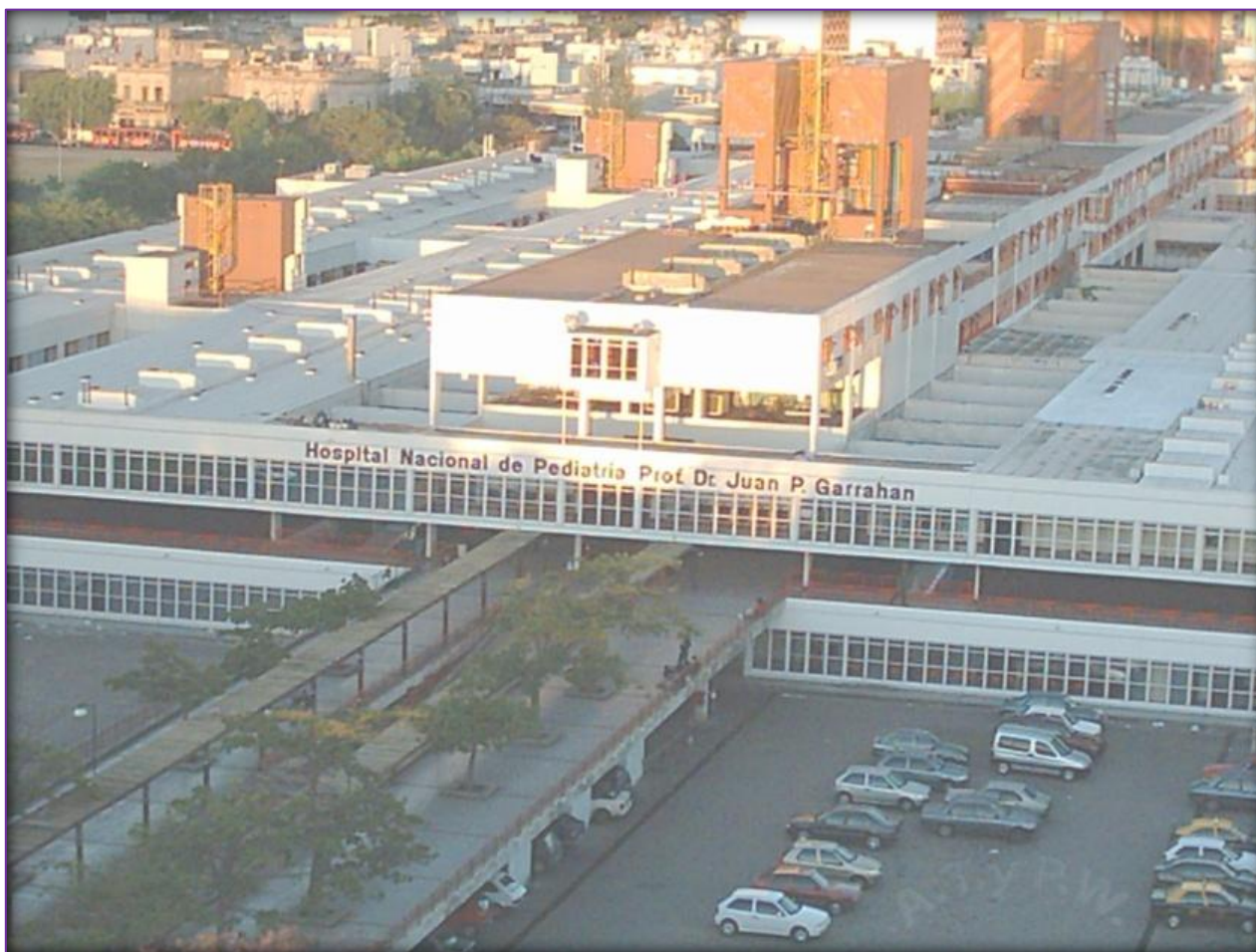


GUÍAS DE ATENCIÓN PEDIÁTRICA



HOSPITAL DE PEDIATRÍA “JUAN P. GARRAHAN”

HOSPITAL DE PEDIATRÍA “JUAN P. GARRAHAN”

Dirección Asociada de Docencia e Investigación: Dr. Mario Grenoville

Coordinación de Investigación Tecnológica: Dra. Graciela Demirdjian

GUÍAS DE ATENCIÓN PEDIÁTRICA (GAP)

Coordinación General:

Dra. Graciela Demirdjian

Comités Editoriales:

**Comité de Guías de Práctica Clínica
(GPC)**

Dra. Silvina Kuperman

Farm. Marcela Rousseau

Dra. Roxana Martinitto

Dra. Virginia Fano

Dra. Estela Rodríguez

Dra. Erica Hammermüller

Dra. Ana Lorusso

Dr. Gustavo Pereyra

Dra. Eva Pérez Lozada

Dra. Adriana Macchi

Lic. Sandra Blasi

*Dr. Juan Carlos Vassallo
(Coordinación de Docencia de Postgrado)*

**Comité de Evaluación de Tecnología
Sanitaria (ETS)**

Dra. Marcela Palladino

Dr. Hernán Rowensztein

Dr. Claudio Racana

Dra. Silvina Ruvinsky

Dra. M. Teresa Mazzucchelli

Dr. Marcelo Andrade

Dra. Marta Monteverde

Dr. José Lipsich

Bioq. Alicia Moroni

Klgo. Dardo Frachia

Farm. María Gabriela Fernández

*Dra. Susana P. Rodríguez
(Coordinación de Investigación Clínica)*

Ejercer la Pediatría de manera racional y efectiva no es una tarea fácil. Los pacientes graves que sobreviven y se cronifican plantean nuevos desafíos, cada vez hay más información de variable confiabilidad y menos tiempo disponible para actualizarse, muchas intervenciones diagnósticas y terapéuticas son riesgosas o costosas y los recursos sanitarios son siempre limitados.

Las **GUÍAS DE ATENCIÓN PEDIÁTRICA (GAP) del Hospital de Pediatría “Juan P. Garrahan”** (que continúan el camino iniciado por los **Criterios de Atención**) fueron pensadas como una herramienta facilitadora para la asistencia de pacientes complejos (**Guías de Manejo**) o el uso apropiado de tecnologías sanitarias (**Guías de Utilización**), integrando en una serie de recomendaciones prácticas la revisión de la mejor evidencia científica disponible con la amplia experiencia acumulada por los expertos locales en las distintas áreas pediátricas abarcadas por el hospital.

Sus principales **objetivos** están dirigidos a unificar criterios, facilitar el proceso de referencia y contra-referencia con otros centros, promover la formación continua de los profesionales pediátricos en una atención más costo-efectiva, fomentar un uso más racional de los recursos y optimizar la calidad de vida de nuestros pacientes y sus familias.

Para poder cumplir con estos propósitos, nuestros **expertos multidisciplinarios**, con la asistencia técnica de los **Comités de Guías de Práctica Clínica y Evaluación de Tecnologías Sanitarias** del hospital y la **Coordinación de Investigación Tecnológica**, están desarrollando una ardua tarea que incluye la búsqueda exhaustiva de la literatura científica, la selección en base al análisis crítico de la mejor evidencia disponible, y la formulación por consenso interdisciplinario de recomendaciones flexibles y adaptables al contexto local de cada usuario potencial de las guías.

Este proceso de cambio contempla la incorporación gradual del **Sistema GRADE** para la **clasificación de los niveles de evidencia y grados de recomendación** (ver más adelante). La aplicación de estos criterios (ya ampliamente aceptados por la comunidad científica internacional) requiere de la valoración crítica de aspectos metodológicos de la información proveniente de la investigación, así como la consideración de la seguridad y costo-efectividad de las tecnologías recomendadas, pero simplifica la tarea para el usuario de las guías, ya que se traduce en **recomendaciones fuertes** (hágalo) o **débiles** (puede o no hacerlo, según otros criterios como preferencias, accesibilidad, riesgos o costos).

Hemos incorporado a las guías otros elementos de apoyo: un **Glosario** que contiene las definiciones operativas de los principales términos utilizados en las respectivas guías y los **términos MeSH (Medical Subject Headings)** que utiliza **MEDLINE** para indexar información, útiles a la hora de realizar una búsqueda bibliográfica para seleccionar las palabras claves apropiadas y asegurar su correcta escritura en idioma inglés (en la versión de cada guía disponible vía Internet en la web del hospital con acceso libre a texto completo, estos términos poseen enlaces a la página correspondiente de **PubMed** que permiten acceder directamente para ampliar una búsqueda bibliográfica sobre los temas tratados).

Finalmente, cada guía se inicia con un **Resumen de las recomendaciones** y la última **fecha de actualización** (en la web las guías son actualizadas periódicamente por los autores; las modificaciones sustanciales serán publicadas regularmente en la versión impresa como anexos). Se enuncian también las **preguntas clínicas** que abarca la guía (tipo de paciente o problema al que se aplica, intervenciones que considera, resultados de salud), y en algunas se incluyen **algoritmos de decisión** para la consulta rápida y **tablas de evidencia** donde se resaltan los estudios de mayor impacto sobre las recomendaciones (en la web se incluyen enlaces a los artículos referenciados o sitios de interés).

