



Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information website.

Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded repositories, such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source. These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active.



# Reanimación y prevención de las infecciones nosocomiales

F. Philippart, A. Max, C. Couzigou, B. Misset

*Los servicios de reanimación deben organizar de forma minuciosa la prevención de infecciones en sus enfermos, ya que éstos suelen estar inmunodeprimidos, están sometidos a múltiples procedimientos invasivos realizados por un personal sanitario variado, a menudo en situaciones de urgencia y a cualquier hora del día o de la noche. Las principales infecciones que hay que tratar de prevenir son las neumonías bacterianas adquiridas asociadas a ventilación mecánica (NAV), las infecciones relacionadas con catéteres intravasculares y las infecciones urinarias asociadas al sondeo vesical. La incidencia de estas infecciones ha disminuido en la mayoría de los servicios que realizan un control cifrado, sobre todo gracias a la implantación de programas de mejora de la calidad. Las técnicas de prevención son múltiples y deben aplicarse simultáneamente. Incluyen medidas globales, como las modalidades de prevención de la transmisión cruzada (higiene de las manos, sobre todo) o de uso de antibióticos, concebidas para reducir la presión de selección de bacterias resistentes a éstos, así como medidas específicas relativas a la colocación y uso de cada uno de los dispositivos invasivos. Numerosas técnicas han demostrado su eficacia en estudios de buen nivel metodológico (higiene de las manos, apósitos para catéteres, etc.), mientras que otras siguen siendo objeto de controversias, por lo que las recomendaciones nacionales e internacionales se actualizan regularmente de acuerdo con los nuevos datos científicos. Estas medidas, implantadas de manera razonada en el marco de programas de mejora de la calidad, permiten obtener tasas muy bajas de infecciones relacionadas con el uso de catéteres vasculares y resultados menos satisfactorios con las NAV, que justifican la necesidad de proseguir la investigación en este campo.*

© 2013 Elsevier Masson SAS. Todos los derechos reservados.

**Palabras clave:** Prevención; Infección; Nosocomial; Reanimación; Neumonía; Ventilación mecánica; Sonda urinaria; Catéter; Calidad

## Plan

■ <b>Introducción</b>	1
■ <b>Epidemiología de las infecciones nosocomiales</b>	2
■ <b>Morbilidad y mortalidad asociadas a las infecciones nosocomiales en reanimación</b>	2
■ <b>Factores implicados en la aparición de las infecciones nosocomiales en reanimación</b>	3
Terreno	3
Factores relacionados con la hospitalización	3
Factores ambientales	4
Caso particular de las infecciones nosocomiales por gérmenes de sensibilidad disminuida a los antibióticos	4
Situaciones particulares	4

■ <b>Medios de prevención de las infecciones nosocomiales</b>	5
Medios generales	5
Medios relacionados con infecciones particulares	7
Normativa de calidad para la prevención de las infecciones nosocomiales	10
■ <b>Conclusión</b>	10

## ■ Introducción

Las infecciones nosocomiales constituyen un problema de salud pública que persiste a pesar de las numerosas medidas implantadas. Teniendo en cuenta el carácter

invasivo de los procedimientos y la fragilidad del estado clínico de los pacientes hospitalizados en las unidades de cuidados intensivos, la incidencia de dichas infecciones en los servicios de reanimación disminuye, pero de forma lenta, y estos parámetros hacen prácticamente imposible la ausencia de riesgo. Sin embargo, conviene prevenir el desarrollo de dichas infecciones siempre que sea posible. Por todo ello, resulta indispensable conocer los factores y situaciones de riesgo, así como los medios de prevención.

## ■ Epidemiología de las infecciones nosocomiales

Las infecciones adquiridas en los centros asistenciales se conocen desde el siglo XIX gracias a los estudios de Oliver Holmes e Ignaz Semmelweis, que demostraron la transmisión de la fiebre puerperal a las parturientas a través de las manos sucias de los médicos, aunque todavía se ignoraba el concepto de agente patógeno. La implicación de estas infecciones y su importancia en el cuidado de los pacientes fue rápidamente destacada, sobre todo en los servicios de reanimación<sup>[1]</sup>.

Al principio, se consideraba que el paciente contraía estas infecciones después de ingresar en un centro asistencial, puesto que los síntomas aparecían durante o después de su estancia<sup>[2]</sup>. Más tarde, la definición fue revisada y precisada, individualizando en concreto las infecciones asociadas a los cuidados. La infección nosocomial es, por consenso, una infección que aparece más de 48 horas después del ingreso en el hospital; puede ser independiente o estar directa o indirectamente relacionada con un acto asistencial<sup>[3]</sup>.

La incidencia de las infecciones nosocomiales es del orden del 12-14% y se ha mantenido estable durante los últimos años<sup>[4]</sup>. La densidad de incidencia global es de 13-50 infecciones por 1.000 días-pacientes de reanimación<sup>[5]</sup>. En estos servicios, se recomienda controlar y estudiar los cuatro tipos de infecciones nosocomiales más frecuentes: la neumonía nosocomial, las infecciones urinarias, las infecciones por catéteres y las bacteriemias<sup>[6]</sup>.

La incidencia y la gravedad potencial de las neumonías bacterianas adquiridas asociadas a ventilación mecánica (NAV) son de tal magnitud que «el primer objetivo de los médicos que tratan a pacientes ventilados debería ser la profilaxis de las neumonías nosocomiales»<sup>[7,8]</sup>. Las NAV constituyen la primera causa de infecciones nosocomiales en los servicios de reanimación. Su tasa de incidencia es de 15-25 por 1.000 días de ventilación mecánica y el número de pacientes afectados es del 15-20% de los enfermos ventilados<sup>[9]</sup>. Hay que recordar, sin embargo, que el riesgo asociado a la aparición de una NAV varía con el tiempo: al principio es elevado, después disminuye de forma progresiva hasta el 15º día y de nuevo vuelve a aumentar después del 35º día<sup>[10]</sup>. La incidencia de aparición de una NAV en pacientes ventilados de reanimación es del 8-28%, según los estudios y los criterios seleccionados para el diagnóstico<sup>[8,11,12]</sup>. Además, el riesgo de recidiva de una NAV durante la propia hospitalización es superior al 25%.

Las infecciones urinarias, con una incidencia del 5-8%<sup>[9,13]</sup>, representan alrededor del 23% de las infecciones relacionadas con los cuidados en reanimación<sup>[13]</sup>. Las bacteriurias asintomáticas son frecuentes, puesto que pueden afectar al 9-12% de los pacientes sondados<sup>[14]</sup>, y la densidad de incidencia es del orden de 12 por 1.000 días de cateterismo. El tiempo que tardan en aparecer es variable, depende de la situación clínica del paciente y de la afección aguda, pero pueden manifestarse en torno a la segunda semana de sondeo<sup>[14]</sup>. Por otro lado, las infecciones urinarias son responsables de más del 15% de los episodios de bacteriemias nosocomiales<sup>[13]</sup>.

Aparte de las infecciones bacterianas, causadas por *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa* y *Klebsiella pneumoniae*<sup>[9]</sup>, las infecciones urinarias nosocomiales también pueden deberse a *Candida*, sobre todo *albicans*<sup>[13]</sup>. Por otra parte, aunque las infecciones por bacterias gramnegativas son las más frecuentes en cantidad, las infecciones por estafilococo están asociadas a un mayor riesgo de bacteriemia<sup>[13]</sup>.

La tasa o densidad de incidencia de las infecciones por catéteres arteriales y venosos centrales es de 3-13 por 1.000 días de cateterismo<sup>[9,15-18]</sup>. El riesgo de infección asociada a catéter venoso central correlaciona con la duración de su implantación<sup>[19]</sup>, y el plazo medio de aparición de la infección ronda los 9 días<sup>[9]</sup>. Las infecciones por catéter asociadas a una bacteriemia son de 2-8 por 1.000 días-catéter<sup>[19,20]</sup> y las infecciones sin diseminación hematogena representan un 1,5-3 por 1.000 días de cateterismo<sup>[19]</sup>.

La colonización del catéter es más elevada, de 10-15 por 1.000 días de cateterismo, y puede afectar hasta a un 35% de estos dispositivos<sup>[18]</sup>. En un estudio prospectivo reciente sobre catéteres de diálisis, la densidad de incidencia de colonización llegó a 40-50 por 1.000 días de cateterismo y las infecciones de catéteres fueron del orden de 2 por 1.000 días de cateterismo<sup>[21]</sup>. En otro estudio francés, realizado con pacientes de reanimación que al mismo tiempo tenían un catéter de diálisis y un catéter venoso central<sup>[22]</sup>, los valores encontrados fueron más bajos.

Los catéteres arteriales pulmonares plantean los mismos problemas de infección que los demás catéteres venosos. La incidencia de colonización del catéter es del 5-14%, según el tiempo de implantación, y las bacteriemias cuyo punto de partida parece ser el catéter son del orden del 1%.

El balance de las bacteriemias tiene un significado más complejo, ya que éstas pueden ser secundarias a un foco infeccioso localizado o a la colonización de un catéter o bien pueden considerarse como «primitivas». Si la tasa de incidencia de las bacteriemias «asociadas a la hospitalización» es del orden de 4 por 1.000 días de ingreso en reanimación, la de las bacteriemias asociadas a catéteres es del orden de 1 por 1.000 días de cateterismo<sup>[4]</sup>.

## ■ Morbilidad y mortalidad asociadas a las infecciones nosocomiales en reanimación

La morbilidad de las NAV es importante<sup>[11]</sup>, pero su repercusión en la supervivencia de los pacientes es motivo de controversia. La tasa bruta de mortalidad en estos pacientes oscila entre un 25 y más del 75% de los enfermos<sup>[11,23]</sup>; Es entre dos y tres veces más importante que en el grupo de pacientes que no desarrollan una NAV durante su hospitalización<sup>[11]</sup>. La mortalidad directamente atribuible a las NAV es mucho más difícil de establecer por la gravedad del estado en el que se encuentran estos pacientes<sup>[23]</sup>. Sin embargo, la NAV está considerada como un factor pronóstico desfavorable en los pacientes de reanimación<sup>[24]</sup>.

Tanto las bacteriurias observadas en pacientes sondados como las bacteriemias relacionadas con catéter vascular están asociadas a un aumento del tiempo de hospitalización<sup>[25]</sup> y, también, de ventilación mecánica. Así mismo, la infección urinaria nosocomial se asocia a un incremento del riesgo de mortalidad<sup>[9]</sup>, casi siempre secundaria a una bacteriemia que surge como complicación de la infección de las vías urinarias<sup>[26]</sup>. De cualquier forma, la relevancia de esta sobremortalidad sigue siendo discutida<sup>[27]</sup>.

Las bacteriemias primitivas y aquellas que son secundarias a infecciones de catéter también están asociadas a un aumento de la gravedad y de la mortalidad de los pacientes [28,29]. Hay que destacar, sin embargo, que el ajuste con los parámetros de gravedad en los días siguientes al ingreso hace desaparecer la relación entre la sobremortalidad y la bacteriemia asociada a catéter [29]. Recientemente, un metaanálisis sobre bacteriemias asociadas a catéter revela un aumento significativo de la mortalidad hospitalaria (cociente de posibilidades: 1,96 [1,25–3,09]) y la mortalidad atribuible al episodio infeccioso varía, según los estudios [25], entre el 4 y el 25%.

Estas infecciones nosocomiales, sobre todo las formas más graves, están asociadas a un sobrecoste importante, tanto en términos económicos como en términos de sobrecarga de trabajo para los profesionales sanitarios [12,30].

## ■ Factores implicados en la aparición de las infecciones nosocomiales en reanimación

### Terreno

Las características del paciente tiene un papel fundamental en el riesgo de infección nosocomial. La edad, sobre todo si es superior a los 60 años, el sexo masculino y la presencia de una comorbilidad están asociados a un incremento del riesgo de infecciones respiratorias o de infección relacionada con catéter [16].

