



Fenin

Tecnología
Sanitaria

INFORME

Tecnología Sanitaria para mejorar la seguridad y la experiencia del paciente en el ámbito hospitalario

Objetivo: Cuantificación del impacto clínico, sanitario y económico del daño al paciente e innovación tecnológica para su prevención y mitigación.



IQVIA

Introducción

La seguridad en la atención sanitaria y, en consecuencia, la de profesionales y pacientes es una prioridad para todos los actores del ecosistema sanitario. Se trata de un compromiso y responsabilidad de todos, también, cómo no, del sector de Tecnología Sanitaria.

Se calcula que en torno a un 10% de los pacientes sufre un evento adverso en atención hospitalaria. En el análisis económico, en los países de la OCDE en torno al 15% del gasto hospitalario se podría atribuir a fallos en la seguridad. Por ello, fomentar la cultura de la seguridad en la atención sanitaria es clave para mejorar la calidad asistencial, los resultados en salud, así como la eficiencia y sostenibilidad del sistema sanitario.

En el objetivo de reducir estas cifras, la industria de Tecnología Sanitaria cobra especial protagonismo, por varias vías. Las innovaciones tecnológicas que desarrollan las compañías facilitan la prevención y la detección precoz de enfermedades así como diagnósticos y tratamientos más eficaces, precisos y seguros y, por ende, una mejor experiencia asociada a la calidad que percibe el paciente. Pero esta industria también es un colaborador estratégico para la formación de profesionales y pacientes en el mejor conocimiento y uso adecuado de las soluciones tecnológicas que desarrolla. Y, cómo no, es un sector con capacidad de trabajar con las administraciones y los centros sanitarios en la implementación y mejora de aquellos procesos esenciales para impulsar y garantizar la seguridad del paciente.

La elaboración y difusión de este informe es fruto de dicho compromiso. Promovido por la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria, Fenin, y el apoyo de IQVIA, en él se ofrece una completa 'fotografía' de algunas de las principales fuentes de daño al paciente durante las estancias hospitalarias: eventos adversos en cirugía, sepsis, IRAS (Infecciones Relacionadas con la Asistencia Sanitaria), tromboembolismo venoso y úlceras por presión. Un análisis integral y constructivo que incluye las estimaciones de prevalencia, el impacto clínico y económico de estos eventos adversos y la identificación de tecnologías innovadoras que pueden prevenir y mitigar las fuentes de daño al paciente analizadas.

Esperamos que este trabajo impulse y facilite los esfuerzos de las organizaciones sanitarias en invertir en estrategias dirigidas a mejorar la seguridad en la atención sanitaria.

Julio
2025

Contenido

Resumen ejecutivo	04
01 Introducción	20
02 Causas más comunes de daño al paciente en España	24
03 Consecuencias clínicas derivadas decada uno de los daños al paciente	26
04 Consecuencias económicas derivadas	30
05 Tecnologías innovadoras para la mitigación de daños	32
Conclusiones	65
Bibliografía	66



Objetivos

El presente informe analiza las diversas fuentes de daño a pacientes durante su estancia hospitalaria y detalla tecnologías innovadoras para mitigar estos riesgos, con el objetivo de mejorar la seguridad y la experiencia del paciente, optimizar la calidad de la atención sanitaria y reducir tanto el impacto clínico como el económico.

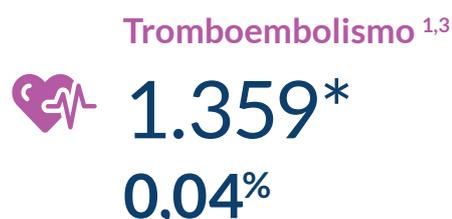
Metodología

El informe se ha desarrollado en tres etapas principales:

- 1. Estimación de la prevalencia de eventos de daño al paciente en España:** Utilizando la base de datos de Hospitalizaciones de IQVIA y la definición de los Indicadores de Seguridad del Paciente (PSI) de la AHRQ (*Agency for Healthcare Research and Quality*), se han analizado datos detallados sobre hospitalizaciones y eventos prevenibles.
- 2. Estimación de la carga clínica y económica de estos eventos:** Se ha realizado un análisis de los datos para calcular la mortalidad intrahospitalaria y el uso adicional de recursos sanitarios, como estancias prolongadas y uso de la UCI, para determinar el impacto económico y clínico.
- 3. Identificación de casos donde la tecnología reduce el impacto clínico y económico:** Se han identificado tecnologías que pueden mitigar los problemas de daño al paciente, basándose en información de FENIN y compañías del sector de tecnología sanitaria.

Fuentes de daño

Las causas más comunes de daño al paciente en los hospitales españoles en 2023 incluyen las siguientes:



En base a fuentes de datos de IQVIA se ha analizado la incidencia de diferentes fuentes de daño en España.

*Número episodios con complicación del SNS (año 2023) / Incidencia hospitalaria anual de cada una de las fuentes de daño.

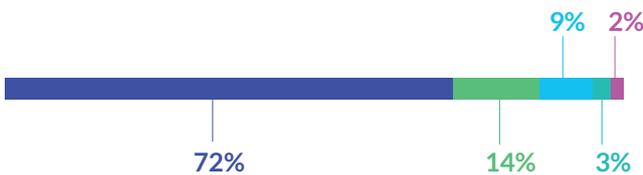
Impacto

El impacto clínico y económico de cada una de las fuentes de daño mencionadas anteriormente ha sido evaluado mediante el análisis de cinco indicadores fundamentales. Este impacto se traduce en:

- Un aumento total de la estancia hospitalaria de **1.197.945 días**.
- Un incremento de **11.373 ingresos** en la UCI.
- Un aumento de la estancia en la UCI de **237.566 días**.
- Un adicional de **5.592 muertes** intrahospitalarias debido a estos episodios.
- Un coste adicional anual total de **425 millones** de euros, resultante de la suma del impacto económico estimado de cada uno de los daños, excluyendo el de las úlceras por presión.

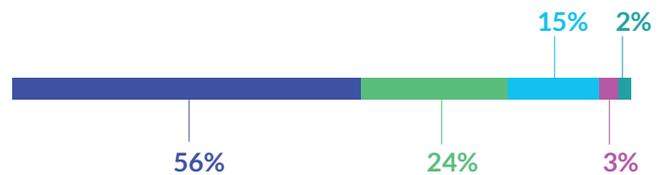
Estancia hospitalaria

+ 1.197.945 días



Utilización UCI

+ 11.373 ingresos



Estancia UCI

+ 237.566 días



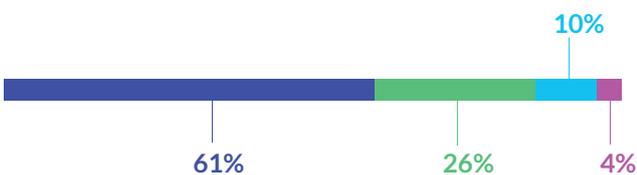
Mortalidad intrahospitalaria

+ 5.592 muertes



Coste adicional total

+ 425.459.579 €



-  IRAS
-  Sepsis
-  Eventos adversos en cirugía
-  Tromboembolismo ^{1,3}
-  Úlcera por presión



Impacto clínico y económico agregado derivados de cada una de las fuentes de daño definidas. **Indicadores:**

- **Estancia hospitalaria:** medido en días adicionales de estancia debido al daño evitable
- **Utilización UCI:** medido en ingresos adicionales en la unidad de cuidados intensivos (UCI) debido al daño evitable
- **Estancia UCI:** medido en días adicionales de estancia en la UCI debido al daño evitable
- **Mortalidad intrahospitalaria:** medido en muertes adicionales debidas al daño evitable
- **Coste hospitalario adicional total:** Resultante del impacto económico en euros adicional derivado del total de episodios de daño que han tenido lugar. El coste hospitalario adicional total anual ha sido estimado asumiendo que los episodios con daño se comportasen como si no hubiesen tenido el daño, estratificando por proceso con características clínicas de los pacientes acorde a los Grupos Relacionados por el Diagnóstico (GRD), obteniendo así la diferencia con daño vs sin daño para cada GRD específico.



IRAS

(Infecciones Relacionadas con la Asistencia Sanitaria)



Las infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria (IRAS) son el tipo de daño más prevalente entre los analizados. Representan el 72% del total de días adicionales de estancia hospitalaria, el 56% de los ingresos adicionales, el 61% de los días adicionales de estancia en la UCI, el 35% de las muertes intrahospitalarias y el 61% del coste adicional total derivado de los daños estudiados. Nótese que, para llevar a cabo la cuantificación, se han considerado las siguientes IRAS:

- Infección Relacionada con Catéter Central (CRBSIs)
- Infecciones del sitio quirúrgico (ISQ)
- Infecciones del tracto urinario asociadas al uso de catéter (CAUTI)
- Neumonía Asociada a Ventilación (CMS)

Impacto clínico anual (en SNS)

➔ Estancia hospitalaria

 **+887.465** días adicionales

➔ Estancia UCI

 **+145.788** días adicionales

➔ Utilización UCI

 **+6.372** ingresos adicionales

➔ Mortalidad intrahospitalaria

 **+1.981** muertes adicionales

Impacto económico (en SNS)

➔ Coste hospitalario medio por paciente

Paciente estándar sin daño

5.678 €



Paciente con daño evitable

14.775 €

➔ Coste hospitalario adicional total anual



+259.004.251 €

adicionales

(resultantes de asumir que los episodios con daño se comportasen como los que no lo tienen, ajustando por las características clínicas de los pacientes acorde a los GRD)

Tecnologías innovadoras

La incorporación de grupos de tecnologías avanzadas como las siguientes (lista no exhaustiva) permite prevenir y mitigar el impacto de las IRAS significativamente:

- Dispositivos y sistemas de prevención de IRAS
- Apósitos novedosos
- Tecnologías avanzadas de Terapias de Presión Negativa (TPN)
- Agentes antisépticos y desinfectantes
- Tecnología para el diagnóstico precoz de IRAS



Sepsis



La sepsis es el tercer tipo de daño más prevalente entre los analizados, contribuyendo, además, a un importante incremento en el número de muertes hospitalarias, representando el 48% del total de las muertes adicionales.

Impacto clínico anual (en SNS)

➔ Estancia hospitalaria

 **+172.196** días adicionales

➔ Estancia UCI

 **+51.906** días adicionales

➔ Utilización UCI

 **+2.747** ingresos adicionales

➔ Mortalidad intrahospitalaria

 **+2.698** muertes adicionales

Impacto económico (en SNS)

➔ Coste hospitalario medio por paciente

Paciente estándar sin daño

5.823 €



Paciente con daño evitable

25.867 €

➔ Coste hospitalario adicional total anual estimado



+108.914.868 €

adicionales

(resultantes de asumir que los episodios con daño se comportasen como los que no lo tienen, ajustando por las características clínicas de los pacientes acorde a los GRD)

Tecnologías innovadoras

La incorporación de tecnologías avanzadas como las siguientes (lista no exhaustiva) permite prevenir la sepsis, o bien realizar un diagnóstico precoz:

- ➔ Tecnología de **RMN miniaturizada**
- ➔ **PCR** y equipos de **cuantificación** de **parámetros**
- ➔ Dispositivos de extracción de sangre avanzados
- ➔ Equipos automatizados para **hemocultivos satélite**
- ➔ **Toallitas** desinfectantes con **clorhexidina**



Eventos adversos en cirugía



Los eventos adversos en cirugía representan el segundo daño más prevalente de entre los analizados, y son responsables de entre el 9%-15% del impacto clínico y económico agregado con todos los daños en base a los indicadores considerados. Nótese que los eventos adversos en cirugía considerados incluyen la definición de errores quirúrgicos según los códigos AHRQ (Agency for Healthcare Research and Quality).

Impacto clínico anual (en SNS)

➔ Estancia hospitalaria

 **+108.083** días adicionales

➔ Estancia UCI

 **+21.843** días adicionales

➔ Utilización UCI

 **+1.684** ingresos adicionales

➔ Mortalidad intrahospitalaria

 **+615** muertes adicionales

Impacto económico (en SNS)

➔ Coste hospitalario medio por paciente

Paciente estándar sin daño

5.475 €



Paciente con daño evitable

11.772 €

➔ Coste hospitalario adicional total anual



+41.649.693 €

adicionales

(resultantes de asumir que los episodios con daños se comportasen como los que no lo tienen, ajustando por las características clínicas de los pacientes acorde a los GRD)

Tecnologías innovadoras

Las siguientes tecnologías avanzadas (lista no exhaustiva) previenen y mitigan el impacto de los daños:

- ➔ Cirugía robótica
- ➔ Sistema de navegación asistida por computadora
- ➔ Plataformas de planificación 3D
- ➔ Sistema de grapado inteligente
- ➔ Productos hemostáticos
- ➔ Monitorización de oximetría



Tromboembolismo (TEV)



El tromboembolismo es uno de los daños menos prevalentes entre los estudiados, y representa un porcentaje de entre el 2-4% de los distintos indicadores de impacto clínico y económico analizados.

Impacto clínico anual (en SNS)

➔ Estancia hospitalaria

 **+30.201** días adicionales

➔ Estancia UCI

 **+4.981** días adicionales

➔ Utilización UCI

 **+335** ingresos adicionales

➔ Mortalidad intrahospitalaria

 **+168** muertes adicionales

Impacto económico (en SNS)

➔ Coste hospitalario medio por paciente

Paciente estándar sin daño

5.016 €



Paciente con daño evitable

25.382 €

➔ Coste hospitalario adicional total anual



+15.890.767 €

adicionales

(resultantes de asumir que los episodios con daño se comportasen como los que no lo tienen, ajustando por las características clínicas de los pacientes acorde a los GRD)

Tecnologías innovadoras

La incorporación de tecnologías avanzadas como las siguientes (lista no exhaustiva) permite prevenir el tromboembolismo o una detección precoz:

- ➔ Sistemas de **compresión neumática vascular**
- ➔ **Medias elásticas** anti-embolismo
- ➔ Sistemas de **detección** de **dímeros D**
- ➔ **Stents** o **endoprótesis**



Úlceras por presión



Las úlceras por presión tienen una incidencia del 0,17% entre las hospitalizaciones con 6.241 episodios anuales, de los cuales 940 son debidos exclusivamente a úlceras de estadio III y IV.

Impacto clínico anual (en SNS)

Úlceras de presión (todos los grados)

➔ Estancia hospitalaria

 **+80.839** días adicionales

➔ Estancia UCI

 **+14.297** días adicionales

➔ Mortalidad intrahospitalaria

 **+365** muertes adicionales

Úlceras de presión (grados III y IV)

➔ Estancia hospitalaria

 **+21.087** días adicionales

➔ Estancia UCI

 **+6.144** días adicionales

➔ Mortalidad intrahospitalaria

 **+24** muertes adicionales

Tecnologías innovadoras

La incorporación de tecnologías avanzadas como las siguientes (lista no exhaustiva) permite prevenir y mitigar el impacto de los daños significativamente:

- ➔ Apósitos novedosos
- ➔ Tecnologías avanzadas de **Terapia de Presión Negativa (TPN)**
- ➔ Otros **dispositivos** de **prevención** de úlceras por **alivio de presión**
- ➔ Productos para un buen **mantenimiento** de la **piel**

Conclusiones

El impacto de los cinco daños analizados en el ámbito hospitalario público en España es muy significativo tanto para los pacientes como para la carga asistencial y económica del SNS. Los daños evitables causan 425M€ de costes adicionales anuales y alrededor de 1.2M de días de estancia y >5.5k muertes adicionales. La mayoría de estos daños son potencialmente prevenibles, lo que enfatiza la necesidad de implementar estrategias preventivas robustas y basadas en evidencia.

Las tecnologías expuestas en el presente informe demuestran ser altamente efectivas en la reducción de riesgos y mostraron una notable relación coste-efectividad.

La inversión en estas tecnologías se compensa ampliamente por la reducción de las consecuencias adversas, mejorando la calidad de vida de los pacientes y optimizando los recursos del sistema de salud, con ahorros a largo plazo debido a la disminución de intervenciones clínicas adicionales, estancias hospitalarias y tasas de readmisión.

En conclusión, la adopción de nuevas tecnologías es crucial para mejorar la gestión de la salud, prevenir y mitigar daños clínicos graves, y contribuir a la sostenibilidad económica del sistema de salud. La evidencia respalda firmemente la inversión en estas tecnologías como una estrategia clave para mejorar los resultados clínicos y económicos.

01

Introducción



En el ámbito de la atención sanitaria, la seguridad del paciente se ha convertido en un tema de creciente relevancia, especialmente en un contexto donde el avance tecnológico y la complejidad de los sistemas de salud están en constante evolución. A pesar de los esfuerzos realizados para mejorar la calidad de la atención y minimizar los riesgos, las fuentes de daño a pacientes siguen siendo una preocupación crítica. Estas fuentes de daño pueden ser diversas y abarcan desde errores humanos hasta fallos sistémicos, pasando por la falta de comunicación entre profesionales de la salud, deficiencias en los equipos médicos y problemas en la gestión de medicamentos.

Las estadísticas globales indican que millones de pacientes sufren daños análogos a los efectos de enfermedades prevenibles cada año, lo que pone de relieve la necesidad urgente de identificar y abordar los factores que contribuyen a estos eventos adversos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que uno de cada diez pacientes experimenta un daño relacionado con la atención médica y, cada año, más de **3 millones de personas fallecen** como consecuencia de ello. En los países de ingresos medianos y bajos, 4 de cada 100 personas mueren por este motivo [1]. Más de la mitad de estos daños (es decir, en uno de cada veinte pacientes) se pueden prevenir, lo que subraya la importancia de una cultura de seguridad que promueva la identificación y la mitigación de riesgos.

En cuanto a algunos procedimientos que tienden a causar daño en el paciente se destacan los siguientes:

A nivel nacional, se han realizado diversos estudios que tienen como objetivo cuantificar y/o mitigar el daño al paciente, sin embargo, en su mayoría presentan limitaciones significativas, como el carecer de fuentes robustas de datos o el hecho de estar basados en datos insuficientes y/o imprecisos. La propia recogida e integración de los datos, así como su correcta codificación también es una limitación a tener en cuenta.

Este informe constituye la primera fase de un análisis exhaustivo sobre las fuentes de daño en el entorno clínico. En esta etapa inicial, se examinan las principales fuentes de daño al paciente y se analiza cómo la evolución tecnológica puede contribuir a su prevención y mitigación. En fases posteriores, se abordarán otras fuentes de daño, tales como los errores de medicación y las heridas de difícil curación, con el objetivo de proporcionar una visión integral y detallada de los riesgos, así como de lastecnologías que pueden ayudar a mitigarlos.

Infecciones asociadas a la asistencia sanitaria (IRAS)

Un 0,14% de las infecciones se contraen durante la atención sanitaria, con una frecuencia que aumenta en un 0,06% cada año. Estas infecciones prolongan las estancias hospitalarias y causan problemas crónicos de discapacidad, resistencias a los antimicrobianos, muertes evitables y gastos para los pacientes, sus familiares y los sistemas de salud, además de tener un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes y familiares [2]. En España, durante el año 2023, la prevalencia de las IRAS fue de un 8,2% de acuerdo con la Sociedad Española de Medicina Preventiva Salud Pública y Gestión Sanitaria [3].

Intervenciones quirúrgicas

Cada año se realizan más de 300 millones de intervenciones quirúrgicas en todo el mundo [4]. A pesar de conocer bien sus posibles efectos adversos, la frecuencia de eventos adversos no deseados sigue siendo alta. En concreto, el 10% de los daños prevenibles a pacientes ocurre en este contexto [5], especialmente antes y después de las intervenciones [6].