Esperamos que estas nuevas estrategias sean de utilidad para los usuarios de estas guías dentro y fuera del ámbito hospitalario. Sabemos que no son perfectas sino perfectibles... pero el camino sólo se hace al andar.

Dra. Graciela Demirdjian

**Coordinación de Investigación Tecnológica – Docencia e Investigación
Hospital de Pediatría “Juan P. Garrahan”**

SISTEMA GRADE

Los sistemas iniciales de clasificación de **niveles de evidencia y grados de recomendación** eran tan heterogéneos y complicados que comprenderlos como lector o aplicarlos como usuario era difícil.

El **GRADE WORKING GROUP** (formado por líderes de la **Medicina Basada en la Evidencia**), tomando en consideración estas dificultades, ha promovido el consenso internacional sobre la unificación de criterios en el **Sistema GRADE** para la valoración de grados de evidencia y recomendación en las guías de práctica.

¿QUÉ ES EL SISTEMA GRADE?

El **GRADE** es un sistema de valoración de la **calidad de la evidencia científica** que permite simplificar la **clasificación de las recomendaciones en fuertes o débiles** (ver **TABLA**).

CALIDAD DE LA EVIDENCIA	RECOMENDACIONES E IMPLICANCIAS
ALTA Ensayos clínicos aleatorizados sin fallas de diseño o evidencia muy fuerte de estudios observacionales.	FUERTES Beneficios superan riesgos y costos (o viceversa). Aplicables a la mayoría de los pacientes sin reservas.
MEDIA Ensayos clínicos aleatorizados con limitaciones importantes o evidencia consistente de estudios observacionales.	DEBILES Beneficios en estrecho equilibrio con riesgos y costos, o bien inciertos. Cualquier alternativa puede ser igualmente razonable.
BAJA Estudios observacionales (cohorte, caso-control, serie temporal, antes-después, o serie de casos).	Decisión en cada caso individual según otros criterios (acceso, disponibilidad, preferencias, riesgos o costos).

¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DEL SISTEMA GRADE?

Valorar adecuadamente la evidencia científica requiere considerar múltiples aspectos metodológicos que exceden la simple clasificación en base al **diseño del estudio**. Si bien los **ensayos clínicos controlados y aleatorizados (ECA)** o las **revisiones sistemáticas (RS)** basadas en ellos se consideran el máximo nivel de evidencia científica, estos estudios pueden tener limitaciones para su aplicabilidad o fallas metodológicas que generen sesgos o desviaciones al estimar los resultados. Otros diseños alternativos como los **estudios observacionales (cohorte o caso-control)** pueden a su vez generar evidencia muy sólida o consistente cuando abarcan un gran número de pacientes similares a los de la práctica en la vida real.

La consideración de estos y otros factores que sustentan las recomendaciones es una tarea que requiere equipos interdisciplinarios que sumen al entrenamiento metodológico y estadístico la experiencia clínica necesaria para el análisis crítico de la literatura específica. Todo este trabajo previo facilita luego la tarea para el lector de una guía, ya que se traduce en **2 grandes categorías de recomendaciones**:

■ **Recomendaciones fuertes:** Surgen de **evidencia de alta calidad metodológica** (generalmente ensayos aleatorizados o revisiones sistemáticas) que garantizan que los beneficios superan a los riesgos y costos en la mayoría de los pacientes. Indican que existe suficiente evidencia para aconsejar (o desaconsejar) el uso de la intervención diagnóstica o terapéutica en cuestión.

■ **Recomendaciones débiles:** Proviene de **evidencia de regular o baja calidad metodológica** (generalmente estudios observacionales o series de casos) que no proveen suficiente prueba de eficacia, sugiriendo utilizar otros criterios para tomar la decisión (como considerar los riesgos, disponibilidad, costos o preferencias de los pacientes).

EN RESUMEN:

Una **RECOMENDACION FUERTE** equivale a un **“hágalo siempre!”** o bien **“no lo haga nunca!”**

Una **RECOMENDACIÓN DEBIL** implica un **“puede hacerlo, pero considere otros factores!”**

Confiamos en que nuestra tarea redunde en una aplicación más racional y flexible de las recomendaciones enunciadas en estas guías, para el beneficio de nuestros pacientes y un mejor uso de los recursos de nuestro sistema de salud.

*Dra. Graciela Demirdjian
Coordinación de Investigación Tecnológica
Docencia e Investigación
Hospital de Pediatría “Juan P. Garrahan”*

BIBLIOGRAFIA

- 1 Guyatt G, Gutterman D, Baumann MH, Addrizzo-Harris D *et al*: Grading Strength of Recommendations and Quality of Evidence in Clinical Guidelines. *Chest* 2006; 129: 174-181.
- 2 Marzo-Castillejo M, Alonso-Coello P: Clasificación de la calidad de la evidencia y fuerza de las recomendaciones. GRADE Working Group. *Atención Primaria* 2006; 37(1): 1-11.



AUTOR:

Dra. Graciela Demirdjian

Coordinación de Investigación Tecnológica (Dirección Asociada de Docencia e Investigación)

Hospital Garrahan

REVISORES:

Dra. Susana Rodríguez de Schiavi (*Coordinadora de CIM - Hospital Garrahan*)

Farm. Marcela Rousseau (*Servicio de Farmacia - Hospital Garrahan*)

Dra. Silvina Ruvinsky (*Infectología - Hospital Garrahan*)

Dra. Diana Fariña (*Jefa Neonatología - Hospital Garrahan*)

Lic. Sonia Rodas (*Jefa Enfermería Neonatología - Hospital Garrahan*)

Ing. Mario Holzman (*Tecnología Médica - Hospital Garrahan*)

Fecha de actualización y última revisión de la guía: Mayo de 2010

Glosario	10
Objetivos y Alcances	11
Metodología	12
Resumen de las Recomendaciones	13
Introducción	19
Recomendaciones para el uso:	
A. Selección y uso de dispositivos de infusión:	
Clasificación de los dispositivos de infusión	20
Características técnicas de la bomba ideal	24
Indicaciones de uso según tipo de droga y paciente	26
B. Acciones de enfermería para el uso adecuado de bombas de infusión	27
C. Recomendaciones de seguridad para el uso de sistemas de infusión	28
D. Gestión institucional de sistemas de infusión	31
Bibliografía	32

Sistema de infusión: proceso complejo que comprende una secuencia de procedimientos desde la prescripción, registro, y procesamiento de la indicación, hasta la gestión, distribución, preparación y administración al paciente.

Bomba de infusión (MeSH: “infusion pumps”): dispositivo electrónico o mecánico de propulsión de fluidos que regula la velocidad del flujo ejerciendo presión positiva para la perfusión de soluciones por distintas vías.

Infusión parenteral (MeSH: “infusions, parenteral”): administración de medicación líquida, nutrientes u otros fluidos por una vía distinta de la enteral, durante un período de minutos a horas, ya sea por gravedad o utilizando una bomba de infusión.

Velocidad de flujo: cantidad o volumen infundido en la unidad de tiempo.

Resolución de flujo: uniformidad del flujo generado por la bomba (número de micro-bolos en la unidad de tiempo).

Flujo mantenimiento de vía (KVO = “keep vein open”): flujo mínimo iniciado al completarse la infusión (volumen total completo o bolsa vacía) con la finalidad de evitar la obstrucción de la vía por trombos.

Error de medicación (MeSH: “medication errors”): error en la prescripción o administración de medicación que resulta en una falla en la recepción por parte del paciente de la droga correcta o la dosis apropiada.

OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA GUIA

OBJETIVOS

La presente guía de práctica clínica tiene como propósito enunciar recomendaciones basadas en la mejor evidencia disponible para el **uso adecuado de bombas de infusión endovenosa en Pediatría**.

ALCANCES

Los **alcances** de la guía incluyen pacientes en edad pediátrica hospitalizados en los que se deba administrar una **infusión parenteral continua (drogas, soluciones electrolíticas, nutrición parenteral, transfusiones)**.

Quedan **excluidas del alcance de esta guía** las bombas de infusión subcutánea, implantables, y de alimentación enteral.

PREGUNTAS CLINICAS

- 1. ¿En qué casos debe utilizarse una **bomba de infusión** en pacientes pediátricos y en cuáles puede reemplazarse por un **controlador por gravedad**?*
- 2. ¿Cuáles son los **cuidados de enfermería** requeridos para el **uso apropiado y seguro de una bomba de infusión**?*
- 3. ¿Cuáles son las **acciones** que reducen el riesgo de **errores de medicación al utilizar bombas de infusión**?*
- 4. ¿Cuáles son los **intervalos recomendados de recambio** de los componentes (sets o cassettes, guías o tubuladuras) de un **sistema de infusión**?*
- 5. ¿Cómo debería organizarse la **gestión de bombas de infusión** en una institución sanitaria?*

METODOLOGIA

BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Se realizó una búsqueda computarizada en **MEDLINE**, **EMBASE** y **COCHRANE LIBRARY**, así como en bases de datos de organismos de **Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS)** y **Guías de Práctica Clínica (GPC)**.

Se utilizaron los **términos MeSH** “*infusion pumps*” e “*infusions, parenteral*”, y como **palabras clave** “*infusion*”, “*pumps*”, “*fluid therapy*”, y “*drugs*”.

