

BOMBAS DE INFUSION EXTERNAS

Área de Salud de Plasencia

BOMBAS DE INFUSIÓN EXTERNAS

DOCUMENTO TÉCNICO

Autor: Rosaura Toribio Felipe

Fecha: Abril de 2008

ÍNDICE

I . INTRODUCCIÓN	1
Presión en los sistemas de infusión	2
II. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFUSIÓN	3
CONTROLADAS POR PRESIÓN.	3
Controladas por gravedad	3
Control activo de la presión	3
CONTROLADAS POR VOLUMEN.	3
Bombas peristálticas:	5
Bomba de casete o pistón	7
Bombas de jeringa	8
Bombas para Control de analgesia en pacientes.	9
Bombas anestésicas	9
Bombas de uso ambulatorio	9
Bombas de Asa Cerrada	9
III. ANÁLISIS FUNCIONAL.	10
TIEMPO DE PUESTA EN MARCHA.	10
EXACTITUD EN LA ADMINISTRACIÓN DE BOLUS	10
PRECISIÓN.	10
Precisión a largo plazo	12
Precisión a Corto Plazo	12
IV. EFECTOS SECUNDARIOS Y RIESGOS	14
V. MECANISMOS DE SEGURIDAD.	15
ALARMA DE OCLUSIÓN	16
Extravasación	19
JERINGAS Y SETS DE ADMINISTRACIÓN	21
VI. ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN Y EVALUACIÓN	22
CRITERIOS A TENER EN CUENTA	22
Tabla de ayuda a la elección	24
Tabla guía de propiedades técnicas según sistema	25
Tabla guía de propiedades técnicas de consumibles especiales.	29
VII . BIBLIOGRAFÍA	31

BOMBAS DE INFUSION EXTERNAS

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas (bombas) de infusión facilitan la administración parenteral (intravenosa, subcutánea, intraperitoneal, intrarraquídea) de drogas y soluciones, y son usadas donde es esencial la precisión y un aporte constante del fármaco.

Son también utilizadas por su capacidad de administrar medicamentos y soluciones a altas presiones que no podrán ser alcanzadas con equipos clipados manualmente o dependientes de gravedad. Ejemplos de estas situaciones son la administración de drogas intraarteriales, o flujos muy rápidos de soluciones durante la reanimación de los pacientes (200-1000 ml/h).

La gama de situaciones clínicas donde han demostrado superioridad sobre los métodos tradicionales es muy amplia, siendo sus principales campos: la aplicación de inotrópicos intravenosos, soluciones de alimentación parenteral y enteral, quimioterapia, analgésicos epidurales en forma continua, administración de insulina subcutánea, y autotransfusión.

Podemos decir que al infundir un líquido a un paciente a través de un acceso vascular, establecemos un sistema formado por las líneas de infusión y el sistema vascular del paciente.

Para este sistema, se cumple la relación:

$$P = RF$$

P= representa la presión necesaria para producir un flujo.

F = Flujo.

R = Resistencia.

La resistencia al flujo está en función de:

- El diámetro del catéter o cánula de infusión.
- La existencia de filtros para aire o partículas.
- La longitud de la tubería y la geometría del sistema de infusión.
- La resistencia intravascular o intra compartamental del paciente.
- El lugar de la infusión.
- La longitud del sistema de infusión..
- La viscosidad del fluido a infundir.

En adultos la resistencia al flujo es superior a la presente en un neonato. En consecuencia la presión típica necesaria para mantener una infusión adecuada en un neonato es inferior a la necesaria en un adulto.

En un adulto típico, la presión venosa puede variar de valores negativos (-10mmHg) en las grandes venas situadas verticalmente por encima del corazón, hasta 80mmHg en las venas periféricas. Dado que una columna de líquido ejerce presión en su base, la presión en las venas de las piernas puede llegar a alcanzar valores bastante altos. Un paciente con una vía venosa situada en una vena periférica del brazo podría presentar una presión de hasta 30mmHg.

■ Presión en los sistemas de infusión

Una bomba utiliza la presión para superar la resistencia al flujo. En un sistema de infusión, la resistencia a este flujo es causado normalmente por:

- Pequeño diámetro de la vía.
- Los filtros de partículas o de aire.
- Conjunto de tubos de infusión.
- Presión intravascular o intra-compartimental en el lugar de perfusión, en un nivel sustancialmente más alto que la presión atmosférica
- Longitud del sistema de infusión.

Ejemplo:

Para administrar una solución de suero fisiológico en un adulto por vía intravenosa a través de una vía periférica de 16G y 9 cm de largo, a un volumen de 100 ml/h, las presiones causadas por resistencia son las siguientes:

- Máxima presión venosa adultos 30mmHg
- Filtro 10mmHg
- Cánula 100mmHg
- Administración, 1mmHg
- **Total 141mmHg**

En general las bombas de infusión permiten la programación del volumen que se quiere infundir y emiten una alarma en cuanto se llega a este volumen si es que la sustancia no se ha terminado. Aun después de llegar a este volumen, mantienen un nivel muy bajo de infusión de la sustancia para evitar la obstrucción del sistema. A este flujo se le conoce para “mantener la vena abierta” (**KVO**, “**keep vein open**”).

Muchas bombas de infusión pueden manejar varias soluciones de manera simultánea e independiente. Se dice que una bomba que maneja dos o más soluciones con controles independientes de infusión, tiene **dos o más canales**.

II. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFUSIÓN

Los sistemas de infusión pueden clasificarse de acuerdo a la manera en que producen el desplazamiento de fluidos hacia el paciente en:

1. - CONTROLADAS POR PRESIÓN.

El sistema de bombeo produce una presión constante y el flujo puede variar de acuerdo a la resistencia. Estos equipos incluyen:

a) Controladas por gravedad.

Están diseñados para administraciones de fármacos o soluciones consideradas de bajo riesgo, incluyendo la terapia de reemplazo, en donde la baja presión de suministro es suficiente para sostener la tasa de flujo seleccionada. El ejemplo típico son los controladores de goteo, que por lo general no cuentan con un sistema de bombeo sino dependen de los “sets” de solución estándar. El flujo deseado se ajusta en gotas por minuto y se controla mediante válvulas de oclusión de línea.

La presión hidrostática a una columna de líquido ofrece el líquido al lugar de la perfusión.

La presión generada dentro de un sistema de gravedad está limitada por la altura existente entre el fluido a administrar y el lugar de perfusión. La presión máxima que puede ser ejercida se deriva de la siguiente ecuación

$$\text{Presión} = \rho \times g \times h$$

G= es la constante aceleración de la gravedad.

H = es la altura del fluido por encima del contenedor el lugar de la perfusión

P = es la densidad del fluido.

b) Control activo de la presión.

Estos dispositivos, también conocidos como infusores, producen una presión constante y en ocasiones cuentan con un sensor de gotas; los modelos más avanzados incluyen un sistema de estatus del flujo, lo cual proporciona una indicación visual de la resistencia al flujo.

2. - CONTROLADAS POR VOLUMEN (VOLUMÉTRICAS).

En estos dispositivos se produce un cambio en el volumen (flujo) que se mantiene constante. La presión que se alcanza está en función de la resistencia. En este grupo se encuentran:

Generan presión por medios mecánicos. La fuerza se aplica al fluido a conducir a través del tubo de infusión. Ejemplo de ello son; la bomba de jeringa, bomba volumétrica o dispositivos elastoméricos.

En estos dispositivos, la corriente puede mantenerse si el líquido a infundir se sitúa en un nivel inferior del lugar de perfusión.

La presión en un tubo donde el flujo se está produciendo puede ser modelado por la siguiente ecuación:

$$\text{Presión} = \frac{\text{Caudal} \times \text{Viscosidad} \times \text{Longitud de la Cánula}}{\text{Diámetro}}$$

Estas bombas son la mejor opción para las infusiones que requieren medio – alto caudal, y grandes volúmenes.

Su amplia gama de funciones hace que sean adecuados para las terapias de categoría A y B, en función de los parámetros de rendimiento, que puede variar ampliamente. Sin embargo, las bombas volumétricas son los más adecuados para la administración de líquidos en las categorías B y C y en aquellas que se requiere una tasa de flujo superior.

La mayoría de las bombas volumétricas muestran eficacia en tasas de 5 ml/h. Aunque durante los controles pueden establecer tasas por debajo de 1 ml/h, estas bombas no se consideran apropiadas para la administración de medicamentos a tan bajos volúmenes.

