorizados
II-2	Estudios de cohorte o casos control bien diseñados, preferentemente multicéntricos
II-3	Múltiples series comparadas en el tiempo con o sin intervención, y resultados sorprendentes en experiencias no controladas
III	Opiniones basadas en experiencias clínicas, estudios descriptivos, observaciones clínicas o informes de comités de expertos