Tromboembolismos venosos

Uno de los mayores daños causados por la atención de salud son los tromboembolismos venosos, que comúnmente se conocen como embolias o trombos. En concreto, representan un tercio de las complicaciones de las estancias hospitalarias [7]. Se trata de un evento adverso que también se podría prevenir.

Úlceras por presión

Las úlceras de decúbito pueden aparecer cuando determinadas partes del cuerpo presionan una superficie durante un periodo prolongado, y pueden afectar a la piel y los tejidos blandos. A pesar de que este problema se puede prevenir en gran medida, afecta a 1 de cada 10 pacientes hospitalizados [8]. A nivel nacional, la prevalencia de las úlceras por presión entre pacientes hospitalizados se situó en torno a un 7,7%, con gran variabilidad dependiendo del tamaño del centro y la unidad en la que ingresa el paciente [9]. Se trata de un problema que incide enormemente en la calidad de vida y en la salud mental y física de las personas y que, si no se trata con rapidez, puede tener consecuencias mortales.

Objetivos

El presente informe tiene como objetivo explorar en profundidad las diversas fuentes de daño a pacientes, clasificándolas en categorías que incluyen infecciones nosocomiales, complicaciones quirúrgicas y complicaciones derivadas de la estancia hospitalaria. Además, se examinarán las estrategias y prácticas recomendadas para la prevención y gestión de estos incidentes, así como la importancia de fomentar un entorno de aprendizaje continuo entre los profesionales de la salud. A través de esta revisión técnica, se busca no solo concienciar sobre la importancia crítica del asunto, sino también proporcionar herramientas útiles que faciliten la implementación de mejoras en la práctica clínica, con el fin de garantizar una atención más segura y efectiva para todos los pacientes.

Al abordar las fuentes de daño desde una perspectiva integral y desde el punto de vista de posibles tecnologías aplicables, se espera contribuir a la creación de un marco más robusto para la seguridad del paciente, donde cada actor del sistema de salud asuma un papel activo en la identificación, prevención y reducción de riesgos, promoviendo así un enfoque colaborativo en la mejora de la atención sanitaria.

Con este ejercicio también se busca concienciar sobre la necesidad de una correcta codificación de los daños al paciente, ya que esto permite que los impactos económicos y en salud pueden ser estimados de manera más fidedigna.

Metodología

Para llevar a cabo este informe, se ha aplicado una metodología con distintas etapas:

1. **Estimar la prevalencia de eventos de daño al paciente en España por causa:** para este fin, nos hemos apoyado en la base de datos de Hospitalizaciones de IQVIA y en la definición de los Indicadores de Seguridad del Paciente (PSI) publicados por la AHRQ (*Agency for Healthcare Research and Quality*).
 - **Base de datos de Hospitalizaciones de IQVIA:** Ofrece datos detallados por hospitalización y MOS (Medical Outcomes Study), que incluye las características de los pacientes (edad, sexo, comorbilidades) y las características de los episodios (diagnóstico principal, diagnóstico secundario diferenciando si estaban presentes en el momento del ingreso, procedimientos quirúrgicos, duración de la estancia, mortalidad intrahospitalaria, circunstancia del ingreso urgencia/programado), y tiene un ~50% de cobertura de las hospitalizaciones del Sistema Nacional de Salud.
 - **Definición de Indicadores de Seguridad del Paciente (PSI) de la AHRQ (*Agency for Healthcare Research and Quality*):** Proporcionan información

sobre cómo medir los eventos de seguridad potencialmente evitables que representan oportunidades de mejora en la prestación de la atención sanitaria. Los indicadores de seguridad del paciente (PSI) desarrollados por la AHRQ permiten estandarizar la medición de errores y efectos adversos asociados a la atención médica en la población adulta. Incluye las definiciones de cada uno de los indicadores a partir de los códigos CIE-10-ES. Todas las definiciones han sido consideradas para pacientes con 18 años o más.

Se definieron las siguientes fuentes de daño al paciente en función de las definiciones disponibles en las bases de datos:

2. **Estimar la carga clínica y económica causada por estos eventos prevenibles:** Para este fin se ha realizado un análisis con los datos de IQVIA y de los estudios identificados para estimar la sobremortalidad intrahospitalaria causada por estos eventos y la utilización extra de los recursos sanitarios en los hospitales públicos provocada por estos eventos (mayor estancia, mayor utilización de la UCI, mayor estancia en la UCI).
3. **Identificar casos en los que la tecnología redujo la carga:** Una vez que se ha estimado la carga de eventos de daño prevenible para el paciente, se ha procedido a la identificación de las soluciones tecnológicas que podrían ayudar a prevenir y mitigar los problemas identificados. Para ello, se ha contado con la información obtenida a través de FENIN y de compañías relevantes del sector de tecnología sanitaria.

Fuente de daño	Base de datos	Definición
Infecciones Relacionadas con la Asistencia Sanitaria (IRAS)	Codificación de infecciones postoperatorias según CMS, AHRQ, NHSN y CDC	<ul style="list-style-type: none"> • Todo tipo de IRAS (criterios de inclusión y exclusión definidos por la CMS): <ul style="list-style-type: none"> ☒ Infección Relacionada con Catéter Central (CRBSIs) (AHRQ PSI 07) ☒ Infecciones del tracto urinario asociadas al uso de catéter (CAUTI) ☒ Infecciones del sitio quirúrgico (ISQ) (procedimientos NHSN) ☒ Neumonía Asociada a Ventilación (CMS)
Sepsis	AHRQ	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de sepsis adquirida en el hospital (indicador similar a PSI 13, denominador: todos los episodios de hospitalización)
Eventos adversos en cirugía	AHRQ: agregación de 6 PSI*	<ul style="list-style-type: none"> • Elemento quirúrgico retenido o fragmento de dispositivo no recuperado (PSI 05) • Neumotórax iatrogénico (PSI 06) • Hemorragia o hematoma Perioperatorio (PSI 09) • Punción o laceración accidental abdominopélvica (PSI 15) • Tasa de trauma obstétrico: parto vaginal con instrumentación (PSI 18) • Tasa de trauma obstétrico: parto vaginal sin instrumentación (PSI 19)
Embolia pulmonar perioperatoria o trombosis venosa profunda	AHRQ	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de embolia pulmonar perioperatoria o trombosis venosa profunda (PSI 12)
Úlceras por presión	AHRQ	<ul style="list-style-type: none"> • Úlceras por presión en sitios especificados y no especificados, en cualquier estadio (Códigos CIE-10-diagnosticos: L89), aplicando criterios de inclusión y exclusión definidos por la AHRQ (PSI 03).

Notas: CMS: Centers for Medicare & Medicaid Services; AHRQ: Agency for Healthcare Research and Quality; NHSN: National Healthcare Safety Network; CDC: Centers for Disease Control and Prevention.

02

Causas más comunes de daño al paciente en España

Apalancándonos en fuentes de datos de IQVIA se ha analizado la incidencia de diferentes fuentes de daño en España (Figura 1). Nótese que las referencias citadas en esta sección se utilizan únicamente como puntos de comparación para los datos obtenidos, y no como fuentes primarias de estos valores. Así, las referencias muestran que los datos de incidencia proporcionados por IQVIA están alineados con los rangos establecidos en la literatura.

Las infecciones relacionadas con la atención sanitaria (IRAS) por otra parte, tuvieron una incidencia del 1,62%, de las cuales la mitad de ellas aproximadamente están relacionadas con el uso de un dispositivo médico externo. En cuanto a su tipología, el 26% del total de las IRAS son infecciones del sitio quirúrgico, 10% neumonía asociada a ventilación mecánica, el 9% son infecciones del tracto urinario asociadas al uso de catéter (CAUTI), el 4% son infecciones relacionadas con uso de catéter central, mientras que para el 49% restante de IRAS no se ha establecido la relación con dispositivos médicos (incluyendo infecciones genitourinarias no CAUTI, infecciones respiratorias, bacteriemia, etc.) [10].

Hubo ~7.000 episodios con una complicación de sepsis en 2023, lo que representa una incidencia del 0,22% [10, 11].

Se estima que los eventos adversos en cirugía tuvieron una incidencia del 0,47% en los hospitales públicos españoles en 2023 [11].

Por su parte, la incidencia de episodios de tromboembolismo venoso (TEV) fue del 0,04%, con un total de episodios de 1.359 [10,12].

La úlcera por presión presentó una incidencia del 0,17% con 6.241 episodios con esta complicación, de los cuales 940 fueron de categoría III o IV, representando un 0,03% de incidencia [10, 13].

Es relevante destacar que los datos utilizados para estimar las fuentes de daño, así como las consecuencias clínicas y económicas de éstas, representan aproximadamente el 50% de las hospitalizaciones en España. Para poder obtener una estimación a nivel nacional, se ha procedido a extrapolar estos datos, con el fin de proporcionar una visión completa y representativa del panorama nacional.

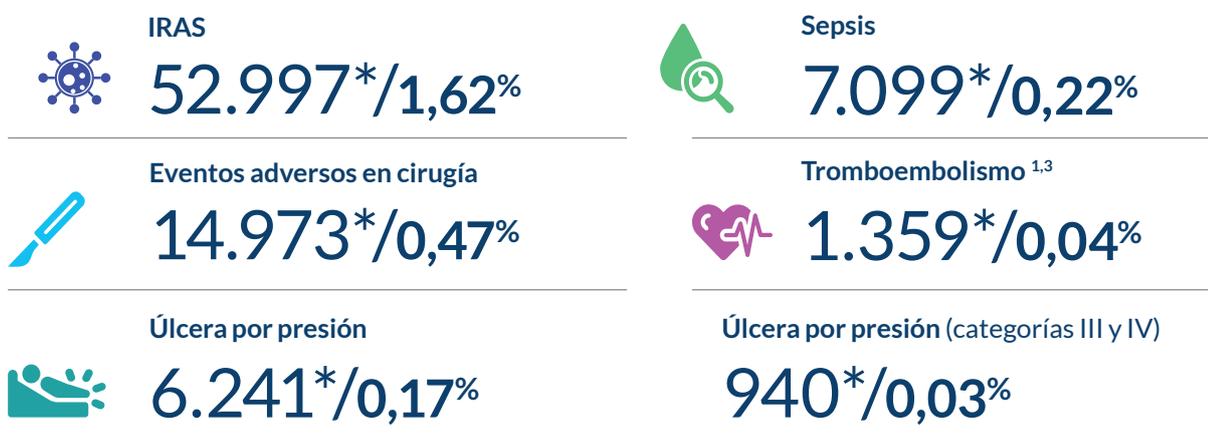
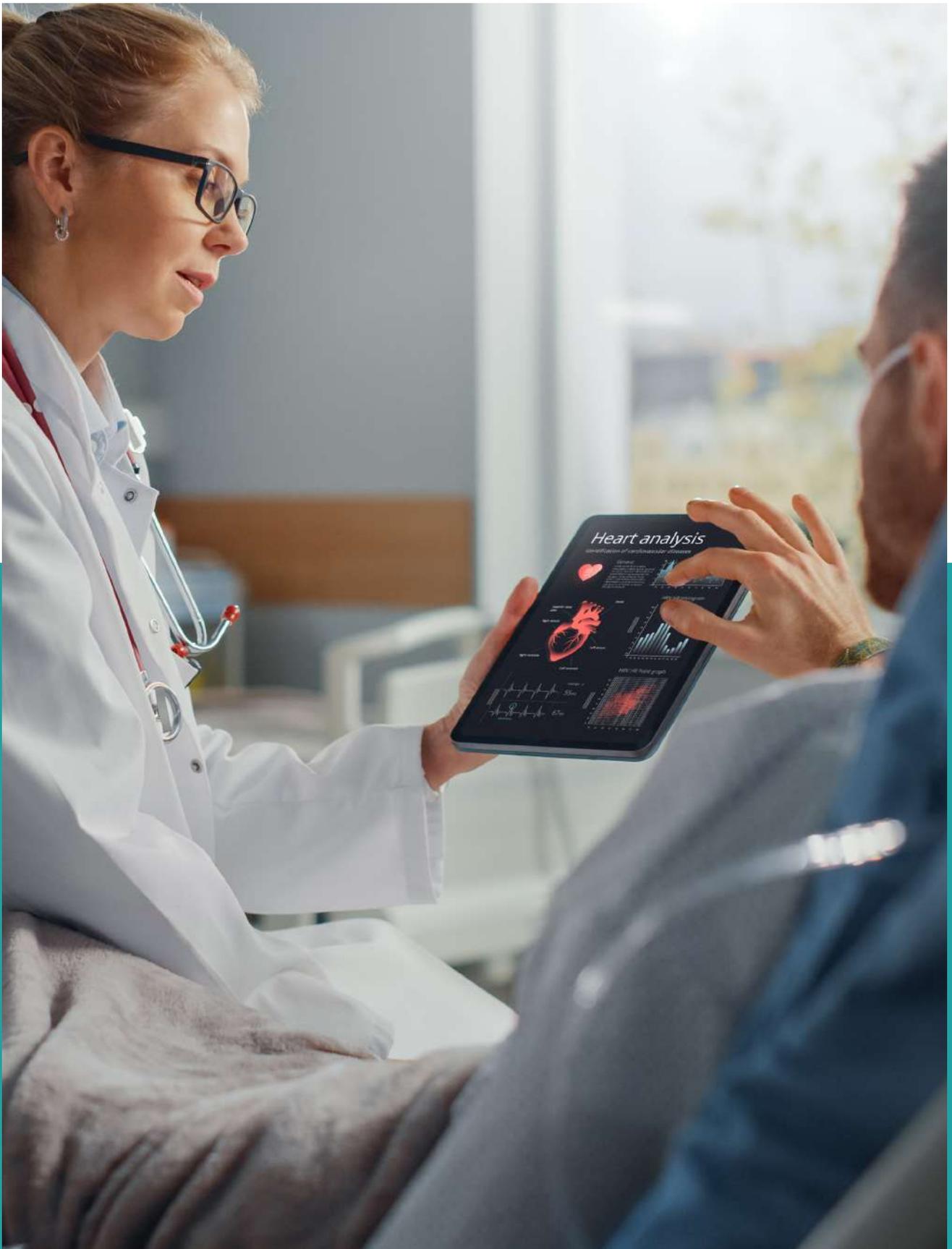


Figura 1: Episodios con complicación / incidencia hospitalaria de cada una de las fuentes de daño



03

Consecuencias clínicas derivadas de cada uno de los daños al paciente

El impacto clínico derivado de cada una de las fuentes de daño detalladas en el apartado anterior ha sido evaluado mediante el análisis de la carga incremental de 4 indicadores fundamentales:

1. **Estancia hospitalaria:** Indicador que mide la cantidad adicional de días que los pacientes han permanecido hospitalizados debido a cada uno de los daños definidos.
2. **Utilización UCI:** Parámetro que cuantifica el aumento en el número de ingresos a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) como consecuencia de cada uno de los daños definidos.
3. **Estancia UCI:** Indicador que mide el aumento en la cantidad de días que los pacientes han permanecido hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) como resultado de cada uno de los daños identificados.
4. **Mortalidad intrahospitalaria:** Parámetro que cuantifica el aumento de la tasa de mortalidad como resultado de cada uno de los daños definidos.

Para calcular la carga incremental, los episodios hospitalarios se agruparon según características clínicas homogéneas al momento del ingreso, utilizando los Grupos Relacionados con el Diagnóstico (GRD). Dentro de cada grupo, se compararon los episodios con daño con aquellos sin daño. A los episodios con daño se les asignaron los resultados de los episodios sin daño, lo que permitió evaluar con precisión el impacto de cada fuente de daño.

En el caso específico de las úlceras por presión, se ha realizado una estratificación según el GRD al ingreso, la severidad y el GRD al alta. Esto se debe a que, para este tipo de daño, puede ser difícil determinar si las úlceras por presión son la causa o la consecuencia de otros resultados, como la duración de la estancia hospitalaria. Este enfoque permite comparar casos con características aún más similares, ya que considera tanto las características del paciente al ingreso como al alta.

Es imperativo considerar que los resultados manejados podrían estar subestimados, dado que se circunscriben exclusivamente a la información registrada en los informes de alta de los pacientes. No se contemplan los casos en los que los clínicos no hayan detallado dichos daños en los informes de alta, ni aquellos que no estén bien codificados. Tampoco se contemplan aquellos daños en los que un paciente ha sido dado de alta tras un episodio y posteriormente readmitido en el mismo centro u otro centro debido a un daño asociado, ni cualquier impacto extrahospitalario, como por ejemplo aquel que haya podido ser recogido en atención primaria. Es importante tener en cuenta que, para realizar la aproximación del impacto de cada una de las causas de daño, se ha adoptado la definición de la AHRQ, caracterizada por su rigor y especificidad, restringiéndose a códigos con una asociación altamente confiable a eventos de daño al paciente. En consecuencia, se han podido excluir episodios que, aunque podrían estar potencialmente relacionados con daños al paciente, no cumplen con este criterio de alta fiabilidad, priorizándose la fiabilidad, seguridad y especificidad sobre la exhaustividad e inespecificidad. A pesar de esta posible subestimación, nótese que el impacto de los daños resulta considerablemente significativo (**Tablas 1 y 2**).

Fuentes de daño	Estancia hospitalaria (días adicionales)	Utilización UCI (ingresos adicionales)	Estancia UCI (días adicionales)	Mortalidad intrahospitalaria (muertes adicionales)
IRAS*	+ 887.465	+ 6.372	+ 145.788	+ 1.981
Sepsis	+ 172.196	+ 2.747	+ 51.906	+ 2.698
Eventos adversos en cirugía	+ 108.083	+ 1.684	+ 21.843	+ 615
Tromboembolismo	+ 30.201	+ 335	+ 4.981	+ 168
Úlcera de presión Todas las categorías	+ 80.839	+ 61	+ 14.297	+ 365
Úlcera de presión Categorías III y IV	+ 21.087	+ 20	+ 6.144	+ 24

IRAS: Infecciones Relacionadas con la Asistencia Sanitaria.

Tabla 1: Carga incremental anual estimada de estancia hospitalaria, utilización UCI, estancia UCI y mortalidad intrahospitalaria para cada una de las fuentes de daño (2023).

* Para la realización del ejercicio se han excluido aquellas IRAS que además tenían una sepsis con el fin de no doble contarlas, ya que se han analizado en el grupo de las sepsis.

Fuentes de daño	Estancia hospitalaria (días)		Utilización UCI(%)		Estancia UCI (días)		Mortalidad intrahospitalaria (%)	
	EM sin daño	EM con daño	%Utilización sin daño	%Utilización con daño	EM UCI sin daño	EM UCI con daño	Tasa sin daño	Tasa con daño
IRAS*	5,8	26,9	9,3%	31,4%	3,5	14,8	4,0%	9,9%
Sepsis	6,2	34,1	11,0%	64,3%	3,8	17,7	3,8%	42,6%
Eventos adversos en cirugía	6,4	15,1	9,7%	32,8%	4,6	9,9	4,4%	6,7%
Tromboembolismo	6,2	33,7	16,9%	52,6%	3,9	12,7	1,6%	15,6%
Úlcera de presión Todas las categorías	9,5	32,3	12,1%	29,5%	5,7	25,9	5,1%	20,3%
Úlcera de presión Categorías III y IV	9,7	48,4	13,4%	47,0%	5,4	38,4	5,4%	19,0%

IRAS: Infecciones Relacionadas con la Asistencia Sanitaria. EM: Estancia Media

Tabla 2: Resultado promedio, a nivel global, de cada uno de los parámetros establecidos para ambas situaciones: con daño y sin daño (2023).

Las infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria (IRAS) resultaron en 887.465 días adicionales de estancia hospitalaria. Asimismo, la utilización de la UCI se incrementó con 6.372 ingresos adicionales, sumando 145.788 días adicionales de estancia en la UCI. Además, la mortalidad intrahospitalaria se vio afectada, con

1.981 muertes adicionales. Nótese que, debido a la limitación de la información a nivel exclusivamente hospitalario, se excluyen las infecciones que no se manifiestan durante el periodo de hospitalización.