Las bombas volumétrica funcionan mediante conexión a red o mediante batería. La tasa se selecciona en mililitros por hora (ml/h) o microgramos por kilogramo y hora ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hr}$).

La mayoría de las bombas volumétricas tienen las siguientes características:

- Alarma automática y cierre: esta se pone en marcha si entra aire en el sistema, detecta una oclusión, o la botella o bolsa de medicación/fluidos está vacía.
- Control para pre-establecer el volumen total a infundir y de lectura digital de volumen infundido.
- Sistema automático para mantener la vena abierta (**KVO o MVA**) al final de la perfusión.
- Interruptor automático de uso de batería interna si la red falla. La energía de la batería también se puede utilizar en caso de ausencia de alimentación, por ejemplo, durante el transporte.

Pueden incluir como características adicionales:

- Formas de administración micro y macro.
- Interfaz de computadora;

- Operador de llamada de alarma;
- Sensores de gotas - utilizado para la supervisión y alarma de determinados efectos (como un recipiente vacío) y no como un control de la tasa de infusión.
- Capacidad para infusión primaria y secundaria.
- Memoria de registro de análisis de incidentes - algunos pueden grabar la configuración y alarmas de las operaciones de los últimos dos días, o de un millar de de datos.
- Mecanismo anti flujo libre.

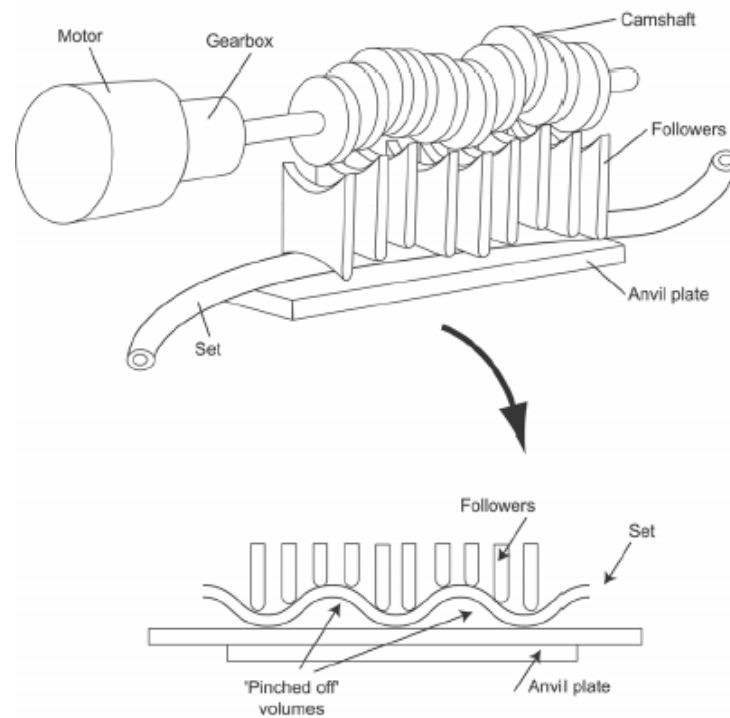
Bombas de Microinfusion:

En el caso de pacientes neonatales los niveles de infusión deben de estar dentro del rango de 0.1 a 99.9 ml/h (micro infusión). Las bombas de micro infusión en general son iguales a las bombas de infusión de uso general, pero difieren principalmente en que los niveles de flujo son menores. Actualmente se pueden encontrar en el mercado bombas de infusión volumétricas que cuentan con la capacidad de entregar tanto micro como macro infusión.

a) Bombas peristálticas:

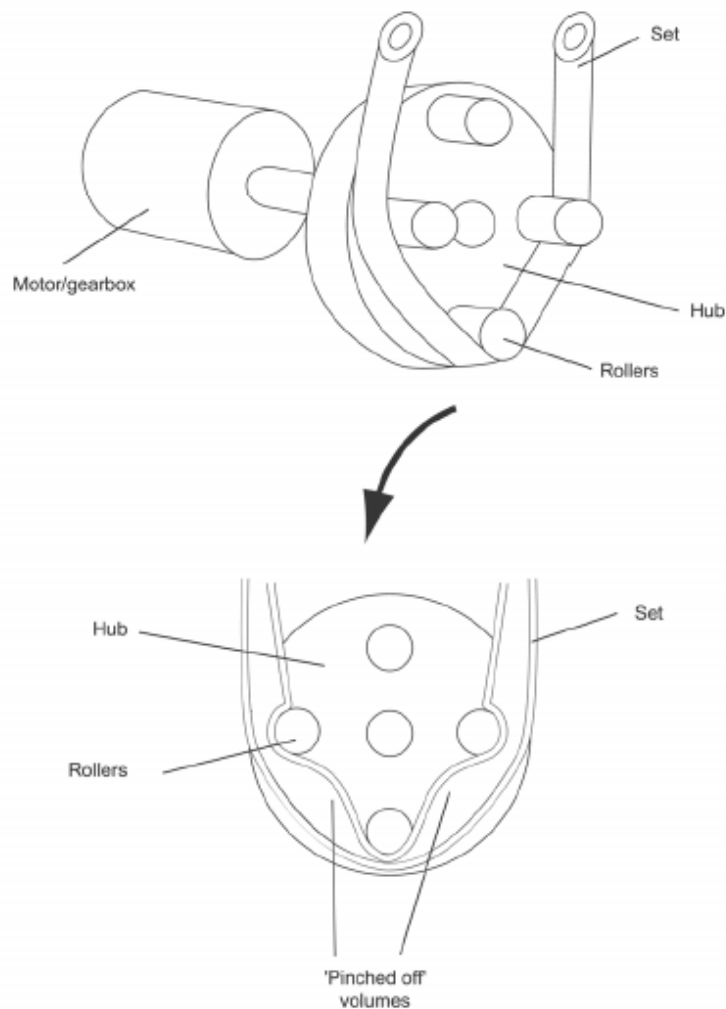
Funcionan al presionar por medio de “dedos” o rodillos una bolsa flexible o tubo para producir movimiento del líquido que se encuentra dentro de un contenedor. Se pueden encontrar dos modalidades dentro de esta clasificación, las bombas peristálticas lineales y las rotatorias. La mayoría de estas bombas tienen una precisión del $\pm 5-10\%$.

- a. Las bombas peristálticas lineales tienen una línea de discos en forma de dedos que comprimen el tubo en una forma de ola de movimiento continuo, forzando el líquido fuera del contenedor hacia el paciente.



- b. Bombas peristálticas rotatorias utilizan un rotor que presiona el líquido dentro del tubo a través de rodillos por un paso semicircular. El volumen emitido varía en función de:
- El tamaño de las cámaras, los dedos o rodillos;
 - El tubo o conjunto.
 - La velocidad de giro.

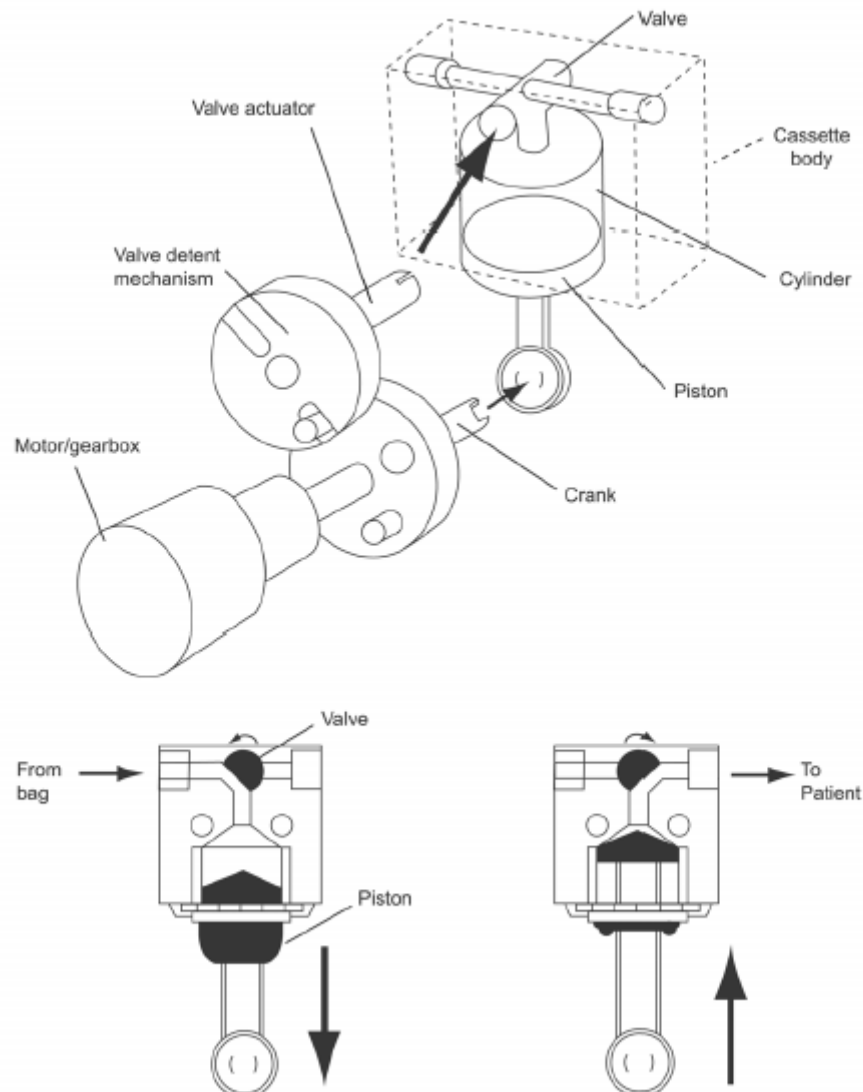
Debido a esta diferencias, estos mecanismos suelen ser diseñados para un determinado equipo o set de administración.