Se priorizó la información proveniente de fuentes de alta calidad metodológica y los informes de agencias de ETS. La búsqueda abarcó artículos publicados hasta el año **2009** inclusive.

GRUPO DE TRABAJO

Las recomendaciones surgidas del análisis de la evidencia científica analizada fueron sometidas a la **Revisión por Expertos** multidisciplinarios (Farmacia, Infectología, Terapia Intensiva, Neonatología, Clínica y Tecnología Médica).

NIVELES DE EVIDENCIA Y GRADOS DE RECOMENDACIÓN

Se localizó muy poca evidencia de alta calidad metodológica en el tema (revisiones sistemáticas o metanálisis, ensayos clínicos aleatorizados o evaluaciones económicas completas). La mayoría de las **recomendaciones** son **débiles y basadas en consenso de expertos**, excepto donde se indique **nivel de evidencia alto, recomendación fuerte** según el **Sistema GRADE**), por lo que las indicaciones y usos deben adaptarse a la disponibilidad de recursos y el contexto local.

RESUMEN

Síntesis de las Recomendaciones

A. INDICACIONES PARA LA SELECCIÓN Y USO DE DISPOSITIVOS DE INFUSIÓN:

1. CONTROLADORES POR GRAVEDAD:

- Utilizar en pacientes de bajo riesgo y para reposición de fluidos.
- Ubicar el recipiente a una altura de 75 cm por encima de la conexión al paciente.
- Controlar periódicamente el mecanismo para evitar sub-infusión o sobre-infusión.
- No utilizar para flujos muy bajos o necesidad de estricto control de la velocidad del flujo.
- No utilizar para infundir soluciones viscosas.

2. BOMBAS DE INFUSIÓN:

2A. BOMBAS VOLUMÉTRICAS:

- Considerar de elección para medianas y altas velocidades de infusión y grandes volúmenes.
- Usar los cassettes recomendados por el fabricante para evitar sobre-infusión, sub-infusión, ruptura de la tubuladura o falla en las alarmas.
- Configurar la presión de oclusión lo más baja posible para que la alarma suene y alerte precozmente del aumento de presión en el sistema por oclusión de la vía.

2B. BOMBAS DE JERINGA:

- Considerar de elección para bajas velocidades de infusión y pequeños volúmenes de fluidos.
- Usar las jeringas recomendadas por el fabricante para evitar sobre-infusión o sub-infusión.
- Programar el tipo de jeringa utilizado (marca y tamaño).
- Controlar el flujo al inicio de la infusión.
- Nivelar la bomba con el nivel del acceso vascular para evitar bolo por efecto sifón.

2C. BOMBAS PERISTÁLTICAS:

- Reservar su uso para nutrición enteral.

2D. BOMBAS ELASTOMÉRICAS:

- Utilizar para pacientes ambulatorios, oncológicos, cuidados paliativos, terapéutica anti-infecciosa o analgésica.

ALGORITMO PARA LA SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO SEGÚN TIPO DE INFUSIÓN Y PACIENTE
(adaptado de ⁸)

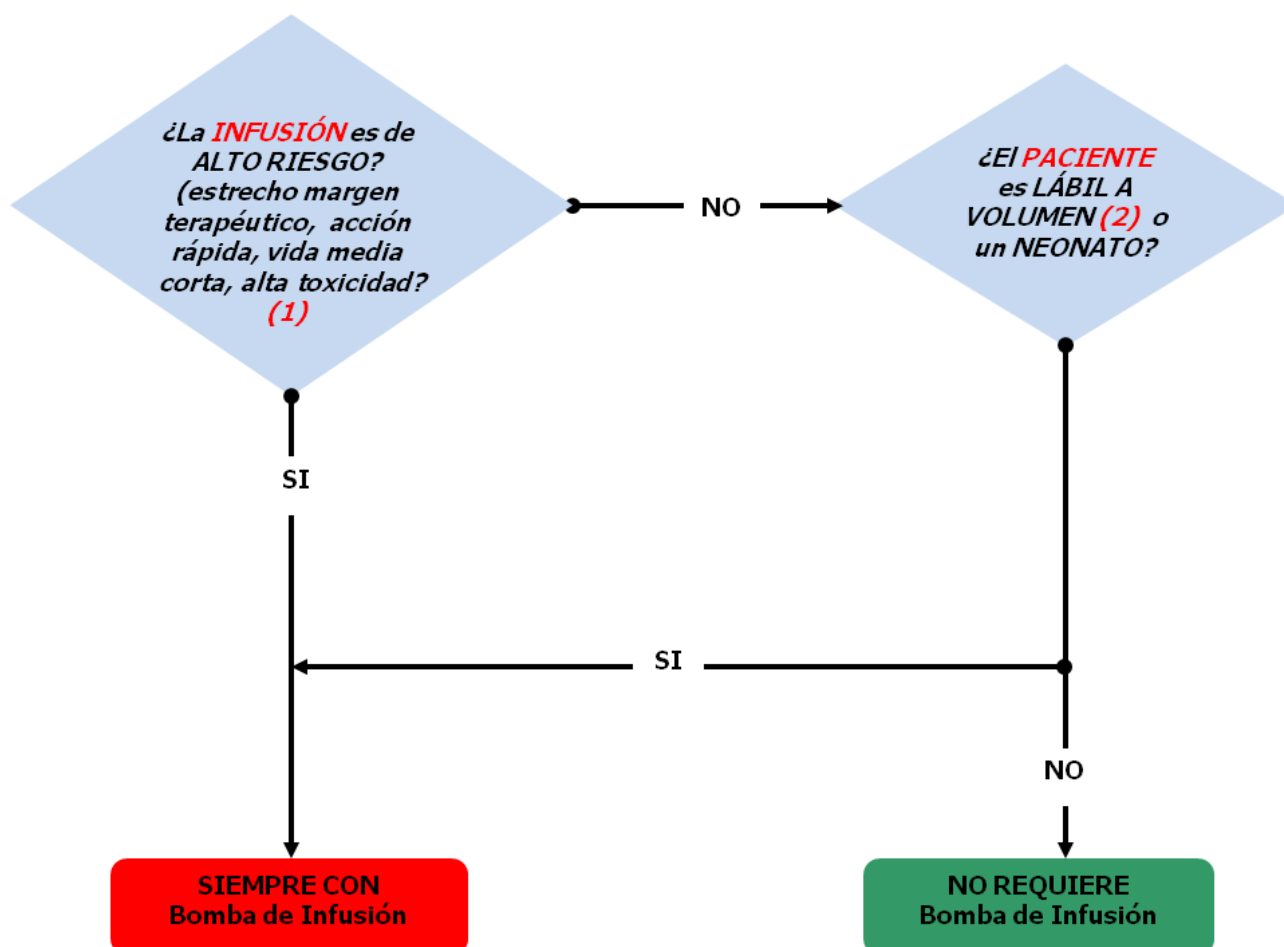


TABLA: SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO SEGÚN TIPO DE INFUSIÓN Y PACIENTE (adaptado de ⁸)

CATEGORIA	TIPO DE INFUSION	PACIENTE
SIEMPRE CON BOMBA DE INFUSIÓN (infusion o paciente de alto riesgo)	Infusiones de alto riesgo (estrecho margen terapéutico, acción rápida, vida media corta o alta toxicidad) (1)	Cualquiera
	Cualquiera	Neonatos y pacientes lábiles a volumen (2)
NO REQUIERE BOMBA DE INFUSIÓN (puede administrarse con controlador por gravedad)	Fluidos de mantenimiento, drogas de bajo riesgo, transfusiones	Cualquiera excepto lábiles a volumen y neonatos

(1) Ejemplos de **INFUSIONES CONTINUAS Y DROGAS DE ALTO RIESGO** (estrecho margen terapéutico, acción rápida, vida media corta o alta toxicidad relacionada a la infusión): 20

Altos flujos de fluidos (hiperhidratación, quemados, diabéticos, oncológicos, metabolopatías)

Flujo controlado de glucosa (nutrición parenteral, enfermedades metabólicas)

Soluciones hipertónicas: dextrosa al 20% o mayor, albúmina al 20%

Electrolitos en alta concentración: K, Ca, P, Mg, Fe, soluciones cardioplégicas

Inotrópicos: adrenalina, noradrenalina, dopamina, dobutamina, milrinona, levosimendan, isoproterenol, digoxina

Beta-bloqueantes: propranolol, labetalol, esmolol, etc.