En cuanto a la sepsis, ésta llevó a un incremento de 172.196 días adicionales de estancia hospitalaria.

La utilización de la UCI aumentó con 2.747 ingresos adicionales. Este incremento en la utilización también se reflejó en la estancia en la UCI, que sumó 51.906 días adicionales. Finalmente, la mortalidad intrahospitalaria también se incrementó, con 2.698 muertes adicionales.

Cabe destacar que las IRAS y la sepsis no solo tienen los impactos previamente detallados, sino que también contribuyen al desarrollo de resistencias a los antibióticos. Este fenómeno es especialmente preocupante, ya que la resistencia a los antibióticos limita las opciones de tratamiento disponibles y puede llevar a infecciones más difíciles de tratar, aumentando así la carga sobre los sistemas de salud y poniendo en riesgo la vida de los pacientes. De hecho, la OMS advierte que, de no tomarse medidas efectivas, para el año 2050 más personas podrían morir a causa de infecciones resistentes que por cáncer [14].

En cuanto a los eventos adversos en cirugía, estos resultaron en un incremento de 108.083 días adicionales de estancia hospitalaria. Además, la utilización de la UCI se incrementó con 1.684 ingresos adicionales, sumando 21.843 días adicionales de estancia en la UCI. Finalmente, la tasa de mortalidad intrahospitalaria se vio afectada, con 615 muertes adicionales.

El tromboembolismo (embolia pulmonar y trombosis venosa profunda) también muestra un impacto clínico sustancial. Esta condición resultó en 30.201 días adicionales de estancia hospitalaria. Asimismo, la utilización de la UCI se incrementó con 335

ingresos adicionales y la estancia en la UCI sumó 4.981 días adicionales. Además, la mortalidad intrahospitalaria se vio afectada, con 168 muertes adicionales.

Finalmente, en lo que concierne a las úlceras por presión, llevaron a un incremento de 80.839 días adicionales de estancia hospitalaria (21.087 días si solo se consideran las de estadio III y IV). Además, la utilización de la UCI se incrementó con 61 ingresos adicionales (20 en úlceras de estadio III y IV). Este aumento en la utilización también se reflejó en la estancia en la UCI, que sumó 14.297 días adicionales (6.144 exclusivamente en úlceras grado III y IV). Finalmente, la mortalidad intrahospitalaria se vio afectada, con 365 muertes adicionales (de las cuales 24 por UPP de estadios III y IV).

En resumen, los datos muestran que todas las fuentes de daño analizadas (IRAS, sepsis, eventos adversos en cirugía, embolia pulmonar y trombosis venosa profunda, y úlceras por presión) tuvieron un impacto significativo en los resultados hospitalarios. Estos daños aumentaron considerablemente la estancia hospitalaria, la utilización y estancia en la UCI, y la tasa de mortalidad intrahospitalaria. La comparación entre episodios con y sin daño revela incrementos sustanciales en todas las dimensiones, subrayando la gravedad y el impacto de estos daños en los recursos hospitalarios y la salud de los pacientes, generando una necesidad de implementar estrategias efectivas y emplear tecnología médica avanzada para prevenir y mitigar estos daños y reducir sus impactos.





04

Consecuencias económicas derivadas

Es crucial considerar que estas situaciones también conllevan repercusiones económicas significativas, las cuales deben ser asumidas por los hospitales en forma de costes hospitalarios adicionales. Además, hay que tener en cuenta que también se producen costes derivados de las propias complicaciones, que, aunque no impacten directamente al hospital, sí pueden tener un impacto para el SNS, como por ejemplo los costes asociados a la atención primaria y el seguimiento del paciente.

Se ha cuantificado el impacto económico correspondiente a cada una de las causas de daño al paciente, lo que pone de manifiesto la carga financiera adicional que estas instituciones deben gestionar (Tabla 3).

El impacto económico abarca diversos componentes esenciales. En primer lugar, se incluyen los costes de planta, que comprenden la hospitalización, las pruebas diagnósticas, el coste médico, el coste de la UCI y otros costes directos. Además, se consideran los costes del bloque quirúrgico, así como el coste de las prótesis. También son relevantes los costes de farmacia y los costes de radiología. Finalmente, se incluyen los costes de laboratorio, que abarcan tanto los costes de los laboratorios clínicos como los de anatomía patológica. Es importante mencionar que no se ha tenido en cuenta el impacto indirecto económico al realizarse la aproximación de las consecuencias económicas derivadas del impacto clínico de cada uno de los daños.

Nótese que la estimación precisa del impacto económico de las úlceras por presión presenta desafíos significativos y no se ha podido estimar con robustez y fiabilidad debido a la dificultad inherente

de determinar con certeza si el episodio de úlcera por presión es una consecuencia directa o una causa subyacente de una prolongada estancia hospitalaria.

Los resultados muestran que los eventos adversos en cirugía generaron un sobrecoste hospitalario adicional de 41.649.693 €, considerando que los episodios con daño hubiesen tenido el coste de los de no daño, ajustado por casuística. Las infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria (IRAS) resultaron en un sobrecoste hospitalario adicional de 259.004.251 €. La sepsis, otra fuente significativa de daño, resultó en un sobrecoste hospitalario adicional de 108.914.868 €. Finalmente, el tromboembolismo generó un sobrecoste hospitalario adicional de 15.890.767 €.

En términos de costes medios por paciente, los episodios sin eventos adversos quirúrgicos generaron un coste hospitalario medio de 5.475 € por paciente, que se incrementa a 11.772 € en el caso de los episodios con este daño. El coste medio por paciente en episodios que sufrieron IRAS se elevó a 14.775€, mientras que los episodios sin daño tuvieron un coste promedio de 5.678 €. Los pacientes con episodios con sepsis tuvieron un coste hospitalario promedio de 25.867€, mientras que el coste de los episodios sin daño fue de 5.823€. Finalmente, el coste hospitalario medio sin tromboembolismo fue de 8.016 €, que se incrementa a 25.382 € cuando hay daño.

El análisis de estos datos evidencia que las fuentes de daño no solo tienen un impacto clínico importante, sino que también un impacto financiero sustancialmente significativo para los hospitales. Además, es crucial subrayar que estos valores representan una estimación mínima del impacto

Fuentes de daño	Coste hospitalario medio por episodio sin daño	Coste hospitalario medio por episodio con daño	Coste hospitalario adicional total anual
IRAS	5.678 €	14.775 €	259.004.251 €
Sepsis	5.823 €	25.867 €	108.914.868 €
Eventos adversos en cirugía	5.475 €	11.772 €	41.649.693 €
Tromboembolismo	8.016 €	25.382 €	15.890.767 €

Tabla 3: Coste hospitalario promedio para episodios con daño y sin daño; y coste hospitalario adicional total según cada fuente de daño al paciente (2023). El coste hospitalario adicional total anual ha sido estimado asumiendo que los episodios con daño se comportasen como si no hubiesen tenido el daño, estratificando por proceso con características clínicas de los pacientes acorde a los Grupos Relacionados por el Diagnóstico (GRD). Es importante tener en cuenta que los episodios sin daño y aquellos con daño corresponden a situaciones específicas con GRD particulares en cada caso. Esto hace imposible calcular directamente la diferencia, ya que implicaría asumir que todos los episodios en cada caso son iguales. Por lo tanto, el enfoque más sólido es el detallado, asumiendo que los episodios con daño se comportarían como si no hubiesen tenido el daño.

económico, ya que en realidad estos costes pueden ser considerablemente mayores, debido a los motivos mencionados anteriormente.

La mayoría de estos daños son potencialmente prevenibles, lo que enfatiza la necesidad de implementar estrategias preventivas robustas y basadas en evidencia. De hecho, según el Estudio Nacional sobre los Efectos Adversos ligados a la Hospitalización (ENEAS), se estimó que el 42,8% de los eventos adversos se consideraban evitables [15]. Así, la mitigación de estos daños no solo reduciría las consecuencias clínicas adversas, sino que también disminuiría los costes económicos asociados. Con el avance continuo y la integración de tecnologías innovadoras en la práctica clínica,

es cada vez más viable desarrollar e implementar soluciones que minimicen estos daños, mejorando así tanto la seguridad del paciente como la eficiencia económica de las instituciones hospitalarias.

Por ello, es de vital importancia medir de manera sistemática dichos eventos para poder analizar las causas de cualquier incremento o desviación significativa. Esta práctica permite intervenir de manera precoz, revisando protocolos y estableciendo nuevas estrategias que corrijan y prevengan en el futuro este tipo de eventos evitables. Además, es crucial la formación continua de los profesionales en materia de seguridad del paciente, asegurando que estén siempre actualizados y preparados para implementar las mejores prácticas en su labor diaria.



05

Tecnologías innovadoras para la mitigación de daños

En los últimos años, hemos sido testigos de una evolución sin precedentes en el desarrollo de la tecnología. Esta revolución tecnológica ha permeado en todos los aspectos de nuestra vida, y el sector de la salud no ha sido la excepción. En particular, el desarrollo de tecnologías innovadoras diseñadas para mitigar los daños al paciente en el ámbito clínico ha avanzado a pasos agigantados. Estas tecnologías no solo reducen significativamente el impacto clínico en los pacientes, mejorando su calidad de vida y acelerando su recuperación, sino que también ofrecen ventajas económicas sustanciales. Al minimizar las complicaciones y optimizar los tratamientos, estas soluciones tecnológicas no solo benefician directamente a los pacientes, sino que también contribuyen a la sostenibilidad del sistema de salud al reducir los costes asociados con tratamientos prolongados y hospitalizaciones. En este artículo, se explorarán algunas de las tecnologías más innovadoras que están revolucionando el cuidado de la salud y transformando la manera en que abordamos la prevención y mitigación de daños para cada una de las causas estudiadas (IRAS, sepsis, eventos adversos a la cirugía, tromboembolismo y úlceras por presión).

5.1. Infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria (IRAS)

Las IRAS son infecciones que los pacientes adquieren durante el proceso de recibir atención médica en hospitales o centros sanitarios. Pueden ser causadas por diversos microorganismos, incluyendo bacterias, virus y hongos, y están asociadas



a procedimientos invasivos, el uso de dispositivos médicos como catéteres y ventiladores, la limpieza inadecuada de los dispositivos reutilizables y la higiene de manos inadecuada. Representan un desafío significativo para la seguridad del paciente y la calidad de los servicios de salud a nivel mundial. Por ello, la prevención y el control de estas infecciones son esenciales y requieren la implementación de medidas estrictas de higiene, protocolos de esterilización y vigilancia epidemiológica continua [16]. Así,

se han desarrollado novedosas tecnologías dirigidas a minimizar el riesgo y controlar las IRAS, las cuales se dividen en las siguientes categorías:

- Dispositivos y sistemas de prevención de IRAS (subdividido a su vez en 3 subcategorías)
- Apósitos novedosos y Terapias de Presión Negativa
- Agentes antisépticos y desinfectantes
- Tecnología para el diagnóstico precoz de IRAS.



Exploramos algunas de las tecnologías más innovadoras que están revolucionando el cuidado de la salud.

5.1.1. Dispositivos y sistemas de prevención de IRAS

Los dispositivos y sistemas de prevención de IRAS se dividen, a su vez, en tres subcategorías: dispositivos de prevención de infecciones en procedimientos quirúrgicos y diagnósticos, dispositivos para la prevención de infecciones relacionadas con catéteres y accesos vasculares y otros dispositivos y sistemas de prevención de IRAS.

5.1.1.1. Dispositivos de prevención de infecciones en procedimientos quirúrgicos y diagnósticos

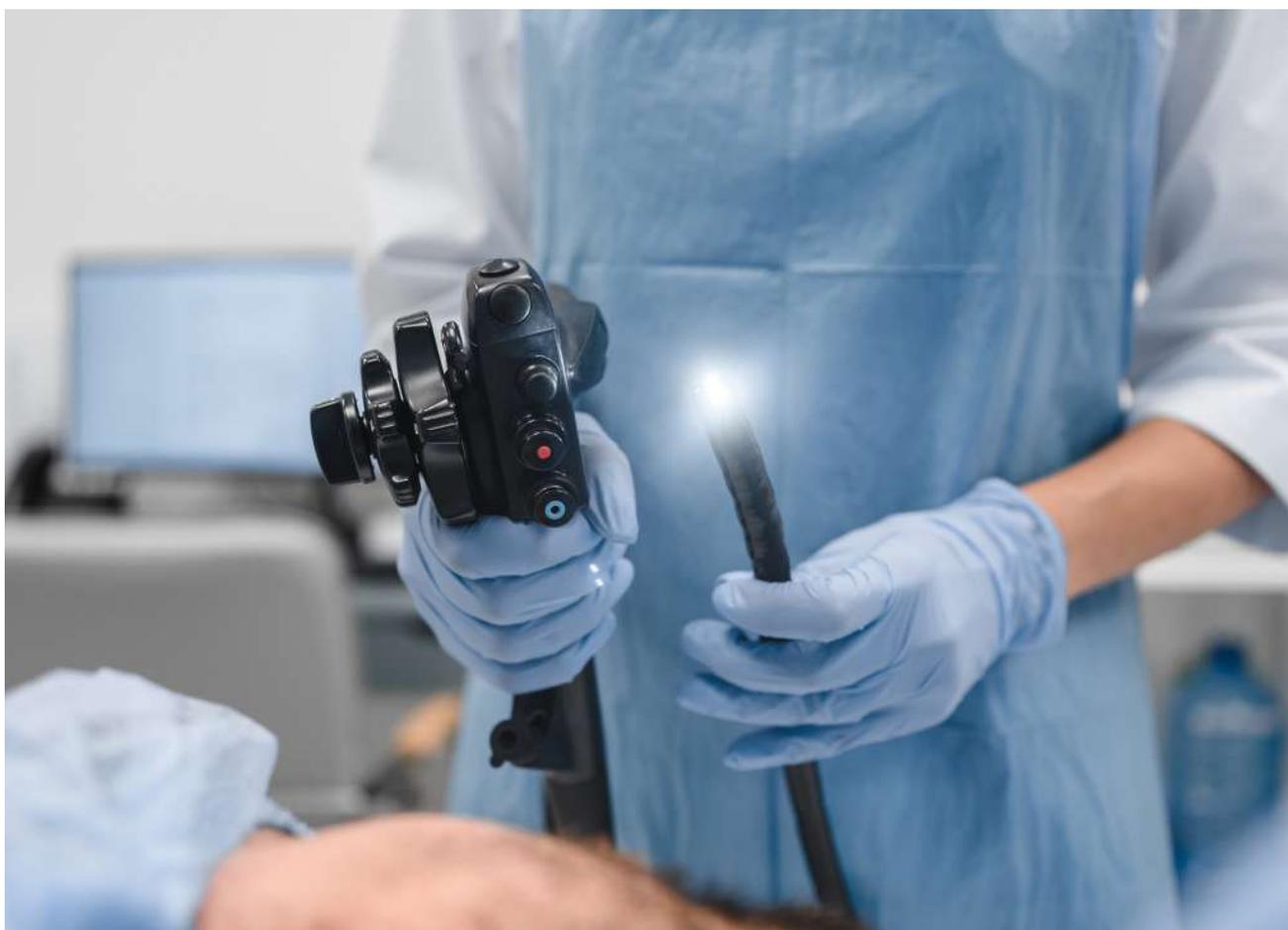
Se han desarrollado numerosos dispositivos destinados a la prevención de infecciones en procedimientos quirúrgicos y diagnósticos, incluyendo endoscopios de un solo uso, tubo endobronquial de doble lumen con cámara integrada, sistemas no invasivos para cirugía de hiperplasia benigna de próstata (HBP), mallas para dispositivos de electroestimulación, sistemas de manejo de temperatura y clavos intramedulares tibiales.

En primer lugar, **la tecnología de los endoscopios de un solo uso, que incluyen broncoscopios, cistoscopios, ureteroscopios, gastroscopios, rinolaringoscopios y duodenoscopios** entre otros, ha demostrado ser una solución efectiva para mitigar las IRAS. Tras la utilización de un endoscopio reutilizable, es necesario realizar un reprocesado exhaustivo para eliminar los patógenos y garantizar la seguridad del paciente. El reprocesado incluye numerosos pasos (limpieza manual, desinfección de alto nivel, esterilización, control microbiológico, etc.) que consumen una cantidad de tiempo significativa y requieren de personal formado, por lo que puede ralentizar y dificultar el flujo de trabajo. Dada su complejidad, este proceso puede fallar, dando lugar a contaminaciones cruzadas y posibles infecciones que ponen en riesgo al paciente y al personal expuesto. Los endoscopios de un solo uso, al ser estériles y desechables, eliminan este riesgo, garantizando un dispositivo nuevo y limpio para cada procedimiento. Esto mejora la seguridad del paciente, reduce los costes asociados al tratamiento de infecciones y hospitalizaciones prolongadas, y mejora el flujo de trabajo, ya que siempre está listo para su uso.

Los estudios de coste-efectividad de los endoscopios de un solo uso frente a los endoscopios reutilizables han mostrado resultados prometedores. Por ejemplo, el estudio de *Mouritsen et al. (2019)* encontró que los broncoscopios de un solo uso eran coste-efectivos frente al broncoscopio reutilizable, con un coste por procedimiento menor y una reducción en los costes asociados al tratamiento de infecciones, puesto que el riesgo de infección se considera nulo con los endoscopios de un solo uso. *Maerkedahl et al. (2020)* también mostró una mejora en los años de vida ajustados por calidad (QALYs) y una alta probabilidad de ser eficiente con el broncoscopio de un solo uso frente al reutilizable. En la revisión sistemática y metanálisis de *Andersen et al. (2022)* no se encontraron diferencias significativas en el coste por procedimiento entre el broncoscopio de un solo uso y el reutilizable, resaltando la influencia del volumen de procedimientos en la rentabilidad del broncoscopio reutilizable [17-19].

En el caso de los cistoscopios, *Wong et al. (2021)* y *Bertolo et al. (2024)* subrayaron la mejora en la experiencia del paciente y la simplificación del flujo de trabajo con el cistoscopio de un solo uso, además de su efectividad en situaciones de alto riesgo de infección. Ambos estudios mostraron un coste por procedimiento inferior con el cistoscopio de un solo uso frente al reutilizable. Su uso puede ser más rentable a largo plazo al evitar complicaciones (entre las que se encuentran las infecciones) y mejorar la eficiencia operativa [20, 21].

Otra alternativa de un solo uso es **la cápsula endoscópica**, cuya tecnología permite una visualización no invasiva del tracto gastrointestinal, contribuyendo significativamente a la seguridad del paciente. Al evitar procedimientos invasivos, se reduce el riesgo de complicaciones asociadas a la colonoscopia tradicional, como perforaciones, hemorragias o infecciones. La capacidad de obtener imágenes de alta resolución del tracto gastrointestinal, que de otra manera sería difícil de visualizar (ej. intestino delgado), permite un diagnóstico precoz de diversas patologías, incluyendo pólipos, inflamaciones, y sangrados, lo que facilita la intervención temprana y la mejora de los resultados clínicos. Esta detección precoz de patologías, a su vez, disminuye la morbilidad y mortalidad asociadas a retrasos en el diagnóstico y tratamiento. La naturaleza no invasiva del procedimiento también puede reducir el tiempo de hospitalización y mejora la comodidad del paciente [22, 23].



