

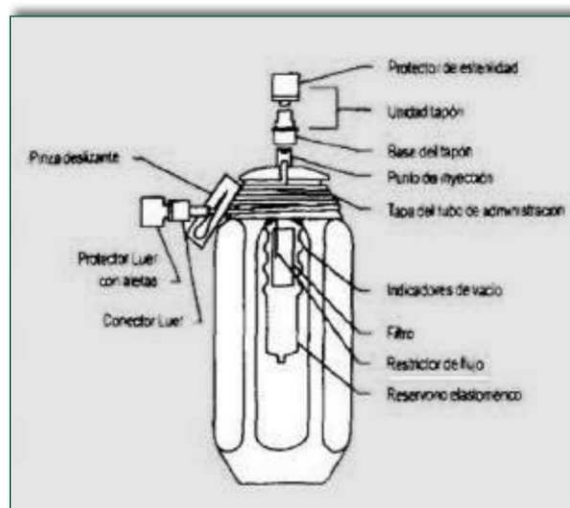
Infusores elastoméricos en quimioterapia

Francisco Rodilla Calvelo¹.

Sección coordinada por la Vocalía Nacional de Farmacéuticos de Hospital

El objetivo del presente trabajo es describir los infusores elastoméricos y la importancia de su uso en la terapéutica actual, especialmente en pacientes oncológicos. Se describen características y propiedades, los principios de su funcionamiento, su preparación y manejo, las complicaciones que pueden aparecer durante su utilización y las recomendaciones para los pacientes en los que se emplean.

Las **bombas elastoméricas**, o **infusores**, son dispositivos ligeros, que consisten en un recipiente de plástico transparente, en cuyo interior se encuentra un globo, o depósito elastomérico, en el que se introduce la medicación que se va a infundir, con lo que se produce el hinchado del globo. El globo distendido ejerce una presión constante y expulsa el contenido a través de un filtro de partículas y un reductor de flujo. La velocidad de flujo se controla por un restrictor de flujo que consiste en un capilar calibrado, de pequeña luz y longitud, que limita, para cada infusor elastomérico concreto, la velocidad de perfusión a un valor determinado.



¹ Servicio de Farmacia. Hospital Obispo Polanco de Teruel

Los distintos tipos varían en función de la capacidad del globo y de la velocidad de infusión de la solución contenida. En el mercado existen infusores de diferentes volúmenes, tamaños y velocidades de infusión del fármaco, según el fabricante y las indicaciones.

UTILIDAD

Los sistemas de infusión continua de fármacos son útiles en diversas situaciones:

- Pacientes oncológicos: tanto en la administración de tratamiento analgésico y de control de síntomas como para administrar quimioterapia intravenosa, con lo que sustituyen a las bombas de infusión convencionales y los sistemas de goteo por gravedad y permiten, en muchos casos, el tratamiento ambulatorio.
- Pacientes en cuidados paliativos: los infusores permiten el control eficaz de los múltiples síntomas que pueden presentar los pacientes en fase terminal.
- En la terapia del dolor: múltiples sustancias analgésicas y adyuvantes pueden administrarse a pacientes que padecen dolor crónico a causa de procesos neuropáticos y degenerativos, y son igualmente útiles en el dolor agudo postoperatorio o de origen traumático.
- Pacientes con terapia antiinfecciosa: cuando se precisa la administración continuada de antibioterapia parenteral puede emplearse un infusor conectado a una vía venosa (pueden resultar útiles en la fibrosis quística).

Pacientes candidatos al empleo de infusores elastoméricos

Pacientes con náuseas, vómitos, oclusión intestinal, hipoabsorción, fistulas digestivas, intolerancia a fármacos por vía oral
 Disfagia
 Alteración del nivel de conciencia, estados confusionales
 Caquexia y estados de debilidad extrema
 Pacientes terminales (oncológicos, sida, respiratorios...), en el hospital o en su domicilio
 Dolor mal controlado
 Para aumento de la comodidad del paciente mediante tratamiento ambulatorio

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Se basa en la ley de Poiseuille, que relaciona la presión en el reservorio con las dimensiones del restrictor de flujo para proporcionar una velocidad de flujo fija (Q).

$$Q = \frac{\Delta P \times D^4}{L \times V} \times \pi$$

- Q: Velocidad de flujo
- ΔP : Diferencia de presión en ambos lados del restrictor de flujo ($P_1 - P_2$)
- D: Diámetro interno del restrictor de flujo
- L: Longitud del restrictor de flujo
- V: Viscosidad de la solución (tipo de solución y temperatura)

Condiciones Nominales



Velocidad Nominal: Volumen Nominal / Duración Nominal

- **Velocidad de Flujo Nominal:** Velocidad de flujo impresa sobre el dispositivo y la etiqueta. Es igual al volumen Nominal de solución dividido por la Duración Nominal. Es determinada con una solución de calibración (suero fisiológico o glucosado al 5%) a una temperatura de calibración.
- **Volumen Nominal** es el volumen de solución proporcionado durante la Duración Nominal
- **Duración Nominal** es la duración de la infusión para la cual se diseñó el dispositivo.

PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE FLUJO



1. Fijos
 - P_1 : Presión del reservorio (al volumen nominal) 11 psi
 - L: Longitud del restrictor de flujo
 - D: Diámetro restrictor de flujo
2. Parámetros variables:
 - V: Viscosidad de la solución
 - Tipo de solución
 - Temperatura de la solución
 - P_2 : Presión del paciente
 - Sistema de acceso (longitud y diámetro)
 - Vía de infusión
 - Diferencia de altura
 - Volumen de llenado del reservorio (P_1)

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE FLUJO

- **Tipo de diluyente:** la influencia del diluyente es la que sigue:
 - D5% en vez de solución salina: velocidad nominal - 10%
 - Solución salina en vez de D5%: velocidad nominal + 10%
- **Temperatura.** Los infusores elastoméricos se calibran a una temperatura determinada. En el caso de los infusores de Baxter, si la infusión se realiza a temperatura diferente, la velocidad de flujo aumenta 2,3% por cada °C adicional a la temperatura de calibrado y disminuye un 2,3% por cada °C por debajo de la misma.
- **Lugar de colocación.** La diferencia de altura entre el reservorio y el acceso al paciente tiene influencia en la velocidad de flujo. Las condiciones nominales hacen referencia a una situación en la que ambos están situados a la misma altura. La velocidad disminuye aproximadamente 0,5% por 2,54 cm si el reservorio se sitúa por debajo del acceso al paciente y aumenta 0,5% por cada 2,54 cm si el reservorio se sitúa por encima del acceso al paciente.
- **Variaciones en el llenado total o parcial.** El flujo nominal se consigue cuando el reservorio está lleno con el volumen nominal más el volumen residual y varía:
 - 0% cuando el volumen de llenado se reduce a 81-100% del nominal
 - Aumento del 5% cuando se reduce al 61-80% del nominal
 - Aumento del 10% o mayor cuando se reduce a 60% o menos del nominal

- Condiciones de almacenaje
- Compresión externa de los dispositivos
- Rotura espontánea de los dispositivos
- Sistemas de acceso, con un diámetro mínimo de 22 gauge (3 French).

VENTAJAS DEL USO DE INFUSORES ELASTOMERICOS

La administración continua de medicación cuenta con algunas ventajas frente a la administración en forma de bolo:

1. **Eficacia.** Mediante la infusión continua se conseguirán valores plasmáticos constantes del fármaco, con lo que se evitan los "picos" de los bolos. Esto facilita especialmente el tratamiento del dolor y la anestesia.
2. **Uso de dosis menores y menos agresivas.** La infusión continua durante un plazo permite que la dosis pueda ser diluida, con igual eficacia, y disminuye los efectos secundarios respecto al bolo, lo que es importante en la administración de quimioterapia anti-neoplásica.
3. **Localización del efecto.** La infusión de fármacos anestésicos intradurales consigue un efecto analgésico adecuado con necesidad de dosis menores y limitando los efectos sistémicos de estos fármacos, por lo que los sistemas de infusión continua han demostrado una amplia utilidad en la terapia del dolor. Del mismo modo, la infusión continua de un fármaco podría limitarse a un determinado órgano o territorio concreto (mediante un catéter colocado en una arteria que irrigue ese órgano), y así disminuir los efectos secundarios frente al tratamiento por vía oral o intravenosa, y podría estar indicado en el tratamiento de ciertos procesos tumorales.
4. **Aumento de la calidad de vida del paciente,** que podrá prescindir de la necesidad de ingreso en un centro hospitalario (con un buen control de su sintomatología sin necesidad de someterse a punciones continuas o a posología oral).
5. **Aumento de la calidad de vida de la familia del paciente,** tanto por el efecto continuado del tratamiento administrado como por la mayor independencia que le aporta un sistema de infusión portátil y de bajo peso que necesita cargarse de medicación al menos una vez al día.

6. **Comodidad para los profesionales sanitarios encargados del paciente.**
7. **Reducción de costes**
8. **No precisan fuente de energía externa** (batería)

En pacientes oncológicos, las ventajas de este tipo de infusión

- **Aumento de la eficacia antitumoral de los quimioterápicos:** la administración en perfusión continua actuará de manera constante sobre las células en reproducción. Además muchos citostáticos tienen una semivida corta, por lo que pierden con rapidez su eficacia si no se administran de manera continua.
- **Disminución de toxicidad y de efectos secundarios:** debido a que gran parte de los quimioterápicos tienen un estrecho margen terapéutico (poca diferencia entre dosis eficaz y tóxica), la infusión continua permitirá que no se alcancen los picos producidos por los bolos intravenosos, con lo que se podrían infundir dosis diarias altas con menos efectos tóxicos y secundarios.