Antiarrítmicos: amiodarona, lidocaína

Vasodilatadores: nitroglicerina, nitroprusiato

Otros fármacos cardiovasculares: alprostatil, vasopresina

Bloqueantes neuromusculares: pancuronio, vecuronio, rocuronio, atracurium, succinilcolina

Agentes anestésicos: propofol, tiopental, metohexital, etomidato; Analgesia epidural

Opiáceos: morfina, fentanilo, remifentanilo, meperidina, tramadol

Benzodiazepinas: midazolam, lorazepam, diazepam

Albúmina, Gammaglobulina

Agentes de coagulación: heparina, protamina, fibrinolíticos

Ocreótido

Difenilhidantoína (fenitoína)

Dexmedetomidina

Deferoxamina

Anfotericina, fosfocarnet

Furosemida

Drogas que requieren dosajes: aminoglucósidos, vancomicina

Quimioterapia oncológica: carboplastina, cisplatino, ciclofosfamida, doxorubicina, daunorubicina, metrotexate, vinblastina, vincristina

NOTA: Los goteos de soluciones de citostáticos pueden administrarse utilizando una bomba de infusión o mediante goteo por gravedad. El empleo de una bomba es más conveniente y controlado en infusiones continuas que duran varias horas, aunque limitan la movilidad del paciente, y deben preferirse las bombas de baja presión para minimizar el riesgo de extravasación de la droga dado que la presión del dispositivo puede aumentar el riesgo de infiltración accidental al vencer la resistencia del tejido subcutáneo. El goteo por gravedad reduce este riesgo porque ejerce menor presión sobre las paredes del vaso pero requiere controlar el ritmo de infusión mediante el uso de un regulador de flujo tipo "dial a flow". En ambos casos se aconseja controlar en forma horaria la permeabilidad de la vena valorando el retorno venoso y la ausencia de signos de extravasación (inflamación, enrojecimiento, dolor o ardor) en el trayecto, e irrigar la vena con solución fisiológica al finalizar la infusión. Es recomendable la infusión CON BOMBA en las siguientes situaciones:

Protocolo de recaída de LLA

Protocolo de hepatoblastoma

Protocolo de meduloblastoma y neuroblastoma

Protocolo para enfermedad de Hodgkin (doxorubicina, DTIC, blocamicina)

Protocolo de salvataje (ARA-C 5 días)

Protocolo de osteosarcoma

(2) **PACIENTES LÁBILES A VOLUMEN**: nefropatías, cardiopatías, síndrome ascítico-edematoso, bajo peso, etc.

B. ACCIONES DE ENFERMERÍA PARA EL USO ADECUADO DE BOMBAS DE INFUSIÓN:⁸

1. ANTES DEL USO:

- Controle el correcto estado, armado y funcionamiento de cables, bolsas de suero, sets de administración, cassettes y jeringas.
- Lleve a cabo los controles funcionales y de calibración de inicio.
- Controle la configuración de controles y alarmas.
- Revise que se haya indicado el ritmo de infusión correcto.
- Anote los datos de los controles y de la infusión (modelo y número de serie de la bomba, fecha, vía de administración, volumen al inicio de la infusión, volumen a infundir, velocidad inicial de la infusión, hora de inicio de la infusión y hora esperada de finalización, nombre del enfermero responsable).

2. A INTERVALOS REGULARES:

- Controle que el ritmo de infusión observado coincide con el que marca la bomba.
- Inspeccione el sitio de infusión (el acceso vascular).
- Registre la información del control de infusión (fecha y hora, volumen remanente, volumen total infundido, velocidad de la infusión, modificaciones del plan (si las hubiera), nombre del enfermero responsable).
- Verifique que la bomba detecte si se retira la jeringa, se desenchufa o apaga accidentalmente.
- Si detecta fallas en el sistema, retire la bomba del servicio.

3. DESPUÉS DEL USO:

- Limpie la bomba.
- Deseche de manera segura todos los dispositivos y accesorios descartables.

4. ANTE UN PROBLEMA:

- Suspenda la infusión.
- Asegúrese de cerrar todos los "clamps" o abrazaderas.
- Busque ayuda o consejo técnico.
- Registre los problemas y las conductas instauradas.
- De ser necesario, retire el dispositivo del servicio.

5. ANTE UN EVENTO ADVERSO:

- Priorice las acciones destinadas a la seguridad y la atención del paciente.
- No altere la configuración ("setting") ni remueva los sets de administración.
- Deje todos los fluidos dentro de las guías de administración.
- Anote detalladamente todos los equipos médicos conectados al paciente.
- Registre tipo, marca, modelo y número de serie de la bomba de infusión.
- Guarde el envase y los folletos de los insumos descartables.
- Anote el setting o configuración de los controles y los límites de las alarmas.
- Documente el volumen del contenido remanente en el set o la jeringa.
- Reporte el incidente a su supervisor inmediato.

6. AL ENVIAR A MANTENIMIENTO O SERVICE:

- Descontamine el dispositivo.
- Incluya todos los cables y accesorios necesarios para operar la bomba.
- Envíe un informe detallado y completo de las fallas observadas.

7. AL REGRESAR DE MANTENIMIENTO O SERVICE:

- Lleve a cabo todas las inspecciones pre-uso.
- Revise todos los protocolos de inicio y la programación que pueden haber se alterado durante el service.

C. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN EL USO DE SISTEMAS DE INFUSIÓN:⁸

1. CONFIGURACIÓN CORRECTA DE BOMBAS DE INFUSIÓN:

- *Configure correctamente la bomba de infusión para su adecuado funcionamiento.*
- *Inspeccione la configuración ("setting") por defecto ("default") del fabricante antes de usar la bomba.*
- *Controle que la configuración sea adecuada al tipo de infusión y categoría de paciente con cada uso.*
- *Use siempre los sets, las jeringas y guías de administración recomendados por el fabricante.*
- *No intercambie guías de hemoderivados y de soluciones parenterales.*
- *Evite el uso de guías inapropiadas que puede producir sobre-infusión, aire en la vía y falla de las alarmas.*
- *Respete las instrucciones del fabricante respecto del tipo de baterías y su frecuencia de carga.*
- *Asegure el mantenimiento adecuado y reporte las fallas que requieren service de la bomba.*
- *Recorra al manual de uso o a personal especializado en caso de dudas.*

2. BOMBAS VOLUMÉTRICAS:

- *Use siempre el set de administración recomendado por el fabricante.*
- *Controle que el set de administración sea compatible con la bomba de infusión (vea el envase para el listado).*
- *Inspeccione que el set no esté dañado antes de purgar la guía.*
- *Inspeccione la cámara para asegurar el ritmo de goteo.*
- *Clampee siempre la guía al remover el set de infusión.*
- *Recambie el set según los intervalos recomendados.*

3. BOMBAS DE JERINGA:

- *Use siempre la jeringa de la marca y tamaño recomendados por el fabricante.*
- *Revise que la bomba esté configurada para la marca y tamaño de jeringa utilizados.*
- *Inspeccione que la jeringa no esté dañada o defectuosa antes de usarla.*
- *Controle que la jeringa esté asegurada y con la traba en posición; no la pegue con tela adhesiva.*
- *Nunca purgue la guía con el prolongador que va al paciente*

4. PREVENCIÓN DE ERRORES ASOCIADOS AL USO DE BOMBAS DE INFUSIÓN:

- *Homogeneizar los modelos de bombas de infusión a utilizar en la institución.*
- *Elaborar y difundir instrucciones claras y concisas del funcionamiento de las bombas de infusión.*
- *Asegurar el entrenamiento del personal que utilizará las bombas de infusión.*
- *Usar cada tipo de bomba para la finalidad para la que está diseñada.*
- *Controlar siempre la "regla de los 5": medicación - vía - dosis - horario - paciente.*
- *Supervisar las programaciones de las bombas de infusión por otra enfermera (doble control).*
- *Comprobar siempre la velocidad de infusión antes de conectar la bomba.*
- *Etiquetar las soluciones y medicaciones infundidas con rótulos claros.*

- Utilizar los equipos de infusión adecuados a la bomba de infusión para evitar errores de administración.
- Verificar la marca y medida de la jeringa antes de utilizar una bomba a jeringa.
- Revisar rutinariamente el volumen que ha pasado.
- Asegurar y controlar la colocación de la vía de infusión.
- Asegurar el mantenimiento preventivo adecuado de las bombas: calibración periódica, revisión de elementos de seguridad y alarma.

4. CUIDADOS ESPECIALES:

- Para evitar sobrecargas de volumen: administre las soluciones a una velocidad de flujo lenta y prefiera bombas que tengan un bolo mínimo ante la resolución de una oclusión.
- Para evitar coágulos en el catéter: establezca un flujo de mantenimiento de vía bajo y una resolución de flujo alta (especialmente para drogas vasoactivas o de vida media corta).
- Para infusiones de pequeño volumen: utilice equipos de pequeño diámetro, cortos y de volumen conocido.
- Para pacientes con dificultad para colocación de vías: preferir bombas de presión máxima variable y con poco retraso en la alarma de oclusión.

5. RECAMBIO DE SETS DE INFUSIÓN:

- Para infusiones continuas: recambiar los sets de bomba con una frecuencia no mayor a 72-96 horas. **(NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACION FUERTE)** ^{10 11}
- Para infusiones intermitentes: no es necesario recambiar los sets de bomba con cada infusión. **(NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACION FUERTE)** ^{10 12}
- Para nutrición parenteral: recambiar el set de bomba con una frecuencia no mayor a 72-96 horas para la alimentación parenteral conteniendo dextrosa y aminoácidos, y cada 24 horas si se infunden lípidos por el sistema. **(NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACION FUERTE)** ^{10 11}
- Para sangre y hemoderivados: recambiar el set de bomba y la tubuladura dentro de las 24 horas de iniciada la transfusión. ^{10 13}
- Para infusiones de propofol: recambiar el set cada 6-12 horas. ¹⁰
- En cualquier caso: recambiar el set de bomba inmediatamente ante sospecha de contaminación, infección del catéter o compromiso de la integridad del sistema.
- Efectuar el recambio con técnica aséptica, usando precauciones estándar de control de infección y coincidiendo con el inicio de un nuevo frasco de solución.