El tubo endobronquial de doble lumen con cámara integrada de un solo uso es una innovación significativa en los procedimientos de ventilación unipulmonar (VUP). Este dispositivo estéril permite aislar el pulmón izquierdo o derecho del paciente, mejorando la seguridad gracias a su cámara de vídeo integrada que proporciona visualización continua en tiempo real. Esto facilita la correcta colocación del tubo y permite detectar y corregir inmediatamente cualquier desplazamiento, reduciendo el riesgo de complicaciones y eliminando la posibilidad de contaminación cruzada. Además, su diseño optimiza el flujo de trabajo al permitir un tiempo de intubación más rápido y reducir la necesidad de utilizar un broncoscopio, lo que también contribuye a la eficiencia clínica y a la reducción de costes. En conjunto, este tubo de doble lumen de un solo uso no solo mejora los resultados clínicos y evita el riesgo de infección para el paciente, sino que también ofrece una solución coste-efectiva para los procedimientos de VUP [24, 25].

Por otro lado, se ha desarrollado **un sistema innovador en el ámbito del tratamiento quirúrgico de la hiperplasia benigna de próstata (HBP). Se trata de una tecnología mínimamente invasiva** que se puede usar en régimen ambulatorio gracias al corto tiempo de operación quirúrgica de la técnica (10 min) así como la posibilidad de realizarse bajo anestesia local. El sistema se compone de un generador (equipamiento) y un kit de fungible desechable y de un solo uso evitando el reprocesamiento y potenciales IRAS. Actualmente, las técnicas quirúrgicas para tratar los síntomas urinarios molestos de la hiperplasia benigna de próstata varían en invasividad, tiempo quirúrgico, estancia hospitalaria y eventos adversos. Las técnicas mínimamente invasivas, reducen la estancia hospitalaria a 0 días, el tiempo quirúrgico a 10 minutos y los eventos adversos, especialmente las infecciones hospitalarias. Esta técnica ayuda a que la frecuencia de infecciones del tracto urinario sea menor (2,4%) con respecto a la técnica estándar resección transuretral de próstata (RTUP) (5,4%)

reportada en diferentes estudios [26-28]. Además, este sistema dispone de estudios de impacto presupuestario y de una evaluación de tecnología sanitaria realizada por el Instituto de Salud Carlos III, en la que se evaluó la eficacia y seguridad comparados con el procedimiento estándar RTUP.

Los resultados de coste-efectividad fueron notables: el primer estudio comparó una combinación de fármacos, tres tratamientos mínimamente invasivos y dos terapias invasivas, encontrando que esta nueva técnica fue la más coste-efectiva, con menor tasa de retorno de los síntomas, menor necesidad de retratamiento y mayor mejoría de los síntomas durante dos años. El segundo estudio estimó el coste-efectividad y el impacto presupuestario de una técnica comparada con otra mediante modelos económicos, concluyendo que la nueva técnica resultó ser una estrategia más eficaz y menos costosa. Finalmente, un estudio económico posterior analizó el impacto presupuestario de la introducción de esta técnica en el sistema sanitario español, encontrando que este procedimiento puede reducir los costes asociados al manejo de los síntomas del tracto urinario inferior (STUI) en la HBP, aumentar la calidad sanitaria y reducir la estancia hospitalaria y así disminuyendo las IRAS [28-30].

Se ha desarrollado también una **tecnología para la estabilización de dispositivos de electroestimulación cardíaca implantables, que previene infecciones mediante la liberación controlada de antibióticos**. Se trata de una malla que, revestida con un polímero bioabsorbible que contiene minociclina y rifampicina, crea un entorno estable tras la implantación y es especialmente indicada para pacientes con alto riesgo de infección. Los estudios han demostrado que esta tecnología es coste-efectiva en determinados grupos de pacientes, reduciendo hospitalizaciones por infección, visitas a consulta por complicaciones y tasas de mortalidad asociada al dispositivo electrónico implantable cardiovascular (CIED). En un análisis de coste-efectividad realizado en Inglaterra, Italia y Alemania, se encontró que, en un horizonte temporal de 12 meses, esta malla (TYRX) es menos costosa y más efectiva que el cuidado estándar (SOC) cuando se utilizó en pacientes con un desfibrilador cardioversor implantable (ICD) o un desfibrilador-resincronizador (CRT-D). TYRX se asoció con ratios de coste-efectividad incremental (ICER) de £46.548 y £21.768 por año de vida ajustado por calidad (QALY) ganado en

pacientes con un marcapasos implantable (IPG) o un marcapasos-resincronizador (CRT-P), respectivamente. TYRX fue rentable a un umbral de £30.000 con probabilidades basales de infección superiores al 1,65% (CRT-D), 1,95% (CRT-P), 1,87% (IPG) y 1,38% (ICD) [31-33].

Una forma de prevenir el riesgo de infecciones asociadas al sitio quirúrgico de IRAS es controlando la temperatura perioperatoria del paciente. Para ello, se han desarrollado **soluciones innovadoras que se centran en mantener la normotermia**, puesto que se estima que entre el 60% y el 90% de los pacientes pueden sufrir hipotermia perioperatoria no intencionada si no se toman medidas adecuadas. Las estrategias recomendadas incluyen la monitorización de la temperatura central, el calentamiento activo y el calentamiento de fluidos de irrigación y endovenosos. **La monitorización de la temperatura central se realiza mediante dispositivos como catéteres de arteria pulmonar, termómetros timpánicos y sondas nasofaríngeas**, entre otros. **Los termómetros de flujo de calor cero** son únicos por ser no invasivos y proporcionar estimaciones directas de la temperatura central. **El calentamiento activo, ya sea por conducción o convección**, es efectivo para prevenir la hipotermia cuando se aplica antes de la inducción anestésica. **El calentamiento de fluidos** evita la pérdida de calor durante la cirugía. Estas soluciones no solo reducen la incidencia de infecciones del sitio quirúrgico, sino que también disminuyen la mortalidad, la duración de la estancia hospitalaria, la necesidad de ventilación mecánica y transfusiones, y el riesgo de infarto de miocardio y úlceras por presión. En términos de coste-efectividad, se ha demostrado que estas medidas son menos costosas y más efectivas que el cuidado estándar, mejorando significativamente los resultados clínicos y económicos [34-46].

Finalmente, **el clavo intramedular tibial recubierto con gentamicina** es una innovadora tecnología diseñada para la fijación, corrección y estabilización de los huesos de la tibia, especialmente en casos de fracturas. Este clavo está recubierto con una capa de poli (D,L-lactida) totalmente reabsorbible, que contiene partículas del antibiótico sulfato de gentamicina. Este recubrimiento actúa como un complemento a la profilaxis antibiótica sistémica, comúnmente utilizada para prevenir infecciones

del sitio quirúrgico (ISQ). Las fracturas abiertas de tibia, en particular, son difíciles de tratar y tienen altas tasas de complicaciones, con entre el 6% y el 33% de los casos desarrollando infecciones. La tasa de infección profunda en fracturas abiertas tratadas con enclavado intramedular es del 8,8%, pero puede reducirse significativamente con el uso de antibióticos locales, bajando del 14,4% al 2,4% en fracturas GAIII (*Clasificación Gustilo y Anderson*) graves. Además, el riesgo de infecciones profundas supera el 31% en fracturas GAIIB y C con solo antibióticos sistémicos, pero cae por debajo del 9% con antibióticos locales adicionales. Ha demostrado ser eficaz en reducir estas infecciones, con estudios mostrando una reducción del 75% en infecciones, 10% menos de reoperaciones y 26% menos de días de hospitalización [47-64].

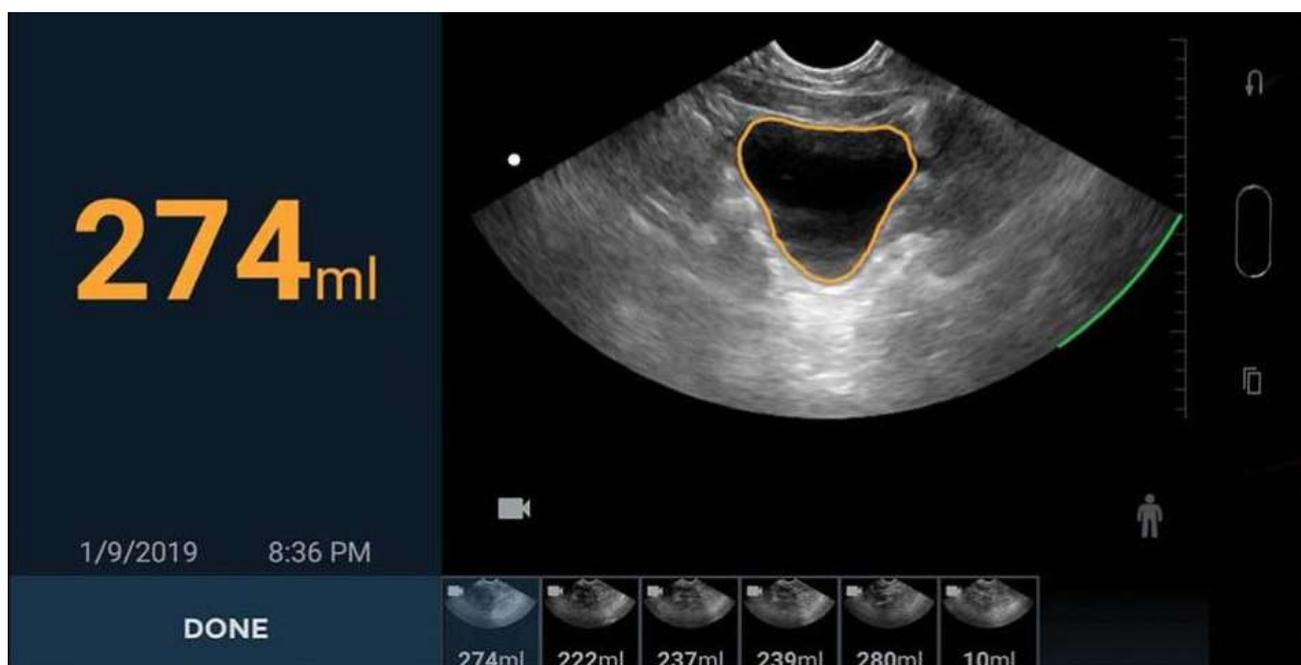
En términos económicos, se modelaron datos de recursos hospitalarios reales de cuatro centros europeos (n = 400) para comprender la rentabilidad de los clavos intramedulares de tibia recubiertos de gentamicina (2 alternativas incluidas) frente a los clavos estándar (sin recubrimiento). El uso de estos clavos evitó 43 infecciones, 128 operaciones y ahorró 2.500 días de hospitalización, compensando el aumento de los costes de los implantes con una menor duración de la estancia y menores costes de quirófano [65].

5.1.1.2. Dispositivos para la prevención de infecciones relacionadas con catéteres urinarios y los accesos vasculares

En este apartado, se abordarán diversas tecnologías innovadoras diseñadas para la prevención de infecciones relacionadas con catéteres urinarios y accesos vasculares. Se detallarán dispositivos como escáneres de vejiga para la prevención de infecciones del tracto urinario asociadas a catéteres (CAUTI), dispositivos de recogida de orina para evitar CAUTI, conectores sin aguja, sistemas de cateterismo intermitente limpio, catéteres con recubrimiento, bandejas para la inserción y mantenimiento de catéteres urinarios y venosos, y apósitos y tapones para la fijación de catéteres endovenosos para prevenir infecciones del torrente sanguíneo relacionadas con catéteres (CRBSI).

En cuanto a la prevención de las infecciones del tracto urinario asociadas al cateterismo (CAUTIs), se presentan cuatro tecnologías: el escáner de vejiga, los dispositivos externos específicos de recogida de orina, las bandejas para la inserción de catéteres urinarios y el cateterismo intermitente limpio (CIL).

El escáner de vejiga es una tecnología innovadora diseñada para prevenir las CAUTIs. Este dispositivo permite medir el residuo post-miccional a pie de cama, facilitando a los profesionales de enfermería la



evaluación precisa de la necesidad de cateterización sin recurrir a ultrasonografistas. Clínicamente, su uso reduce significativamente la incidencia de CAUTI, una de las infecciones nosocomiales más comunes y subdiagnosticadas, que impacta negativamente en la morbilidad del paciente y genera altos costes económicos. Además, el escáner de vejiga no requiere consumibles, lo que lo convierte en una solución coste-efectiva con una amortización inmediata, sustituyendo eficazmente la cateterización intermitente.

Las bandejas para la inserción de catéteres urinarios, por su parte, representan otra medida crucial en la prevención de CAUTIs. Estas bandejas incluyen todos los dispositivos y productos necesarios para asegurar que el procedimiento de inserción y mantenimiento del catéter se realice conforme a las mejores prácticas y las guías clínicas. Al garantizar la adherencia a estos estándares, las bandejas de sondaje urinario optimizan el proceso de cateterización, reduciendo el tiempo que el personal de enfermería dedica a este procedimiento y disminuyendo el riesgo de infecciones derivadas de un mal procedimiento. Aunque no sustituyen a ningún producto específico, añaden una capa adicional de seguridad y eficiencia,

mejorando tanto la calidad de la atención como la gestión de los recursos hospitalarios [66].

Una alternativa para reducir las CAUTIs en pacientes con incontinencia urinaria moderada/severa y/o con poca movilidad son **los dispositivos externos (no invasivos) de recogida de orina mediante succión**. Estos dispositivos sustituyen a los catéteres urinarios permanentes y pañales absorbentes, son fáciles de configurar y pueden ser colocados por el paciente, un cuidador o un profesional sanitario. Son suaves, flexibles y no requieren cintas o adhesivos, lo que protege la integridad de la piel. Además, ayudan a prevenir infecciones urinarias, dermatitis asociadas al pañal y úlceras por presión al evitar el uso de soluciones invasivas y mantener la piel seca [67].

Finalmente, **el cateterismo intermitente limpio (CIL)** es una técnica utilizada para vaciar la vejiga mediante una sonda urinaria que se retira después de cada uso. Este procedimiento puede ser realizado por los propios pacientes o sus cuidadores en un entorno no estéril, como sus hogares. Existen diversos tipos de sondas urinarias para el CIL, incluyendo opciones de



un solo uso o reutilizables, con o sin revestimiento hidrofílico. **Las sondas hidrofílicas de un solo uso** son consideradas el estándar de oro en entornos hospitalarios y residenciales debido a su capacidad para reducir infecciones del tracto urinario (ITU) y minimizar traumatismos no infecciosos como estenosis y hemorragias. Esto se traduce en menos visitas al hospital y menor tiempo de consulta del personal sanitario. Además, la disminución de ITU asociadas al catéter reduce la necesidad de antibióticos, lo que no solo ahorra costes, sino que también contribuye a la lucha contra la resistencia a los antibióticos a largo plazo. Los costes de tratamiento de complicaciones no infecciosas también se reducen, mejorando los QALYs (Quality-Adjusted Life Years) y, en consecuencia, los resultados sanitarios y los costes para el sistema de salud [68-73].

Las bacteriemias relacionadas con los catéteres vasculares se encuentran entre las infecciones adquiridas en el hospital de mayor frecuencia. En la actualidad se calcula que entre el 15% y el 30% de todas las bacteriemias nosocomiales se relacionan con el uso de dispositivos intravasculares percutáneos [74]. Para ello, se ha desarrollado **una tecnología innovadora que consiste en un conector sin aguja**. Esta tecnología es un conector avanzado que mejora la seguridad y eficiencia en el acceso vascular, eliminando la necesidad de agujas y tapones. Compatible con cualquier conexión *luer/luer lock*, permite extracciones, inyecciones y perfusiones en pacientes de todas las edades. Su diseño transparente, desplazamiento neutro y tecnología “*split-septum*” con cánula interna aseguran un flujo laminar de fluidos, cumpliendo con las recomendaciones de las principales guías de acceso vascular. El principal objetivo de esta tecnología es reducir al máximo la manipulación del acceso vascular ofreciendo una barrera microbiológica de máxima eficacia tal y cómo describen las diversas guías y demuestran los muchos estudios [75]. De hecho, el uso de estos conectores de tecnología avanzada representa una estrategia coste-efectiva significativa en la reducción de infecciones del torrente sanguíneo relacionadas con catéteres (CRBSI). Estos dispositivos minimizan la entrada de patógenos en las vías de acceso vascular, lo que se traduce en una disminución considerable de los

episodios de CRBSI. Se estima que cada episodio de CRBSI puede generar costes adicionales de aproximadamente 20.000€ por paciente, por lo que la implementación de esta tecnología no solo mejora la seguridad del paciente, sino que también optimiza los recursos económicos del sistema de salud [76, 77].

Por otro lado, **los catéteres de alto flujo y dos vías con tecnología de recubrimiento antibacteriano de bismuto** también ofrecen varias ventajas significativas en comparación con los catéteres convencionales sin recubrimiento. Esta tecnología reduce la colonización bacteriana y las complicaciones trombóticas, mejorando la barrera bacteriológica del catéter. Clínicamente, esto se traduce en una menor proliferación bacteriana y una reducción de infecciones y complicaciones asociadas, lo que mejora la seguridad y la calidad de vida de los pacientes. Desde el punto de vista de la coste-efectividad, la disminución de infecciones y complicaciones reduce la necesidad de tratamientos adicionales y hospitalizaciones, generando ahorros significativos en el sistema de salud. Además, el uso de estos catéteres puede contribuir a la lucha contra la resistencia a los antibióticos al reducir la necesidad de su uso frecuente [78-80].

En el contexto de las infecciones del torrente sanguíneo relacionadas con catéteres venosos (CRBSI), se consideran el uso de apósitos específicos para la fijación de catéteres endovenosos y bandejas de mantenimiento de catéteres venosos. Estos productos están diseñados para minimizar el riesgo de infección y mejorar la seguridad del paciente.

El apósito transparente para fijación de catéteres endovenosos con gluconato de clorhexidina al 2% (CHG) es una tecnología avanzada diseñada para CRBSIs. Este apósito forma una barrera estéril e impermeable que protege el sitio de inserción de contaminantes externos, mientras que su ventana transparente permite una monitorización continua. La acción antimicrobiana del gel de clorhexidina reduce la colonización bacteriana extraluminal del catéter, disminuyendo el riesgo de infecciones. Además, su marco de aplicación rígido y bordes reforzados facilitan la manipulación y mejoran la fijación, asegurando el cumplimiento de la técnica aséptica. La adaptabilidad del apósito a los cambios de posición y su adhesivo en malla aumentan

la transpirabilidad, evitando la maceración de la piel y proporcionando una protección adicional. Este apósito no solo mejora la seguridad del paciente al reducir la incidencia de infecciones, sino que también ha demostrado ser coste eficiente. Un gran ensayo aleatorizado demostró que los apósitos impregnados con gel de clorhexidina disminuyeron la tasa de infecciones relacionadas con catéteres (CRI) en pacientes en la UCI con catéteres intravasculares [81-82]. Otros estudios también han mostrado que este apósito genera un ahorro promedio de £77 por paciente en unidades de cuidados intensivos. Además, tiene una probabilidad



del 98,5% de ser más rentable en comparación con los apósitos de fijación de catéteres endovenosos estándares [83, 84]. Por otro lado, las **bandejas de mantenimiento de catéteres venosos**, incluyen todos los dispositivos y productos necesarios para realizar un correcto mantenimiento de los catéteres venosos y evitar el desarrollo de flebitis y otro tipo de complicaciones, ayudando a evitar infecciones asociadas.

Otra tecnología a tener en cuenta es **el apósito transparente de poliuretano**, ideal para la fijación de cánulas y catéteres gracias a su alta permeabilidad. Reduce el riesgo de infección al prevenir la acumulación de humedad y minimiza la necesidad de cambios de apósito, lo que aumenta la comodidad del paciente. Es fácil de aplicar y retirar, ofrece una excelente fijación del catéter y permite la inspección del punto de inserción. Además, actúa como una barrera bacteriana e impermeable.