b) Bomba de casete o pistón:

En estas bombas una sección del “set” de infusión o casete, contiene una o varias cámaras y el movimiento del fluido se logra desplazando el líquido contenido en éstas mediante la acción de uno o varios pistones. El flujo depende de la carrera y ritmo del desplazamiento del pistón.

Otro tipo de cassette es un mecanismo de diafragma que actúa como un pistón. El diafragma es montado cerca de un pistón en movimiento que desplaza una fracción de un mililitro de fluido hacia el paciente con cada movimiento hacia "dentro", y permite al diafragma volver a llenarse con cada movimiento hacia "fuera". Una válvula ensamblada dirige el flujo hacia la vía deseada en el momento apropiado en el ciclo de bombeo. Este mecanismo administra el líquido en cantidades fijas de volumen. El flujo es variado al cambiar la velocidad a la cual estos discretos incrementos de volumen son entregados

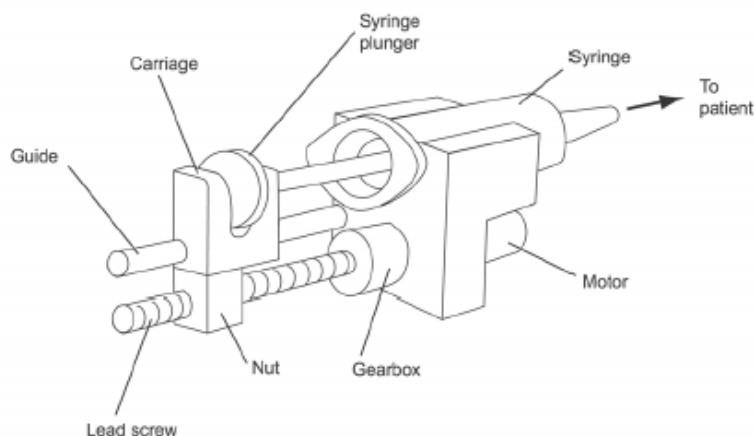


c) Bombas de jeringa.

Son las bombas de elección cuando se requiere suministrar volúmenes bajos (1 a 60 mL) y tasas de flujo bajas. Estas bombas empujan el émbolo de la jeringa a una tasa controlada para suministrar la sustancia al paciente. La tasa de suministro puede ser continua o en pasos que suministran bolus en un tiempo determinado. La jeringa es colocada en la bomba con el émbolo ajustado sobre el portaémbolo. Conforme avanza el portaémbolo, la jeringa se vacía. Se suelen utilizar en los siguientes casos:

- Neonatal, pediátrico y adultos de alto riesgo.
- Antibióticos.
- Quimioterapia
- Antiarrítmicos
- Anestesia.

Normalmente tienen más precisión que las bombas peristálticas (+ 2-5%)



d) Bombas para Control de analgesia en pacientes (“Patient-Controlled Analgesia” – PCA).

A diferencia de una bomba de infusión de propósito general, estas bombas permiten que el mismo paciente se auto suministre una dosis de bolus. Es de particular importancia que estas bombas contengan algún mecanismo de protección contra el flujo libre. Estas bombas pueden ser desechables o reutilizables, las desechables se activan por medio de una batería u otros mecanismos que pueden ser neumáticas o elastoméricas. De acuerdo a las necesidades del paciente pueden ser programadas de diferentes modos: dosis de carga, infusión continua, infusión continua con bolus a demanda, bolus a demanda únicamente y concentración de fármaco.

e) Bombas anestésicas:

Estas son bombas de jeringa diseñadas exclusivamente para sedación o anestesia. El diseño permite que durante la infusión pueda manipularse o ajustarse la tasa de flujo, tienen una tasa de infusión mayor que las bombas de jeringa normales y pueden suministrar bolus, lo que se traduce en que pueden suministrar una dosis de inducción con mayor rapidez en una sola operación. Algunas características importantes son la programación de concentración en base al peso corporal del paciente, calibración automática de la bomba al poder identificar el medicamento específico a infundir.

f) Bombas de uso ambulatorio: Equipo destinado a la perfusión controlada de líquidos al interior del paciente y a ser llevado continuamente por el paciente.

g) Bombas de Asa Cerrada: En un sistema de control en asa cerrada, un sensor mide los cambios en el parámetro fisiológico que es manipulado por la droga en infusión, y envía información a un ordenador. El ordenador regula la cantidad de droga que va a ser enviada por la bomba en respuesta a los cambios fisiológicos del paciente. Estos sistemas son denominados en la literatura como autocontrolados, de control automático, controlados en asa cerrada, control por retroalimentación o por retroalimentación en asa cerrada. Es el sistema empleado en las bombas implantables.

III. ANÁLISIS FUNCIONAL.

Ensayos de Precisión IEC 60601-2-23:

1. TIEMPO DE PUESTA EN MARCHA.

Se trata de una nueva definición de parámetro de rendimiento. Es el tiempo necesario para establecer la circulación de fluido en el sistema. Este es insignificante en las bombas volumétricas, pero por lo general importantes en las bombas de jeringa.

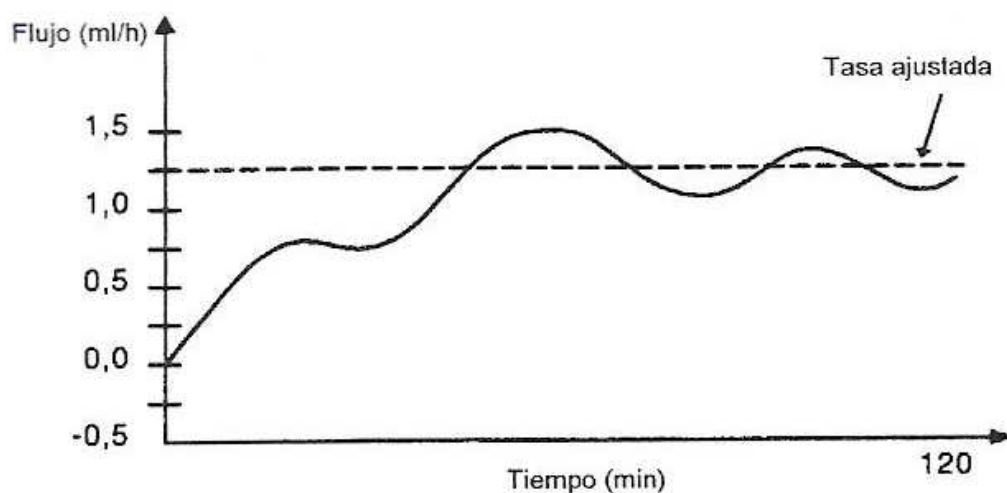


Gráfico de Arranque

2. EXACTITUD EN LA ADMINISTRACIÓN DE BOLUS:

La administración de medicación en bolus debería ser lo más preciso posible a fin de evitar dificultades en el manejo del paciente.

Para bolus mínimos y máximos se calcula la media y la desviación porcentual respecto al valor establecido.