En el ámbito quirúrgico, el antecedente de tabaquismo, la duración de la ventilación mecánica, la gravedad del estado del paciente, evaluada de acuerdo con el índice *acute physiologie and chronique health evaluation-II* (APACHE-II), la albuminemia, el tiempo de hospitalización previo a la intervención, la duración de la intervención y la región afectada (tórax o parte superior del abdomen) son factores que favorecen la aparición de una NAVM [11]. La cirugía en sí es un factor independiente de infección en reanimación [31], sobre todo de infecciones respiratorias bajas [11]. Entre las diferentes intervenciones quirúrgicas, la neurocirugía y la cirugía torácica parecen ser los actos con una relación más estrecha [5,32]. La afección aguda también parece intervenir en el riesgo de aparición de una infección asociada a catéter. Así, la presencia de un traumatismo, de un shock cardiogénico o una dificultad respiratoria podría aumentar el riesgo de aparición de una bacteriemia asociada a catéter [33].

La persistencia de una hiperglucemia, principalmente en el marco de una diabetes, está asociada a un incremento del riesgo de infección nosocomial, así como de evolución desfavorable en pacientes politraumatizados [34]. En cambio, el control de la glucemia se asocia a una disminución de las infecciones bacteriémicas y de la mortalidad, al menos en algunos pacientes de cirugía.

Respecto a la alteración del estado nutricional e inmunitario [35], la desnutrición está asociada a un aumento del riesgo de aparición de una infección nosocomial [5], mientras que los aportes nutricionales no fisiológicos también están asociados al riesgo de aparición de una infección nosocomial.

El papel que juega la alteración del estado inmunitario es menos evidente, en la medida en que la respuesta inicial está asociada a una alteración de la producción de citocinas proinflamatorias durante una estimulación posterior de los monocitos circulantes [35] o a una alteración de la expresión del antígeno leucocítico humano DR (HLA-DR) del complejo principal de histocompatibilidad-II (MHC-II), ambos fenómenos correlacionados con una evolución desfavorable de la infección [36]. También se ha observado una alteración de la respuesta de los neutrófilos, así como un marcado aumento de la apoptosis linfocítica [37]. Estos

elementos tienden a subrayar la importancia de la modificación de la respuesta inflamatoria en la aparición de infecciones nosocomiales [32,38], aunque conviene recordar la persistencia de las capacidades de fagocitosis y de aclaramiento bacteriano de los monocitos/macrófagos durante las infecciones [39], así como el probable efecto beneficioso de una exposición previa a estructuras bacterianas como el lipopolisacárido de la pared externa de las bacterias gramnegativas en el proceso bactericida.

## Factores relacionados con la hospitalización

La nutrición enteral está asociada a un aumento de la colonización gástrica [40], que posteriormente implica un aumento de la colonización traqueal [32] y también de las NAVM. La nutrición parenteral favorece las infecciones fúngicas y bacterianas, sobre todo por un mayor riesgo de contaminación endoluminal del catéter [41].

La duración de un cateterismo venoso central es ya de por sí un factor de riesgo de colonización e infección bacteriana [5] y, con independencia de la nutrición parenteral, un factor de riesgo de infección por *Candida* [42].

La importancia de la antibioticoterapia plantea más controversia; en el pasado, se asociaba a un mayor riesgo de infección nosocomial, en particular de NAVM [11], pero los artículos más recientes tienden a destacar el carácter protector de dicho factor, ya sea en el marco de una profilaxis de la enfermedad infecciosa nosocomial [11,43] o como parte del tratamiento de un proceso infeccioso [43].

La duración de la antibioticoterapia, en cambio, sí se asocia al riesgo de que más adelante se desarrolle una infección por agentes patógenos de sensibilidad disminuida a los antibióticos [11].

El incumplimiento de las medidas de higiene es un elemento importante en la persistencia del riesgo infeccioso en los servicios de reanimación; la inobservancia de estas medidas repercute en el riesgo de infección del paciente y, sobre todo, en el riesgo de transmisión de agentes patógenos de sensibilidad disminuida a los antibióticos [44]. En una reciente revisión de la literatura, la observancia de las recomendaciones para la higiene de las manos en reanimación era del 30-40%, aún más baja antes que después de los cuidados; los médicos suelen incumplirlas más que el personal de enfermería [45]. Una elevada carga de trabajo se asocia a una aplicación menos rigurosa de la higiene de las manos [45]. La observancia de la higiene es más importante cuando se han establecido precauciones de «contacto» para un determinado [46] paciente. El uso de guantes no parece alterar la aplicación de dichas normas [46], porque además las manos se pueden contaminar después de quitarse los guantes [30].

Además de la transmisión interhumana directa, también existe una transmisión a través de estructuras inertes [30,44]. Así, en un estudio sobre la transmisión de enterococos resistentes a la vancomicina (ERV), la presencia de la bacteria en un paciente durante los 15 días precedentes o la positividad de una muestra recogida de la habitación fueron factores independientes de riesgo de contaminación [47].

Otros factores de organización intervienen en la aparición de una infección nosocomial. Entre estos factores está la carga de trabajo del personal sanitario, reflejada por la relación del número de pacientes por enfermera en los 2-4 días que preceden a la infección nosocomial; esta relación tiene un papel fundamental, sobre todo en el desarrollo de NAVM tardías [48]. Así mismo, el aumento del número de pacientes asistidos por enfermera está asociado a un aumento significativo de la incidencia de infecciones relacionadas con catéter [41]. La disponibilidad del personal de enfermería, determinada por el número de horas por paciente y enfermera, está asociada a un menor riesgo de infección por catéter, de NAVM, así como a una tasa de

mortalidad<sup>[49]</sup> más baja. El aumento de la carga de trabajo se asocia al riesgo de transmisión de bacterias de sensibilidad disminuida (estafilococo dorado resistente a la meticilina [SARM] y ERV), a un mayor riesgo de infección por SARM y a una prolongación del tiempo de hospitalización<sup>[50]</sup>.

## Factores ambientales

Algunos estudios cuestionan la responsabilidad del agua del hospital en este tipo de infecciones. La contaminación del agua y de los grifos de las habitaciones por *P. aeruginosa* no es infrecuente<sup>[51]</sup>, pero su implicación en la contaminación de los pacientes es discutible, porque no siempre está claro<sup>[51]</sup> el alcance de la contaminación de los grifos. Así como no hay unanimidad<sup>[52]</sup> sobre la importancia cuantitativa de la transmisión de *P. aeruginosa* a través del agua de la habitación o de la unidad, su existencia en cambio parece adquirida y, por lo tanto, debe prevenirse. Otros agentes como *Legionella pneumophila* pueden causar una infección en los pacientes a partir de una colonización de las canalizaciones.

El aire del servicio hospitalario también puede jugar un papel en la colonización del paciente. Este concepto es bien conocido por los hematólogos, que consideran a *Aspergillus* como un patógeno capaz de provocar cuadros de extrema gravedad, por lo que se han dictado medidas drásticas de prevención. *Aspergillus* también provoca infecciones en los pacientes de reanimación<sup>[53]</sup>, pero otros agentes como las micobacterias y los virus respiratorios (*Influenza*, *Coronavirus*) también pueden causar infecciones de transmisión interhumana en estos mismos servicios.

## Caso particular de las infecciones nosocomiales por gérmenes de sensibilidad disminuida a los antibióticos

Entre estas bacterias se encuentran en primer lugar el SARM, las enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) o los ERV. La densidad de incidencia varía en función de los lugares y de los períodos. La colonización por SARM oscila entre el 5 y el 20%, según los estudios<sup>[30]</sup>, la de enterobacterias productoras de BLEE (E-BLEE) es del 3,9% para *E. coli* y del 14,3% para *Klebsiella*, y la presencia de *P. aeruginosa* resistente a los carbapenems es de un 22,5%<sup>[54]</sup>. La incidencia de adquisición de un SARM en reanimación varía a lo largo del tiempo<sup>[30]</sup>, del 2 al 12%. En un estudio estadounidense realizado en seis unidades de reanimación, la densidad de incidencia de adquisición del SARM fue de 6 por 1.000 días de hospitalización, similar a la del ERV<sup>[55]</sup>. En los Estados Unidos, la colonización simultánea de SARM y de ERV no es infrecuente<sup>[50]</sup>. La implicación de estos agentes patógenos de sensibilidad disminuida en las infecciones propiamente dichas varía del 2% (E-BLEE) al 10% (SARM)<sup>[31]</sup>. La relación entre portador asintomático e implicación en una infección es del orden de 10/1 para el ERV<sup>[30]</sup>.

Entre los factores favorecedores de la colonización se encuentran la procedencia hospitalaria del paciente, el tiempo de hospitalización, la readmisión en reanimación, la situación clínica del paciente, la presencia de una lesión cutánea o mucosa, la presencia de una sonda urinaria, la necesidad de una ventilación mecánica o de una depuración extrarrenal y, de forma más general, la gravedad del enfermo y la necesidad de tener que recurrir a un dispositivo invasivo para la reanimación; también el uso de antibióticos, tanto la cantidad como la duración<sup>[5,30,47,56]</sup>. La presencia previa de un paciente contaminado en la misma habitación podría influir en los casos de SARM y ERV<sup>[47]</sup>. Del mismo modo, la presión de colonización

es capital para el riesgo de transmisión con el curso del tiempo<sup>[30]</sup> de un agente patógeno de sensibilidad disminuida a los antibióticos; el personal tratante juega un importante papel en la vectorización de estos agentes<sup>[30]</sup>.

Otro factor de riesgo suplementario podría ser la ausencia de una detección sistemática de agentes de sensibilidad disminuida<sup>[30]</sup>, por la falta de implantación de medidas específicas necesarias para la prevención de la transmisión.

## Situaciones particulares

### Neumonías adquiridas bajo ventilación mecánica

Las infecciones de la esfera otorrinolaringológica (ORL), en especial las sinusitis, se asocian a un aumento del riesgo de infección respiratoria baja<sup>[57]</sup>. Es bien conocida la colonización ORL por la flora gástrica, así como su implicación en el desarrollo de infecciones respiratorias bajas<sup>[58]</sup>.

La profilaxis de la úlcera de estrés es un factor independiente de aparición de una NAVM<sup>[11,32]</sup>. Además de la profilaxis de la acidez gástrica, el uso de una sonda gástrica o la nutrición enteral también se han relacionado con la aparición de NAVM<sup>[11]</sup>.

En el mismo sentido, la inclinación del paciente, sobre todo cuando la encrucijada orofaríngea y las vías respiratorias permanecen al mismo nivel de la cavidad gástrica, también podría favorecer las NAVM<sup>[32]</sup>. Aunque la colonización gástrica y la aspiración están claramente implicadas en la aparición de una NAVM, la posición del paciente no parece tener un papel primordial<sup>[59]</sup>.

La colonización traqueal es secundaria a la presencia de agentes microbianos por encima del balón de la sonda de intubación. Esta colonización procede, por un lado, de la flora ORL y, por otro lado<sup>[60]</sup>, de la flora gástrica. La cinética de colonización de estos diferentes sistemas puede variar en función de los pacientes<sup>[60]</sup>, pero el paso de bacterias de uno al otro parece indiscutible<sup>[60]</sup>.

La estasis por encima del balón de la sonda de intubación y la necesidad de reintubar se asocian también al riesgo de que aparezca una NAVM<sup>[32,61]</sup>.

Los traslados fuera del servicio de reanimación favorecen la aparición de una NAVM<sup>[61]</sup>.

### Infecciones urinarias

Los factores asociados al riesgo de sufrir una colonización urinaria son: situación clínica (edad, diabetes, desnutrición, insuficiencia renal [sobre todo con una creatinina sérica superior a 177  $\mu\text{mol/l}$ ], gravedad de la afección subyacente), sexo femenino, tiempo de hospitalización y de cateterismo urinario, gravedad del paciente y antecedente de una antibioticoterapia previa reciente<sup>[13]</sup>. La posición de la bolsa de recogida de orina por encima del nivel vesical o un sondeo realizado fuera del quirófano también juegan un papel notable<sup>[13,62]</sup>. Además, la realización de procedimientos invasivos en las vías urinarias también constituye un factor favorecedor.