Fecha de actualización y última revisión de las recomendaciones: Mayo de 2010

La **infusión parenteral** es un procedimiento técnico que involucra en una responsabilidad conjunta a profesionales médicos, farmacéuticos y de enfermería. El proceso de administración de fluidos y medicamentos parenterales es complejo y requiere de múltiples conocimientos tecnológicos y habilidades específicas. Se estima que un 70-90% de los pacientes hospitalizados recibe soluciones endovenosas (EV) durante la internación, por lo que la adecuada estandarización del proceso tiene alto impacto sobre la organización, la calidad asistencial y los costos hospitalarios. **1**

La introducción al mercado de **sistemas de infusión automatizados (bombas de infusión)** ha facilitado la administración parenteral (intravenosa, subcutánea, intraperitoneal, intrarraquídea) de drogas y soluciones, especialmente cuando es esencial la precisión, el aporte constante, o altas presiones (como la administración de drogas intraarteriales o flujos muy rápidos durante la reanimación de pacientes). Actualmente las bombas han demostrado superioridad sobre los métodos tradicionales en una gama muy amplia de aplicaciones (inotrópicos EV, soluciones de alimentación parenteral y enteral, quimioterapia, analgésicos epidurales en forma continua, administración de insulina subcutánea, autotransfusión). **2**

En Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) el uso de sistemas de infusión automatizados puede implicar ahorros significativos ligados al tiempo de enfermería **3** y reducción de las infecciones nosocomiales. Asimismo, el uso injustificado de bombas de infusión aumenta sustancialmente los **costos** de la atención. En el Hospital Garrahan, los costos asociados al uso de sistemas de infusión representan alrededor del 10% del gasto de Farmacia.

RECOMENDACIONES PARA EL USO

A. SELECCION Y USO DE DISPOSITIVOS DE INFUSION

CLASIFICACION DE LOS DISPOSITIVOS DE INFUSION

La **selección del dispositivo de infusión adecuado** es un paso fundamental del proceso de administración de drogas y fluidos. Existen distintos **tipos de dispositivos** de distinto nivel de complejidad, desde los simples **controladores** que utilizan la fuerza de gravedad hasta las **bombas** que utilizan diversas fuentes de energía para la infusión. **1 - 4**

1. CONTROLADORES POR GRAVEDAD:

Son aparatos sencillos que regulan la infusión utilizando la **fuerza de gravedad**, diversos tipos de **pinzas o abrazaderas mecánicas** (“chapita” metálica, “clamp” o “dial-a-flow”) que actúan por compresión sobre la tubuladura para regular la velocidad del flujo. El conteo del número de gotas por unidad de tiempo puede ser visual o por medio de un contador numérico o electrónico. No existe evidencia científica de que este tipo de infusores reduzca el riesgo de extravasación en comparación contra las bombas de infusión a presión positiva.

Aplicaciones e indicaciones: Son apropiados para uso en **pacientes de bajo riesgo**, incluyendo **terapia de reposición de fluidos**, siempre que se asegure el flujo mínimo deseado.

RECOMENDACIONES PARA EL USO:

- Como dependen exclusivamente de la gravedad para proveer presión de infusión, el recipiente debe ser ubicado a suficiente altura para obtener el flujo deseado (normalmente a unos 75 cm por encima de la conexión al paciente).
- Estos mecanismos deben ser controlados para evitar la sub-infusión (por disminución de la presión de infusión o aumento en la resistencia de la vía) o la sobre-infusión (por apertura del clamp).
- Como el tamaño de las gotas depende de la viscosidad del fluido, y la precisión de la velocidad de infusión depende de la conversión de ml a gotas (20 gotas/ml), las soluciones no acuosas distintas a los sueros electrolíticos comunes (como las que contienen alcohol, vitaminas liposolubles o alimentación parenteral) pueden acelerar la velocidad de flujo por formar menos gotas por ml. Se recomienda no utilizarlas para infundir soluciones viscosas o bien considerar si esta variación en la precisión es aceptable para el tipo de paciente.
- No son mecanismos adecuados si se requiere alta precisión o flujos muy bajos. La revisión de los ensayos clínicos aleatorizados disponibles muestra que la administración exógena de albúmina eleva la albuminemia entre 0.5-1 g%, y consecuentemente la presión coloidosmótica, pero no genera diferencias significativas en los parámetros metabólicos (diuresis, clearance de agua libre, reabsorción de agua, excreción de sodio y potasio, balance nitrogenado), respiratorios (requerimientos de asistencia respiratoria mecánica (ARM) u oxígeno), nutricionales (tiempo de requerimiento de nutrición parenteral total (NPT), duración del íleo postoperatorio, días de cuidados intensivos o de internación), ni en la morbimortalidad.

2. BOMBAS DE INFUSIÓN:

Son equipos más complejos que utilizan **energía eléctrica** y métodos activos para bombear los fluidos a **presión positiva**.

Se pueden clasificar de distintas maneras:

a. Según el lugar de uso:

Hospitalarias

Ambulatorias

b. Según la ubicación en el paciente:

Externas

Implantables: Permiten el aporte de fármacos a dosis bajas en algunas aplicaciones específicas como la administración de insulina en pacientes diabéticos, citostáticos directamente en el lugar del tumor y opiáceos intra-espinales.



c. Según el número de soluciones que pueden liberar al mismo tiempo:

De una solución (mono-canal o mono-vía)

De múltiples soluciones (multi-canal o multi- vía)

d. Según el tipo de liberación:

De liberación continua

De infusión intermitente

De administración en bolos

Mixtas

e. Según el mecanismo de funcionamiento:

Volumétricas

De jeringa

Peristálticas

Elastoméricas

Especiales

BOMBAS VOLUMETRICAS:

Funcionan a **energía eléctrica o baterías** (para transporte del paciente); cuentan con mecanismos automáticos de cambio a batería interna para cortes de energía. Suelen funcionar a “cassette”, unido a un receptáculo colapsable que incluye válvulas, membranas flexibles o pistones que regulan el flujo. La velocidad de flujo puede seleccionarse en ml/hora o microgramos/kg/hora ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$). Suelen tener alarma y cierre automático en caso de oclusión o aire en el sistema o reservorio vacío. Otras características adicionales incluyen: modos de infusión micro y macrogotas; infusión a 1 ó 2 vías paralelas; otras alarmas e interfases computarizadas con posibilidad de registro.



Aplicaciones e indicaciones: Son de elección para **velocidades de infusión medianas y altas** y **grandes volúmenes de fluidos**.

RECOMENDACIONES PARA EL USO:

- Usar los cassettes específicos de la marca para asegurar un ritmo de infusión preciso y la detección adecuada de la presión de oclusión. El uso de sets no recomendados por el fabricante puede resultar en sobre-infusión, sub-infusión, ruptura de la tubuladura o falla en los mecanismos de alarmas de aire en la vía u oclusión.
- Configurar la presión de oclusión lo más baja posible para que la alarma suene y alerte precozmente del aumento de presión en el sistema por oclusión de la vía.
- Las infusiones rápidas de grandes volúmenes aumentan el desgaste de los sets y pueden disminuir la precisión de la infusión.

BOMBAS DE JERINGA:

Actúan empujando el **émbolo de una jeringa** descartable en forma **continua o pulsátil** (en pulsos o bolos por unidad de tiempo). Suelen contar con monitoreo y *display* de presión en el sistema. Tienen mayor precisión que las bombas peristálticas ($\pm 2-5\%$). Permiten manejar volúmenes pequeños y perfusiones a baja velocidad ($\leq 5\text{ml}/\text{h}$). En general poseen altas presiones de oclusión, aunque las más modernas tienen el sensor ubicado en la línea de infusión y permiten detectar menores incrementos de presión (0-750 mmHg) asegurando que la alarma suene precozmente.



Aplicaciones e indicaciones: Considerar de elección para **bajas velocidades de infusión** y **pequeños volúmenes de fluidos**.

RECOMENDACIONES PARA EL USO:

- Usar las jeringas recomendadas por el fabricante para asegurar un ritmo de infusión preciso y evitar sobre-infusión o sub-infusión. Programar el tipo de jeringa utilizado (marca y tamaño).
- Controlar el flujo al inicio de la infusión porque puede ser considerablemente más bajo que el valor configurado.
- Nivelar la bomba con el sitio de infusión; si la bomba se eleva por encima del nivel del acceso vascular mientras se está administrando medicación puede ocurrir el paso de un gran bolo por efecto sifón.

BOMBAS ELASTOMERICAS:

Son sistemas descartables simples compuestos de un **reservorio de material elástico o flexible** (semejante a un balón) que se expande al introducir la solución a infundir, generando una energía o presión constante que fuerza la salida de la solución a través de un restrictor de flujo que la controla. La exactitud es baja y depende en gran medida de la temperatura y la viscosidad de la solución.