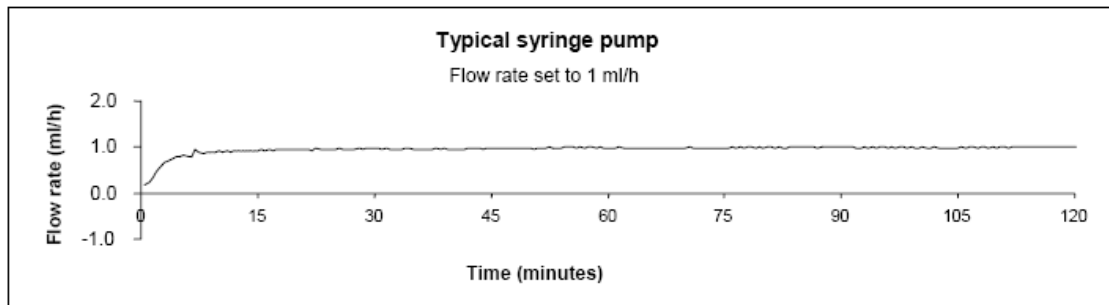
3. PRECISIÓN (CURVA DE FLUJO INSTANTÁNEO).

El patrón de administración de fluidos de una bomba de perfusión depende mucho del tipo de bomba utilizada.

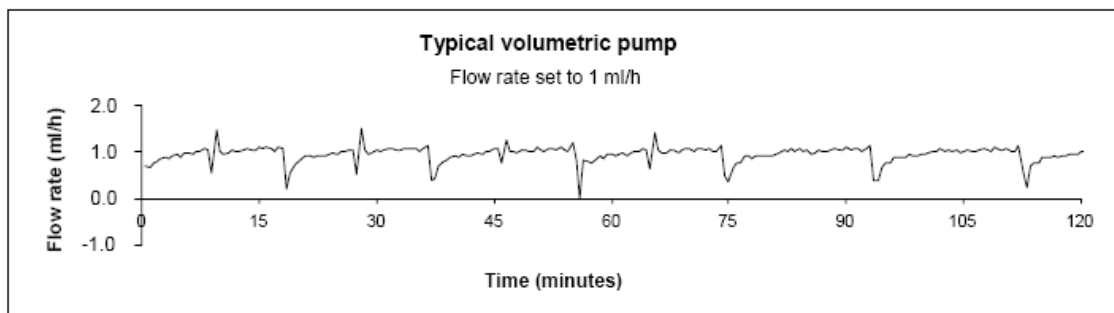
Los gráficos siguientes muestran los patrones de flujo típico de una bomba de jeringa, y de una bomba volumétrica. Cada una de estas bombas ofrece precisión en la administración de líquidos (mejor que $\pm 5\%$ de tasa media) durante largos períodos, pero sólo las bombas de jeringa suministran fluidos con precisión lo largo de períodos muy cortos (algunos minutos).

Es el error de flujo en tanto por ciento que se produce al tomar la media de flujo a lo largo de un periodo de análisis, su magnitud indica la regularidad de la

perfusión. La banda de proporcionalidad, es el rango máximo y mínimo de variaciones de la perfusión durante el tiempo de análisis. La bomba es más exacta cuanto más se aproxime su valor a 0%. Puede tener signo positivo o negativo, lo que indica si a lo largo de un periodo de análisis, el suministro se ha efectuado, como media, por encima o por debajo del valor prefijado.

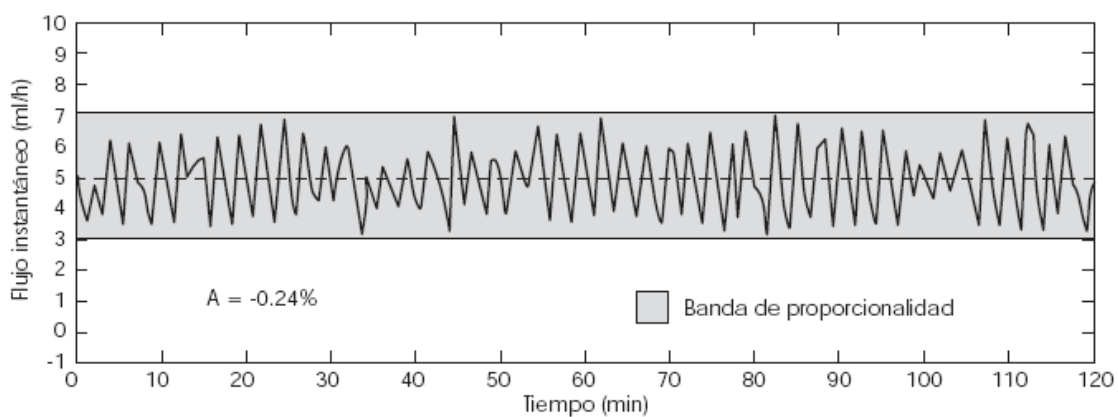


Análisis del flujo para una bomba de jeringa, con una tasa de flujo de 1ml/hora



Análisis del flujo para una bomba volumétrica, con una tasa de flujo de 1ml/hora

Hay que tener en cuenta que bombas con flujos que se alejan considerablemente del valor prefijado, pueden tener un flujo medio próximo al 0%, debido a la regularidad de estas variaciones de flujo alrededor del valor prefijado. De ahí la importancia de este análisis del flujo instantáneo.



Ejemplo de bomba con valores muy alejados del valor prefijado, pero flujo medio próximo a 0% (tasa de flujo de 5ml/hora)

1. Precisión a largo plazo

La variabilidad del flujo es especialmente importante en las administraciones más críticas. Por ejemplo, en términos generales es importante.

Existe una gran variabilidad en los márgenes terapéuticos y la vida media de algunos fármacos entre un paciente y otro.

Curva de Trompeta

Desviaciones máximas por defecto y por exceso respecto del flujo programado en intervalos de infusión de entre 2 y 31 minutos a lo largo del intervalo de cambio del juego de administración.

En una curva típica de trompeta se observa que los porcentajes de error de flujo medio máximo y mínimo son más altos cuanto menor es la duración de la infusión y que, a medida que se aumenta la duración de la misma, el error va disminuyendo de forma asintótica.

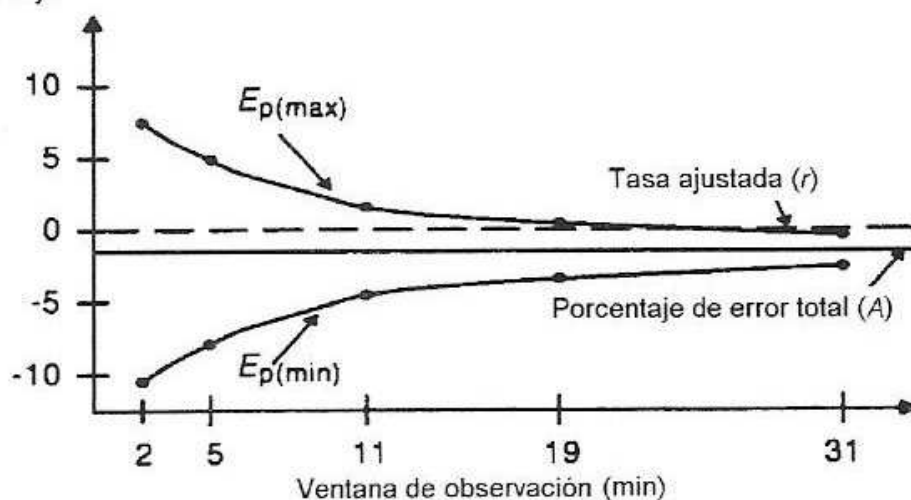
La Norma UNE-EN 60601-2-24 da conformidad a una curva de trompeta siempre que el error de flujo medio para los minutos 2,5,11,19 y 31 no supere un margen de tolerancia de + 15%.

Desv. Máx.: 15%

Desv. Mín.: 15%

Cuanto más rápido tiende el error de flujo medio a valores bajos o próximos a cero, mayor es la precisión de la bomba.

Porcentaje de error del flujo



2. Precisión a Corto Plazo.

La variabilidad del flujo por minuto se vuelve muy importante cuando se utilizan fármacos de corta vida media. La importancia se deriva de la necesidad

de evitar fluctuaciones indeseables del efecto farmacológico debido a cambios en la concentración de la droga. Hay pruebas documentadas de que la variabilidad por minuto del flujo puede causar variación de parámetros fisiológicos y las consiguientes dificultades en el manejo clínico, tanto en los adultos como de los recién nacidos, donde la vida media del fármaco es corta.