Por otro lado, los factores asociados al riesgo de una candiduria son: sondeo urinario prolongado, sexo femenino, diabetes, uso de antibióticos o antecedente de una cirugía previa<sup>[13]</sup>.

### Infecciones asociadas a catéteres vasculares

El punto de inserción del catéter parece tener un papel importante, ya que las posiciones yugular y femoral están asociadas a un aumento del riesgo de colonización e infección del catéter venoso central<sup>[33]</sup>. Los datos son similares con los catéteres arteriales, que muestran un mayor riesgo de complicaciones infecciosas en la posición femoral que en la radial<sup>[33]</sup>.

El cambio de catéter sobre guía también podría favorecer la aparición de una bacteriemia cuyo punto de partida sería el catéter<sup>[19]</sup>.

El tiempo de exposición al catéter es a la vez un factor de riesgo de infección<sup>[9,19]</sup> y de su evolución desfavorable<sup>[9]</sup>. Así como el riesgo de infección asociado a catéter venoso guarda una relación lineal con el tiempo, el riesgo diario de infección de un catéter arterial aumenta en función del tiempo<sup>[33]</sup>. En cambio, una antibioticoterapia sistémica en el momento de implantar el catéter venoso central podría ser un factor protector frente al riesgo de colonización e infección.

## ■ Medios de prevención de las infecciones nosocomiales

Cerca de un tercio de las infecciones adquiridas en reanimación podría evitarse con la aplicación de medios de prevención cuya eficacia ha sido demostrada<sup>[3]</sup>. Los otros dos tercios no se pueden evitar (en la actualidad), principalmente porque estas infecciones se deben a la alteración de las defensas inmunitarias de los pacientes o a las modificaciones de su flora microbiana.

### Medios generales

Las curaciones y los tratamientos pueden favorecer la aparición de una infección nosocomial, ya sea por una acción directa que favorece la infección (modificación de las barreras mecánicas, de la flora o de la respuesta inmunológica fisiológica) o bien por favorecer la adquisición de un agente microbiano potencialmente patógeno en este contexto. Así como la prevención en el acto terapéutico es difícil, por el hecho mismo de ser necesario, la de la transmisión cruzada suele ser posible.

### Detección de agentes patógenos con sensibilidad reducida a los antibióticos

La primera de las medidas que permiten evitar la diseminación de agentes patógenos potencialmente peligrosos por su virulencia (*Clostridium difficile*) o su perfil de resistencia (SARM, E-BLEE) es la detección sistemática de estos gérmenes cuando el paciente ingresa (importación) y durante su hospitalización para determinar la selección de dichos gérmenes o su posible transmisión durante la hospitalización<sup>[30]</sup>. Estas medidas de detección permitirían evitar la transmisión a otro paciente<sup>[63]</sup>, así como adaptar una antibioticoterapia empírica para episodios infecciosos nosocomiales en pacientes portadores de estas bacterias.

### Medidas de barrera

La prevención de la transmisión de agentes de sensibilidad disminuida se basa ante todo en medidas de barrera que consisten en el aislamiento del paciente y en el uso de batas, guantes y también mascarillas por parte de los profesionales sanitarios<sup>[26,63]</sup>. El uso de guantes permite reducir el riesgo de contaminación de los sanitarios por ERV<sup>[5]</sup>. El conjunto de los estudios más recientes confirma la ventaja de asociar medidas de barrera a la profilaxis de la transmisión de SARM y de ERV<sup>[5]</sup>.

### Reagrupamiento (cohorting)

La transmisión también se consigue limitar con el reagrupamiento de los pacientes colonizados por estos agentes, ya que de esta forma el equipo sanitario responsable está únicamente dedicado a este grupo de enfermos (cohorting). Este método ha mostrado su eficacia en las epidemias por ERV.

## Descontaminación de los pacientes

La descontaminación específica de los pacientes portadores de agentes patógenos de sensibilidad disminuida a los antibióticos ha sido ampliamente estudiada en los servicios de reanimación, ya sea mediante el uso de tópicos o por antibioticoterapias digestivas «locorregionales», en ocasiones asociadas a una antibioticoterapia sistémica.

Algunos servicios de reanimación utilizan la descontaminación digestiva selectiva (DDS). Los antibióticos más utilizados para ello son la mupirocina, la polimixina, la colistina, la neomicina, la tobramicina, la netilmicina, la gentamicina y/o la vancomicina, por lo general asociados a un antifúngico, que suele ser la anfotericina B y otras veces la nistatina<sup>[64-66]</sup>. En algunas ocasiones, se añade un antibiótico sistémico al tratamiento locorregional, casi siempre una cefalosporina de tercera generación, ceftriaxona<sup>[66]</sup> o cefotaxima<sup>[64,65]</sup>. El uso de una descontaminación digestiva selectiva (locorregional y a veces sistémica) ha permitido poner de manifiesto una cierta eficacia en la erradicación del ERV<sup>[67]</sup> o del SARM<sup>[68]</sup>.

La descontaminación digestiva selectiva y el uso de antisépticos cutáneos como la clorhexidina al 2% están asociados a una reducción del número de portadores de ERV o de SARM<sup>[68]</sup> entre los pacientes colonizados; como consecuencia de ello, los beneficios colaterales son la menor colonización de las manos de los sanitarios, así como una reducción del riesgo de contaminación del entorno<sup>[69]</sup>. El uso de clorhexidina al 2% también se asocia a una disminución de la incidencia de bacteriemias, sobre todo primitivas. La administración local de mupirocina a nivel nasal eleva la probabilidad de descontaminación de SARM. Cuando esta descontaminación fracasa, se debe a una resistencia de *Staphylococcus aureus* a la mupirocina<sup>[68]</sup>, a un número importante de focos de colonización (dos o más focos) o al antecedente de un tratamiento reciente con fluoroquinolonas<sup>[70]</sup>.

En un estudio prospectivo multicéntrico con grupos cruzados, realizado en 13 unidades de reanimación, la descolonización digestiva efectuada junto con un tratamiento sistémico de 4 días con ceftriaxona consiguió reducir la mortalidad el 28º día, así como el riesgo de bacteriemia y/o candidemia<sup>[64]</sup>. La disminución de la mortalidad asociada a la administración de una descontaminación oral y sistémica también se pone de manifiesto en el metaanálisis de la base de datos Cochrane realizado por Liberati et al<sup>[65]</sup>, así como en otros más antiguos<sup>[66]</sup>. En cambio, no se ha encontrado ninguna ventaja en términos de mortalidad global con el uso de una descolonización locorregional única<sup>[65,66]</sup>. Así mismo, la reducción del riesgo de bacteriemia sólo se observa en caso de asociación de una antibioticoterapia parenteral<sup>[66]</sup>.

A pesar de estos resultados, la DDS se utiliza muy poco en la práctica, en gran medida por el riesgo de seleccionar agentes patógenos resistentes a los antibióticos, a nivel de la flora digestiva y respiratoria<sup>[64]</sup>. Lo mismo ocurre con el uso de antibióticos por vía tópica, aunque no se haya observado ninguna disminución de la sensibilidad a la vancomicina en *S. aureus* o enterococos<sup>[70]</sup>. Por otra parte, la DDS también se podría relacionar con un aumento del riesgo de infección en el paciente al salir de cuidados intensivos<sup>[64]</sup>. No obstante, estos conceptos son inconsistentes, ya que el perfil de resistencia de las bacterias en los pacientes tratados en estudios recientes no parece estar alterado<sup>[64,65]</sup>.

Los beneficios y los efectos colaterales de la detección sistemática del SARM y de la descontaminación de los pacientes portadores están siendo analizados en la actualidad en un gran estudio multicéntrico con 46 hospitales<sup>[71]</sup>.

También se ha estudiado la descontaminación de la esfera ORL. Aquí, la aplicación local de vancomicina (faríngea), se añade al tratamiento habitual de los

pacientes, que incluye una descontaminación digestiva selectiva (con un antibiótico sistémico). En este estudio, la administración de vancomicina se asoció a una disminución de la colonización, del riesgo de infecciones respiratorias bajas por SARM en pacientes portadores y a un menor riesgo de transmisión de SARM<sup>[70]</sup>. La aplicación local de clorhexidina también permitiría reducir la colonización orofaríngea y el número de episodios infecciosos<sup>[72]</sup>. En cambio, un cuidado dental específico, asociado a la descontaminación de la cavidad bucal, no parece aportar ningún beneficio suplementario si se compara con la desinfección simple con clorhexidina<sup>[73]</sup>.

## Probióticos

Aparte de la DDS, se ha estudiado el uso de probióticos (agentes microbiológicos de origen humano presentes en el bolo alimentario distal y que pueden ser beneficiosos para el huésped) o de simbióticos, cuyo efecto es modificar la flora digestiva; los resultados obtenidos han sido variables. Un metaanálisis revela una disminución de la incidencia de las NAVM<sup>[74]</sup>, disminución que no había sido observada en estudios de magnitudes más modestas<sup>[75]</sup>. Este estudio muestra una disminución en la incidencia y la densidad de incidencia de las bacteriemias nosocomiales relacionadas con catéteres, así como un aumento de la supervivencia de los pacientes<sup>[75]</sup>. También se observa<sup>[74]</sup> una disminución de la colonización orofaríngea, gástrica o bronquial por *P. aeruginosa* y de la duración de la estancia en el servicio de reanimación hospitalario. La duración de la ventilación mecánica, en cambio, no parece variar por el beneficio obtenido sobre la incidencia de infecciones respiratorias bajas; la mortalidad es similar en ambos grupos<sup>[74]</sup>.

## Prevención de la contaminación del personal sanitario

La prevención de la transmisión cruzada consiste en una combinación de medidas destinadas al aislamiento de los reservorios y, al mismo tiempo, en prevenir la transmisión de agentes adquiridos por el sanitario. En este sentido, dos tipos de medidas permiten limitar el riesgo: un factor individual (el lavado de manos) y un factor de organización (mantener el personal suficiente).

La desinfección de las manos es un elemento profiláctico clave en la transmisión de agentes patógenos. La implementación de estrategias de prevención de las infecciones nosocomiales con programas de educación para la higiene ha permitido reducir el riesgo infeccioso, como lo demuestra la disminución de estos procesos infecciosos asociados a la hospitalización en reanimación<sup>[16]</sup>.

El uso de soluciones hidroalcohólicas (SHA), que mejoran la tolerabilidad<sup>[76]</sup>, la eficacia y la celeridad<sup>[77]</sup> de la higiene de las manos, ha permitido un aumento notable de la observancia del personal<sup>[76,78]</sup> así como una reducción significativa en la transmisión, sobre todo de SARM<sup>[63]</sup>. Aunque las SHA han demostrado ser más eficaces frente a casi todos los agentes bacterianos, el lavado de manos con jabón sigue siendo mejor en algunos casos, como en pacientes portadores o infectados por *C. difficile*<sup>[79]</sup> y por el virus de la gripe<sup>[80]</sup>.

Por último, el cuidado de las manos también es importante en los portadores y por lo tanto en la posibilidad de transmitir agentes patógenos. El tamaño de las uñas y el uso de anillos son dos factores que aumentan el riesgo de albergar bacilos gramnegativos<sup>[81]</sup>.

## Mantenimiento de la densidad de personal

En un estudio observacional monocéntrico suizo, Hugonnet et al demostraron una reducción del riesgo de infección nosocomial cuando aumenta la proporción personal de enfermería/pacientes<sup>[7]</sup>. Del mismo modo, la disponibilidad de personal de enfermería, medida por

el número de horas que cada enfermera dedica a un paciente, también se asocia a un menor riesgo de infección nosocomial relacionada con catéter y de NAVM, así como a un descenso de la mortalidad<sup>[49]</sup>.