Aplicaciones e indicaciones: Suelen utilizarse para **pacientes ambulatorios** o en situaciones especiales como **pacientes oncológicos, cuidados paliativos, terapéutica anti-infecciosa o analgésica.** 5

BOMBAS ESPECIALES:

▣ **Bombas para analgesia controlada por el paciente (PCA o “patient-controlled analgesia”):** Permiten al paciente la auto-administración controlada de pequeñas cantidades de medicamentos analgésicos para el tratamiento del dolor. Suelen poder programarse: el volumen de cada dosis, el intervalo de tiempo mínimo sin dosis suplementarias, el número máximo de dosis adicionales, la velocidad basal de administración, la primera dosis de carga, etc.



▣ **Bombas de asa cerrada:** Permiten regular la cantidad de medicamento que será enviada por la bomba en respuesta a los cambios en el parámetro fisiológico del paciente manipulado por el medicamento en infusión. Tienen diversas aplicaciones: control de glucemia con insulina y glucosa, control de la presión sanguínea con nitroprusiato sódico, control de anestesia, control del trabajo de parto con oxitocina, y control de ph gástrico con famotidina.



▣ **Bombas de infusión inteligentes (“smart pumps”):** Cuentan con programas electrónicos de infusión informatizados que ayudan a prevenir errores de medicación. El sistema incorpora las dosis límite (máximos y mínimos de dosis) establecidas por la institución, avisos cuando se excede la dosis límite, protocolos configurables por tipo de paciente y acceso a todos los datos mediante conexión con una computadora. Además pueden generar registros de los datos de las infusiones y las alertas, o integrarse con sistemas de código de barras a un sistema informático en red y proporcionar controles adicionales del proceso de administración.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA BOMBA IDEAL

Al momento de elegir una bomba de infusión deben considerarse varios **criterios** que impliquen idoneidad y versatilidad para el uso terapéutico.

Una **bomba ideal** debería reunir los siguientes **requisitos**:

- *Precisión en volumen: $\pm 5\%$ (error máximo = 50 ml/litro de solución)*
- *Velocidad de flujo: rango entre 0.1 y 999.9 ml/hora*
- *Volumen total a infundir: rango entre 0.1 y 999.9 ml*
- *Capacidad de modificar velocidad de flujo: pasos de 0.1 ml*
- *Límite de presión máxima: 0-750 mmHg*
- *Tiempo para detectar oclusión: <3 minutos a 10 ml/hora*
- *Flujo de mantenimiento de vía (KVO) bajo*
- *Resolución de flujo alta*
- *Versatilidad para administrar todo tipo de soluciones (incluyendo sangre y fluidos opacos) Modular, con capacidad para infusiones secundarias a distintas velocidades (multi-vía o multi-canal)*
- *Sistemas de alarma y seguridad confiables*
- *"Display" o indicadores de funcionamiento en la pantalla*
- *Robustez con pequeño tamaño, bajo peso y escaso nivel de ruido*
- *Sistema de alimentación eléctrica y batería de larga vida*
- *Sencillez en el manejo y puesta en marcha*
- *Capacidad para utilizar sistemas universales de infusión*
- *Bajo costo y mínimo mantenimiento*

Criterios de calidad y definiciones técnicas:

- ▣ **Precisión y exactitud:** Se considera aceptable según distintos autores una precisión de $\pm 5-10\%$ para infusiones de gran volumen, y de $\pm 3\%$ en infusiones de pequeño volumen, drogas muy activas o de corta vida media.
- ▣ **Velocidad de flujo y volumen total:** Las bombas disponibles no suelen abarcar todo el rango ideal, sino que existen algunas bombas diseñadas para microinfusión (con capacidad total para 100-200 ml, velocidad de infusión entre 1-999 ml y variaciones de a 0.1 ml/hora) y otras para macroinfusión (con capacidad total para 1-9999 ml, velocidad de infusión entre 1-999.9 ml/hora y variaciones de a 1 ml/hora). Las bombas permiten al usuario seleccionar el volumen total a infundir: si este límite es alcanzado antes de que se vacíe la bolsa, la mayoría de las bombas acciona una alarma y continúa infundiendo un **flujo mínimo de mantenimiento de vía** conocido como **KVO** ("**keep vein open**"), con la finalidad de evitar la obstrucción de la vía por trombos.
- ▣ **Flujo de mantenimiento de vía ("**keep vein open**" o KVO):** En Pediatría el flujo de mantenimiento de vía abierta debe 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.

- **Presión límite:** Normalmente, cuando la bomba no encuentra resistencia al paso del fluido, se requieren de unos 55-60 mmHg para mantener una infusión. Cuando el flujo encuentra una determinada resistencia a su paso (aumento de la presión venosa, vía arterial, deformación de la tubuladura, infiltración), la bomba aumenta su presión para poder vencer esta resistencia. Este aumento de presión puede ser fijo o variable, permitiendo en este último caso que el operador la configure según la resistencia del sistema (un filtro bacteriano requiere unos 80 mmHg, mientras que una vía arterial puede requerir hasta 300 mmHg). La longitud y diámetro de los componentes de la vía parenteral también influyen en la presión necesaria para la infusión, mientras que el llanto o movimiento de un niño pueden disparar la alarma por aumento de la presión en el sistema. Los límites máximos de alarma de presión de oclusión deben estar en el rango de 300 mmHg (neonatal) a 500 mmHg (adulto).
- **Detección de oclusión y tiempo de alarma:** El objetivo de la detección precoz de la oclusión es evitar la extravasación. Esto requiere que la bomba tenga capacidad de detectar incrementos de presión de 25-75 mmHg y presiones de oclusión de 10-20 mmHg. La oclusión se detectará más rápidamente a mayor velocidad de flujo y menor presión máxima fijada. El tiempo que tarda la bomba en detectar una oclusión y disparar la alarma debería ser <3 minutos a una velocidad de 10 ml/hora y a una presión máxima de 70 mmHg. La rapidez en la detección es de fundamental importancia en pacientes pediátricos o sedados que no pueden registrar o expresar el dolor asociado a la extravasación. Además, la bomba debe ser capaz de reducir la presión antes de solucionar la oclusión para evitar el bolo post-oclusión.
- **Resolución de flujo:** Una alta resolución de flujo es vital para velocidades <5 ml/hora y al infundir fármacos de acción rápida y vida media corta. Las bombas con mayor resolución de flujo son las de jeringa.
- **Protección contra flujo libre:** En la actualidad deben adquirirse bombas que incorporen un sistema anti-flujo libre que cierre automáticamente el equipo de administración antes de ser retirado.
- **Versatilidad:** Idealmente, una bomba debe ser capaz de administrar todo tipo de soluciones (incluyendo sangre y fluidos opacos) y preferentemente de infundir varias soluciones a la vez y a distintas velocidades. Las **bombas multi-vía o multi-canal** que pueden administrar varias **infusiones secundarias (“piggyback”)** son más costosas que las de vía única, pero el costo adicional suele compensarse con un ahorro en insumos y horas de trabajo de enfermería .
- **Sistemas de alarma y seguridad del paciente:** Toda bomba debe poseer **alarmas** para controlar los siguientes aspectos: oclusión o presión máxima, aire en el sistema, mal funcionamiento, velocidad de goteo, flujo fijado en cero, volumen completo, falta de fluido en el reservorio, pausa en la infusión o standby, puerta abierta, fuente de energía (corriente interrumpida o batería baja). Los sistemas de seguridad deben incluir: teclado a prueba de errores involuntarios, continuidad de flujo ante interrupción de la corriente eléctrica y cese ante apertura de puerta, indicador de volumen infundido y de un mensaje al sonar una alarma, límite de volumen a infundir y conectores luer-lock en el sistema.
- **Fácil manejo y puesta en funcionamiento:** La facilidad en el manejo reduce la probabilidad de cometer errores y aumenta la seguridad para el paciente.

▣ **Insumos y costos asociados:** Este es un punto crucial en el control de costos asociados al uso de bombas de infusión. Las bombas que permiten el uso de **sistemas universales** abaratan los costos, mientras que las que requieren de **insumos descartables específicos de marca ("insumo-dependientes")** suelen ser más costosas por el monopolio y la falta de competencia entre distintas empresas. Algunas compensan estos costos permitiendo un **sistema de comodato o alquiler ("leasing")** para las bombas ante la compra de un número estipulado de insumos. Dado que el alto costo de los insumos descartables puede hasta duplicar el costo de la bomba en un par de años, es importante evitar la **sobre-utilización** (uso de bombas para infundir cristaloideos, o infusión continua de medicaciones que pueden ser administradas en bolo). Mientras que en UCI, donde es habitual la infusión de varias soluciones o drogas a la vez, suele ser más costo-efectivo (además de más cómodo) el uso de bombas de que permiten múltiples infusiones simultáneas, teniendo en cuenta siempre las compatibilidades e interacciones.