A corto plazo, la exactitud se expresa en el concepto de **índice de constancia**. Este es el período más breve durante el funcionamiento continuo de la bomba donde el flujo se encuentra dentro $\pm 10\%$ de la tasa media. Los datos se derivan de las pruebas realizadas del flujo de más de 24 horas a 1 ml/h. El caudal se registró a intervalos de 30 segundos durante el último período de 18 horas. Y la tasa media en comparación con la corriente en cada período corto.

El principio es que el índice de la constancia de la bomba debe ser inferior o igual a la vida media del fármaco utilizado. Las bombas de jeringa tiene un índice de constancia más bajo que las bombas volumétricas, es decir, un bajo índice de constancia indica una buena precisión de flujo a corto plazo.

Las bombas de uso ambulatorio con frecuencia tienen un alto índice de constancia, haciendo estos dispositivos inadecuados para su uso fármacos de corta vida media.

IV. EFFECTOS SECUNDARIOS Y RIESGOS

Los riesgos asociados al uso de los sistemas de infusión, volumétricos y de jeringa son:

1. Sobre o sub infusión,

Que puede deberse a diversos factores, como el flujo libre originado por no colocar bien el set, o no cerrar bien las puertas o mecanismos; o bien por errores en la programación, o bien por uso de sets no adecuados para el tipo de infusión y de equipo. Esto debe ser detectado por el sistema y emitir una alarma.

2. Embolismos de aire,

La mayoría de los equipos cuentan con mecanismos para detección de burbujas de aire. Es recomendable adquirir equipos que cuenten con estas alarmas, ya que de este modo se pueden prevenir las lesiones que causa el émbolo de aire al impedir el adecuado flujo sanguíneo, especialmente en el tejido cerebral.

3. Infiltración de la solución en el tejido anexo al sitio de punción;

Este fenómeno se ha asociado con la ocurrencia de flebitis, uso de medicamentos que provocan un efecto vasoconstrictor, uso de cánulas de acero. Algunas posibles causas pueden ser: vena bloqueada, cánula o catéter mal colocado, fibrina que se forma a lo largo de la línea, por ejemplo en un catéter central de inserción periférica.

En el caso de sistemas que permitan una infusión secundaria, a una tasa de infusión igual o diferente de la primaria; debe tenerse presente que en algunos diseños, es la presión y no la bomba la que determina la tasa de administración de esta segunda solución; esto conlleva riesgos pues la infusión secundaria podría administrarse con la tasa de infusión programada para la infusión primaria, o bien que se sobreestime el volumen de la infusión secundaria.

V. MECANISMOS DE SEGURIDAD.

El objetivo de las alarmas es reducir al mínimo el riesgo para el paciente.

- **Sistema KVO o MVA.**
- **Estado de Batería.** En los sistemas de infusión que cuentan con una fuente de energía propia recargable, este dispositivo se acciona cuando la reserva de energía se encuentra próxima a un nivel crítico de funcionamiento, posterior al cual los dispositivos de la bomba son inexactos o bien, no funcionales.
- **Protección contra perfusión excesiva:** medios adecuados para evitar situaciones de salida, tales como perfusiones excesivas bajo condiciones de flujo libre, presión de perfusión alta capaz de producir una rotura o un goteo en el juego de administración o, la más usual, situación de oclusión de la línea y posterior liberación de un bolo no deseado.
- **Alarmas de Goteo:** Se acciona en caso de que la cámara de goteo registre aumento o disminución en el caudal programado, o bien ha sido introducida una velocidad del medicamento durante la programación que puede resultar en un perfil de entrega demasiado bajo para ese medicamento.
- **Alarma de desconexión de AC.**
- **Alarma de aire en vía:** En algunos sistemas llamada también alarma por vacío. El sensor puede encontrarse dentro o fuera del sistema. Registra la presencia de aire en el tubo de infusión. La entrega del tamaño del contenedor de la bomba está completa, o la bomba ha detectado 2 ml de aire en la línea.
- **Alarma y Pre - Alarma de Fin de Infusión.** Utilizada en la mayoría de las bombas de infusión, por medio de dispositivos audibles y/o visibles. Se acciona al completarse la infusión del volumen seleccionado por el usuario. Inicia infusión en modo KVO.
- **Alarma de Oclusión.** El sistema detecta una oclusión entre la bomba y el paciente, la infusión continúa hasta alcanzar la presión límite. Entonces la infusión se para y se dispara la alarma.
- **Alarma de espera (standby).** También llamada alarma recordatoria. Funciona con un dispositivo de tiempo que acciona una alarma audible al suspenderse temporalmente la infusión.
- **Detección de aire en el sistema.** Se aplica a las bombas volumétricas. Los pequeños volúmenes de aire inyectado por vía intravenosa son considerados un peligro por parte de algunos médicos. Las bombas volumétricas incorporan un mecanismo para prevenir el bombeo de aire o un sistema de detección de aire.

1. ALARMA DE OCLUSIÓN

Todos los dispositivos de infusión mecánicos cuentan con mecanismos para detectar cuando ha cesado el flujo de líquido a infundir. Estos se basan en la medición del aumento de presión, ya sea de forma directa o indirecta.

Los dispositivos de presión positiva pueden contar con diferentes medios para detectar la disminución o cese del líquido a infundir. La respuesta a la oclusión se caracteriza en función de tres parámetros mensurables:

- Presión en alarma.
- Tiempo de alarma.
- Bolus post-oclusión.

En algunas de las drogas más críticas, la tecnología actual no puede proporcionar alarmas que se activen lo suficientemente rápido para ofrecer "seguridad" cuando se produce la suspensión del tratamiento. Por lo tanto, es esencial que, cuando se empleen medicamentos de corta vida media, se realice un seguimiento adicional del paciente. Para fármacos menos críticos, la alarma en los primeros cinco minutos de producirse la oclusión es generalmente suficiente.

La alarma de Alta presión no puede poner directamente el paciente en situación de riesgo.

Hay más de un método de detección de la presión de bombeo, sin embargo, algunos métodos son más eficaces que otros.

Los dos tipos principales de mecanismo son los siguientes:

a) Control de presión en la línea:

Determina la presión existente en determinados segmentos de los tubos de infusión situados por debajo del mecanismo de bombeo. Se trata de la forma más precisa de vigilancia y, por tanto, es la mejor opción cuando se requiere una continuidad de la terapia. Es más complejo de conseguir y por lo general requiere la administración conjunta que incluya un disco de presión, con lo cual aumenta los costos.

b) Medición de Presión Indirecta:

Métodos indirectos de detección de presión son realizador determinando la fuerza, unidad de presión o Motor.

Estos métodos pueden dar falsos valores. Por ejemplo, cuando se utilizan jeringas de mala calidad (muy adherentes) en bombas de jeringa, una gran fuerza es necesaria para mover el émbolo de la jeringa o tapón de posición estacionaria. Esto es denominado "**stiction**". Esta fuerza puede ser muy superior a la necesaria para mantener el movimiento del émbolos durante una infusión. Aunque no es la presión ejercida sobre el líquido, la bomba calcula la presión como si el émbolos se desplazará libremente.

Como resultado de ello, la presión en el fluido se sobreestima. Cuando se utiliza jeringa con mucha adherencia, la presión de la alarma de oclusión debe fijarse a un nivel anormalmente alto para permitir la alta fuerza necesaria para el arranque.

Algunos sistemas de presión indirecta más sofisticados están introduciendo una función que permite una gran fuerza de puesta en marcha, mientras que la alarma se mantiene en unas presiones inferiores de funcionamiento.

Una bomba de infusión intenta mantener la suficiente presión sobre el líquido para hacer que este fluya a través de todas las resistencias, tales como la vía o el filtro. La bomba detecta cualquier resistencia a la corriente y aumenta la presión de bombeo para mantener el caudal preestablecido.

La presión de oclusión de una bomba es la presión existente en el sistema, registrada en la bomba, mientras esta continúa en funcionamiento, pero no puede mantener el caudal. La resultante acumulación de presión determina la alarma de oclusión.

¿Qué desencadena una alarma de oclusión?

Una alarma de oclusión pueden ocurrir por:

- Un bloqueo en el sistema - a menudo causada por mantener la llave de tres vías cerrada.
- Vía venosa totalmente ocluida (coagulada).
- Vía parcialmente ocluida, si le causa la necesaria conducción aumentando la presión por encima del nivel de alarma de oclusión;
- Una vía muy estrecha o demasiado larga.

¿Qué riesgos puede causar al paciente la oclusión?

La oclusión del sistema de infusión ocasiona principalmente dos riesgos para el paciente:

- Interrupción de la terapia.
- Un potencial y repentina administración de un bolus no deseado, tras la liberación de la oclusión.