Así mismo, para proteger los puntos de inserción de catéteres y otros dispositivos médicos, también se puede utilizar **un disco de espuma hidrófila antimicrobiano**. Está impregnado con 0,5% de polihexametileno biguanida (PHMB), un antiséptico eficaz y de baja toxicidad. Su diseño fenestrado se adapta cómodamente y ofrece una barrera protectora contra bacterias, inhibiendo su crecimiento y actuando como barrera biológica para reducir la colonización bacteriana. Es ideal para catéteres periféricos, venosos centrales, hemodiálisis y estomas. Mantiene su eficacia durante 7 días, incluso en condiciones húmedas, y promueve la regeneración celular sin afectar la flora normal de la piel. El uso de esta tecnología ha demostrado reducir los costes asociados al manejo de infecciones y hospitalizaciones prolongadas, mejorando así la relación coste-efectividad en el tratamiento de pacientes. En un ensayo clínico, se demostró que el uso de estos discos redujo las tasas de infección en sitios de punción en un 22% en comparación con gasas simples en 1.932 sitios de fijadores externos [85].

Finalmente, también se han desarrollado **taponés desinfectantes para conexiones de catéter** que representan una innovación significativa en la prevención de infecciones hospitalarias. Contienen alcohol isopropílico al 70%, que actúa en un minuto

y mantiene las conexiones asépticas hasta por siete días. Proporcionan una desinfección rápida y sencilla, facilitando el cumplimiento de la técnica aséptica y reduciendo los tiempos de trabajo mediante desinfección pasiva. Están indicados para la prevención de infecciones relacionadas con catéter central, disminuyendo la bacteriemia en conectores sin aguja, dispositivos con conectores *Luer* macho y *Luer* hembra abiertos, y conectores de hemodiálisis. Estos tapones sustituyen la desinfección activa de las conexiones de catéter, ofreciendo una alternativa más eficiente y segura, y mejorando así la seguridad y la calidad del cuidado de los pacientes [86, 87]. Además, se han desarrollado **tapones de barrera antimicrobiana específicamente para el ámbito de la hemodiálisis** ya que están diseñados para asegurar la liberación sostenida y uniforme de clorhexidina, un agente antimicrobiano de amplio espectro, proporcionando una protección efectiva tanto en el punto de acceso como en el interior del catéter de hemodiálisis [88].

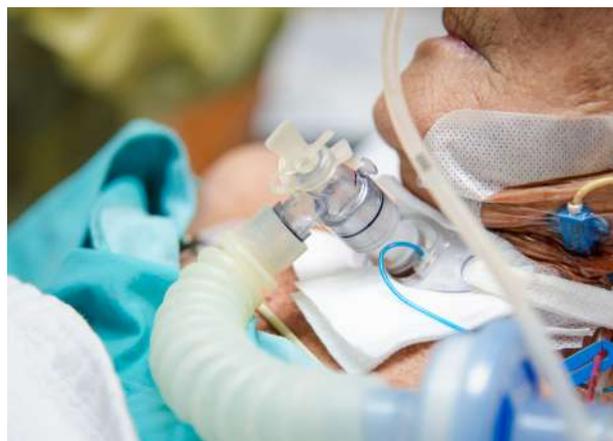
5.1.1.3. Otros dispositivos y sistemas de prevención de IRAS

Dentro de esta categoría se van a presentar otros tres dispositivos y sistemas que también pueden ser de gran ayuda en la prevención de IRAS.

En primer lugar, no se debe olvidar la importancia de los equipos de protección individual (EPIs) en la prevención de IRAS. Los EPIs son esenciales para garantizar la seguridad tanto del personal sanitario como de los pacientes, protegiendo contra riesgos como la contaminación biológica, salpicaduras de fluidos corporales y exposición a agentes infecciosos. Los EPIs de cuerpo completo, que incluyen batas impermeables, guantes, máscaras y pantallas faciales, crean una barrera protectora que reduce la contaminación cruzada y previene infecciones nosocomiales. Estos equipos son cruciales para mantener la esterilidad del ambiente quirúrgico, protegiendo al personal de salpicaduras y aerosoles durante los procedimientos. Además, los EPIs completos mejoran el control en procedimientos de alto riesgo, reduciendo la dispersión de partículas y asegurando un entorno más seguro para el paciente. En resumen, el uso adecuado de EPIs no solo protege al personal sanitario, sino que también minimiza el

riesgo de infecciones postoperatorias, mejorando los resultados clínicos y reduciendo los costes asociados a las complicaciones infecciosas [89].

Por otro lado, se ha desarrollado también una solución integrada para la prevención de la neumonía asociada que incluye **un sistema avanzado de drenaje de secreciones subglóticas y control continuo de la presión del balón endotraqueal**.



Este sistema utiliza tubos endotraqueales y cánulas de traqueostomía con un diseño especial que incorpora un lumen para la aspiración de secreciones a nivel subglótico, junto con una bomba de aspiración automática equipada con depósito, filtro y línea de aspiración. La tecnología de drenaje de secreciones subglóticas (DSS) elimina eficazmente las secreciones orales y gástricas que se acumulan sobre el balón del tubo endotraqueal, reduciendo el riesgo de aspiración y, por ende, de neumonía. Además, el diseño cónico del balón mejora el sellado traqueal, minimizando las fugas y potenciando la eficacia del drenaje. El controlador automático de presión del balón mide y mantiene continuamente la presión adecuada, solucionando un problema crítico de seguridad en pacientes ventilados. Esta solución integrada no solo mejora la seguridad y el manejo de las vías respiratorias, sino que también reduce significativamente la incidencia de neumonía asociada a la ventilación, mejorando los resultados clínicos y optimizando los recursos sanitarios, como se ha mostrado en varios estudios. En términos de coste-efectividad, el coste por episodio de Neumonía Asociada a Ventilación Mecánica (NAV) fue de 42.300 €. El drenaje de secreciones subglóticas

(DSS) demostró ser una medida eficaz para prevenir la NAV, reduciendo el riesgo en un 44%. Además, el control continuo de la presión en el balón se asoció con una reducción significativa de la incidencia de NAV, disminuyendo el riesgo en un 53%. La combinación de un tubo endotraqueal de balón cónico con aspiración automática continua de secreciones subglóticas redujo la incidencia total de NAV hasta en un 50%, además de aumentar el tiempo hasta la aparición de NAV en pacientes de UCI ventilados mecánicamente [90-95].

Finalmente, **la estandarización de procesos asistenciales mediante el uso de sets premontados** es una tecnología diseñada para optimizar la atención al paciente y reducir las IRAS. Estos sets incluyen todo el material necesario, dispuesto en el orden correcto, lo que facilita el cumplimiento de las medidas preventivas y de higiene, así como la adherencia a las buenas prácticas. Al eliminar la variabilidad en la preparación del material, se asegura que los pacientes reciban el tratamiento adecuado en un entorno seguro, reduciendo el riesgo de error humano. Además, el uso de material estéril premontado disminuye significativamente el riesgo de contaminación en los procedimientos asistenciales. Esta tecnología no solo mejora la seguridad del paciente, sino que también es coste-efectiva al

reducir la incidencia de IRAS y los costes asociados a tratamientos adicionales y prolongaciones de estancias hospitalarias. Además, ayuda a mejorar la eficiencia de los procedimientos disminuyendo el tiempo de preparación del material necesario para cada uno por lo que optimiza el tiempo de trabajo de la enfermería [96-98].

5.1.2. Apósitos y sistemas de terapia de presión negativa (TPN)

En el tratamiento de las IRAS, los apósitos avanzados y las terapias de presión negativa (TPN) se han convertido en herramientas esenciales. Los apósitos avanzados están diseñados para proporcionar un entorno óptimo para la cicatrización de heridas, manteniendo la humedad adecuada y protegiendo contra la contaminación externa, previniendo las infecciones. Por otro lado, las TPN aplican una presión negativa controlada sobre la herida, lo que ayuda a eliminar el exceso de fluidos, reducir la carga bacteriana y promover la formación de tejido de granulación, evitando de esta forma también las IRAS. Así, los equipos de TPN se utilizan cada vez más para prevenir y tratar heridas quirúrgicas. La TPN incisional se ha comenzado a utilizar para prevenir complicaciones en heridas quirúrgicas, acelerando



la cicatrización mediante la eliminación del exudado, reducción del edema, mejora del drenaje linfático y perfusión sanguínea, contracción de los bordes de la herida, estimulación del tejido de granulación, y actuando como barrera contra la contaminación externa. Además, reduce las tensiones laterales y el riesgo de infección y dehiscencia. La OMS, la Unión Mundial de Sociedades y Curación de Heridas (WUWHS) y el NICE (National Institute for Health and Clinical Excellence de Reino Unido) recomiendan su uso en incisiones quirúrgicas cerradas, especialmente en pacientes con alto riesgo de infecciones del sitio quirúrgico (ISQ). A continuación, se explorarán en detalle las características y beneficios específicos de cada una de estas innovadoras soluciones.

En cuanto a los apósitos, se han desarrollado **apósitos postquirúrgicos multicapa**, hechos de espuma de poliuretano con bordes y una capa de silicona, que ofrecen una flexibilidad completa tanto horizontal como vertical, permitiendo un ajuste perfecto a la piel. Son altamente absorbentes, lo que los hace adecuados para heridas con cualquier tipo de exudado. La tecnología de silicona utilizada en estos apósitos minimiza el trauma al cambiar el apósito, reduciendo el dolor y el riesgo de daño a la piel circundante. Estudios de casos y controles han demostrado que el uso de estos apósitos se asocia con una reducción significativa en la tasa de infecciones del sitio quirúrgico (ISQ). Factores como la maceración y la frecuencia de cambios de apósito también están relacionados con el desarrollo de infecciones, y estos apósitos avanzados ayudan a mitigar estos riesgos. Además, cumplen con las recomendaciones internacionales para apósitos quirúrgicos, siendo flexibles, absorbentes, impermeables, permitiendo la ducha y la visualización de los bordes de la herida. En términos de coste-efectividad, este apósito avanzado ha demostrado reducir significativamente el riesgo de formación de flictenas y los costes asociados con los apósitos (28,0 € en el grupo de intervención frente a 43,1 € en el grupo control, $p = 0,0062$). Además, se ha observado una reducción del 33% en los gastos de personal para los cambios de apósitos. Este apósito ha demostrado buena tolerancia por los pacientes resultando en una reducción del número de apósitos para tratar la herida, mayor satisfacción del personal de enfermería y mejor viabilidad económica en cirugías de artroplastia de cadera, rodilla y cirugía de raquis [99-101].

Recientemente se ha desarrollado un nuevo tipo de apósitos postquirúrgicos: **los apósitos de poliacrilato con bordes y lámina de silicona**. La innovación de estos apósitos está en el diseño de las capas y en su composición, puesto que incorporan una capa de poliacrilato que asegura la retención del exudado de forma satisfactoria, lo que comporta ventajas en cuanto a velocidad de absorción, absorción total, capacidad de retención, afinidad a factores inhibidores de la cicatrización como las bacterias, entre otros parámetros. El rango de indicación de estos apósitos incluye heridas con cualquier nivel de exudado. La sal de poliacrilato de su núcleo, en contacto con el exudado y sus componentes, como bacterias, hongos y metaloproteinasas de matriz (MMPs), gelifica y los mantiene retenidos, lo que es particularmente importante para prevenir las infecciones del sitio quirúrgico. Además, retiene de forma irreversible a los microorganismos, reduciendo la carga microbiana en el lecho de la herida, y protege de la entrada de microorganismos al funcionar como barrera.

La capacidad de las partículas de poliacrilato de ocasionar secuestro bacteriano es algo que ya se demostró antes de la aparición de este nuevo tipo de apósitos de poliacrilato multicapa en un estudio in vivo que analiza secuestro bacteriano y disminución de bacterias viables [102]. Permite mejorar la cicatrización de la herida. En el estudio de *Veljković VM et al.* (2023), se comparó este nuevo apósito de poliacrilato contra el tratamiento estándar. Se observó una diferencia de riesgo absoluto del 2,2% en 6 meses, y un riesgo relativo de 1,07, a favor del apósito de poliacrilato. En total, el 6,6% de las úlceras cicatrizadas se atribuyeron potencialmente a tener el apósito de poliacrilato y a su mayor capacidad de absorción y de gestión de fluidos, implicando un menor número de cambios de apósito, con lo que se reduciría el riesgo de infección asociado a los cambios de apósito [103].

Otros apósitos postquirúrgicos avanzados son los de hidrofibra e hidrocoloide, los cuales ofrecen beneficios significativos en la prevención de infecciones del sitio quirúrgico. La tecnología con hidrofibra permite que el apósito se microadapte, absorba y retenga tanto el líquido como sus componentes derivados, mientras que aquella con hidrocoloide actúa como una segunda piel, minimizando los traumatismos asociados con los adhesivos médicos y la aparición de flictenas. Estos apósitos han demostrado ser una estrategia profiláctica rentable, reduciendo el riesgo de infección en

comparación con los apósitos estándar. Los datos de metaanálisis indican que los apósitos de hidrofibra son significativamente mejores vs los apósitos convencionales, ya que reducen la estancia hospitalaria, requieren menos cambios de apósito, disminuyen el dolor y permiten una recuperación temprana, movilidad y ducha independiente de los pacientes. Además, se ha observado una mayor satisfacción entre los pacientes que utilizan estos apósitos [104-105]. En cuanto a términos de coste-efectividad, un estudio en Taiwán demostró que el ahorro de costes podría reducirse 3 millones de dólares con el uso de este tipo de apósitos en comparación con el apósito de control. En Estados Unidos por su parte, se estimó que el uso del apósito quirúrgico podría cuadruplicar la reducción de las ISQ y, por tanto, el coste del tratamiento de la infección se reduciría en aproximadamente 375 millones de dólares [106].

Los apósitos con superficie recubierta de DACCTM, (cloruro de dialquilcarbamoilo) han demostrado ser eficaces en la prevención de infecciones, tanto en el **sitio quirúrgico (ISQ)** como en **catéteres centrales** [107].

Estos apósitos son **bacteriostáticos** y actúan mediante una **interacción hidrofóbica**, que atrae y fija las células bacterianas y fúngicas a su superficie. Este mecanismo **inhibe la replicación de patógenos y la liberación de toxinas**, contribuyendo así a un entorno más seguro para la cicatrización.

La evidencia clínica muestra que los apósitos con tecnología DACCTM **reducen significativamente las tasas de ISQ** hasta 30 días después de la cirugía, en comparación con los apósitos estándar.

- En un **ensayo clínico aleatorizado**, la tasa de ISQ fue del 1,8% con tecnología DACCTM frente al 5,2% con apósitos estándar a los 14 días tras una cesárea [108].
- En **otro estudio similar**, la tasa fue del 2,8% con DACCTM frente al 9,8% con apósitos estándar, también a los 14 días después de una cesárea [109].
- Según **Bua et al. (2017)**, en cirugías vasculares, la tasa de ISQ fue del 1% con DACCTM frente al 10% con apósitos estándar entre los días 5 y 7 postoperatorios [110].
- En el estudio de **Totty et al. (2019)**, las tasas de ISQ a los 30 días tras cirugía vascular fueron del 16% con DACCTM frente al 26% con apósitos estándar [111].

La **evidencia económica** publicada indica que la tecnología DACCTM es **altamente coste-efectiva**, permitiendo un ahorro significativo en costes. Los análisis económicos realizados en los estudios de Stanirowski et al. (2016a) [305] y Stanirowski et al. (2019) [306] demuestran que la tecnología DACCTM genera ahorro en comparación con los apósitos quirúrgicos convencionales.



En un estudio de 2016, se encontró que el coste total para prevenir y tratar infecciones en el sitio quirúrgico fue de 5.775 euros en el grupo que utilizó apósitos estándar, mientras que en el grupo que empleó la tecnología DACCTM, el coste fue de solo 1.065 euros. En el análisis de 2019, utilizando los mismos datos y un modelo de decisión desde la perspectiva del servicio nacional de salud del Reino Unido, se demostró un ahorro adicional de £119,07 por paciente a favor de la tecnología DACCTM [305-309].

También se cuenta con **apósitos de espuma hidrofílica antimicrobiana**, que responden a las exigencias de gestión de equilibrio de humedad y bacterias. Se trata de apósitos de espuma de poliuretano impregnados con un 0,5% de polihexametileno de biguanida (PHMB), un antiséptico de liberación retardada, baja toxicidad y alta efectividad. De hecho, un estudio demostró que este tipo de apósito generó un ahorro anual de costes de 508\$ en la prevención de ISQ en todo el hospital versus una gasa estéril [112].

Por otro lado, **la combinación de tecnología de hidrofibra con TPN** ha demostrado ser altamente coste-efectiva en la prevención de infecciones del sitio quirúrgico. La ISQ puede duplicar los costes por paciente debido al aumento de la estancia hospitalaria y la posibilidad de reintervenciones. La TPN profiláctica ha mostrado una reducción de la estancia hospitalaria en un día en comparación con los cuidados estándar. El coste medio por paciente en el grupo de TPN fue de 5.602 £ (7.954 \$), frente a 6.713 £ (9.559 \$) en el grupo de atención estándar, resultando en un ahorro medio de 1.132 £ (1.607 \$) por paciente. Además, la TPN se asoció a menos complicaciones en la herida quirúrgica (6 por cada 100 pacientes tratados), mejorando así la calidad de vida del paciente. Los análisis de sensibilidad probabilísticos indican que la TPN tiene una probabilidad del 91% de ser coste-efectiva [113].

La TPN para el manejo de incisiones cerradas (ciNPT)

es una tecnología de un solo uso diseñada para proporcionar presión negativa continua a cualquier incisión quirúrgica cerrada. Esta tecnología cuenta con un diseño multicapa personalizable, una pantalla LED y un conector de cierre asistido por vacío, lo que permite proteger la incisión quirúrgica y reducir el riesgo de complicaciones en el lecho quirúrgico. Los benefi-



cios clínicos de la TPN incluyen una reducción del 47% en la tasa de infecciones del sitio quirúrgico (ISQ), un 50% en las ISQ superficiales y un 53% en las ISQ profundas. Además, disminuye la tasa de necrosis en un 53%, dehiscencias en un 38% y seromas en un 32%. Estos efectos positivos se traducen en una reducción del 36% en la tasa de reintervenciones quirúrgicas, un 23% en las readmisiones y una disminución promedio de 0,9 días en la estancia hospitalaria. Además, varios estudios demuestran que se trata de una terapia coste-eficiente. En un estudio económico de salud realizado se mostró que, a pesar de los costes iniciales más altos de los apósitos postoperatorios, la ciNPT fue coste-efectiva, disminuyendo los costes del manejo del sitio quirúrgico después del procedimiento de revisión de artroplastia total de rodilla en un 49% en esta población de estudio y en un 79% en el subgrupo de mayor riesgo [114]. Otro metaanálisis de doce estudios mostró que esta TPN redujo significativamente las complicaciones quirúrgicas, incluyendo infecciones del sitio quirúrgico (RR: 0,401), seromas (RR: 0,473), dehiscencias (RR: 0,380), y la necesidad de reintervenciones (RR: 0,418). Además, se estimó un ahorro de \$932 por paciente con el uso de esta tecnología, lo que subraya su eficacia clínica y económica [115].