INDICACIONES DE USO SEGÚN TIPO DE DROGA Y PACIENTE

Las bombas de infusión están diseñadas para cumplir con una variedad de indicaciones y usos terapéuticos, entre los cuales se encuentran la administración parenteral de antibióticos, citostáticos, drogas analgésicas y alimentación parenteral. 7 Para garantizar la seguridad del paciente, la **elección del tipo de dispositivo** debe contemplar el **tipo de paciente** y las **características del fármaco** según el riesgo asociado a su infusión (especialmente las llamadas **drogas de alto riesgo o alerta, "high-alert medications"**) (ver **Algoritmo** y **Tabla**).

En líneas generales, cualquier infusión endovenosa continua que no contenga alguno de los medicamentos considerados de alto riesgo o se realice en pacientes lábiles a volumen puede ser administrada mediante **controlador por gravedad** (idealmente un "dial-a-flow") y no requiere de manera imprescindible una bomba de infusión. En cambio, es mandatoria la utilización de una **bomba de infusión** si el paciente es lábil a volumen o el medicamento a infundir es de alto riesgo (ya sea porque tiene acción rápida, vida media corta, alta toxicidad o estrecho margen entre los niveles terapéutico y tóxico).

Estas indicaciones generales deben ser adaptadas al **contexto local de aplicación**, tanto en cuanto a la **disponibilidad** de dispositivos como a los **costos** sustentables de utilización. Finalmente, se recomienda el **control a intervalos regulares** de las infusiones continuas para asegurar su correcta administración y prevenir errores, cualquiera sea el dispositivo por medio del cual se administren.

B. ACCIONES DE ENFERMERIA PARA EL USO ADECUADO DE BOMBAS DE INFUSION: 8

1. ANTES DEL USO:

- *Controle el correcto estado, armado y funcionamiento de cables, bolsas de suero, sets de administración, cassettes y jeringas.*
- *Lleve a cabo los controles funcionales y de calibración de inicio.*
- *Controle la configuración de controles y alarmas.*
- *Revise que se haya indicado el ritmo de infusión correcto.*
- *Anote los datos de los controles y de la infusión (modelo y número de serie de la bomba, fecha, vía de administración, volumen al inicio de la infusión, volumen a infundir, velocidad inicial de la infusión, hora de inicio de la infusión y hora esperada de finalización, nombre del enfermero responsable).*

2. A INTERVALOS REGULARES:

- *Controle que el ritmo de infusión observado coincide con el que marca la bomba.*
- *Inspeccione el sitio de infusión (el acceso vascular).*
- *Registre la información del control de infusión (fecha y hora, volumen remanente, volumen total infundido, velocidad de la infusión, modificaciones del plan (si las hubiera), nombre del enfermero responsable).*
- *Verifique que la bomba detecte si se retira la jeringa, se desenchufa o apaga accidentalmente.*
- *Si detecta fallas en el sistema, retire la bomba del servicio.*

3. DESPUÉS DEL USO:

- *Limpie la bomba.*
- *Deseche de manera segura todos los dispositivos y accesorios descartables.*

4. ANTE UN PROBLEMA:

- *Suspenda la infusión.*
- *Asegúrese de cerrar todos los clamps o abrazaderas.*
- *Busque ayuda o consejo técnico.*
- *Registre los problemas y las conductas instauradas.*
- *De ser necesario, retire el dispositivo del servicio.*

5. ANTE UN EVENTO ADVERSO:

- *Priorice las acciones destinadas a la seguridad y la atención del paciente.*
- *No altere la configuración ("setting") ni remueva los sets de administración.*
- *Deje todos los fluidos dentro de las guías de administración.*
- *Anote detalladamente todos los equipos médicos conectados al paciente.*
- *Registre tipo, marca, modelo y número de serie de la bomba de infusión.*
- *Guarde el envase y los folletos de los insumos descartables.*
- *Anote el setting o configuración de los controles y los límites de las alarmas.*
- *Documente el volumen del contenido remanente en el set o la jeringa.*
- *Reporte el incidente a su supervisor inmediato.*

6. AL ENVIAR A MANTENIMIENTO O SERVICE:

- *Decontamine el dispositivo.*
- *Incluya todos los cables y accesorios necesarios para operar la bomba.*
- *Envíe un informe detallado y completo de las fallas observadas.*

7. AL REGRESAR DE MANTENIMIENTO O SERVICE:

- *Lleve a cabo todas las inspecciones pre-uso.*
- *Revise todos los protocolos de inicio y la programación que pueden haber se alterado durante el service.*

C. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN EL USO DE SISTEMAS DE INFUSION: 8

1. CONFIGURACIÓN CORRECTA DE BOMBAS DE INFUSIÓN:

- *Configure correctamente la bomba de infusión para su adecuado funcionamiento.*
- *Inspeccione la configuración ("setting") por defecto ("default") del fabricante antes de usar la bomba.*
- *Controle que la configuración sea adecuada al tipo de infusión y categoría de paciente con cada uso.*
- *Use siempre los sets, las jeringas y guías de administración recomendados por el fabricante.*
- *No intercambie guías de hemoderivados y de soluciones parenterales.*
- *Evite el uso de guías inapropiadas que puede producir sobre-infusión, aire en la vía y falla de las alarmas.*
- *Respete las instrucciones del fabricante respecto del tipo de baterías y su frecuencia de carga.*
- *Asegure el mantenimiento adecuado y reporte las fallas que requieren service de la bomba.*
- *Recurra al manual de uso o a personal especializado en caso de dudas.*

2. BOMBAS VOLUMÉTRICAS:

- *Use siempre el set de administración recomendado por el fabricante.*
- *Controle que el set de administración sea compatible con la bomba de infusión (vea el envase para el listado).*
- *Inspeccione que el set no esté dañado antes de purgar la guía.*
- *Inspeccione la cámara para asegurar el ritmo de goteo.*
- *Clampee siempre la guía al remover el set de infusión.*
- *Recambie el set según los intervalos recomendados.*

3. BOMBAS DE JERINGA:

- *Use siempre la jeringa de la marca y tamaño recomendados por el fabricante.*
- *Revise que la bomba esté configurada para la marca y tamaño de jeringa utilizados.*
- *Inspeccione que la jeringa no esté dañada o defectuosa antes de usarla.*
- *Controle que la jeringa esté asegurada y con la traba en posición; no la pegue con tela adhesiva.*
- *Nunca purgue la guía con el prolongador que va al paciente*

4. PREVENCIÓN DE ERRORES ASOCIADOS AL USO DE BOMBAS DE INFUSIÓN:

- *Homogeneizar los modelos de bombas de infusión a utilizar en la institución.*
- *Elaborar y difundir instrucciones claras y concisas del funcionamiento de las bombas de infusión.*
- *Asegurar el entrenamiento del personal que utilizará las bombas de infusión.*
- *Usar cada tipo de bomba para la finalidad para la que está diseñada.*
- *Controlar siempre la "regla de los 5": medicación - vía - dosis - horario - paciente.*
- *Supervisar la programación de las bombas de infusión por otra enfermera (doble control).*
- *Comprobar siempre la velocidad de infusión antes de conectar la bomba.*
- *Etiquetar las soluciones y medicaciones infundidas con rótulos claros.*

- Utilizar los equipos de infusión adecuados a la bomba de infusión para evitar errores de administración.
- Verificar la marca y medida de la jeringa antes de utilizar una bomba a jeringa.
- Revisar rutinariamente el volumen que ha pasado.
- Asegurar y controlar la colocación de la vía de infusión.
- Asegurar el mantenimiento preventivo adecuado de las bombas: calibración periódica, revisión de elementos de seguridad y alarma.

4. CUIDADOS ESPECIALES:

- **Para evitar sobrecargas de volumen:** administre las soluciones a una velocidad de flujo lenta y prefiera bombas que tengan un bolo mínimo ante la resolución de una oclusión.
- **Para evitar coágulos en el catéter:** establezca un flujo de mantenimiento de vía bajo y una resolución de flujo alta (especialmente para drogas vasoactivas o de vida media corta).
- **Para infusiones de pequeño volumen:** utilice equipos de pequeño diámetro, cortos y de volumen conocido.
- **Para pacientes con dificultad para colocación de vías:** preferir bombas de presión máxima variable y con poco retraso en la alarma de oclusión.

5. RECAMBIO DE SETS DE INFUSIÓN:

- Para infusiones continuas: recambiar los sets de bomba con una frecuencia no mayor a 72-96 horas. **(NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACION FUERTE) 10 11**
- Para infusiones intermitentes: no es necesario recambiar los sets de bomba con cada infusión. **(NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACION FUERTE) 10 12**
- Para nutrición parenteral: recambiar el set de bomba con una frecuencia no mayor a 72-96 horas para la alimentación parenteral conteniendo dextrosa y aminoácidos, y cada 24 horas si se infunden lípidos por el sistema. **(NIVEL DE EVIDENCIA ALTO - RECOMENDACION FUERTE) 10 11**
- Para sangre y hemoderivados: recambiar el set de bomba y la tubuladura dentro de las 24 horas de iniciada la transfusión. **10 13**
- Para infusiones de propofol: recambiar el set cada 6-12 horas. **10**
- En cualquier caso: recambiar el set de bomba inmediatamente ante sospecha de contaminación, infección del catéter o compromiso de la integridad del sistema.
- Efectuar el recambio con técnica aséptica, usando precauciones estándar de control de infección y coincidiendo con el inicio de un nuevo frasco de solución.