Los parámetros que más afectan a la seguridad del paciente son:

- Tiempo para que suene la alarma de oclusión.
- Volumen de líquido almacenado en bolus.

Estos dos parámetros deben reducirse al mínimo para asegurar una seguridad óptima.

Si se produce una oclusión, los circuitos de retroalimentación de la bomba ejercen una mayor presión para poder superar las resistencias adicionales. Como los líquidos no pueden comprimirse, el sistema de infusión se expande debido al

incremento de presión. Esta expansión tarda algún tiempo en ocurrir. Si se fija un límite alto de alarma de oclusión, puede que la alarma de presión tarde algún tiempo en sonar.

En el caso de una oclusión completa, no existe flujo para el paciente, mientras que la presión en el sistema va en aumento. Cuando la oclusión es eliminada, la acumulación de líquido en el sistema se traduce en la administración al paciente de un gran bolus de fármaco. Cuanto más bajo se fije el nivel de alarma de oclusión, más rápidamente sonará la alarma y más pequeño será el bolus administrado al paciente tras superarse la oclusión.

No se ha demostrado que la presencia de grandes presiones en la cámara de bombeo de un dispositivo de perfusión presente un peligro directo para la paciente. El sistema venoso es un sistema distensible y, en circunstancias normales, la bomba no puede causar una presión superior a la venosa o arterial. La bomba sólo desarrolla suficiente presión para administrar el líquido en el final de la cánula, al caudal preestablecido. Por lo general la presión se reduce antes de alcanzar la vena. Como el líquido se infunde directamente en el sistema vascular, este se expande para dar cabida a la misma. Como resultado, los aumentos de locales presión son insignificantes.

Sólo hay dos excepciones a esto:

- Cuando una vena se trombosada y por lo tanto, no conectada al resto del sistema venoso.
- Cuando las tasas de flujo del líquido infundido son mucho mayores que el flujo normal fisiológico.

■ ¿Cómo puede reducir el bolus - postoclusión?

- Utilizar la más alta tasa de flujo clínicamente aceptable. Esto reduce el tiempo de alarma.
- Usar una jeringa de menor tamaño. Esto reduce tanto bolus y tiempo para alarma.
- Utilizar jeringas de mejor calidad. Esto minimiza "stiction" y normal variabilidad en la fuerza motriz.
- Usar una generación actual bombas de jeringa con "**backoff**". El mecanismo de bombeo, retrocede levemente el émbolo tras una alarma de oclusión, reduciendo así el potencial bolus post-oclusion.

■ ¿Por qué las bombas de infusión no se configura para que se ejecute a la nivel más bajo posible?

Parece sensato configurar las alarmas de oclusión al nivel más bajo posible. Esto produciría que la alarma sonará de forma temprana, y por lo tanto se formara un pequeño bolus post-oclusión.

Las razones por las cuales no se hace esto son los siguientes:

- La necesidad de infundir presión para conducir el líquido a través de los componentes que ofrecen resistencia dentro del sistema de infusión.
- La presión es necesaria para superar la presión normal fisiológica en el lugar de perfusión.
- Los sistemas menos sofisticados de identificación de oclusión, son propensos al error y requieren cierto margen para permitir estimaciones.

Para asegurar que el sistema es tan seguro como sea posible, debe tenerse en cuenta:

- La alarma de presión de oclusión debe estar configurado en el nivel mínimo superior por encima del nivel normal de funcionamiento necesario para la perfusión.
- La presión configurada en la alarma deben permitir cualquier error de cálculo de presión ejercida por el dispositivo.
- En bajos caudales debe configurarse una menor presión de alarma.

Cabe señalar que la presión normal de funcionamiento de cada infusión está determinada por muchos factores diferentes. Los niveles óptimos de alarma de oclusión sólo puede lograrse si el nivel de alarma se ha fijado para cada infusión.

Extravasación.

La extravasación se produce cuando el líquido que debe ser administrado por vía intravenosa es administrado inadvertidamente en un tejido anexo . Puede ser causados por:

- Vía venosa situada fuera de la vena.
- Venas trombosadas.

Existen varias teorías de por qué se producen extravasaciones. Las extravasaciones se han asociado con:

- La aparición de flebitis.
- El uso de drogas que causan vasoconstricción local (Phelps 1987).
- El uso de cánulas de acero, por ejemplo, mariposa.

La mecánica real de extravasación todavía hoy es objeto de hipótesis. Entre las causas sugeridas se incluyen:

- Vena ocluida.
- Vía fuera de lugar.
- Película de fibrina puede desarrollarse en torno a una larga línea, como un Catéter Central de Inserción Periférica (CCIP). La película impide el flujo en el sistema vascular, y puede canalizarlo hacia atrás, entre la vaina y la superficie exterior del catéter. Esto puede

dar lugar a fugas de líquido en los tejidos circundantes a la vena donde está insertado el catéter.

No existen evidencias que sugieran que la extravasación se correlaciona con el uso de dispositivos de presión positiva. Por el contrario, hay informes que sugieren que no existen diferencias significativas en la tasa de extravasaciones ocurridas con infusores de presión positiva y cuando se utilizan dispositivos de gravedad (Chen 1998). Un infusor por gravedad puede proporcionar suficiente presión para administrar el líquido en los tejidos anexos.

Estudios de seguimiento de presión durante las infusiones muestran que no hay un aumento significativo de la presión en el lugar de perfusión cuando una extravasación se produce. La infusión de fluidos puede ser directamente administrada a los tejidos sin que suene la alarma, ya que la mayoría de los tejidos ofrecen muy poca resistencia a paso de líquidos. En la mayoría de dispositivos de infusión la alarma de oclusión no puede detectar el pequeño cambio en la presión de referencia que puedan surgir cuando se produce una extravasación.

Esto no significa que no se incremente la presión durante una extravasación. En raros casos, las extravasaciones puede causar un aumento de presión - uno de esos casos es la película de fibrina que se forma alrededor de un CCIP -. En general, la evidencia disponible sugieren que los mecanismos de alerta de oclusión no son eficaces ante una extravasación.

La forma más eficaz de identificar una extravasación es la inspección visual regular del pinto de infusión.

La bombas que utilizan control de presión en línea, han señalado que el aumento de la presión de unos mmHg puede ser un predictor del desplazamiento de la vía venosa previo a una extravasación. Este pequeño aumento de presión sólo se hace evidente si la presión de la línea es uno de los parámetros registrados a intervalos regulares en las fichas de datos de los pacientes.

Estos centros afirman que la incidencia de extravasación puede reducirse mediante:

- El seguimiento en línea de presión.
- Inspeccionar y/o manipular o el re-posicionamiento de la cánula cuando las pequeñas variaciones de presión se producen.

Sin embargo, no ha sido publicado ningún estudio controlado que confirme estas conclusiones. Por otra parte, la información de la literatura parecen estar en contradicción con esto, y sugieren que no se produce un aumento medible de la presión de referencia durante las infiltraciones (Phelps 1990). La supervisión adicional del paciente es, sin embargo, un enfoque basado en el sentido común y no el supone una desventaja para el paciente.

Los fabricantes están tratando de diseñar de bombas de infusión con mecanismos que alertar al usuario de posibles extravasación (Scott 1996). El mecanismo para la detección de extravasaciones puede afectar negativamente a la

variabilidad del caudal a corto plazo. Los usuarios deben decidir si los beneficios superan a las desventajas.

2. JERINGAS Y SETS DE ADMINISTRACIÓN:

La marca de jeringa usada puede afectar significativamente al funcionamiento de las bombas de jeringa. Los hospitales deben ser conscientes de las consecuencias de la sustitución de jeringas por unas de peor calidad.

El uso de los sets de administración diferentes a los recomendados por el fabricante de la bomba volumétrica también pueden afectar significativamente al rendimiento de la bomba.

La mayoría de bombas de infusión volumétrica están diseñados para su uso con un tipo específico de sistema de perfusión. Por lo tanto, la exactitud de la administración y la eficacia de los dispositivos de detección de oclusión en el sistema puede verse afectada por la utilización de otros sistemas, ya que estos equipos suelen estar configurados para un sistema específico. Las consecuencias sobre el rendimiento, sobre todo en la exactitud, pueden ser graves.