PREPARACIÓN DE SOLUCIONES Y LLENADO DEL INFUSOR

Durante la preparación de las soluciones se deben seguir una serie de pautas:

1. La medicación que se va a infundir debe establecerse por prescripción médica.
2. La preparación de la solución debe realizarse mediante una técnica aséptica y siguiendo las instrucciones del propio fármaco. Las bombas elastoméricas tienen una determinada capacidad. Una vez preparada la solución que se va a infundir es preciso completar el volumen restante hasta alcanzar la capacidad total del infusor, con suero fisiológico al 0,9%, suero glucosado al 5% o agua destilada, en función de los fármacos que se vayan a administrar.
3. El modelo de bomba elastomérica estará en función del volumen que se debe infundir y la velocidad de la infusión, y por tanto, de su duración (lo que viene detallado en el exterior del sistema). Un error por no realizar esta comprobación podría traer graves consecuencias para el paciente.

Una vez cargada la solución que se debe infundir en una jeringa con cono *luer-lock* se procederá de la siguiente manera:

1. Eliminar las posibles burbujas de aire que puedan existir en la solución antes de conectar la jeringa al punto de inyección.
2. Introducir la solución sin brusquedades, de una manera continua y con velocidad uniforme.
3. Nunca debe introducirse un volumen mayor de solución que el correspondiente al modelo de infusor.
4. Purgar el tubo de conexión, que se realiza de forma automática debido a la presión positiva que ejerce el sistema.
5. Identificar el infusor mediante una etiqueta en la que figure el nombre del paciente, la fecha de preparación y el contenido de la dilución.
6. Por último, conectar el infusor al catéter del paciente.

Cuando se utiliza la vía subcutánea, es importante purgar el catéter que va al paciente con una solución similar a la que se le va a infundir. De esta manera se controla la sintomatología más tempranamente. Se deben proteger de la luz los fármacos fotosensibles.

Al elegir el lugar de infusión intravenosa o subcutánea habrá que tener en cuenta ciertos aspectos:

- No puncionar en zonas cutáneas con soluciones de continuidad, hematomas o daños visibles; tampoco si existen edemas.
- No infundir sobre regiones articulares.
- Se atenderá, cuando sea posible, a las preferencias y a la comodidad del paciente.

CUIDADOS DURANTE LA INFUSIÓN

El profesional de enfermería debe considerar algunos aspectos, como:

- Observar si la zona de punción aparece enrojecida, dolorosa, con calor, edema o tumefacción, o si existe cualquier otra anomalía, como una herida o un hematoma. En estos casos será preciso cambiar el lugar de punción.
- Mantener la vía limpia y realizar las curas y cambios de apósito según los protocolos de cada centro.

- Prestar atención a toda la información proporcionada por el paciente y sus cuidadores.
- Los infusores son de un único uso. Su reutilización no garantiza el correcto funcionamiento.
- Fijar a la piel el restrictor de flujo, evitando el acodamiento del catéter; de lo contrario la medicación puede infundirse a una velocidad menor de la deseada.

COMPLICACIONES. ERRORES EN LA ADMINISTRACIÓN

- Rotura del reservorio, debida a una mala técnica de llenado, un transporte inadecuado de los infusores llenos, un tiempo prolongado de exposición a la luz ultravioleta o al tratar de eliminar residuos del punto de inyección mediante golpes. También pueden deberse a defecto del material.
- Fallos en el flujo de solución. La precisión nominal de los elastómeros esta sujeta a unas condiciones ambientales y físicas y nunca llegan a ser comparables con la precisión de una bomba electrónica. Hay que asegurarse de que el restrictor de flujo esté pegado a la piel; también pueden deberse a la presencia de aire en el tubo de conexión o a cambios en la viscosidad y la temperatura de la solución.
- Pérdidas o fugas de líquido, debidas a fallos técnicos en algún componente o a una mala conexión entre éstos.