La densidad del personal sanitario influye en la incidencia de la transmisión y en el riesgo de aparición de una infección nosocomial<sup>[82]</sup>.

## Control de los factores ambientales

La implicación del agua o del aire en la aparición de infecciones nosocomiales en pacientes de reanimación subraya la importancia del tratamiento de estos fluidos para evitar la transmisión de agentes patógenos, ya sea al paciente o del paciente a estructuras inertes<sup>[83]</sup>. En la actualidad, nuevas técnicas están en fase de estudio con el fin de mejorar la prevención de la difusión y de la transmisión de agentes patógenos aerotransportados.

Por otro lado, la contaminación del medio ambiente por agentes microbianos del paciente es bien conocida desde hace tiempo. Aun así, la calidad de la limpieza es variable. La puesta en marcha de una campaña de información, la modificación de los protocolos y una retroalimentación que permita evaluar la calidad de las modificaciones aportadas y de su aplicación consiguen una mejora significativa de la calidad de la desinfección<sup>[16]</sup>.

## Relevancia de los programas de formación y educación

El conjunto de los métodos de prevención puede contribuir a limitar la incidencia de las infecciones nosocomiales. Para lograr un mayor beneficio, es conveniente difundir su uso, formalizando procedimientos locales y adecuados a través de los equipos sanitarios<sup>[15,16]</sup>.

A pesar de los notables progresos realizados en la prevención de infecciones nosocomiales, todavía son frecuentes los factores asociados a una causa evitable. Así, el cumplimiento de las normas relativas a la higiene de las manos es del 60-70%<sup>[30,76]</sup>. Una dinámica proactiva de prevención de las infecciones nosocomiales en los servicios de reanimación contribuye a mejorar la calidad de los procedimientos asistenciales y a reducir la incidencia de este tipo de infecciones<sup>[20,26]</sup>. El estudio de Pittet et al también revela una disminución de las infecciones nosocomiales al mejorar la higiene de las manos; el aumento en el consumo de SHA también se asocia a un menor riesgo de transmisión de SARM.

Además de la educación, el hecho de informar sobre los resultados, en concreto sobre la mejora de las prestaciones en el servicio, tras la aplicación de las recomendaciones emitidas (retroalimentación positiva), está asociado a una mayor observancia de estas normas.

## Uso «razonable» de los antibióticos

El uso prudente de la antibioticoterapia es un factor que limita el riesgo de que se produzca una selección de gérmenes de sensibilidad disminuida a los antibióticos<sup>[67]</sup>.

El tipo de antibiótico influye en la selección de determinados agentes patógenos o de algunas formas de resistencia. Así, una reducción a la décima parte en la cantidad de fluoroquinolona prescrita permite disminuir de forma significativa el número de SARM aislados<sup>[84]</sup>. Así mismo, el uso de una asociación de ticarcilina/ácido clavulánico o de carbapenems y, de manera más general, de antibióticos que posean una actividad antianaerobios<sup>[67]</sup> se asocia a un aumento del riesgo de adquirir un enterococo resistente a la vancomicina.

## Inhibición de la virulencia bacteriana

Aunque las bacterias llamadas «hospitalarias» tienen fama de ser menos virulentas que las bacterias causantes de infecciones comunitarias, varios sistemas específicos

de virulencia participan de manera importante en la aparición de algunas infecciones nosocomiales. Los intentos de inhibir los lipopolisacáridos han fracasado [85].

Otro sistema de virulencia, la detección de quorum (*quorum sensing*), particularmente bien estudiado en *P. aeruginosa*, puede ser inhibido por la azitromicina, antibiótico de la familia de los macrólidos, en concentraciones bajas. Un estudio reciente aleatorizado no ha mostrado efecto preventivo alguno en el caso de las NAVM, pero esta línea de investigación sigue siendo prometedora.

El sistema de secreción- translocación de tipo 3 es el responsable de la virulencia de *Yersinia pestis* y de *Vibrio cholerae*, también existe en *P. aeruginosa* y estaría activado en casi un tercio de las NAVM. En un estudio piloto destinado a documentar la buena tolerabilidad y la farmacocinética de un anticuerpo dirigido contra la aguja del sistema de tipo 3, los resultados obtenidos han sido interesantes en términos de eficacia, pero deben confirmarse en un estudio prospectivo de amplitud suficiente.

## Medios relacionados con infecciones particulares

### Neumonías adquiridas bajo ventilación mecánica

La prevención de infecciones nosocomiales relacionadas con la presencia de una sonda de intubación está basada en cuatro tipos de medidas diferentes: prevención de la colonización de la esfera orofaríngea, prevención de la acumulación de secreciones contaminadas por encima del balón de la sonda de intubación, prevención de la salida de estos líquidos contaminados por debajo del balón de la sonda de intubación y prevención de la colonización de la propia sonda por dentro de la biopelícula [86].

#### Medidas generales

La modificación de la inclinación del paciente ha sido estudiada y los resultados en cuanto a la prevención de NAVM son bastante decepcionantes [59]. Así como la prevención del reflujo no está confirmada, el estudio de la incidencia de las NAVM en pacientes ventilados es en cambio mucho más claro [87]. Sin embargo, un metaanálisis reciente muestra que la posición en posición semisentada del enfermo, formando un ángulo de 45 grados con la horizontal, respecto al decúbito supino [88] aporta un beneficio significativo.

#### Medidas locorregionales extrarrespiratorias

El tamaño de la sonda gástrica también ha sido discutido entre las medidas de prevención de las NAVM. La reducción del diámetro de la sonda gástrica parece ser un parámetro interesante, pero los estudios clínicos disponibles tienden a contradecir esta hipótesis [89]. En cambio, aunque en algunas ocasiones se asocia el residuo gástrico al desarrollo de una NAVM, un estudio español reciente, que compara dos límites máximos de residuos gástricos (200 y 500 ml), no ha encontrado ninguna diferencia en términos de incidencia de NAVM (27,3% frente al 28% de los pacientes), ni tampoco en términos de regurgitación o de neumonía por aspiración [90].

#### Medidas locorregionales respiratorias

La calidad de la aspiración traqueal de los pacientes ventilados, que reduce la cantidad de secreciones presentes en su árbol traqueobronquial, podría así mismo disminuir el riesgo de infección respiratoria baja en estos enfermos. La instilación de 8 ml de cloruro de sodio (NaCl) al 0,9% antes de cada aspiración reduce a la mitad la incidencia de las NAVM [91]. La disminución del riesgo infeccioso se asocia también a un tiempo más breve de ventilación mecánica y de hospitalización en un servicio de reanimación [91].

El uso de filtros de intercambio de humedad y calor no se asocia a una modificación del riesgo de NAVM [92], ni tampoco de trastornos de la ventilación [92]. En cambio, estos filtros sí podrían reducir la incidencia de las NAVM tardías [93].

El incremento en la frecuencia de cambio del conjunto del circuito de ventilación tiende a aumentar el riesgo de NAVM [94].

Según varios estudios, los sistemas cerrados no aportan ningún beneficio en la prevención de la NAVM [95-97] e incluso se asocian, en algunas ocasiones, a una mayor incidencia de colonización de la sonda de intubación traqueal [95] y de las vías respiratorias inferiores (sobre todo por *P. aeruginosa* y *Acinetobacter* spp.) [97], posiblemente por la colonización progresiva del propio sistema de aspiración [98]. En cambio, el uso de este tipo de sistemas en pacientes de neurocirugía [58] está asociado a un menor riesgo de desarrollar NAVM. Dos metaanálisis confirman que los sistemas cerrados no aportan ningún beneficio en términos de mortalidad [97] o tiempo de hospitalización; sin embargo, con el uso de este tipo de sistemas, sí se observa una tendencia a que se prolongue la duración de la ventilación mecánica [97]. En un estudio más reciente, se ha observado una disminución en la colonización del personal sanitario cuando se utilizan estos sistemas, lo que nos permite deducir un menor riesgo de transmisión cruzada de agentes de sensibilidad disminuida.

La aspiración por encima del balón consigue reducir la incidencia de las NAVM [99,100], aumentar el tiempo de ventilación antes de que aparezca la NAVM [99,101,102] y disminuir la colonización traqueobronquial [103]. Puede ser continua [101] o intermitente [103]. La reciente compilación de numerosos estudios confirma estas observaciones [104]. Sin embargo, no se observa ningún beneficio en términos de supervivencia, duración de la ventilación [101] o tiempo de hospitalización [99,101] en los pacientes ventilados [99,101].

La presión del balón de la sonda de intubación es un parámetro que también se debe tener en cuenta, con el fin de limitar el paso del líquido de estasis hacia el espacio traqueal. El control automatizado y continuo de la presión del balón no parece aportar ninguna ventaja en cuanto a la incidencia de las NAVM, si se compara con el control intermitente realizado cada 4-8 horas [105]. Este dato es importante, porque un trabajo observacional ha señalado una falta de control, como mínimo diario, de la presión del balón en casi el 50% de las unidades de reanimación estudiadas [106].

De manera similar, la aplicación de una presión de presión positiva (PEEP) permite reducir la incidencia de aparición de una NAVM en pacientes cuya ventilación inicial no se debe a una insuficiencia respiratoria [107]. Esta modificación es el resultado de una reducción de las NAVM precoces (que aparecen antes del 5° día) [107].

El uso de balones de poliuretano estaría asociado a una disminución en la incidencia de las NAVM [108].

La asociación de una aspiración continua a un balón de poliuretano permite reducir la incidencia de las NAVM precoces y tardías [8].

La colonización traqueal está asociada a una colonización de la sonda de intubación [95,109]. El uso de sondas de intubación impregnadas en plata en sus caras interna y externa permite reducir la colonización de la sonda y la colonización traqueal del 7° día, así como reducir la incidencia de las NAVM, sobre todo de las precoces [110].

La traqueotomía precoz, realizada en pacientes de reanimación para los que se prevé una ventilación mecánica prolongada, podría contribuir a la prevención de NAVM. Sin embargo, este método nunca ha podido demostrar su eficacia [111,112]. Un metaanálisis realizado no ha encontrado ningún beneficio con la traqueotomía en términos de supervivencia o de incidencia de infecciones respiratorias bajas [113].



## Otras medidas

Evitar la intubación traqueal sigue siendo un elemento capital de la prevención de las neumonías nosocomiales en los servicios de reanimación<sup>[114]</sup>; cuando es necesario aplicar una ventilación mecánica, la interfase utilizada es la mascarilla facial o el casco. Cuando no se puede evitar la intubación traqueal, la modificación del tiempo de ventilación podría reducir la incidencia de las infecciones respiratorias bajas en pacientes ventilados. Así, un estudio reciente muestra que el uso de un protocolo formalizado de modulación de la sedación por parte del personal de enfermería se asocia a un menor consumo de sedantes, a un acortamiento del tiempo de ventilación y de hospitalización, así como a una disminución de la incidencia de las NAVM<sup>[115]</sup>. Aquí también, la formación permite reducir de manera significativa el riesgo de que se produzcan NAVM, con una mejor información sobre los factores de riesgo y los medios para prevenirlos, gracias a la cual se limita la parte «evitable» de dichos factores<sup>[116]</sup>.

## Infecciones urinarias

El primer elemento en la prevención de las infecciones urinarias nosocomiales es la correcta evaluación de las indicaciones de colocación y mantenimiento de la sonda urinaria<sup>[117]</sup>. En los servicios de reanimación, las indicaciones habituales de un sondeo urinario son: la necesidad de monitorizar la diuresis, la presencia de una obstrucción urinaria, el contexto quirúrgico (la duración del sondeo depende del tipo de cirugía), las anomalías de la continencia, sobre todo por el riesgo de contaminación urinaria de las heridas cutáneas, y también el bienestar o la comodidad del paciente cuando se trata de cuidados paliativos de final de la vida<sup>[13]</sup>.