Por ejemplo:

- Administraciones inferiores a lo pautado, si el diámetro interno es demasiado pequeño;
- Flujo libre a través de la bomba, a lo largo de infusión o las fugas de nuevo en la bolsa o el depósito puede ser el resultado de un sistema menos flexible o con un mayor diámetro externo.
- Los sistemas puede romperse si los materiales de no son lo suficientemente fuertes para resistir el desgaste debido a la acción de bombeo.
- Los mecanismos de alarma de oclusión y aire-en-línea pueden ser desactivarse.

Las bombas utilizan ultrasonidos o sensores ópticos para detectar la presencia de burbujas de aire en el sistema, estos detectores se han diseñado para su uso con un sistema de infusión en particular.

La acción del mecanismo de infusión durante cierto tiempo afecta inevitablemente a la exactitud de la entrega. Recomendado conjuntos están diseñados de tal manera que, a excepción de gran volumen, alto caudal de infusiones, el desgaste y / o de endurecimiento por deformación del material no afecte negativamente a la exactitud. La actuales estándares internacionales sobre dispositivos de infusión (IEC 60601-2-24) no especifica los ensayos de bombas en tasas de flujo máximo. Por lo tanto, puede aparecer un descenso en el rendimiento a altas tasas de flujo.

VI. ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN Y EVALUACIÓN

Comercialmente existe una gran variedad de sistemas de infusión que han sido diseñados para una gran variedad de aplicaciones clínicas.

Sin embargo, al momento de tener que elegir entre los diferentes productos, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- El tipo de acción terapéutica deseada, si es de corto o largo plazo, si requiere alta precisión o si requiere manejar volúmenes y tasas de infusión pequeños.
- El tipo de fármaco o solución a infundir (varía por la viscosidad del mismo).
- El tipo de paciente, si es adulto o neonatal.
- Que el equipo sea compatible con los ya existentes, ya que tener equipos de diversas marcas y modelos suele generar confusión en los usuarios para la adecuada programación. Tener una limitada variedad de modelos o marcas disminuirá este grave problema.
- Que se cuente con un adecuado servicio de soporte técnico tanto en capacitación al personal como en mantenimiento de los equipos.

Una vez determinados los aspectos anteriores, es recomendable que el equipo elegido incluya la mayoría de los siguientes aspectos de seguridad.

1. – CRITERIOS A TENER EN CUENTA:

- **Precisión.** Continuidad de flujo y desviación máxima respecto el flujo fijado. La precisión en volumen ha de ser de $\pm 5\%$ en infusiones de gran volumen y de $\pm 3\%$ para infusiones de pequeños volúmenes.
- **Capacidad para modificar la velocidad de flujo**, con incrementos de 0,1 ml en el rango de 0,1 a 999,9 ml/hora y con un intervalo de volumen total a infundir entre 0,1 y 9.999,9 ml. Que incluya dos procedimientos diferentes para cambiar la tasa de flujo.
- **Límite de presión máxima variable continuo o casi continuo**, regulable por el usuario y con un rango comprendido entre 0 y 750 mm de Hg, para poder sobrepasar la resistencia que ofrece un filtro en la línea o infundir líquidos en vías arteriales.
- **Buena protección contra flujo libre.** En la actualidad deben adquirirse bombas que incorporen un sistema antiflujo libre que cierre automáticamente el equipo de administración antes de ser retirado (trampa o pinza contra libre flujo cuando la puerta se abra).
- **Alta resolución de flujo.**

- **Detección y alarma de cualquier incidente.** (oclusión, final de la infusión, mantenimiento de línea abierta, nivel bajo de batería, avería, etc.)
- **Capacidad para detectar extravasaciones.** Ha de poder detectar incrementos de presión entre 25 y 75 mm de Hg y tener un límite de presión máxima de oclusión en la zona inferior del rango de unos 10-20 mm de Hg. El tiempo que tarda la bomba en detectar una oclusión y consecuentemente en disparar la alarma tendría que ser de menos de 3 minutos con una velocidad de 10 ml/hora y a una presión máxima de unos 70 mm de Hg.
- **Posibilidad de reducir la presión antes de solucionar una oclusión** para evitar bolus postoclusión. Algunas bombas de jeringa reducen automáticamente el volumen “extra” de fluido en el equipo de infusión después de una oclusión haciendo retracción del émbolo y volviendo el fluido al interior de la jeringa.
- **Límites máximos de alarma de presión de oclusión** de 500 mmHg (adulto) y 300 mmHg (neonatal), ya que sino también se incrementa el tiempo hasta la alarma y podría incrementar la gravedad de las extravasaciones.
- **Flujo de mantenimiento de vía.** En pediatría el flujo de mantenimiento de vía abierta ha de ser muy bajo para evitar sobrecargas de volumen. Esta baja velocidad obliga a que la bomba tenga una alta resolución para evitar la aparición de coágulos en el sistema.
- **Fácil manejo y puesta en funcionamiento.** Cuanto más fácil sea el manejo de cualquier aparato, menos posibilidades existen de cometer errores y por tanto más seguro será para el paciente.
- Que sea **robusta, de bajo peso y medida y mínimo mantenimiento.**
- Sistema de **alimentación eléctrica y con batería** de larga vida.
- Que pueda **programarse en ml/h** mejor que en gotas/min.
- Que pueda **programarse el volumen total** a infundir.
- Que incluya un mecanismo que **evite modificaciones accidentales** en la programación.
- Que incluya **alarma de puerta abierta** o de sujeción del cilindro de la jeringa o su equivalente.
- Que incluya alarma de retiro de jeringa o equivalente.
- **Indicadores de funcionamiento con lectura en pantalla.**
- Que tenga **capacidad para silenciar las alarmas en un minuto** o menos.
- Que sea modular y permita la infusión de varias líneas a la vez con el mismo sistema.
- Que incluya dos procedimientos distintos y/o simultáneos para iniciar el bolus.
- Que sea inmune a la interferencia electromagnética.

- Posibilidad de programación para poder pasar cada solución a múltiples velocidades (en caso de poder administrar múltiples soluciones) incluyendo la administración en bolus y las infusiones intermitentes.
- Capacidad para administrar toda clase de fluidos incluyendo sangre y soluciones opacas.
- Facilidad de limpieza.
- Capacidad para utilizar sistemas universales de infusión.
- Disponibilidad de repuestos.
- Nivel de ruido bajo.

Clasificación de equipo	Características técnicas
Bomba de infusión volumétrica	Rango de flujo de 1 a 999 ml/h Resolución de 1 ml. Rango o límite de volumen por infundir de 1 a 9999 ml
Bomba de infusión volumétrica de alta precisión	Rango de flujo de 0.1 a 999 ml/h Resolución de 0.1ml a 1 ml Rango o límite de volumen por infundir de 0.1 a 9999ml

 **Tabla de ayuda a la elección:**

Factores	Notas
Aptitud para aplicación	El sistema de infusión deberá cumplir con las especificaciones de rendimiento de la organización.
Ciclo de vida / sustitución	Listas criterios para decidir cuándo un sistema de infusión debe ser sustituido en función a las necesidades.
Garantía	Comparar los términos de garantía. ¿Son negociables?
Seguridad	Que las normas de desempeño de seguridad se han cumplido? ¿Organizaciones de evaluación de las tecnologías sanitarias han puesto de manifiesto persistencia de problemas?

	Los profesionales pueden identificar los problemas?
Fiabilidad	Otros usuarios han experimentado problemas?
Servicio de apoyo	¿Están disponibles las piezas de repuesto? ¿El servicio de asistencia está garantizado? ¿Por cuánto tiempo? ¿Existe tiempo de respuesta garantizado?
Mantenimiento	El intervalo entre las necesidades de servicio, la frecuencia y la complejidad de los controles y calibraciones necesarios durante la operación.
Asesoramiento técnico y capacitación.	¿El fabricante facilita el acceso a asesoramiento técnico y capacitación, para los profesionales y personal técnico cualificado? ¿Existe una línea de ayuda de 24 horas?
Diversidad	¿Esta elección aumenta el número de tipos de sistema de infusión en uso, y este podría afectar a la seguridad?