ERRORES ASOCIADOS AL USO DE BOMBAS DE INFUSION

Si bien las bombas permiten la infusión de medicación de forma segura, su mal manejo o mal funcionamiento pueden generar **errores de medicación** serios de distinta severidad, que resulten en dosis sub-terapéuticas o tóxicas, complicaciones o muerte. Se ha estimado que la incidencia de errores asociados a infusiones continuas suele representar más del 40% de los errores de medicación y que alrededor de 1 de cada 10 infusiones tiene errores. **14** Los pacientes pediátricos y neonatos son más susceptibles a los errores de medicación debido a la necesidad de un dosaje individualizado basado en el peso. En UCI el riesgo de errores suele duplicarse, debido a una suma de factores como infusiones rápidas o de múltiples drogas de alto riesgo por varias vías, con mayor probabilidad de incompatibilidades o interacciones, la urgencia, gravedad e inestabilidad de los pacientes, o el déficit de personal. La incidencia promedio de errores de medicación en terapias neonatales y pediátricas se estima en 24/1000 pacientes-día.

Una interesante publicación analiza los **eventos adversos asociados al uso de bombas de infusión** reportados a la **FDA** entre **1984-1994**. **15** Otro estudio prospectivo realizado en un centro terciario de **Chicago** en **2003**, verificó uno o más errores en el 66.9% de 426 medicaciones infundidas en 286 pacientes (el 58.8% de los internados); los errores incluían fallas en distintas etapas del proceso de administración (indicación, programación, rótulo y recambio de la medicación). **16** En un estudio realizado en una UCI quirúrgica en Arizona, la tasa de incidencia de errores asociados a infusiones continuas en pacientes pediátricos fue de 157/1000 pacientes-día. **17**

Los **errores asociados al uso de bombas de infusión** más frecuentemente descriptos son: **18**

- Dosis de 24 horas administrada en 1 hora.
- Programación para administrar una medicación en microgramos/kg/min en lugar de microgramos/min.
- Sobredosis de 10-100 veces la dosis indicada por olvidar una coma decimal o un cero adicional.
- Lesiones al paciente por presionar una sola tecla equivocada en la programación.
- Caída por gravedad involuntaria o flujo libre por la cancelación de un límite fijado o movimiento del equipo de perfusión del dispositivo regulador sin cierre manual previo de la pinza para cambio de medicamento.
- Bolo posterior a una oclusión cuando la pinza del equipo de infusión está abierta antes de liberar la presión.
- Extravasaciones por incrementos de presión venosa tan pequeños como 30 mmHg.
- Errores derivados de falta de entrenamiento en el uso de las bombas de infusión.
- Errores por problemas con el sensor del aire u otros sensores.

La administración segura de medicación EV requiere conocimientos y habilidades respecto de todos los componentes del **sistema de infusión** (bombas, sets, bolsas, tubuladuras, vías) así como de las dosis y efectos adversos. **19**

RECOMENDACIONES PARA PREVENIR ERRORES EN EL USO DE BOMBAS DE INFUSION:

- *Homogeneizar los modelos de las bombas de infusión a utilizar en el hospital para fomentar el entrenamiento de los usuarios y optimizar el mantenimiento de los equipos.*
- *Elaborar y/o difundir instrucciones claras y concisas del funcionamiento de las bombas de infusión.*
- *Usar cada tipo de bomba para la finalidad para la que está diseñada.*
- *Controlar siempre: medicación-vía-dosis-horario-paciente (regla de los 5)*
- *Supervisar las programaciones de las bombas de infusión por otra enfermera (doble control).*
- *Comprobar siempre la velocidad de infusión antes de conectar la bomba.*
- *Etiquetar o rotular claramente las soluciones y medicaciones infundidas.*
- *Utilizar los equipos de infusión adecuados a la bomba de infusión, ya que pequeñas diferencias en el diámetro de los tubos de diferentes marcas de equipos pueden dar lugar a errores de administración.*
- *Verificar la medida y la marca de la jeringa antes de utilizar una bomba a jeringa ya que existen diferencias entre las diversas firmas comerciales.*
- *Revisar el volumen que ha pasado rutinariamente.*
- *Asegurar el mantenimiento preventivo adecuado de las bombas: calibración periódica, revisión de elementos de seguridad y alarma.*
- *Formar y entrenar al personal que utilizará las bombas de infusión.*
- *Asegurar y controlar la colocación de la vía de infusión.*

D. GESTION INSTITUCIONAL DE SISTEMAS DE INFUSION

La importancia que reviste el **proceso de selección, contratación o adquisición** de estos dispositivos amerita la formación de un **comité o equipo de trabajo multidisciplinario** para la incorporación de nuevos equipos y el monitoreo permanente de los que están en uso. Este equipo debería incluir al menos un administrador o gerente a cargo, un ingeniero médico o industrial, uno o varios médicos, farmacéuticos y enfermeros de distintas áreas.

La **gestión** apropiada incluye considerar aspectos como: el ámbito de uso (sala de internación, terapia intensiva, ambulatorio), entrenamiento de los usuarios, tipos de bombas, performance de los equipos, soporte técnico, insumos requeridos y costos. Es conveniente realizar en forma periódica una recolección y análisis de datos para lograr un ajuste de los equipos a las necesidades reales. Previa a la adquisición o licitación deben especificarse los requerimientos técnicos obligados y deseables en los equipos. Finalmente, es conveniente acordar un período de prueba durante el cual se testeen los aparatos y se revise su ingeniería mecánica y eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Santos B: La correcta administración de medicamentos en el hospital: implicaciones del servicio de farmacia. En: Santos Ramos B, Guerrero Aznar MD: Administración de medicamentos: teoría y práctica. Ed. Díaz de Santos. España. 1994.
2. Rodríguez Contreras LM: Sistemas de infusión. *Disponible en: <http://medynet.com/usuarios/jraguilar/infusion.htm>*
3. Mathews J, Clementi P: A Cost-Savings Study. I.V. Regulation Device versus Infusion Pump. *Nursing Management* 1996; 27(11): 32B.
4. Dorantes B, Sánchez JL: Bombas de infusión En: Santos Ramos B, Guerrero Aznar MD: Administración de medicamentos: teoría y práctica. Ed. Díaz de Santos. España. 1994.
5. Lucendo Villarín AJ, Noci Belda J: Infusores elastoméricos en la administración de fármacos. *Enfermería Clínica* 2004; 14 (4): 242-248.
6. Bostrom J, Batina M: A comparison of costs, labor time and needle use associated with single and multi-line intravenous infusion systems. *Journal of Intravenous Nursing* 1993; 16 (3): 140-145.
7. Tallon RW: Infusión pumps. *Nursing Management* 1996; 27 (12): 44-46.
8. Infusion systems. Medical Device Agency. DB2003(02). London. March 2003. *Disponible en: <http://www.mhra.gov.uk/Publications/Safetyguidance/DeviceBulletins/CON007321>*
9. Lucendo Villarín AJ, Polo Araujo L: Administración de quimioterapia intravenosa en el paciente oncológico. *Enfermería Clínica* 2003; 13 (1): 66-72.
10. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. *MMWR* 2002; 51(No. RR-10): 1-34. *Disponible en: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5110a1.htm>*
11. Gillies D, O'Riordan L, Wallen M, Morrison A, Rankin K, Nagy S. Optimal timing for intravenous administration set replacement. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005; (4). *Disponible en: <http://cochrane.bvsalud.org/cochrane/pdf.php?name=CD003588>*
12. Gillies D, O'Riordan L, Wallen M *et al*: Timing of intravenous administration set changes: a systematic review. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2004; 25: 240-250.
13. Gorski LA: Standard 48: Administration Set Change. Parts 1-2. *Journal of Intravenous Nursing* 2008; 31 (5): 267-268 y 333-335.
14. Kane-Gill S, Weber RJ: Principles and Practices of Medication Safety in the ICU. *Crit. Care Clin.* 2006; 22: 273- 290.
15. Brown SL, Morrison AE, Parmentier CM, *et al*: Infusion pumps adverse events: experience from medical device reports. *Journal of Intravenous Nursing* 1997; 20 (1): 41-49.
16. Husch M, Sullivan C, Rooney D, Barnard C, *et al*: Insights from the sharp end of intravenous medication errors: implications for infusion pump technology. *Qual. Saf. Health Care* 2005; 14: 80-86.
17. Herout PM, Erstad BL: Medication errors involving continuously infused medications in a surgical intensive care unit. *Crit. Care Med.* 2004; 32 (2): 428-432.
18. Boletín de prevención de los errores de medicación en Cataluña: Sistemas electrónicos de infusión y errores de medicación. *Salut* 2006; 4 (10): 1-8. *Disponible en: <http://www.gencat.cat/salut/depsalut/pdf/espreven504.pdf>*
19. Amooore J, Adamson L: Infusion devices: characteristics, limitations and risk management. *Nursing Standard* 2003; 17 (28): 45-54.
20. Cohen MR *et al*: High-alert medications: safeguarding against errors. En: Cohen MR: Medication errors. American Pharmaceutical Association. 2nd. edition. 2007.