El elemento fundamental en la prevención de infecciones urinarias secundarias a la presencia de una sonda urinaria es la aplicación de una asepsia rigurosa en el momento de colocar este dispositivo<sup>[13,117]</sup>. El segundo elemento es el uso de un sistema cerrado para la recogida de la orina, aunque este concepto se está cuestionando en la actualidad<sup>[117,118]</sup>. El mantener en posición declive la bolsa de recogida de orina también parece ser un elemento fundamental en la prevención de bacteriurias y de infecciones urinarias nosocomiales relacionadas con sonda urinaria<sup>[13]</sup>. Una vez colocada la sonda, es conveniente mantener la bolsa colectora en una posición declive respecto del nivel vesical<sup>[62]</sup>.

El uso de una sonda urinaria impregnada en plata no parece aportar ninguna ventaja en la prevención de bacteriurias<sup>[119]</sup>, salvo en algunos grupos como los traumatizados<sup>[119]</sup>. En otros casos, la impregnación se asocia incluso a un mayor riesgo de infección urinaria en varones que no reciben antibioticoterapia. De cualquier forma, los estudios más recientes reflejan una disminución de las bacteriurias sintomáticas<sup>[120]</sup>. La adición de un antiséptico al sistema colector no parece tener ninguna ventaja en la prevención de la contaminación urinaria<sup>[117]</sup>.

La duración del sondeo tiene un papel significativo, ya que cuanto más breve es, menor es el riesgo de que se produzca una infección urinaria. Por lo tanto, la primera medida destinada a limitar la incidencia de las infecciones urinarias consiste en reevaluar con regularidad, si es posible diariamente, la indicación del sondeo<sup>[117]</sup>.

El uso de métodos alternativos de recogida de orina, como los estuches peneanos, elimina el factor riesgo que es el sondeo urinario y, por lo tanto, podría ser interesante. Existen otros métodos que podrían aplicarse a la prevención de infecciones urinarias nosocomiales, pero todavía no han sido evaluados en estudios prospectivos aleatorizados. El catéter suprapúbico es uno de ellos; su eficacia es probable, pero es más invasivo. En un estudio postoperatorio, el riesgo de infección urinaria era claramente menor cuando se usaba un catéter suprapúbico y no exis-

tía ninguna diferencia significativa con el sondeo urinario clásico<sup>[121]</sup> en términos de complicaciones asociadas a la intervención.

## Infecciones relacionadas con catéteres vasculares

Para prevenir las infecciones por catéteres, lo primero que hay que evitar es su colonización en el momento de ser implantado, así como durante su uso. Para ello, existen numerosas medidas que pueden contribuir a mantener el catéter estéril, como la asepsia durante las maniobras<sup>[122]</sup>, la aplicación de antisépticos en el punto de punción y en el propio catéter o una antibioticoterapia sistémica.

### Desinfección de la piel

Así como no se puede negar<sup>[122]</sup> la eficacia del lavado de manos y de la esterilidad de la maniobra, la desinfección de la piel es en cambio un método controvertido. Parece que la clorhexidina es más eficaz que la povidona yodada<sup>[123]</sup>, tanto frente a una colonización como a una bacteriemia con origen en el catéter<sup>[123]</sup>, al menos por lo que se refiere a los catéteres venosos centrales<sup>[123,124]</sup>, lo cual se debería sobre todo a una mayor actividad sobre las bacterias grampositivas<sup>[124]</sup>. Sin embargo, la adición de alcohol a la povidona aumenta notablemente su eficacia, sobre todo para cocos grampositivos como *S. epidermidis*, en comparación con lo observado con la povidona acuosa<sup>[18]</sup>; en cambio, la adición de alcohol a una solución de clorhexidina<sup>[123]</sup> no aporta ninguna ventaja. También se observa una mayor actividad sobre las bacterias gramnegativas, como *E. coli*<sup>[18]</sup>. A pesar de este incremento en la eficacia de la povidona, un estudio reciente muestra que el riesgo de colonización de los catéteres es significativamente menor cuando se usa clorhexidina (asociada a cloruro de benzalconio y a alcohol bencílico)<sup>[125]</sup>. En este mismo estudio, el riesgo de bacteriemia secundaria a una infección por catéter no fue muy diferente en el grupo clorhexidina y en el grupo povidona yodada alcohólica<sup>[125]</sup>.

### Punto de inserción del catéter

El punto de inserción del catéter participa de manera importante en el riesgo de que se desarrolle una infección. Un estudio multicéntrico francés que analizó las complicaciones relacionadas con la presencia de un catéter femoral o subclavio ha puesto de manifiesto un mayor riesgo de infección de catéter en la posición femoral<sup>[126]</sup>. Además de que con la posición subclavio se descarta el riesgo de contaminación por gérmenes perineales (sobre todo enterobacterias), el estudio muestra que esta zona se presta a una mejor asepsia general, como también lo ilustra la disminución de la incidencia de infecciones por bacterias grampositivas, en concreto por estafilococos coagulasa-negativos<sup>[126]</sup>. Lucet et al han observado que existe una relación entre el riesgo de bacteriemia por catéter venoso y la posición de éste; cuando la localización es subclavio, la incidencia es menor que en las otras dos posiciones, femoral y yugular<sup>[33]</sup>. Otro estudio francés<sup>[22]</sup> revela que estas dos últimas posiciones no muestran diferencia alguna entre sí, tanto para catéteres venosos centrales como para catéteres de diálisis. En un análisis multivariado de otro trabajo reciente sobre el uso de antisépticos se ha observado un mayor riesgo de colonización de los catéteres en posición yugular que en los de posición subclavio<sup>[125]</sup>.

En un estudio aleatorizado realizado con catéteres de diálisis, Parienti et al también encontraron que el riesgo de colonización o de bacteriemia relacionada con catéter es similar en las posiciones yugular y femoral<sup>[21]</sup>. En otro estudio tampoco se observó ninguna diferencia en términos de colonización del catéter de diálisis cuando se comparan<sup>[22]</sup> los accesos yugular y femoral.

La colonización del catéter, tanto en posición yugular como femoral, se reduce con la tunelización del catéter<sup>[127]</sup>.

### Papel del vendaje

Además de la presencia de antibiótico o de antiséptico en el propio catéter, también se ha estudiado la aplicación de un antiséptico en el vendaje del catéter. En un reciente estudio multicéntrico y aleatorizado, Timsit et al observan una disminución en la incidencia de infecciones graves con origen en el catéter, así como una disminución de las infecciones bacteriémicas asociadas a catéteres cuando se usan esponjas impregnadas en gluconato de clorhexidina<sup>[128]</sup>. Al retirar el catéter, la piel que rodea el punto de punción presenta una mayor esterilidad o una menor densidad bacteriana en el grupo que ha tenido apósitos impregnados en clorhexidina<sup>[122]</sup>. Por último, el riesgo de selección de agentes de sensibilidad modificada a los antibióticos no parece variar mucho inmediatamente después de retirar el catéter cuando se ha usado este antiséptico<sup>[122]</sup>.

La calidad del vendaje también es un elemento importante en la prevención de infecciones por catéter<sup>[122]</sup>, mientras que la frecuencia con la que éstos se cambian no es un factor claramente establecido. Así, el cambio de apósito cada 7 días en vez de cada 3 días no parece modificar la incidencia de infecciones o bacteriemias relacionadas con el catéter<sup>[128]</sup>.

### Impregnación de los catéteres con antisépticos/antibióticos

El uso de catéteres impregnados en antisépticos o en antibióticos ofrece unos resultados que son menos esperanzadores de los esperados inicialmente. Así, con el uso de catéteres impregnados en clorhexidina y sulfadiazina de plata, no parece que se logre una reducción significativa en la incidencia de colonización de los catéteres<sup>[91]</sup>. Lo mismo ocurre con los catéteres impregnados en plata<sup>[129]</sup>, que no parecen influir en los resultados. Sin embargo, en el estudio más reciente del que se dispone, se observa que el tiempo antes de que se produzca la colonización es más prolongado y que el riesgo de colonización o infección es menor en el grupo tratado con las sondas impregnadas<sup>[129]</sup>; estas observaciones no se encuentran en otro estudio realizado con catéteres similares. Por último, otro trabajo en el que se analiza la eficacia de los catéteres impregnados en clorhexidina y sulfadiazina de plata muestra una disminución significativa de los riesgos de colonización y de bacteriemia con origen en el catéter, tanto en densidad de incidencia como en incidencia<sup>[130]</sup>, lo que confirma una reducción de la colonización y de las bacteriemias antes demostradas. Una síntesis de estudios originales disponibles, que incluye 25 estudios en reanimación y 23 fuera de reanimación, ha puesto de manifiesto la eficacia de los catéteres impregnados en plata, sola o asociada a clorhexidina, de la rifampicina asociada a minociclina o del miconazol en la profilaxis de una colonización<sup>[131]</sup>. Este metaanálisis presenta numerosas limitaciones, como la heterogeneidad de los pacientes (pacientes adultos y pediátricos, de reanimación o de planta, médicos o quirúrgicos), la indicación de la colocación del catéter, la variabilidad del número de catéteres estudiado por paciente, los distintos calibres de los catéteres (de uno a cuatro), la duración media de implantación del catéter (de 3 a 125 días) o la incidencia local de episodios de interés (bacteriemia y colonización)<sup>[131]</sup>. A pesar de estas limitaciones, se confirma una observación anterior que mostraba una prevención de las infecciones bacteriémicas cuyo punto de partida es el catéter.

Las asociaciones que incluyen rifampicina parecen ser las más eficaces<sup>[131]</sup> en la prevención de la colonización y también de las infecciones relacionadas con catéteres. Esta disminución del riesgo de colonización se debe simultáneamente a una menor colonización por gérmenes grampositivos, en especial *S. epidermidis*, y también de

bacilos gramnegativos, aunque el uso de los dos antibióticos pueda implicar un aumento en el riesgo de emergencia de *Candida* spp.

### Normas generales de higiene y educación

La prevención de las infecciones nosocomiales relacionadas con el catéter consiste sobre todo en aplicar las normas de higiene establecidas para la inserción y el mantenimiento del catéter. El cumplimiento de un abanico de medidas que incluye el lavado de manos, el uso de medidas de barrera, la elección del punto de inserción y su desinfección antes de proceder a su colocación contribuye sin duda alguna a la reducción del riesgo infeccioso<sup>[122]</sup>. No siempre se valora la importancia de estas medidas. Por este motivo, la implementación de un programa de sensibilización, en el que se insista en la necesidad de mantener unas condiciones de higiene muy estrictas en el proceso de colocación de estos dispositivos, puede contribuir a reducir notablemente el riesgo<sup>[132]</sup>.

En un estudio monocéntrico, el desarrollo de un programa de formación en prevención de infecciones relacionadas con catéteres, que incluía autoinformación, una serie de evaluaciones y la presencia en el servicio de numerosos carteles recordando las normas, ha logrado reducir de manera notable la densidad de incidencia de las bacteriemias secundarias a las infecciones por catéteres (de 9,4 a 5,5 por 1.000 días de catéteres)<sup>[50]</sup>. Otros estudios<sup>[16]</sup> han proporcionado resultados similares.

Además del aprendizaje de las normas de higiene, la incidencia de las infecciones por catéter también se puede reducir con una buena formación en la técnica de colocación de estos dispositivos. Es conveniente proseguir la formación después de la fase inicial, ya que después, la observancia de las recomendaciones es inferior al 50%<sup>[16]</sup>.

En un estudio multicéntrico, la difusión de recomendaciones relativas al territorio de inserción del catéter, de las normas de higiene que deben ser aplicadas en su colocación y la reevaluación de su conveniencia han logrado reducir la incidencia de las infecciones por catéter de 2,7 por 1.000 días de catéter (0,6-4,8) a 0 por 1.000 días de catéter (0-1,6) entre 13 y 15 meses después de la implementación<sup>[20]</sup> de dichas medidas. Esta evolución tiende a mantenerse a lo largo del tiempo<sup>[133]</sup>. Sin embargo, parece que la formación teórica por sí sola es poco eficaz para mejorar las conductas a la cabecera del paciente, mientras que la formación con simulación podría contribuir a reducir el riesgo de infecciones por catéter<sup>[122]</sup>.