■ **Tabla guía de propiedades técnicas según sistema:**

BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA	
DEFINICIÓN	Equipo portátil para tratamientos que requieran administrar medicamentos y soluciones intravenosas, o componentes sanguíneos o sangre o nutrición parenteral total en forma constante, en tiempo determinado
ESTANDARES	Que cumpla con las siguientes normas: IEC 60601-2-24.
I.- DESCRIPCIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bomba de uno hasta tres canales en sistema modular o integrado. 2. Operación volumétrica. 3. Modo de funcionamiento continuo. 4. Rango de flujo 1 a 999 ml/h. 5. Resolución de 1 ml/h. 6. Rango o límite de volumen por infundir de 1 a 9999 ml 7. Flujo MVA (kvo) de 5 ml/h. Máximo. 8. Con sistema de seguridad de aire en la línea. 9. Con capacidad de aceptar diferentes tipos de fluido (soluciones, medicamentos, sangre, alimentación, etc.). 10. Con manejo de infusión secundaria automática (cambio automático

	<p>en el límite de velocidad de dosificación).</p> <p>11. Con protección contra libre flujo.</p> <p>12. Con sistema de auto-diagnóstico.</p> <p>13. Con un peso máximo de 6 Kg por canal.</p>	
	<p>14. Con sistema de alarmas e indicadores para:</p>	<p>1. Detección de aire en la línea.</p> <p>2. Detección de línea ocluida.</p> <p>3. Infusión completa.</p> <p>4. Puerta abierta.</p> <p>5. Mal función del circuito.</p> <p>6. Equipo desconectado.</p> <p>7. Batería baja.</p>
	<p>15. Con alarma audible que permita:</p>	<p>1. Control de volumen.</p> <p>2. Silencio momentáneo.</p> <p>3. Diferenciar alarmas de alertas.</p>
	<p>16. Batería con duración de 2 horas mínimo a un caudal de 125 ml/h.</p> <p>17. Software y letreros del panel de control en español.</p> <p>18. Exactitud mínima del 5%</p>	
III. CONSUMIBLES	<p>1. Set para bomba de infusión</p>	<p>1. Universal,</p> <p>2. Medicamentos fotosensibles,</p> <p>3. Hemoderivados o componentes sanguíneos</p> <p>4. Nutrición parenteral</p> <p>5. Bureta</p>
V.- REFACCIONES	<p>1. Según marca y modelo.</p>	
V. INSTALACIÓN	<p>1. Corriente eléctrica 120V/60 Hz</p>	
VI. OPERACIÓN	<p>1. Por personal previamente capacitado por proveedor y de acuerdo al manual de operación</p>	

BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA DE ALTA PRECISIÓN

DEFINICIÓN	<p>Equipo portátil para tratamientos que requieran administrar medicamentos y soluciones intravenosas, o componentes sanguíneos o sangre o nutrición parenteral total en forma constante, en tiempo determinado</p>
-------------------	---

ESTANDARES	Que cumpla con las siguientes normas: IEC 60601-2-24.	
I.- DESCRIPCIÓN	1. Bomba de uno hasta tres canales en sistema modular o integrado. 2. Operación volumétrica. 3. Modo de funcionamiento continuo.	
	4. Rango de flujo	1. Microinfusión de 0.1 a 99.9 ml/h 2. Macroinfusión de 1 a 999 ml/h.
	5. Resolución	1. Microinfusión de 0.1 ml/h 2. Macroinfusión de 1 ml/h.
	6. Rango o límite de volumen a infundir	1. Microinfusión de 0.1 a 999 ml 2. Macroinfusión de 1 a 9999 ml
	7. Flujo MVA (kvo) de 5 ml/h. Máximo. 8. Con sistema de seguridad de aire en la línea. 9. Con capacidad de aceptar diferentes tipos de fluido (soluciones, medicamentos, sangre, alimentación, etc.). 10. Con manejo de infusión secundaria automática (cambio automático en el límite de velocidad de dosificación). 11. Con protección contra libre flujo. 12. Con sistema de auto-diagnóstico. 13. Con un peso máximo de 6 Kg por canal.	
	14. Con sistema de alarmas e indicadores para:	1. Detección de aire en la línea, 2. Detección de línea ocluida, 3. Infusión completa, 4. Puerta abierta, 5. Mal función del circuito, 6. Equipo desconectado, 7. Batería baja.
	15. Con alarma audible que permita:	1. Control de volumen. 2. Silencio momentáneo, 3. Diferenciar alarmas de alertas.
	16. Batería con duración de 2 horas mínimo a un caudal de 125 ml/h. 17. Software y letreros del panel de control en español. 18. Exactitud mínima del 5%	

III. CONSUMIBLES	1. Set para bomba de infusión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Universal, 2. Medicamentos fotosensibles, 3. Hemoderivados o componentes sanguíneos 4. Nutrición parenteral 5. Bureta
V.- REFACCIONES	1. Según marca y modelo.	
V. INSTALACIÓN	1. Corriente eléctrica 120V/60 Hz	
VI. OPERACIÓN	1. Por personal previamente capacitado por proveedor y de acuerdo al manual de operación	

BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA DE NUTRICIÓN ENTERAL		
DEFINICIÓN	Equipo portátil para tratamientos que requieran administrar medicamentos y soluciones intravenosas, o componentes sanguíneos o sangre o nutrición parenteral total en forma constante, en tiempo determinado	
ESTANDARES	Que cumpla con las siguientes normas: IEC 60601-2-24.	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bomba de un canal 2. Operación volumétrica. 3. Modo de funcionamiento continuo. 4. Rango de flujo de 1 a 300 ml/h. 5. Resolución de 1 ml/h. 6. Rango o límite de volumen por infundir de 1 a 3000 ml 7. Con protección contra libre flujo. 8. Con sistema de auto-diagnóstico. 9. Con un peso máximo de 6 Kg 	
	10. Con sistema de alarmas e indicadores para:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Detección de aire en la línea, 2. Detección de línea ocluida, 3. Infusión completa, 4. Puerta abierta, 5. Mal función del circuito, 6. Equipo desconectado, 7. Batería baja.

	11. Con alarma audible que permita:	1. Control de volumen. 2. Silencio momentáneo, 3. Diferenciar alarmas de alertas.
	12. Batería con duración de 2 horas mínimo a un caudal de 125 ml/h. 13. Software y letreros del panel de control en español. 14. Exactitud mínima del 10%	
III. CONSUMIBLES	1. Set para administración de nutrición enteral	
V.- REFACCIONES	1. Según marca y modelo.	
V. INSTALACIÓN	1. Corriente eléctrica 120V/60 Hz	
VI. OPERACIÓN	1. Por personal previamente capacitado por proveedor y de acuerdo al manual de operación	

■ **Tabla guía de propiedades técnicas de consumibles especiales.**

EQUIPO PARA APLICACIÓN DE COMPONENTES SANGUÍNEOS Y HEMODERIVADOS		
	1. Equipo para aplicación de soluciones, sangre y derivados, para usarse con bomba de infusión.	
I.- DESCRIPCIÓN	2. De plástico grado medico, estéril, desechable, consta de:	1. Bayoneta. 2. Cámara de goteo flexible. 3. Filtro antihemolítico, 4. Tubo transportador. 5. Mecanismo regulador de flujo. 6. Con uno o más dispositivos en "y" para inyección. 7. Obturador de tubo transportador. 8. Adaptador de aguja. 9. Protectores de bayoneta y adaptador.

EQUIPO DE VENOCLISIS FOTOSENSIBLE		
I.- DESCRIPCIÓN	1. Equipo de venoclisis para usarse en bomba de infusión	
	2. De plástico grado medico, estéril, desechable, consta de:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bayoneta. 2. Con o sin filtro de aire. 3. Tubo transportador antiactinico de baja absorción para medicamentos fotosensibles. 4. Obturador de tubo transportador. 5. Adaptador de aguja. 6. Protectores de bayoneta y adaptador.

VII . BIBLIOGRAFÍA

- Medical Devices Agency, Bulletin Device INFUSION SYSTEMS, MDA DB2003(2), Medicines and Healthcare products Regulatory Agency. March 2003
- Norma UNE-EN 60601-2-24 “Requisitos particulares para la seguridad de bombas y controladores de perfusión”
- Guía Tecnológica No. 1: Sistemas de Infusión. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Secretaría de Salud. Méjico. Agosto de 2004.
- Evaluation report: Hospira Plum A+ Volumetric Infusion Pump - CEP 07014 (Oct 07). Centre for Evidence-based Purchasing. NHS PASA (Disponible en: <http://www.pasa.nhs.uk/PASAWeb/NHSprocurement/CEP>).
- Sistemas de Infusión. Luís Manuel Rodríguez Contreras. Tecnología en Mantenimiento de Equipo Biomédico, Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín. (Disponible en: <http://biomedica.webcindario.com/BombaInfusion.htm>).
- Sistemas electrónicos de infusión y errores de medicación. María Queralt Gorgas, Ana Ayestarán. Boletín de prevención de los errores de medicación de Cataluña. Vol. 4, n.º 10 · ene – abr 2006.