Finalmente, **el sistema de TPN de un solo uso electromecánico con doble lumen**, supone una innovación avanzada en el tratamiento de heridas cerradas y abiertas, tanto agudas como crónicas. Este dispositivo transfiere eficientemente el exudado de la herida hacia el apósito y el contenedor, asegurando un manejo óptimo de los fluidos. Equipado con Tecnología

CFM (Control de Gestión de Fluidos), mantiene una presión negativa constante de -125mmHg , lo que es crucial para la cicatrización efectiva. Los apósitos que acompañan el sistema utilizan una tecnología basada en silicona para minimizar el traumatismo y mejorar la comodidad del paciente. Como las demás TPN, ha demostrado reducir significativamente el riesgo de complicaciones en el área quirúrgica, evitando así las ISQ. En cuanto a coste-efectividad, un estudio demostró que los costes totales por paciente para el manejo del sitio quirúrgico fueron de \$1.047 para TPN en incisiones cerradas (ciNPT) y \$2.036 para cuidados estándar (SOC). En la población de menor riesgo, el coste promedio por paciente fue de \$1.066 para ciNPT y \$1.474 para SOC, mientras que, en la población de mayor riesgo, los costes fueron de \$676 para ciNPT y \$3.212 para SOC [144, 116].

5.1.3. Agentes antisépticos y desinfectantes

Los agentes antisépticos y desinfectantes juegan un papel crucial en la prevención de las IRAS, ya que son esenciales para mantener la higiene y reducir la propagación de patógenos, protegiendo

tanto a los pacientes como al personal de salud. En este apartado, se abordarán diversas tecnologías y productos utilizados para la antisepsia y desinfección en hospitales, incluyendo cepillos y soluciones de clorhexidina, toallitas desinfectantes, dispositivos de un solo uso con antisepsia de clorhexidina, tapones desinfectantes, antisépticos para epitelios no queratinizados, preparados alcohólicos para la desinfección de manos, suturas absorbibles recubiertas de triclosán y la desinfección basada en rayos UV-C.

La antisepsia de la piel intacta previa a la cirugía que **utiliza antisépticos de base alcohólica (preferiblemente clorhexidina)** es una medida crucial para prevenir infecciones del sitio quirúrgico. La correcta antisepsia de la piel puede reducir significativamente las ISQ superficiales, que constituyen al menos un cuarto del total de ISQ. Las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de Reducción de la Infección Quirúrgica del Observatorio de Infección en Cirugía (PRIQ-O) respaldan el uso de estos antisépticos, que son más eficaces y económicos en comparación con las povidonas acuosas y los antisépticos con registro biocida. El coste asociado a las ISQ varía, pero siempre se encuentra en el rango



de miles de euros, mientras que el coste adicional de una antisepsia adecuada es mínimo [117]. De hecho, los resultados de un metanálisis, que incluyó nueve ensayos controlados aleatorios (RCTs) con un total de 3.614 pacientes, mostraron que la antisepsia con clorhexidina se asoció con significativamente menos infecciones del sitio quirúrgico (ISQ) y resultados positivos en cultivos de piel en comparación con la antisepsia con yodo. Específicamente, la antisepsia con clorhexidina tuvo un riesgo relativo ajustado de 0,64 (intervalo de confianza del 95%, 0,51–0,80) para ISQ y un riesgo relativo ajustado de 0,44 (intervalo de confianza del 95%, 0,35–0,56) para resultados positivos en cultivos de piel. Además, el modelo de coste-beneficio mostró que cambiar de yodo a clorhexidina resultó en un ahorro neto de \$16–\$26 por caso quirúrgico y \$349.904–\$568.594 por año para el Hospital de la Universidad de Pensilvania. Los análisis de sensibilidad indicaron que los ahorros netos se mantenían en la mayoría de las circunstancias [118].

Asimismo, las **toallitas desinfectantes con clorhexidina** pueden suponer una buena estrategia para controlar bacterias y otros microorganismos patógenos, reduciendo el riesgo de IRAS y la incidencia de sepsis postoperatoria, con una reducción de entre un 40% y 60% de infecciones [119].

También se han desarrollado **dispositivos de un solo uso de clorhexidina alcohólica**, diseñados para la antisepsia de la piel antes de cirugías, inserción y mantenimiento de catéteres venosos, y extracción de hemocultivos. Su objetivo principal es disminuir la ISQ, reducir la flebitis y la bacteriemia asociadas al catéter venoso, y minimizar los falsos positivos en los hemocultivos al evitar la contaminación de la muestra de sangre debida a los microorganismos que se encuentran en la propia piel del paciente. La eficacia antiséptica de estos dispositivos se ve mejorada gracias a la combinación de sus dos principios activos (gluconato de clorhexidina 2 % en isopropanol al 70 %), y al diseño del aplicador que dosifica de manera controlada la cantidad de antiséptico durante el proceso de aplicación, además de ayudar a una mejor penetración de la solución antiséptica en las primeras cinco capas celulares de la epidermis, donde residen el 80 % de los microorganismos. Asimismo, al ser de un solo uso, se evita la contaminación cruzada. Estos

dispositivos representan una alternativa segura y eficaz a los antisépticos tradicionales en formato bulk o botellas, que se aplican con torundas de algodón empapadas en la solución, las cuales pueden estar contaminadas o perder eficacia con el uso repetido. Además, estos dispositivos de un solo uso permiten una dosificación precisa de la solución antiséptica gracias a que se han desarrollado distintos tamaños que se adaptan a las necesidades de cada tipo de procedimiento, mejorando así la seguridad y la efectividad de los mismos [120].

Otro tipo de antiséptico relevante es el **antiséptico de epitelios no queratinizados, como en neonatos prematuros y el tracto vaginal, en base a clorhexidinas acuosas y coloreadas**. Las actuales recomendaciones para cirugías e inserción de catéteres vasculares no contemplan aquellos epitelios que, por su escasa queratinización, pueden ser dañados por las fórmulas alcohólicas. Las formulaciones yodadas son yatrogénicas en toda práctica perinatal, y las actuales formulaciones acuosas de clorhexidina, incoloras, impiden el mercado del campo quirúrgico. Por lo tanto, este agente antiséptico supondría una gran ventaja frente alternativas actuales [121, 122].

Una alternativa segura y eficaz a la clorhexidina son los **preparados de base alcohólica para la desinfección quirúrgica de manos**, altamente efectivos contra virus y bacterias, lo que los convierte en una herramienta crucial para la prevención de infecciones del lecho quirúrgico. Además, su uso ayuda a prevenir la aparición de resistencias cruzadas a los antibióticos. Entre los beneficios adicionales, los preparados de base alcohólica evitan las agresiones cutáneas derivadas del contacto frecuente con la humedad, reducen los costes asociados al lavado con agua y jabón, y provocan menos irritación y sequedad cutánea gracias a sus agentes hidratantes. También disminuyen el riesgo de contaminación, ya que los grifos pueden ser una fuente de patógenos como *Pseudomonas*. Los preparados de base alcohólica permiten un ahorro significativo de costes ocultos, ya que el lavado quirúrgico tradicional requiere agua, toallas estériles y filtros de agua, y, además, toma cuatro veces más tiempo que la desinfección con estos preparados [123-125].

Además, se han desarrollado **suturas absorbibles recubiertas con antiséptico**, específicamente triclosán, las cuales han demostrado ser una medida eficaz para prevenir las ISQ. Estas suturas han demostrado inhibir la colonización bacteriana durante al menos 7 días y son efectivas contra los organismos más comunes asociados a las ISQ [126-128]. Con un nivel de evidencia 1A, respaldado por 19 metanálisis de ensayos controlados aleatorizados, se ha observado que el uso de estas suturas reduce las infecciones de sitio quirúrgico entre un 21% y un 39% en diversas especialidades quirúrgicas [129-147]. En 2021, el National Health Service (NHS) del Reino Unido recomendó su uso, destacando una reducción del riesgo de ISQ en un 30% y un ahorro económico significativo de 16,62 libras por paciente [148]. En España, el proyecto Infección Quirúrgica Zero (IQZ) también recomienda estas suturas debido a su eficacia y perfil de seguridad [149]. A nivel internacional, organizaciones como la OMS y el Centers for Disease Control and Prevention (CDC) han incluido las suturas con triclosán en sus guías de prevención de ISQ, subrayando su importancia en la reducción de infecciones postoperatorias y mejorando los resultados clínicos y económicos [150]. Las suturas con antiséptico (triclosán) demostraron ser una opción coste-efectiva en comparación con las suturas absorbibles sin triclosán. Estas suturas supusieron un ahorro de 13,62€ (15,9€) por paciente, manteniendo este ahorro en diversos subgrupos, incluyendo adultos, niños y diferentes tipos de heridas [148]. En cirugías colorrectales, se previó una reducción significativa de los costes medios del pagador, entre \$809 y \$1.170 por paciente en comparación con el cierre tradicional de la herida [151]. En una unidad de cirugía general, se estimó un ahorro neto anual de 14.785€ [152]. En el caso de la cesárea, un estudio en la India demostró que el ahorro básico fue de 5.513 INR en el hospital privado y de 791 INR en el público, mientras que en el caso de la histerectomía en L fue de 4.924 INR en el hospital privado y de 999 INR en el público [153]. Otro estudio demostró que, en procedimientos limpios, el ahorro fue de 65,23€, mientras que, en procedimientos contaminados o sucios, el ahorro ascendió a 285,93€ [154]. También se demostró que la incidencia de infecciones de herida se redujo significativamente con el uso de suturas con triclosán,

lo que también disminuyó los costes adicionales de tratamiento [155]. En otro análisis en un centro específico, el uso de suturas antimicrobianas de poliglactina 910 recubiertas de triclosán podría haber ahorrado hasta 1.517,7\$ anuales [156]. Finalmente, en comparación con las suturas convencionales, las suturas con triclosán mostraron una reducción notable en las infecciones y dehiscencias de heridas, lo que se tradujo en importantes beneficios económicos y clínicos [157].

Algunas Guías Clínicas, con distinto nivel de evidencia, muestran una reducción de la tasa de ISQ (Infección de Sitio Quirúrgico) con el uso de soluciones antisépticas en la irrigación quirúrgica, respecto a cuando sólo se emplea suero salino [324].

Además de la povidona iodada, a la que se hace referencia en la mayoría de los estudios considerados, se están estudiando otros principios activos como el PHMB o polihexanida, generalmente asociados a un tensioactivo, como alternativos [325].



Finalmente, **la desinfección terminal no-touch basada en radiación UV-C** se presenta como una solución innovadora para mejorar la limpieza y seguridad en entornos hospitalarios. La reutilización de salas, boxes o habitaciones previamente ocupados por pacientes portadores de patógenos de riesgo y/o resistentes es una causa bien conocida de IRAS. Los procedimientos manuales actuales de desinfección terminal son a menudo imperfectos e incompletos, debido en gran parte al error humano. Aunque el impacto y coste de las IRAS asociadas a una desinfección terminal imperfecta no han sido estimados, la eficacia de complementar estos procedimientos con tecnología UV-C sí ha sido evaluada. Esta tecnología no solo sustituye a los procedimientos manuales de desinfección terminal, sino también a los sistemas de vaporización de peróxido de hidrógeno, que, aunque eficaces, presentan una usabilidad limitada. La desinfección UV-C ofrece una alternativa más eficiente y efectiva, reduciendo el riesgo de infecciones y mejorando la seguridad del paciente. De hecho, un estudio mostró que la incidencia de organismos objetivo

entre los pacientes expuestos fue significativamente menor al añadir UV-C a las estrategias de limpieza estándar, con una reducción del 30% en comparación con la limpieza estándar sola [158].

5.1.4. Tecnología para el diagnóstico precoz de IRAS

No se debe olvidar que el diagnóstico precoz de las IRAS es crucial para mejorar los resultados clínicos y reducir la morbilidad y mortalidad asociadas. Detectar estas infecciones en sus etapas iniciales permite una intervención rápida y efectiva, lo que puede prevenir complicaciones graves y la propagación de patógenos resistentes. Además, un diagnóstico temprano contribuye a optimizar el uso de antibióticos, reduciendo así el riesgo de resistencia antimicrobiana. En este contexto, tecnologías avanzadas como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y los sistemas automatizados de biología molecular juegan un papel fundamental. Estas herramientas permiten una identificación rápida y precisa de los patógenos, facilitando un tratamiento oportuno y adecuado.

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en tiempo real es una tecnología avanzada utilizada para la detección rápida de pacientes portadores de microorganismos multirresistentes a los antibióticos, especialmente al ingreso en hospitales o en unidades críticas. Esta técnica permite identificar de manera precisa y rápida a los pacientes colonizados, facilitando su aislamiento y posterior descolonización, lo que ayuda a prevenir infecciones nosocomiales causadas por estos patógenos. Además, la PCR en tiempo real es crucial para evitar la transmisión horizontal de microorganismos multirresistentes entre pacientes, mejorando así el control de infecciones en entornos hospitalarios. En España, la resistencia a los antimicrobianos (RAM) es un problema grave, con aproximadamente 3.000 muertes anuales atribuibles a la RAM y cerca de 4 millones de personas afectadas por infecciones graves debido a bacterias resistentes. La Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC) estima que más de 35.000 personas mueren cada año en España por infecciones causadas por bacterias multirresistentes (BMR). La PCR en tiempo real ofrece



una ventaja significativa sobre los cultivos bacterianos tradicionales con medios cromogénicos, que proporcionan resultados más tardíos (más de 24 horas), permitiendo una intervención más rápida y efectiva en la gestión de infecciones hospitalarias [159].

Así, existen técnicas de PCR que permiten la identificación y diferenciación precisa de secuencias genéticas asociadas a la resistencia a carbapenémicos en bacterias gramnegativas, así como la detección de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM) y genes de resistencia a la vancomicina (vanA/vanB) en muestras de hisopos. Al proporcionar resultados rápidos y fiables, estas pruebas facilitan la implementación de estrategias de aislamiento y tratamiento precoz, reduciendo la transmisión de patógenos resistentes en entornos hospitalarios. Además, la detección prequirúrgica de patógenos como *Staphylococcus aureus* mejora significativamente la gestión de admisiones, disminuyendo el riesgo de infecciones nosocomiales y optimizando la estancia hospitalaria de los pacientes. En términos de



coste-efectividad, **la implementación de pruebas rápidas de PCR para la detección de genes de resistencia a carbapenémicos, SARM, vanA/vanB y *Staphylococcus aureus*** ha demostrado ser altamente coste-efectiva en el entorno hospitalario. La prueba para genes de resistencia a carbapenémicos reduce significativamente el tiempo de obtención de resultados, facilitando medidas rápidas de control de infecciones y disminuyendo la ocupación de camas debido a enterobacterias productoras de carbapenemasa (EPC). La prueba para SARM demostró lograr disminuir la tasa de infección en un 50% y reducir los costes en un 58%, generando ahorros anuales promedio de 408.894 euros. La prueba para vanA/vanB permite decisiones rápidas sobre estrategias de control de infecciones, evitando la pérdida de ingresos por interrupciones en traslados e ingresos de pacientes. Por último, la prueba para *Staphylococcus aureus* mejora el tratamiento prequirúrgico, reduciendo la duración de la hospitalización postoperatoria en un 14% y los costes promedio por paciente en un 18%. Estas pruebas no solo mejoran la gestión clínica, sino que también optimizan los recursos hospitalarios y reducen los costes asociados a infecciones nosocomiales [160-170].

Finalmente, se presentan **los sistemas automatizados de biología molecular**, que representan una innovación significativa en el diagnóstico de IRAS. Permiten la extracción, amplificación y detección automatizadas de las IRAS más comunes, proporcionando hasta 24 resultados de pacientes en poco más de 2 horas. Entre las pruebas que pueden realizarse se incluyen la detección del gen de la toxina B de *Clostridium difficile* (tcdB), SARM y *Staphylococcus aureus*. Estos sistemas optimizan los procesos del laboratorio molecular, acelerando el tiempo de diagnóstico y mejorando la especificidad de los resultados. Al sustituir los sistemas manuales de siembra y análisis de muestras, los sistemas automatizados no solo aumentan la eficiencia del laboratorio, sino que también reducen el riesgo de errores humanos. El impacto clínico de esta tecnología es significativo, ya que permite una intervención más rápida y precisa, mejorando los resultados para los pacientes y contribuyendo a un control más efectivo de las infecciones nosocomiales.

5.2. Sepsis

La sepsis es una respuesta inflamatoria sistémica grave que ocurre cuando el cuerpo reacciona de manera desproporcionada a una infección, liberando sustancias químicas en el torrente sanguíneo que desencadenan una inflamación generalizada. Esta condición puede llevar a daños en los tejidos y órganos, y si no se trata de manera oportuna, puede progresar a shock séptico, fallo multiorgánico y muerte. La sepsis es una emergencia médica que requiere un diagnóstico rápido y un tratamiento inmediato para mejorar las probabilidades de supervivencia. Por ello, la identificación temprana y el manejo adecuado son cruciales para reducir la alta mortalidad asociada a esta condición por lo que se han desarrollado tecnologías para ayudar a abordar estos desafíos [171].

En primer lugar, **la tecnología de resonancia magnética miniaturizada** es un método avanzado de detección diagnóstica que mide cómo reaccionan las moléculas de agua en presencia de campos magnéticos. Esta tecnología permite identificar de manera rápida y precisa patógenos en muestras de sangre total sin necesidad de purificación o extracción de las moléculas diana, lo que acelera significativamente el proceso de diagnóstico de la sepsis. Puede detectar organismos a niveles de 1 UFC/mL en un rango de tiempo de 3-5 horas, eliminando pasos laboriosos y reduciendo el tiempo y el trabajo manual necesario. Además, su alta sensibilidad y capacidad para detectar patógenos en sangre total sin que la señal de diagnóstico se vea comprometida, junto con su valor predictivo negativo alto, facilitan la desescalada terapéutica de antimicrobianos. Estudios demuestran que la implementación de esta tecnología novedosa tiene un impacto clínico significativo al reducir el tiempo de detección de patógenos, permitiendo una transición más rápida a terapias antimicrobianas dirigidas y una desescalada más temprana de tratamientos empíricos. Esto se traduce en una reducción del tiempo de detección del patógeno en 81 horas, del tiempo de identificación del patógeno en 77 horas, del tiempo de terapia dirigida en 42 horas, del tiempo de desescalada en 7 horas, del tiempo en la UCI en 5 días y de la estancia hospitalaria en 4 a 8 días. En términos de coste-efectividad, según un estudio realizado en Estados Unidos, su

implementación puede disminuir significativamente los costes hospitalarios al reducir la duración de la hospitalización y la necesidad de tratamientos prolongados, generando ahorros potenciales de entre 10.000 y 25.000 USD por paciente, considerando que los costes hospitalarios para pacientes con sepsis oscilan entre 2.000 y 5.000 USD por día, dependiendo de la gravedad de la sepsis [172].

Además, **la cuantificación de parámetros como los monómeros de degradación de la fibrina (FM), los productos de degradación de la fibrina (FDP) y los dímeros D** es otra tecnología que puede ayudar en el diagnóstico temprano y seguimiento de la sepsis. Estas pruebas de laboratorio permiten monitorizar la evolución de estos marcadores desde el estado basal hasta los inicios de la sepsis. Un seguimiento detallado de estos parámetros puede ayudar a confirmar sospechas de sepsis en estadios iniciales, previniendo así complicaciones fatales, graves y costosas, como el fallo multiorgánico y la necesidad de cuidados intensivos prolongados. La cuantificación de FM, FDP y dímeros D proporciona una herramienta valiosa para los clínicos, permitiéndoles tomar decisiones informadas sobre el tratamiento y manejo de los pacientes. Estas pruebas son económicas y rápidas, lo que las hace accesibles y prácticas para su uso rutinario en entornos hospitalarios.