Una vez realizada la implantación, la vigilancia del catéter y la evaluación regular de su pertinencia son también medidas fundamentales para prevenir una pérdida de la esterilidad de este dispositivo<sup>[122]</sup>.

La aplicación a largo plazo de una política de seguridad en los servicios de reanimación, podría contribuir a mantener los logros obtenidos con la información del personal sanitario. Así, la aplicación de cinco recomendaciones concretas (uso de guantes, uso de campos estériles, desinfección de la piel, evitar la vía femoral para la inserción del catéter y, después, reevaluación regular de su indicación) permite reducir notablemente las infecciones relacionadas con catéter; por otra parte, la reiteración de la información sobre estas recomendaciones y de indicaciones relativas a los episodios infecciosos registrados en estos servicios podría hacer que se mantuviera el beneficio inicialmente obtenido<sup>[133]</sup>. La importancia de mantener una política de calidad en la prevención de infecciones (de catéteres venosos centrales en este caso) ha sido igualmente destacada por un equipo brasileño que observó una disminución en la densidad de incidencia de las infecciones después de un programa de educación, así como un retroceso en el beneficio obtenido cuando no se continuó con la información destinada al personal sanitario<sup>[134]</sup>.

Además de la educación en sí, la implementación de equipos o kits con el material necesario (campos estériles de buen tamaño, desinfectante [clorhexidina] y catéter),

para evitar errores relacionados con el uso de dispositivos inadecuados, reduciría el riesgo de infección por catéter<sup>[135]</sup>.

## Normativa de calidad para la prevención de las infecciones nosocomiales

La prevención de las infecciones nosocomiales en los servicios de reanimación se basa en la implantación de procedimientos destinados a protocolizar los cuidados y el uso de la antibioticoterapia. También requiere una política proactiva de prevención de la transmisión de agentes patógenos mediante el uso y aplicación de medidas de barrera y la higiene de las manos, que además incluya un control regular de las prácticas. Por último, el estudio de los casos de infecciones nosocomiales y de los de transmisión de agentes patógenos particulares permitiría una mejora constante de la incidencia de estos procesos infecciosos.

## ■ Conclusión

Las infecciones nosocomiales en los servicios de reanimación son frecuentes y pueden ser graves; su gravedad deriva de la propia infección y también de la alteración de los mecanismos de defensa inmunitaria del paciente, reflejo de su situación clínica. Aunque los factores que favorecen el desarrollo de estas infecciones son numerosos, es necesario lograr una prevención, aunque sea parcial, con la aplicación de medidas sencillas basadas en el rigor de la asepsia y la evaluación regular de la pertinencia de los dispositivos médicos, así como en la formación, evaluación e información acerca de estos elementos. El desarrollo de dispositivos asociados a antisépticos y/o antibióticos podría contribuir a una reducción del riesgo infeccioso en algunas situaciones, sobre todo en los pacientes más graves.



## ■ Bibliografía

- [1] Avril JL, Carlet J. *Les infections nosocomiales et leur prévention*. Paris: Ellipses; 1998.
- [2] Brunet JB, Hubert B, Laporte A, Roure C. Circulaire n° 263 du 13 octobre 1988 relative à l'organisation de la surveillance et de la prévention des infections nosocomiales. *Bull Epidemiol Hebd* 1988;(n°46): 181-4.
- [3] Brun-Buisson C. Risques et maîtrise des infections nosocomiales en réanimation: texte d'orientation SRLF/SFAR. *Réanimation* 2005;**14**:463-71.
- [4] Surveillance des infections nosocomiales en réanimation adulte: Institut national de veille sanitaire (InVS). Réa RAISIN; 2010.
- [5] Barsanti MC, Woeltje KF. Infection prevention in the intensive care unit. *Infect Dis Clin North Am* 2009;**23**: 703-25.
- [6] Comité technique national des infections nosocomiales. 100 recommandations pour la surveillance et la prévention des infections nosocomiales; 1999.
- [7] Hugonnet S, Chevrolet JC, Pittet D. The effect of workload on infection risk in critically ill patients. *Crit Care Med* 2007;**35**:76-81.
- [8] Lorente L, Lecuona M, Jimenez A, Mora ML, Sierra A. Influence of an endotracheal tube with polyurethane cuff and subglottic secretion drainage on pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2007;**176**:1079-83.
- [9] van der Kooij TI, de Boer AS, Mannien J, Wille JC, Beaumont MT, Mooi BW, et al. Incidence and risk factors of device-associated infections and associated mortality at the intensive care in the Dutch surveillance system. *Intensive Care Med* 2007;**33**:271-8.
- [10] Cook DJ, Walter SD, Cook RJ, Griffith LE, Guyatt GH, Leasa D, et al. Incidence of and risk factors for ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Ann Intern Med* 1998;**129**:433-40.
- [11] Chastre J, Fagon JY. Ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;**165**:867-903.
- [12] Safdar N, Dezfulian C, Collard HR, Saint S. Clinical and economic consequences of ventilator-associated pneumonia: a systematic review. *Crit Care Med* 2005;**33**:2184-93.
- [13] Shuman EK, Chenoweth CE. Recognition and prevention of healthcare-associated urinary tract infections in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2010;**38**(Suppl. 8):S373-9.
- [14] Leone M, Albanese J, Garnier F, Sapin C, Barrau K, Bimar MC, et al. Risk factors of nosocomial catheter-associated urinary tract infection in a polyvalent intensive care unit. *Intensive Care Med* 2003;**29**:929-32.
- [15] Eggimann P, Harbarth S, Constantin MN, Touveneau S, Chevrolet JC, Pittet D. Impact of a prevention strategy targeted at vascular-access care on incidence of infections acquired in intensive care. *Lancet* 2000;**355**:1864-8.
- [16] Zingg W, Imhof A, Maggiorini M, Stocker R, Keller E, Ruef C. Impact of a prevention strategy targeting hand hygiene and catheter care on the incidence of catheter-related bloodstream infections. *Crit Care Med* 2009;**37**:2167-73 [quiz 2180].
- [17] Lin MY, Hota B, Khan YM, Woeltje KF, Borlawsky TB, Doherty JA, et al. Quality of traditional surveillance for public reporting of nosocomial bloodstream infection rates. *JAMA* 2010;**304**:2035-41.
- [18] Parienti JJ, du Cheyron D, Ramakers M, Malbrun B, Leclercq R, Le Coutour X, et al. Alcoholic povidone-iodine to prevent central venous catheter colonization: A randomized unit-crossover study. *Crit Care Med* 2004;**32**:708-13.
- [19] Garnacho-Montero J, Aldabo-Pallas T, Palomar-Martinez M, Valles J, Almirante B, Garces R, et al. Risk factors and prognosis of catheter-related bloodstream infection in critically ill patients: a multicenter study. *Intensive Care Med* 2008;**34**:2185-93.
- [20] Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, Sinopoli D, Chu H, Cosgrove S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med* 2006;**355**:2725-32.
- [21] Parienti JJ, Thirion M, Megarbane B, Souweine B, Ouchikhe A, Polito A, et al. Femoral vs jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008;**299**:2413-22.
- [22] Souweine B, Liotier J, Heng AE, Isnard M, Ackoundou-N'Goussan C, Deteix P, et al. Catheter colonization in acute renal failure patients: comparison of central venous and dialysis catheters. *Am J Kidney Dis* 2006;**47**:879-87.
- [23] Timsit JF, Chevret S, Valcke J, Missot B, Renaud B, Goldstein FW, et al. Mortality of nosocomial pneumonia in ventilated patients: influence of diagnostic tools. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;**154**:116-23.
- [24] Fagon JY, Chastre J, Vuagnat A, Trouillet JL, Novara A, Gibert C. Nosocomial pneumonia and mortality among patients in intensive care units. *JAMA* 1996;**275**:866-9.
- [25] Siempos II, Kopterides P, Tsangaris I, Dimopoulou I, Armaganidis AE. Impact of catheter-related bloodstream infections on the mortality of critically ill patients: a meta-analysis. *Crit Care Med* 2009;**37**:2283-9.
- [26] Missot B, Timsit JF, Dumay MF, Garrouste M, Chalfine A, Flouriot I, et al. A continuous quality-improvement program reduces nosocomial infection rates in the ICU. *Intensive Care Med* 2004;**30**:395-400.
- [27] Clec'h C, Schwebel C, Francais A, Toledano D, Fosse JP, Garrouste-Orgeas M, et al. Does catheter-associated urinary tract infection increase mortality in critically ill patients? *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;**28**:1367-73.
- [28] Garrouste-Orgeas M, Timsit JF, Tafflet M, Missot B, Zahar JR, Soufir L, et al. Excess risk of death from intensive care unit-acquired nosocomial bloodstream infections: a reappraisal. *Clin Infect Dis* 2006;**42**:1118-26.
- [29] Soufir L, Timsit JF, Mahe C, Carlet J, Regnier B, Chevret S. Attributable morbidity and mortality of catheter-related septicemia in critically ill patients: a matched, risk-adjusted, cohort study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;**20**:396-401.
- [30] Lin MY, Hayden MK. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant enterococcus: recognition and prevention in intensive care units. *Crit Care Med* 2010;**38**(Suppl. 8):S335-44.
- [31] Vincent JL, Rello J, Marshall J, Silva E, Anzueto A, Martin CD, et al. International study of the prevalence and outcomes of infection in intensive care units. *JAMA* 2009;**302**:2323-9.
- [32] Bonten MJ, Kollef MH, Hall JB. Risk factors for ventilator-associated pneumonia: from epidemiology to patient management. *Clin Infect Dis* 2004;**38**:1141-9.
- [33] Lucet JC, Bouadma L, Zahar JR, Schwebel C, Geffroy A, Pease S, et al. Infectious risk associated with arterial catheters compared with central venous catheters. *Crit Care Med* 2010;**38**:1030-5.