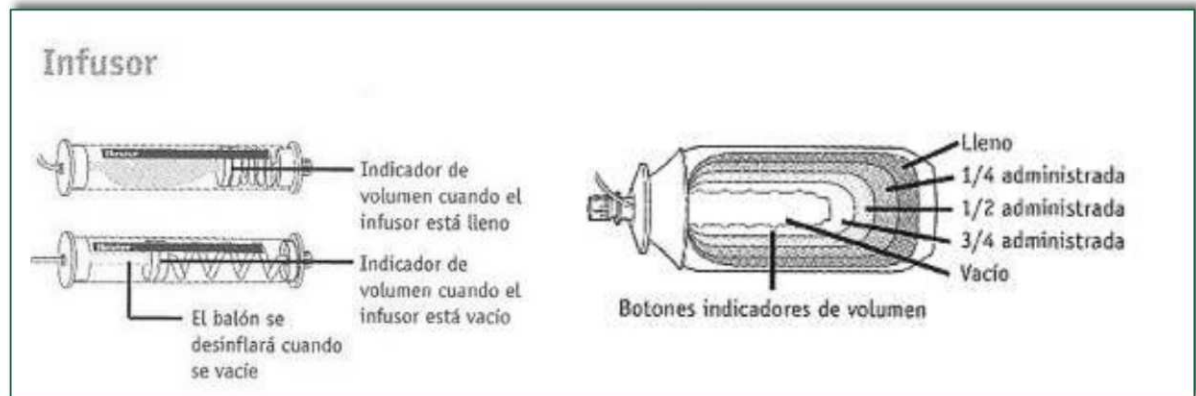
Los elastómeros disponibles cubren las terapias más habituales, es decir tienen ritmo y capacidad prefijados y se ajustan a protocolos muy estandarizados, incluso a veces el clínico debe ajustarse a lo que hay disponible (si un paciente no controla bien el dolor quizá el siguiente elastómero disponible administre demasiado fármaco: por ejemplo hay que pasar de 1ml/h a 2ml/h) y con la capacidad pasa algo parecido: hay que ajustarse a la capacidad nominal (50ml, 100ml o lo que haya disponible mientras que con una bomba estos parámetros se pueden personalizar (por ejemplo ritmos de 1.5 ml/hr o dosis de 75ml...)).

Algunos elastómeros permiten PCA.

Del mismo modo, ante una obstrucción accidental el elastómero no responde con una alarma, como en el caso de la bomba electrónica. Tampoco se puede controlar la presión de infusión (citostáticos) para evitar accidentes.

RECOMENDACIONES AL PACIENTE

Vaciado del infusor:



No utilizar el infusor en caso de:

Infusor **Infusor de gran volumen**

No utilice el infusor si...

1. Ha pasado la fecha de caducidad indicada en la etiqueta.
2. El nombre que figura en la etiqueta es incorrecto.
3. El balón está rajado o ha estallado.
4. Hay alguna señal de fuga del medicamento.
5. Hay alguna grieta o corte en el tubo.
6. Falta el tapón Luer con aletas o se ha quitado.
7. Falta el Protector de la toma de llenado o se ha caído.
8. Si tiene alguna duda, póngase en contacto con el médico, con la enfermera o con el personal de asistencia domiciliaria.

EJEMPLOS PRÁCTICOS

De acuerdo con la experiencia del personal de enfermería del Hospital Obispo Polanco:

PROVEEDOR	BAXTER	IZASA
Nombre	Infusor LV 	Dosifuser 
Fortalezas generales	Reservorio no silicona (poliisopropeno) Amplio estudio de compatibilidad de fármacos Exento de látex Baxter es fabricante	Reservorio no silicona (poliisopropeno) Exento de látex
Debilidades generales	Cuesta llenarlo	Sistema Abierto Tubo acodable No tienen superficie de etiquetado IZASA es distribuidor

Bibliografía

- Capdevila X, Macaire P, Akin P, Dadure C, Bernard N, Lopez S. Patient-Controlled Perineural Analgesia After Ambulatory Orthopedic Surgery: A Comparison of Electronic Versus Elastomeric Pumps. *Anesth Analg* 2003; **96**: 414-7.
- Chelly JE, Delaunay L, Williams B, Borghi B. Outpatient lower extremity infusions. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2002; **16(2)**: 311-20.
- Skyrabina EA, Dunn TS. Disposable infusion pumps. *Am J Health-Syst Pharm* 2006; **63**: 1260-8.
- Villarin AJ, Belda JN. Infusores elastoméricos en la infusión de fármacos. *Enf Clin* 2004; **14(4)**: 242-8.
- Rich DS. Evaluation of a disposable, elastomeric infusion device in the home environment. *Am J Hosp Pharm* 1992; **49**: 1712-6.
- Ilfeld BM, Morey TE, F Kayser E. Portable infusion pumps used for continuous regional analgesia: Delivery rate accuracy and consistency. *Reg Anesth Pain Med* 2003; **28(5)**: 424-32.
- Ilfeld BM, Morey TE, F Kayser E. The Delivery Rate Accuracy of Portable Infusion Pumps Used for Continuous Regional Analgesia. *Anesth Analg* 2002; **95**: 1331-6.
- Lacasa Arregui C, Giráldez Deiró J, Idoate García A. Administración intravenosa de medicamentos: aspectos técnicos.