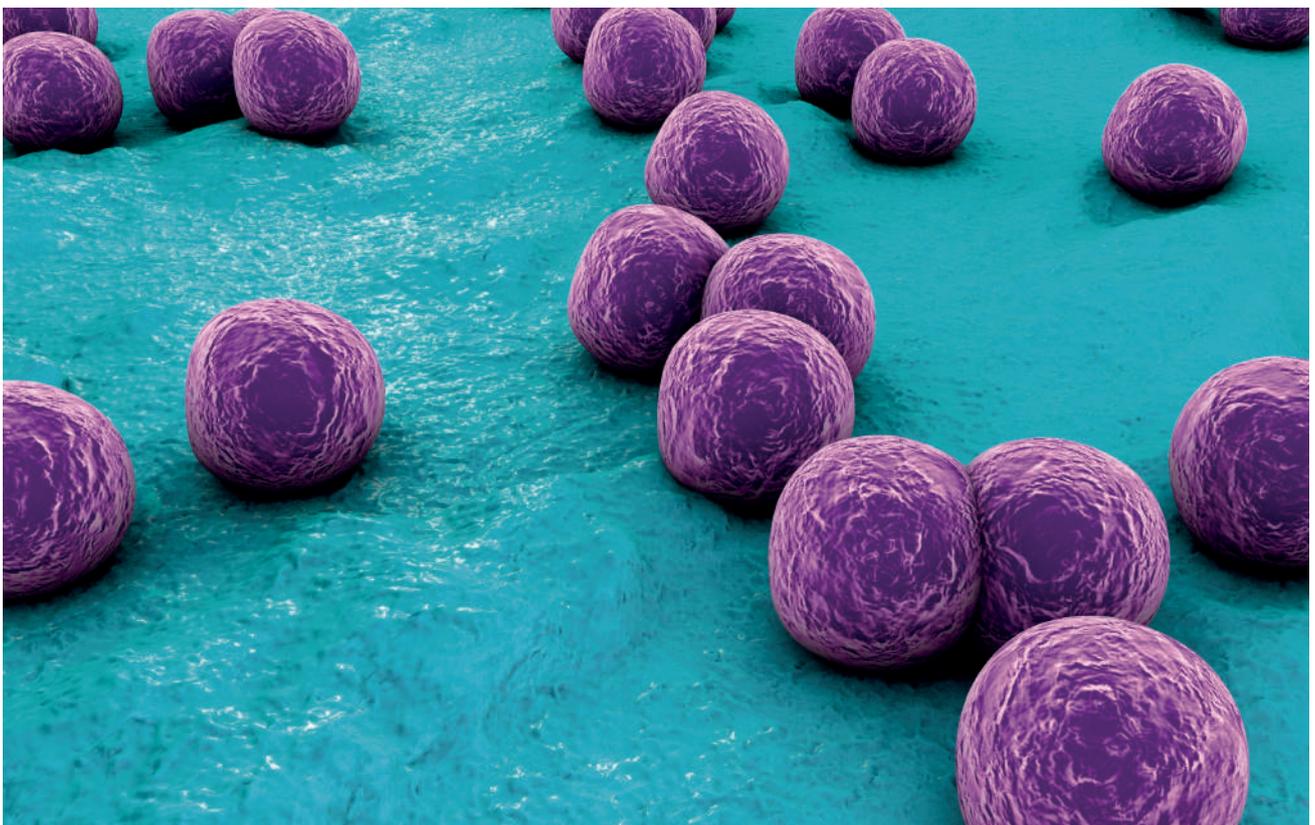
Por otro lado, **el hemocultivo sigue siendo el gold standard para la identificación del microorganismo causante de la infección**. Para conseguir un diagnóstico correcto, es fundamental garantizar la calidad de la muestra de sangre y evitar que ésta se contamine, lo que podía dar un falso positivo. Para esto se han desarrollado **soluciones tecnológicas como viales o dispositivos de extracción de sangre** que permiten adaptarse a cada tipo de paciente, teniendo en cuenta el estado de sus venas y sus condiciones fisiopatológicas, y que además mejoran el confort del paciente ya que reducen el dolor debido al pinchazo. Las Guías de Práctica Clínica recomiendan enviar los hemocultivos al laboratorio inmediatamente después de su extracción para iniciar rápidamente la incubación, ya que la sepsis es una condición tiempo-dependiente. Si no es posible el traslado inmediato, se sugiere el uso de **equipos automatizados para hemocultivos satélite**, que aceleran el crecimiento e identificación del

patógeno. Estos equipos pueden instalarse en distintas unidades del hospital y estar conectados con el laboratorio de microbiología para optimizar el proceso y garantizar la trazabilidad de la información. Además, las pruebas rápidas de identificación y sensibilidad de hemocultivos positivos y los sistemas informáticos que gestionan todo el proceso en tiempo real son cruciales. Estos sistemas optimizan el flujo de trabajo y aseguran que la información necesaria esté disponible de inmediato para proporcionar el tratamiento antibiótico adecuado. La automatización del laboratorio molecular optimiza cada fase del proceso, desde la siembra hasta la obtención del antibiograma, permitiendo un diagnóstico más rápido y preciso, lo cual es vital para el manejo efectivo de la sepsis y disminuir el riesgo de muerte del paciente [173-186].

En la misma línea, **la tecnología de Reacción en Cadena de la Polimerasa con Transcriptasa Inversa (RT-PCR) para la detección rápida y simultánea de *Staphylococcus aureus* (SA) y *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM)** en pacientes con hemocultivos positivos es crucial en el manejo de la sepsis. Esta identificación rápida optimiza la terapia antibiótica, reduce el tiempo de

estancia hospitalaria y disminuye la necesidad de prescripción empírica. Comparado con los métodos manuales de cultivo, que son lentos y laboriosos, esta tecnología proporciona resultados más rápidos, permitiendo una gestión más efectiva y óptima de los pacientes. Además, a diferencia de los paneles tradicionales, que tienen un número limitado de pruebas diarias, requieren personal capacitado y consumibles adicionales, y presentan riesgos de contaminación, esta tecnología es más eficiente y reduce los costes asociados.

Además de la detección temprana de la sepsis para poder iniciar un tratamiento adecuado, es fundamental intentar reducir la incidencia de infecciones para prevenir la propia sepsis. En este contexto, **las toallitas desinfectantes de clorhexidina** pueden ayudar sustancialmente a prevenir las infecciones en entornos hospitalarios, disminuyendo significativamente el riesgo de IRAS y sepsis. Según la información disponible, el uso de toallitas de clorhexidina puede reducir la incidencia de infecciones en un rango del 40% al 60%, facilitando el cuidado de pacientes críticos y reduciendo la incidencia de sepsis postoperatoria, estrictamente relacionada con las infecciones. Esta medida preventiva no solo mejora



la seguridad del paciente, sino que también optimiza los recursos hospitalarios al disminuir la necesidad de tratamientos prolongados y costosos asociados a las infecciones y sepsis potencialmente derivada [187].

Finalmente, en cuanto al tratamiento de la sepsis, **el filtro de purificación sanguínea** es una tecnología avanzada que combina tres funciones en un solo dispositivo. Este filtro elimina eficazmente citoquinas y endotoxinas durante la terapia de reemplazo renal continuo (CRRT), gracias a una membrana con un tratamiento superficial catiónico innovador que permite la adsorción de endotoxinas, una capa base de fibra hueca y un revestimiento de heparina. La creciente evidencia y experiencia en cuidados críticos sugieren que el uso de este filtro puede mejorar la función orgánica y la hemodinámica en pacientes con sepsis o shock séptico. Según los resultados del metaanálisis de *Siew (2024)*, el uso de una membrana específica se asoció a una reducción de la mortalidad global, la dosis de norepinefrina, la PCR, la IL-6 y los niveles de lactato, junto con una mejora de la función orgánica [188]. En otros estudios como el de *Zhu (2022)*, también se observó que el uso de este filtro puede mejorar el estado hemodinámico del paciente durante la CRRT inicial en el shock séptico quirúrgico grave con daño renal agudo [189]. En el trabajo de *Zhai (2021)*, se demostró que el uso de esta membrana puede mejorar los indicadores hemodinámicos de los pacientes con sepsis, reducir el nivel de inflamación y mejorar la función metabólica del organismo, mejorando así la función orgánica de los pacientes y su pronóstico [190]. Estos estudios destacan el valor clínico de esta tecnología en pacientes con sepsis.

5.3. Eventos adversos en cirugía

En el ámbito quirúrgico, las limitaciones humanas son manifiestas y pueden comprometer la precisión y seguridad de los procedimientos. Factores como la fatiga, el temblor de las manos y la capacidad limitada para visualizar áreas anatómicas complejas representan desafíos significativos. Aunque la cirugía basada en la evidencia ha intentado mitigar estos problemas mediante la aplicación de metodologías científicas rigurosas, persisten limitaciones inherentes a la práctica quirúrgica [191]. La incorporación de tecnologías avanzadas, tales como la cirugía robótica,

los sistemas de navegación asistida por computadora, sistemas de grapado inteligente, la reconstrucción 3D en cirugía, los productos hemostáticos y la tecnología avanzada de energía de sellado y la monitorización anestésica avanzada permiten hacer frente a estos desafíos de forma revolucionaria.

La robótica, tanto en cirugía general como en ortopedia, utiliza sistemas asistidos por computadora y navegación robótica para mejorar la precisión, planificación y ejecución de las intervenciones quirúrgicas. Estos sistemas utilizan brazos robóticos controlados por cirujanos humanos para replicar movimientos con una exactitud superior. Además, permiten la creación de modelos en 3D de la anatomía de cada paciente gracias a plataformas integradas de imágenes de diagnóstico como radiografías y resonancias magnéticas (RM). Esto facilita una planificación detallada del procedimiento, ajustando la alineación, el corte y la colocación de los implantes al detalle. En ortopedia, la tecnología robótica mejora significativamente la precisión en la colocación de implantes de rodilla y cadera, resultando en un mejor alineamiento y funcionalidad a largo plazo, y reduciendo la probabilidad de complicaciones. Además, la menor invasividad de estos procedimientos reduce el riesgo de infección, hemorragia y dolor postoperatorio, acelerando la recuperación y disminuyendo el tiempo de hospitalización. Desde una perspectiva de coste-efectividad, la cirugía robótica reduce el daño iatrogénico, las complicaciones postquirúrgicas y las readmisiones, además de disminuir el número de sesiones de fisioterapia. Estos beneficios se traducen en una mayor satisfacción del paciente, una mejora en la supervivencia y una reducción en la tasa de revisiones, lo que en conjunto mejora los resultados clínicos y optimiza los recursos sanitarios a nivel económico [195-199]. Respecto a la cirugía general, la cirugía robótica ofrece numerosas ventajas tanto en el ámbito clínico como en términos de costes. Clínicamente, la cirugía robótica permite una precisión sin precedentes, lo que reduce el riesgo de complicaciones y mejora los resultados postoperatorios. Los sistemas robóticos, proporcionan una visualización tridimensional de alta definición y una mayor destreza, permitiendo a los cirujanos realizar maniobras delicadas con una precisión milimétrica [200-201]. Esto se traduce en incisiones más pequeñas, menor pérdida de sangre y una recuperación más rápida para los pacientes [202-203].

En términos de costes, aunque la inversión inicial en tecnología robótica es alta, los beneficios a largo plazo incluyen estancias hospitalarias más cortas y menores tasas de complicaciones postoperatorias, lo que puede resultar en una reducción de los costes generales de atención médica [201-202]. Además, la cirugía robótica puede disminuir la fatiga del cirujano, mejorando la eficiencia y reduciendo el tiempo de recuperación del paciente [200]. En resumen, la cirugía robótica no solo mejora la precisión y los resultados clínicos, sino que también ofrece beneficios económicos significativos a largo plazo.

También se han diseñado **plataformas robóticas** que tienen como objetivo ayudar a los cirujanos ortopédicos a realizar resecciones óseas, así como evaluar el estado de las partes blandas para facilitar la colocación del implante durante una artroplastia total de rodilla (ATR). Esta tecnología en ATR ha demostrado una mayor precisión quirúrgica y una reducción en los valores atípicos en la colocación del implante, lo que puede traducirse en una mejor alineación y, por ende, en una mayor supervivencia del implante [204-208]. A pesar de que solo alrededor del 85 % de los pacientes están satisfechos con su ATR primaria, los datos emergentes indican que la ATR robótica está asociada con mejores resultados funcionales y una mayor satisfacción reportada por los pacientes [209-213]. En cuanto al coste-efectividad, varios autores han publicado resultados económicos a corto plazo que demuestran una disminución de los costes de las instalaciones de referencia y de la duración del ingreso asociados con la ATR [213-215]. Un análisis del 100 % de los datos de Medicare demostró resultados prometedores con respecto a la disposición del alta, los servicios post-agudos y los reingresos asociados con la ATR robótica frente a la no robótica. Los autores informaron que los pacientes con ATR robótica tuvieron una reducción significativa en el reingreso a 90 días del 33 % ($p = 0,0423$), en comparación con los pacientes con ATR no robótica [215].

Del mismo modo, **la navegación en cirugía de columna** es una tecnología avanzada diseñada para aumentar la precisión y el control durante las operaciones en la columna vertebral. Esta técnica utiliza una combinación de imágenes y software de planificación para guiar al cirujano en tiempo real. Gracias a ello, se puede localizar con precisión las



estructuras vertebrales, mejorar la colocación de tornillos pediculares y otros dispositivos de fijación, y reducir el riesgo de complicaciones. Similar a la robótica en ortopedia, aporta una mayor precisión en la colocación de implantes y dispositivos de fijación, lo que resulta en una reducción significativa de complicaciones quirúrgicas, como daños a nervios o vasos sanguíneos. Además, proporciona una menor invasividad, haciendo que las cirugías sean menos traumáticas y más rápidas, lo que a su vez acelera la recuperación de los pacientes, disminuye el dolor postoperatorio y reduce las estancias hospitalarias. Por otro lado, en muchos casos puede minimizar la exposición a la radiación proveniente de la fluoroscopia, técnica más tradicional usada por los cirujanos para ser guiados durante los procedimientos, protegiendo tanto al paciente como al equipo médico. Finalmente, mejora la planificación preoperatoria, optimizando los resultados y la toma de decisiones.

En conjunto, estos factores contribuyen a una mayor durabilidad de los implantes y una mejor gestión de casos complejos, lo que se traduce en una mayor eficiencia y efectividad a largo plazo de los proce-



dimientos quirúrgicos. Esto no solo mejora los resultados clínicos, sino que también resulta en una reducción de costes y una optimización del sistema sanitario a nivel clínico y económico, al disminuir las complicaciones post operatorias, la necesidad de reintervenciones, reducir las estancias hospitalarias y las readmisiones [216-222].

Otra tecnología revolucionaria que también puede contribuir a mitigar los daños en cuanto a eventos adversos en cirugía se refiere es la **tecnología de grapado inteligente**, usada en procedimientos quirúrgicos para mejorar la precisión y la seguridad al aplicar grapas en los tejidos, ajustando la velocidad de disparo adaptándose a los distintos grosores del tejido y asegurando una formación uniforme de las grapas. Esto reduce el riesgo de complicaciones asociadas con grapas mal formadas, como fugas o infecciones, y mejora la consistencia y seguridad de los resultados quirúrgicos. Además, la retroalimentación visual y audible proporcionada durante el procedimiento permite a los cirujanos tomar decisiones más informadas, aumentando la eficiencia operativa. Así, la tecnología no solo mejora los resultados clínicos, sino que también optimiza los recursos del

sistema sanitario, reduciendo los costes asociados a complicaciones y reintervenciones, y mejorando la eficiencia y efectividad de los procedimientos quirúrgicos a largo plazo [223-224].

Por su parte, **la reconstrucción 3D en cirugía** ofrece múltiples ventajas significativas. En primer lugar, permite una planificación quirúrgica más precisa, lo que reduce los riesgos y mejora los resultados clínicos [225]. Además, facilita la personalización de los procedimientos al adaptar las intervenciones a la anatomía específica de cada paciente [226]. Este tipo de herramientas proporcionan análisis avanzados de imágenes médicas, mejorando la visualización y la toma de decisiones en tiempo real [227]. Por otro lado, la reconstrucción 3D también mejora la comunicación entre el equipo médico y el paciente, al ofrecer una representación visual clara de las intervenciones planificadas [228]. En resumen, esta tecnología no solo optimiza la eficiencia y seguridad de las cirugías, sino que también contribuye a una mejor experiencia y comprensión por parte del paciente.

Además de las innovaciones robóticas y tecnológicas que han revolucionado la cirugía moderna, es fundamental considerar otras herramientas avanzadas que contribuyen significativamente a la seguridad y eficacia de los procedimientos quirúrgicos, como son **los productos hemostáticos**. Estas tecnologías están diseñadas para acelerar los mecanismos naturales de coagulación sanguínea y abordar diversos tipos de sangrado que pueden ocurrir durante una amplia variedad de intervenciones quirúrgicas. Entre estos productos se encuentran los parches hemostáticos, que utilizan una matriz de celulosa oxidada regenerada combinada con una capa de fibrina para detener rápidamente el sangrado, proporcionando una hemostasia eficaz y reduciendo el riesgo de complicaciones hemorrágicas [229-231].

Otro ejemplo son **los polvos 100% absorbibles**, derivados de almidón vegetal purificado, que son especialmente útiles cuando los métodos convencionales de control de hemorragias, como la presión o la ligadura, no son efectivos o prácticos. También existe una sustancia en polvo que forma un hidrogel adhesivo que se puede utilizar para tratar sangrado y/o prevenir el sangrado tardío después de lograr la hemostasia. El polvo se adhiere al tejido

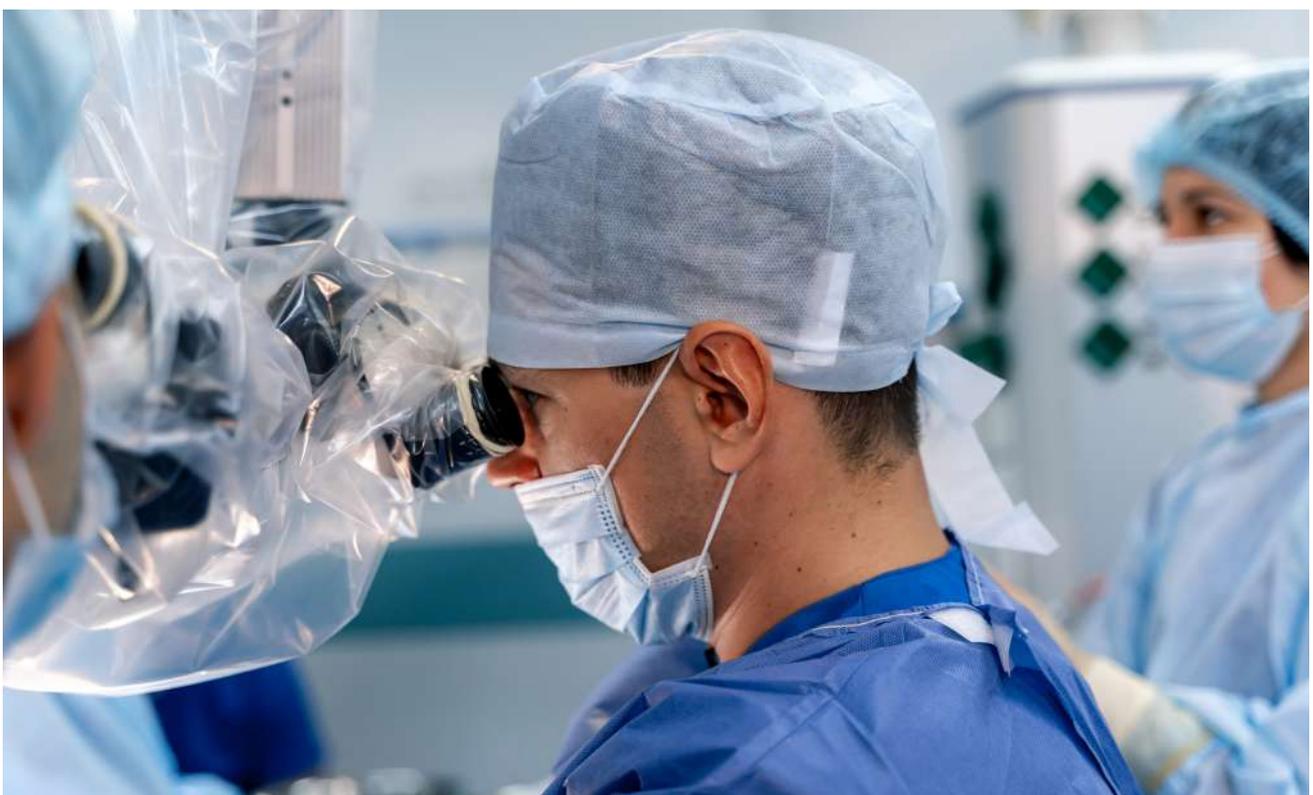
y forma una barrera protectora una vez que entra en contacto con los fluidos corporales. El distintivo color azul del polvo permite mejorar la visibilidad y garantiza la cobertura total de la lesión [232]. Por otro lado, **los productos de colágeno absorbible, disponibles en forma de harina, láminas o esponjas**, aceleran la formación de coágulos y son eficaces en múltiples aplicaciones quirúrgicas, incluyendo neurocirugía, urología y cirugía cardiovascular. Estos productos no solo son fáciles de usar, sino que también cuentan con una amplia evidencia de seguridad y eficacia, lo que mejora significativamente el control del sangrado durante la cirugía. Esto, a su vez, optimiza los resultados quirúrgicos y acelera la recuperación del paciente, demostrando un impacto clínico positivo al reducir el riesgo de complicaciones y mejorar la eficiencia del procedimiento quirúrgico.