- [34] Bochicchio GV, Sung J, Joshi M, Bochicchio K, Johnson SB, Meyer W, et al. Persistent hyperglycemia is predictive of outcome in critically ill trauma patients. *J Trauma* 2005;**58**:921-4.
- [35] Munoz C, Carlet J, Fitting C, Misset B, Bleriot JP, Cavaillon JM. Dysregulation of in vitro cytokine production by monocytes during sepsis. *J Clin Invest* 1991;**88**:1747-54.
- [36] Tschakowsky K, Hedwig-Geissing M, Schiele A, Bremer F, Schywalsky M, Schuttler J. Coincidence of pro- and anti-inflammatory responses in the early phase of severe sepsis: Longitudinal study of mononuclear histocompatibility leukocyte antigen-DR expression, procalcitonin, C-reactive protein, and changes in T-cell subsets in septic and postoperative patients. *Crit Care Med* 2002;**30**:1015-23.
- [37] Hotchkiss RS, Karl IE. The pathophysiology and treatment of sepsis. *N Engl J Med* 2003;**348**:138-50.
- [38] Annane D, Bellissant E, Cavaillon JM. Septic shock. *Lancet* 2005;**365**:63-78.
- [39] Wang JH, Doyle M, Manning BJ, Blankson S, Wu QD, Power C, et al. Cutting edge: bacterial lipoprotein induces endotoxin-independent tolerance to septic shock. *J Immunol* 2003;**170**:14-8.
- [40] Torres A, El-Ebiary M, Soler N, Monton C, Fabregas N, Hernandez C. Stomach as a source of colonization of the respiratory tract during mechanical ventilation: association with ventilator-associated pneumonia. *Eur Respir J* 1996;**9**:1729-35.
- [41] Fridkin SK, Pear SM, Williamson TH, Galgiani JN, Jarvis WR. The role of understaffing in central venous catheter-associated bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996;**17**:150-8.
- [42] Talarmin JP, Boutoille D, Tattevin P, Dargere S, Weinbreck P, Ansart S, et al. Epidemiology of candidemia: a one-year prospective observational study in the west of France. *Med Mal Infect* 2009;**39**:877-85.
- [43] Zahar JR, Nguile-Makao M, Francais A, Schwebel C, Garrouste-Orgeas M, Goldgran-Toledano D, et al. Predicting the risk of documented ventilator-associated pneumonia for benchmarking: construction and validation of a score. *Crit Care Med* 2009;**37**:2545-51.
- [44] Duckro AN, Blom DW, Lyle EA, Weinstein RA, Hayden MK. Transfer of vancomycin-resistant enterococci via health care worker hands. *Arch Intern Med* 2005;**165**:302-7.
- [45] Erasmus V, Daha TJ, Brug H, Richardus JH, Behrendt MD, Vos MC, et al. Systematic review of studies on compliance with hand hygiene guidelines in hospital care. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;**31**:283-94.
- [46] Golan Y, Doron S, Griffith J, El Gamal H, Tanius M, Blunt K, et al. The impact of gown-use requirement on hand hygiene compliance. *Clin Infect Dis* 2006;**42**:370-6.
- [47] Drees M, Snyderman DR, Schmid CH, Barefoot L, Hansjosten K, Vue PM, et al. Prior environmental contamination increases the risk of acquisition of vancomycin-resistant enterococci. *Clin Infect Dis* 2008;**46**:678-85.
- [48] Hugonnet S, Uckay I, Pittet D. Staffing level: a determinant of late-onset ventilator-associated pneumonia. *Crit Care* 2007;**11**:R80.
- [49] Stone PW, Mooney-Kane C, Larson EL, Horan T, Glance LG, Zwanziger J, et al. Nurse working conditions and patient safety outcomes. *Med Care* 2007;**45**:571-8.
- [50] Warren DK, Nitin A, Hill C, Fraser VJ, Kollef MH. Occurrence of co-colonization or co-infection with vancomycin-resistant enterococci and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a medical intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2004;**25**:99-104.
- [51] Reuter S, Sigge A, Wiedeck H, Trautmann M. Analysis of transmission pathways of *Pseudomonas aeruginosa* between patients and tap water outlets. *Crit Care Med* 2002;**30**:2222-8.
- [52] Cholley P, Thouverez M, Floret N, Bertrand X, Talon D. The role of water fittings in intensive care rooms as reservoirs for the colonization of patients with *Pseudomonas aeruginosa*. *Intensive Care Med* 2008;**34**:1428-33.
- [53] Morace G, Borghi E. Fungal infections in ICU patients: epidemiology and the role of diagnostics. *Minerva Anestesiol* 2010;**76**:950-6.
- [54] Hanberger H, Arman D, Gill H, Jindrak V, Kalenic S, Kurcz A, et al. Surveillance of microbial resistance in European Intensive Care Units: a first report from the Care-ICU programme for improved infection control. *Intensive Care Med* 2009;**35**:91-100.
- [55] Climo MW, Sepkowitz KA, Zuccotti G, Fraser VJ, Warren DK, Perl TM, et al. The effect of daily bathing with chlorhexidine on the acquisition of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, vancomycin-resistant *Enterococcus*, and healthcare-associated bloodstream infections: results of a quasi-experimental multicenter trial. *Crit Care Med* 2009;**37**:1858-65.
- [56] Lucet JC, Chevret S, Durand-Zaleski I, Chastang C, Regnier B. Prevalence and risk factors for carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* at admission to the intensive care unit: results of a multicenter study. *Arch Intern Med* 2003;**163**:181-8.
- [57] Holzapfel L, Chastang C, Demingeon G, Bohe J, Piralla B, Coupry A. A randomized study assessing the systematic search for maxillary sinusitis in nasotracheally mechanically ventilated patients. Influence of nosocomial maxillary sinusitis on the occurrence of ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;**159**:695-701.
- [58] Combes P, Fauvage B, Oleyer C. Nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients, a prospective randomised evaluation of the Stericath closed suctioning system. *Intensive Care Med* 2000;**26**:878-82.
- [59] Ibanez J, Penafiel A, Raurich JM, Marse P, Jorda R, Mata F. Gastroesophageal reflux in intubated patients receiving enteral nutrition: effect of supine and semirecumbent positions. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1992;**16**:419-22.
- [60] Pingleton SK, Hinthorn DR, Liu C. Enteral nutrition in patients receiving mechanical ventilation. Multiple sources of tracheal colonization include the stomach. *Am J Med* 1986;**80**:827-32.
- [61] Kollef MH, Von Harz B, Prentice D, Shapiro SD, Silver P, St John R, et al. Patient transport from intensive care increases the risk of developing ventilator-associated pneumonia. *Chest* 1997;**112**:765-73.
- [62] Maki DG, Tambyah PA. Engineering out the risk for infection with urinary catheters. *Emerg Infect Dis* 2001;**7**:342-7.
- [63] Lucet JC, Paoletti X, Lolom I, Paugam-Burtz C, Trouillet JL, Timsit JF, et al. Successful long-term program for controlling methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in intensive care units. *Intensive Care Med* 2005;**31**:1051-7.
- [64] de Smet AM, Hopmans TE, Minderhoud AL, Blok HE, Gossink-Franssen A, Bernards AT, et al. Decontamination of the digestive tract and oropharynx: hospital acquired infections after discharge from the intensive care unit. *Intensive Care Med* 2009;**35**:1609-13.
- [65] Liberati A, D'Amico R, Pifferi S, Torri V, Brazzi L, Parmelli E. Antibiotic prophylaxis to reduce respiratory tract infections and mortality in adults receiving intensive care. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;(4):CD000022.
- [66] Silvestri L, van Saene HK, Milanese M, Gregori D, Gullo A. Selective decontamination of the digestive tract reduces bacterial bloodstream infection and mortality in critically ill patients. Systematic review of randomized, controlled trials. *J Hosp Infect* 2007;**65**:187-203.
- [67] Kauffman CA. Therapeutic and preventative options for the management of vancomycin-resistant enterococcal infections. *J Antimicrob Chemother* 2003;**51**(Suppl. 3):iii23-30.
- [68] Simor AE, Phillips E, McGeer A, Konvalinka A, Loeb M, Devlin HR, et al. Randomized controlled trial of chlorhexidine gluconate for washing, intranasal mupirocin, and rifampin and doxycycline versus no treatment for the eradication of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization. *Clin Infect Dis* 2007;**44**:178-85.
- [69] Vernon MO, Hayden MK, Trick WE, Hayes RA, Blom DW, Weinstein RA. Chlorhexidine gluconate to cleanse patients in a medical intensive care unit: the effectiveness of source control to reduce the bioburden of vancomycin-resistant enterococci. *Arch Intern Med* 2006;**166**:306-12.
- [70] Harbarth S, Liassine N, Dharan S, Herrault P, Auckenthaler R, Pittet D. Risk factors for persistent carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin Infect Dis* 2000;**31**:1380-5.
- [71] Platt R, Takvorian SU, Septimus E, Hickok J, Moody J, Perlin J, et al. Cluster randomized trials in comparative effectiveness research: randomizing hospitals to test methods for prevention of healthcare-associated infections. *Med Care* 2010;**48**(Suppl. 6):S52-7.
- [72] Tantipong H, Morkhareonpong C, Jaiyindee S, Thamlikitkul V. Randomized controlled trial and meta-analysis of oral decontamination with 2% chlorhexidine solution for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;**29**:131-6.
- [73] Pobo A, Lisboa T, Rodriguez A, Sole R, Magret M, Trefler S, et al. A randomized trial of dental brushing for preventing ventilator-associated pneumonia. *Chest* 2009;**136**:433-9.
- [74] Siempos II, Ntaidou TK, Falagas ME. Impact of the administration of probiotics on the incidence of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care Med* 2010;**38**:954-62.
- [75] Barraud D, Blard C, Hein F, Marcon O, Cravoisy A, Nace L, et al. Probiotics in the critically ill patient: a double blind, randomized, placebo-controlled trial. *Intensive Care Med* 2010;**36**:1540-7.

- [76] Souweine B, Lautrette A, Aumeran C, Bénédict M, Constantin JM, Bonnard M, et al. Comparison of acceptability, skin tolerance, and compliance between handwashing and alcohol-based handrub in ICUs: results of a multicentric study. *Intensive Care Med* 2009;**35**: 1216–24.
- [77] Girou E, Loyeau S, Legrand P, Oppein F, Brun-Buisson C. Efficacy of handrubbing with alcohol based solution versus standard handwashing with antiseptic soap: randomised clinical trial. *Br Med J* 2002;**325**:362.
- [78] Hugonnet S, Perneger TV, Pittet D. Alcohol-based handrub improves compliance with hand hygiene in intensive care units. *Arch Intern Med* 2002;**162**:1037–43.
- [79] Oughton MT, Loo VG, Dendukuri N, Fenn S, Libman MD. Hand hygiene with soap and water is superior to alcohol rub and antiseptic wipes for removal of *Clostridium difficile*. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009;**30**: 939–44.
- [80] Grayson ML, Melvani S, Druce J, Barr IG, Ballard SA, Johnson PD, et al. Efficacy of soap and water and alcohol-based hand-rub preparations against live H1N1 influenza virus on the hands of human volunteers. *Clin Infect Dis* 2009;**48**:285–91.
- [81] Rupp ME, Fitzgerald T, Puumala S, Anderson JR, Craig R, Iwen PC, et al. Prospective, controlled, cross-over trial of alcohol-based hand gel in critical care units. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;**29**:8–15.
- [82] Robert J, Fridkin SK, Blumberg HM, Anderson B, White N, Ray SM, et al. The influence of the composition of the nursing staff on primary bloodstream infection rates in a surgical intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000;**21**:12–7.
- [83] Benet T, Nicolle MC, Thiebaud A, Pien MA, Nicolini FE, Thomas X, et al. Reduction of invasive aspergillosis incidence among immunocompromised patients after control of environmental exposure. *Clin Infect Dis* 2007;**45**:682–6.
- [84] Charbonneau P, Parienti JJ, Thibon P, Ramakers M, Daubin C, du Cheyron D, et al. Fluoroquinolone use and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolation rates in hospitalized patients: a quasi experimental study. *Clin Infect Dis* 2006;**42**:778–84.
- [85] Ziegler EJ, Fisher Jr CJ, Sprung CL, Straube RC, Sadoff JC, Foulke GE, et al. Treatment of gram-negative bacteremia and septic shock with HA-1A human monoclonal antibody against endotoxin. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *N Engl J Med* 1991;**324**: 429–36.
- [86] Sottile FD, Marrie TJ, Prough DS, Hobgood CD, Gower DJ, Webb LX, et al. Nosocomial pulmonary infection: possible etiologic significance of bacterial adhesion to endotracheal tubes. *Crit Care Med* 1986;**14**: 265–70.
- [87] Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, Nicolas JM, Nogue S, Ferrer M. Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomised trial. *Lancet* 1999;**354**:1851–8.
- [88] Alexiou VG, Ierodiakonou V, Dimopoulos G, Falagas ME. Impact of patient position on the incidence of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Crit Care* 2009;**24**:515–22.
- [89] Ferrer M, Bauer TT, Torres A, Hernandez C, Pira C. Effect of nasogastric tube size on gastroesophageal reflux and microaspiration in intubated patients. *Ann Intern Med* 1999;**130**:991–4.
- [90] Montejo JC, Minambres E, Bordeje L, Mesejo A, Acosta J, Heras A, et al. Gastric residual volume during enteral nutrition in ICU patients: the REGANE study. *Intensive Care Med* 2010;**36**:1386–93.
- [91] Caruso P, Denari S, Ruiz SA, Demarzo SE, Deheinzeln D. Saline instillation before tracheal suctioning decreases the incidence of ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 2009;**37**:32–8.
- [92] Boots RJ, George N, Faoagali JL, Drury J, Dean K, Heller RF. Double-heater-wire circuits and heat-and-moisture exchangers and the risk of ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 2006;**34**:687–93.
- [93] Kirton OC, DeHaven B, Morgan J, Morejon O, Civetta J. A prospective, randomized comparison of an in-line heat moisture exchange filter and heated wire humidifiers: rates of ventilator-associated early-onset (community-acquired) or late-onset (hospital-acquired) pneumonia and incidence of endotracheal tube occlusion. *Chest* 1997;**112**:1055–9.
- [94] Han J, Liu Y. Effect of ventilator circuit changes on ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Respir Care* 2010;**55**:467–74.
- [95] Deppe SA, Kelly JW, Thoi LL, Chudy JH, Longfield RN, Ducey JP, et al. Incidence of colonization, nosocomial pneumonia, and mortality in critically ill patients using a Trach Care closed-suction system versus an open-suction system: prospective, randomized study. *Crit Care Med* 1990;**18**:1389–93.
- [96] Lorente L, Lecuona M, Martín MM, García C, Mora ML, Sierra A. Ventilator-associated pneumonia using a closed versus an open tracheal suction system. *Crit Care Med* 2005;**33**:115–9.
- [97] Siempos II, Vardakas KZ, Falagas ME. Closed tracheal suction systems for prevention of ventilator-associated pneumonia. *Br J Anaesth* 2008;**100**:299–306.
- [98] Freytag CC, Thies FL, König W, Welte T. Prolonged application of closed in-line suction catheters increases microbial colonization of the lower respiratory tract and bacterial growth on catheter surface. *Infection* 2003;**31**:31–7.
- [99] Valles J, Artigas A, Rello J, Bonsoms N, Fontanals D, Blanch L, et al. Continuous aspiration of subglottic secretions in preventing ventilator-associated pneumonia. *Ann Intern Med* 1995;**122**:179–86.
- [100] Smulders K, van der Hoeven H, Weers-Pothoff I, Vandenbroucke-Grauls C. A randomized clinical trial of intermittent subglottic secretion drainage in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 2002;**121**: 858–62.
- [101] Kollef MH, Skubas NJ, Sundt TM. A randomized clinical trial of continuous aspiration of subglottic secretions in cardiac surgery patients. *Chest* 1999;**116**:1339–46.
- [102] Dezfulian C, Shojania K, Collard HR, Kim HM, Matthay MA, Saint S. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis. *Am J Med* 2005;**118**:11–8.
- [103] Mahul P, Auboyer C, Jospe R, Ros A, Guerin C, el Khouri Z, et al. Prevention of nosocomial pneumonia in intubated patients: respective role of mechanical subglottic secretions drainage and stress ulcer prophylaxis. *Intensive Care Med* 1992;**18**:20–5.
- [104] Lacherade JC, De Jonghe B, Guezennec P, Debbat K, Hayon J, Monsel A, et al. Intermittent subglottic secretion drainage and ventilator-associated pneumonia: a multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2010;**182**:910–7.
- [105] Valencia M, Ferrer M, Farre R, Navajas D, Badia JR, Nicolas JM, et al. Automatic control of tracheal tube cuff pressure in ventilated patients in semirecumbent position: a randomized trial. *Crit Care Med* 2007;**35**:1543–9.
- [106] Sierra R, Benitez E, Leon C, Rello J. Prevention and diagnosis of ventilator-associated pneumonia: a survey on current practices in Southern Spanish ICUs. *Chest* 2005;**128**:1667–73.
- [107] Manzano F, Fernandez-Mondejar E, Colmenero M, Poyatos ME, Rivera R, Machado J, et al. Positive-end expiratory pressure reduces incidence of ventilator-associated pneumonia in nonhypoxemic patients. *Crit Care Med* 2008;**36**:2225–31.
- [108] Miller MA, Arndt JL, Konkole MA, Chenoweth CE, Iwashyna TJ, Flaherty KR, et al. A polyurethane cuffed endotracheal tube is associated with decreased rates of ventilator-associated pneumonia. *J Crit Care* 2011;**26**:280–6.
- [109] Jongerden IP, Rovers MM, Grypdonck MH, Bonten MJ. Open and closed endotracheal suction systems in mechanically ventilated intensive care patients: a meta-analysis. *Crit Care Med* 2007;**35**:260–70.
- [110] Kollef MH, Afessa B, Anzueto A, Veremakis C, Kerr KM, Margolis BD, et al. Silver-coated endotracheal tubes and incidence of ventilator-associated pneumonia: the NASCENT randomized trial. *JAMA* 2008;**300**:805–13.
- [111] Sugerman HJ, Wolfe L, Pasquale MD, Rogers FB, O'Malley KF, Knudson M, et al. Multicenter, randomized, prospective trial of early tracheostomy. *J Trauma* 1997;**43**:741–7.
- [112] Blot F, Similowski T, Trouillet JL, Chardon P, Korach JM, Costa MA, et al. Early tracheostomy versus prolonged endotracheal intubation in unselected severely ill ICU patients. *Intensive Care Med* 2008;**34**:1779–87.
- [113] Griffiths J, Barber VS, Morgan L, Young JD. Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. *Br Med J* 2005;**330**:1243.
- [114] Antonelli M, Conti G, Rocco M, Bui M, De Blasi RA, Vivino G, et al. A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1998;**339**:429–35.
- [115] Quenot JP, Ladoire S, Devoucoux F, Doise JM, Cailliod R, Cunin N, et al. Effect of a nurse-implemented sedation protocol on the incidence of ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 2007;**35**:2031–6.
- [116] Zack JE, Garrison T, Trovillion E, Clinkscale D, Coopersmith CM, Fraser VJ, et al. Effect of an education program aimed at reducing the occurrence of ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 2002;**30**:2407–12.
- [117] Leone M, Arnaud S, Boisson C, Blanc-Bimar MC, Martin C. Catheter-related nosocomial urinary infections in intensive care: physiopathology, epidemiology and prevention. *Ann Fr Anesth Reanim* 2000;**19**:23–34.

- [118] Leone M, Garnier F, Dubuc M, Bimar MC, Martin C. Prevention of nosocomial urinary tract infection in ICU patients: comparison of effectiveness of two urinary drainage systems. *Chest* 2001;**120**:220–4.
- [119] Stensballe J, Tvede M, Looms D, Lippert FK, Dahl B, Tonnesen E, et al. Infection risk with nitrofurazone-impregnated urinary catheters in trauma patients: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2007;**147**:285–93.
- [120] Schumm K, Lam TB. Types of urethral catheters for management of short-term voiding problems in hospitalised adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;(2):CD004013.
- [121] Sethia KK, Selkon JB, Berry AR, Turner CM, Kettlewell MG, Gough MH. Prospective randomized controlled trial of urethral versus suprapubic catheterization. *Br J Surg* 1987;**74**:624–5.
- [122] Chittick P, Sherertz RJ. Recognition and prevention of nosocomial vascular device and related bloodstream infections in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2010;**38**(Suppl. 8):S363–72.
- [123] Valles J, Fernandez I, Alcaraz D, Chacon E, Cazorla A, Canals M, et al. Prospective randomized trial of 3 antiseptic solutions for prevention of catheter colonization in an intensive care unit for adult patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;**29**:847–53.
- [124] Mimos O, Pieroni L, Lawrence C, Edouard A, Costa Y, Samii K, et al. Prospective, randomized trial of two antiseptic solutions for prevention of central venous or arterial catheter colonization and infection in intensive care unit patients. *Crit Care Med* 1996;**24**:1818–23.
- [125] Mimos O, Villeminey S, Ragot S, Dahyot-Fizelier C, Laksiri L, Petitpas F, et al. Chlorhexidine-based antiseptic solution vs alcohol-based povidone-iodine for central venous catheter care. *Arch Intern Med* 2007;**167**:2066–72.
- [126] Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, Lefrant JY, Raffy B, Barre E, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. *JAMA* 2001;**286**:700–7.
- [127] Timsit JF, Bruneel F, Cheval C, Mamzer MF, Garrouste-Orgeas M, Wolff M, et al. Use of tunneled femoral catheters to prevent catheter-related infection. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 1999;**130**:729–35.
- [128] Timsit JF, Schwebel C, Bouadma L, Geffroy A, Garrouste-Orgeas M, Pease S, et al. Chlorhexidine-impregnated sponges and less frequent dressing changes for prevention of catheter-related infections in critically ill adults: a randomized controlled trial. *JAMA* 2009;**301**:1231–41.
- [129] Hagau N, Studnicska D, Gavrus RL, Csipak G, Hagau R, Slavcovic AV. Central venous catheter colonization and catheter-related bloodstream infections in critically ill patients: a comparison between standard and silver-integrated catheters. *Eur J Anaesthesiol* 2009;**26**:752–8.
- [130] Brun-Buisson C, Doyon F, Sollet JP, Cochard JF, Cohen Y, Nitenberg G. Prevention of intravascular catheter-related infection with newer chlorhexidine-silver sulfadiazine-coated catheters: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med* 2004;**30**:837–43.
- [131] Wang H, Huang T, Jing J, Jin J, Wang P, Yang M, et al. Effectiveness of different central venous catheters for catheter-related infections: a network meta-analysis. *J Hosp Infect* 2010;**76**:1–11.
- [132] Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM, Gledhill KS, Streed SA, Kiger B, et al. Education of physicians-in-training can decrease the risk for vascular catheter infection. *Ann Intern Med* 2000;**132**:641–8.
- [133] Pronovost PJ, Goeschel CA, Colantuoni E, Watson S, Lubomski LH, Berenholtz SM, et al. Sustaining reductions in catheter related bloodstream infections in Michigan intensive care units: observational study. *Br Med J* 2010; **340**:c309.
- [134] Lobo RD, Levin AS, Oliveira MS, Gomes LM, Gobara S, Park M, et al. Evaluation of interventions to reduce catheter-associated bloodstream infection: continuous tailored education versus one basic lecture. *Am J Infect Control* 2010;**38**:440–8.
- [135] Young EM, Commiskey ML, Wilson SJ. Translating evidence into practice to prevent central venous catheter-associated bloodstream infections: a systems-based intervention. *Am J Infect Control* 2006;**34**:503–6.

F. Philippart, Médecin assistant hospitalo-universitaire.

Service de réanimation, Groupe hospitalier Paris Saint-Joseph, 185, rue Raymond-Losserand, 75014 Paris, France.

Université Paris Descartes, 12, rue de l'École-de-Médecine, 75270 Paris cedex 06, France.

Unité cytokines et inflammation, Institut Pasteur, 25-28, rue du Docteur-Roux, 75015 Paris, France.

A. Max, Médecin assistant.

Service de réanimation, Groupe hospitalier Paris Saint-Joseph, 185, rue Raymond-Losserand, 75014 Paris, France.

C. Couzigou, Médecin adjoint.

Unité d'hygiène, Groupe hospitalier Paris Saint-Joseph, 185, rue Raymond-Losserand, 75014 Paris, France.

B. Misset, Professeur des Universités, praticien hospitalier (bmissset@hpsj.fr).

Université Paris Descartes, 12, rue de l'École-de-Médecine, 75270 Paris cedex 06, France.

Chef du service de réanimation, Groupe hospitalier Paris Saint-Joseph, 185, rue Raymond-Losserand, 75014 Paris, France.

Cualquier referencia a este artículo debe incluir la mención del artículo: Philippart F, Max A, Couzigou C, Misset B. Reanimación y prevención de las infecciones nosocomiales. EMC - Anestesia-Reanimación 2013;39(1):1-13 [Artículo E – 36-984-A-40].

Disponibles en [www.em-consulte.com/es](http://www.em-consulte.com/es)



Algoritmos



Ilustraciones complementarias



Videos/ Animaciones



Aspectos legales



Información al paciente



Informaciones complementarias



Auto-evaluación



Caso clínico