Por otro lado, **la tecnología avanzada de energía de sellado de vasos** juega un papel crucial en la mejora de la seguridad en la cirugía y la reducción del sangrado. Permite aplicar una combinación de presión y corriente eléctrica capaz de desnaturalizar el colágeno y la elastina en las paredes de los vasos sanguíneos de hasta 7mm de diámetro, creando así un sellado permanente y flexible resistente a presiones superiores a las fisiológicas. Los dispositivos

que utilizan esta tecnología han demostrado reducir significativamente el tiempo quirúrgico en comparación con técnicas tradicionales como la sutura convencional, clips o los instrumentos electroquirúrgicos monopolares [233-237].

Estudios preclínicos también sugieren que su uso resulta en menor pérdida de sangre durante los procedimientos, con un control de sangrado más efectivo frente estas alternativas mencionadas anteriormente [233-236, 238- 241]. Estos avances no solo mejoran la eficiencia del procedimiento, sino que también reducen la necesidad de hemostasia adicional y aceleran la recuperación postoperatoria [235, 238-241]. Estos beneficios, tanto en tiempo como en resultados, hacen de los instrumentos de energía bipolar avanzada una herramienta esencial en cualquier procedimiento en el que se requiera de sellar vasos sanguíneos, mejorando los resultados clínicos y reduciendo las complicaciones postoperatorias [233-241].

Otras tecnologías que ayudan a reducir el riesgo de complicaciones perioperatorias y aceleran la recuperación del paciente durante el acto anestésico, son la monitorización del EEG procesado, así como la oximetría cerebral y somática.



La monitorización del EEG procesado permite medir de forma objetiva y directa el efecto de los fármacos anestésicos de forma individualizada, facilitando la optimización de la titulación de fármacos evitando tanto la infra como la sobredosis. Los beneficios clínicos para el paciente derivados del uso de la monitorización del EEG procesado son la reducción de la incidencia de despertar intraoperatorio [242-243], la reducción de la sobredosificación anestésica, que se traduce en una disminución significativa del consumo de anestésicos, la reducción del riesgo de náuseas y vómitos tras la cirugía, la disminución del tiempo de recuperación posoperatoria y tiempo de extubación; y la disminución del riesgo de delirium posoperatorio [244-246].

Respecto a **la monitorización de la oximetría cerebral**, permite determinar el balance entre el suministro y la demanda de oxígeno a nivel cerebral y somático, evitando el riesgo de padecer estados de hipoxia o isquemia cerebral durante el acto quirúrgico. La tecnología ha demostrado disminuir la morbilidad de órganos mayores en procedimientos quirúrgicos, disminuyendo el riesgo de daño neurológico, coma, accidente cerebrovascular, fallo renal, fallo respiratorio y prolongados tiempos de ventilación [247-259].

Por último, hacer mención de otros tipos de eventos adversos asociados a las cirugías como son las eventraciones o evisceraciones agudas debidas a una dehiscencia de sutura quirúrgica o laparotomía. Aunque en este estudio no se incluyen datos de prevalencia y costes de estos eventos adversos, merece la pena mencionarlos ya que un porcentaje de estos se podrían evitar. La dehiscencia de sutura es una separación de los márgenes de una herida quirúrgica por la línea de sutura. Se trata de una complicación grave que tiene una incidencia del 0,4-3,5% [250] y que puede conllevar importantes complicaciones, así como un aumento de la mortalidad, que se relacionan con estancias hospitalarias más largas, aumento de los costes sanitarios y empeoramiento de la calidad de vida de los pacientes. La incidencia y la gravedad de esta puede variar según el tipo de cirugía, el estado clínico del paciente y la experiencia del cirujano. Uno de los factores relacionados con la aparición de una dehiscencia de sutura es la infección en el sitio quirúrgico (que sí se contempla en este informe).

Se considera evisceración o eventración aguda a la dehiscencia aguda de laparotomía que ocurre en los primeros 30 días del posoperatorio. Esta puede ser total o abierta, cuando presenta separación de todos los planos de la laparotomía y parcial o cubierta a la que presenta separación de todos los planos menos el cutáneo. La incidencia va del 0,2 al 6 % y la mortalidad es del 25 % [251-255]. La evisceración total requiere resolución quirúrgica inmediata y la evisceración parcial permite estabilizar al paciente antes de reparar la pared abdominal. En cualquiera de los casos, la solución es una nueva cirugía, con las complicaciones y costes que precisa.

La evisceración aguda se podría prevenir con la implementación de medidas durante las fases preoperatoria, intraoperatoria y postoperatoria. En la fase intraoperatoria, uno de los factores más importantes en la prevención de la evisceración es la técnica de cierre y el material de sutura empleado; y hay trabajos que han determinado cuales son las más efectivas. Otro factor que puede ser relevante para evitar la evisceración es el **uso profiláctico de mallas quirúrgicas**. Estas son productos sanitarios implantables no activos en forma de prótesis constituidos por biomateriales. Los biomateriales se definen como los materiales de origen natural o sintético, que tienen como finalidad conseguir una función específica en el organismo, reemplazando parcial o totalmente los tejidos dañados. La malla sirve para reforzar mecánicamente la zona debilitada y promover la estabilidad a largo plazo, al actuar como un andamio para el crecimiento de nuevo tejido. En la actualidad existen distintos tipos de mallas, que por su composición se podrían dividir en: sintéticas, la mayoría compuestas por un material plástico como polipropileno; biológicas, que utilizan en la mayoría de los casos una matriz de colágeno animal; y sintéticas absorbibles o biosintéticas de reabsorción lenta. Todas estas tienen sus ventajas e inconvenientes por lo que es importante elegir la más apropiada en base a las necesidades de cada paciente. Además de prevenir la evisceración, este tipo de soluciones ayudan a prevenir también las hernias incisionales que pueden aparecer al cabo de semanas, meses, incluso años después de la cirugía [256-258].

5.4. Tromboembolismo

El tromboembolismo venoso (TEV) es una condición grave y potencialmente mortal que incluye la trombosis venosa profunda (TVP) y la embolia pulmonar (EP). Esta afección puede llevar a complicaciones severas y es responsable de una alta tasa de mortalidad. El TEV puede ser causado por varios factores, siendo uno de los más importantes la inmovilidad prolongada y las cirugías recientes, especialmente asociadas a la estancia hospitalaria [259,260]. Existe un mayor riesgo de sufrir trombosis entre los pacientes que están hospitalizados por patologías anteriores, como la insuficiencia cardíaca, la enfermedad pulmonar obstructiva, el cáncer o en aquellos que poseen antecedentes de tromboembolismo. Por lo general, se trata de una enfermedad que posee una mayor prevalencia en los hombres. La edad media de las personas que padecen trombosis es de 65 años, y aumenta con el paso del tiempo.

Hasta un 60% de los casos de trombosis se producen durante o después de la hospitalización, lo que convierte a esta enfermedad en la principal causa de muerte evitable en hospitales. De hecho, el riesgo de aparición de la trombosis en los pacientes hospitalizados por causa médica se sitúa entre el 10% y el 20%. Sin embargo, cuando se utilizan medidas preventivas, este riesgo se reduce en



un 50-60% [261]. Por ello, recientemente se han desarrollado tecnologías innovadoras que se centran en la prevención y el diagnóstico precoz para un abordaje óptimo. Estas tecnologías incluyen sistemas de compresión neumática vascular, medias elásticas anti-embolismo, sistemas de detección de biomarcadores como el dímero D, cánulas ECMO (Oxigenación por Membrana Extracorpórea), *stents* o endoprótesis.

Las tecnologías de prevención del TEV más novedosos incluyen sistemas de compresión neumática vascular intermitente y medias elásticas anti-embolismo, que vienen para sustituir a los tradicionales vendajes compresivos. **Los sistemas de compresión neumática** intermitente aplican una compresión gradual y secuencial desde el pie hacia arriba, de manera circunferencial y progresiva. Este proceso es automático y personalizado, alternando la compresión entre ambas piernas para simular el efecto de caminar, lo que optimiza el retorno venoso y previene la estasis venosa, reduciendo el riesgo de TEV. Estudios han demostrado que estos sistemas movilizan más sangre y son efectivos en la reducción de la estasis venosa [262, 263]. En cuanto a términos de coste-efectividad, el uso de métodos de trombopprofilaxis ha demostrado ser altamente eficaz en la reducción de costes, logrando una disminución del 34%. Un estudio mostró que, aunque las mayores reducciones se observaron en áreas de estancia prolongada como la UCI, trauma y cardiología; en España, la implementación de estos métodos redujo los costes en todas las áreas analizadas: traumatología, oncología, UCI, cardiología, ginecología y obstetricia. En España, el coste por paciente de riesgo asciende a 934 \$, y el coste total de tratar la trombosis en el país supera los 2.500 millones \$, lo que representa un 0,18% del producto interior bruto, y pone de manifiesto la necesidad de prevenir estos episodios no solo a nivel clínico sino también a nivel económico [264-267].

Las medias elásticas anti-embolismo ejercen una compresión graduada desde la parte distal a la proximal de las extremidades inferiores, optimizando el flujo sanguíneo y previniendo la distensión venosa. Estas medias han mostrado reducir la incidencia de TVP hasta en un 50% [268] y aumentar la velocidad del flujo sanguíneo en un 138% [269]. También han demostrado clínicamente prevenir los efectos

dañinos de la distensión venosa que se producen durante la cirugía y la hospitalización [270].

Por otro lado, **la detección temprana del TEV** es vital para prevenir complicaciones graves, y poder realizar un óptimo abordaje de la situación lo antes posible. Para ello, se han desarrollado **tecnologías altamente complejas e innovadoras para la detección de biomarcadores indicadores de TEV, uno de los más importantes entre varios la del dímero D**, con el objetivo de poder descartar o bien confirmar sospechas de TEV en estadios iniciales. El impacto de estas tecnologías es significativo, ya que permite una intervención segura y eficaz, reduciendo la necesidad de procedimientos invasivos y costosos, como por ejemplo pruebas de imagen. Además, estas pruebas son económicas, rápidas y con una alta fiabilidad, lo que facilita su implementación en entornos clínicos de rutina. De hecho, estudios prospectivos han demostrado que los pacientes con un ensayo de dímero D negativo no presentan eventos trombóticos durante los 90 días posteriores a la prueba [271].

La detección del dímero D ha demostrado ser una estrategia coste-efectiva. En Estados Unidos, los pacientes sometidos a tomografía computarizada en espiral incurrieron en un coste medio de 2.800\$ por paciente. Sin embargo, el uso del dímero D para excluir el diagnóstico ahorró aproximadamente 1.704\$ por paciente [272]. En España, un estudio similar mostró que el uso de escalas pre-test junto con el resultado analítico del dímero D supuso un ahorro de entre 8.619,75€ y 9.740,80€, en función de la escala utilizada [271]. Además, el punto de corte del dímero D ajustado por edad, combinado con una baja probabilidad clínica, aumentó la proporción de pacientes de edad avanzada en los que el diagnóstico de TEV pudo excluirse con seguridad. En pacientes mayores de 50 años, el uso del dímero D ajustado por edad implicó un aumento del 35% en los resultados negativos, excluyendo el TEV. En mayores de 75 años, esto implicó un aumento del 67% en los resultados negativos, lo que se tradujo en un ahorro anual de 80 millones de dólares [273].

Las cánulas de ECMO (Oxigenación por Membrana Extracorpórea) están fabricadas con materiales biocompatibles como el *elast-eon*, compuesto por

siloxano y poliuretano. El siloxano proporciona una amplia bioestabilidad, mientras que el poliuretano es biocompatible. Ambos materiales ofrecen flexibilidad y resistencia durante la canulación, además de evitar el rechazo inmunológico y reducir el riesgo de infecciones. Gracias a su capacidad de mantener su estructura bajo condiciones de estrés, las cánulas de *elast-eon* son duraderas. El *elast-eon* minimiza la interacción con la sangre y evita la adhesión plaquetaria, reduciendo el riesgo de trombosis. Esta característica es crucial para minimizar las complicaciones asociadas al uso prolongado de estas cánulas en pacientes críticos. Además, estas cánulas no tienen una indicación específica de tiempo para su uso, lo que permite flexibilidad y seguridad en el manejo de pacientes que requieren soporte vital prolongado [274-282]. Del mismo modo, se ha desarrollado una tecnología innovadora para ECMO que utiliza fibras de polimetilpentano y una membrana de difusión que reduce complicaciones. Su recubrimiento de polímeros hidrofílicos resiste la adhesión plaquetaria sin necesidad de medicamentos. El diseño circular del módulo elimina zonas de bajo flujo y minimiza la superficie de contacto, logrando una baja caída de presión. Además, incorpora un sistema de monitoreo en tiempo real para presión, temperatura y saturación de la sangre [283].

Finalmente, también se han desarrollado **stents o endoprótesis**, dispositivos de malla de aleación que se insertan en las venas para proporcionar soporte estructural y mantener el flujo sanguíneo. Estos dispositivos pueden ser autoexpandibles o requerir la ayuda de un globo inflado para su colocación. Una vez desplegados, la mayoría de los *stents* permanecen en su lugar, y algunos están diseñados para liberar medicamentos de manera controlada. Los *stents* venosos, en particular, están diseñados para ser más resistentes y elásticos debido a las características del sistema venoso. Clínicamente, los *stents* se utilizan para tratar condiciones como el síndrome posttrombótico, el síndrome de May-Thurner, el síndrome de congestión pélvica y la enfermedad arterial periférica. Su uso ofrece ventajas significativas, como procedimientos menos invasivos, tiempos de recuperación más cortos y un menor riesgo de complicaciones, lo que permite que muchos de estos procedimientos se realicen en un entorno ambulatorio [284-286].

5.5. Úlceras por presión

Las úlceras por presión (UPP) son lesiones de la piel y/o tejido subyacente que se localizan generalmente sobre una prominencia ósea, como resultado de la presión o presión en combinación con la cizalla. Estas úlceras suelen desarrollarse en áreas del cuerpo donde los huesos están cerca de la superficie de la piel, como los talones, los tobillos, las caderas y el sacro. Las personas con movilidad limitada, como es el caso de los pacientes hospitalizados, son especialmente vulnerables a desarrollar úlceras por presión. Por ello, la prevención y el tratamiento de estas lesiones son cruciales, ya que pueden llevar a complicaciones graves como infecciones, dolor crónico y una disminución significativa de la calidad de vida. La implementación de tecnologías avanzadas y estrategias de cuidado resulta ser de gran ayuda para reducir la incidencia y mejorar los resultados en pacientes afectados por úlceras por presión [287, 288]. Las tecnologías disponibles para la prevención y el manejo de las úlceras por presión se dividen en 3 principales grupos; apósitos novedosos, terapias de presión negativa, y otros productos y dispositivos de prevención.

5.5.1. Apósitos novedosos

Existen varios tipos de apósitos diseñados para la prevención y tratamiento de las úlceras por presión, cada uno con características específicas que los hacen adecuados para diferentes etapas y condiciones de las heridas.

Los apósitos multicapa de espuma de poliuretano, con propiedades anisotrópicas para la zona sacra y los talones, e isotrópicas para otras áreas anatómicas, están diseñados para absorber exudados y mantener un ambiente húmedo en la herida, promoviendo así la cicatrización. Estos apósitos también proporcionan una barrera física que protege la herida de contaminantes externos y reduce la fricción y el cizallamiento. Por ello, están indicados tanto en la prevención como en el tratamiento de lesiones por presión, hasta niveles de exudado altos. En términos de impacto clínico, más de 114 estudios han avalado que el uso de estos apósitos reduce significativamente la incidencia de úlceras por presión gracias a que reducen el impacto de la presión, fricción, ci-

zalla y controlan el microclima en la piel, entre los que se destacan los siguientes. Un ensayo clínico aleatorizado mostró una reducción del 88% en la incidencia de UPP en la unidad de cuidados intensivos con la utilización de apósitos multicapa anisotrópicos [289]. Otro estudio indicó que estos apósitos confieren un beneficio protector adicional en pacientes geriátricos con alto riesgo de desarrollar UPP, reduciendo la incidencia en un 80% [290]. Por otro lado, se demostró que, con los apósitos multicapa con flexibilidad 360° y capacidad isotrópica, se redujo el estrés en tejidos blandos en un 52% en la frente, y un 78% en mentón, en pacientes en posición prona debido al distrés respiratorio producido por el COVID-19 [291].

En cuanto al coste-efectividad, estos apósitos también han demostrado ser altamente coste-efectivos. Un análisis mostró que la aplicación preventiva de estos apósitos en sacro y talón redujo los costes asociados en un 51,01% respecto al grupo control (\$70,82 versus \$144,56) [292]. Otro estudio realizado en 38 centros médicos durante 6 años mostró un ahorro potencial anual de \$200.000 a \$600.000 al evitar UPP graves [293]. Finalmente, los resultados de otro estudio realizado en EEUU y Australia mostraron que la prevención de úlceras por presión incluyendo apósitos profilácticos en todos los pacientes es coste-efectiva, con una relación coste-efectividad incremental (ICER) de \$2.000 por año de vida ajustado por calidad (QALY) desde la perspectiva de la sociedad y de \$2.142 por QALY desde la perspectiva del sector sanitario, concluyendo que **la prevención de úlceras por presión para todos los pacientes hospitalizados es coste-efectiva en más del 99% de las simulaciones probabilísticas**, recomendando la inversión en el cumplimiento de las guías internacionales de prevención por parte del personal de enfermería [294].

Un avance reciente en apósitos multicapa ha sido la aparición de los **apósitos de poliacrilato multicapa**. Estos incluyen una capa exclusiva de poliacrilato con el objetivo de optimizar el ambiente húmedo de la herida. La sal de poliacrilato que los define, en contacto con el exudado, gelifica y asegura la retención de este. Así, estos apósitos consiguen una muy buena retención de exudado incluso bajo compresión, y con ello una excelente gestión de inhibidores de la cicatrización, como son las metaloproteasas MMP-2 y MMP-9, a través de un mecanismo doble de secuestro y de

inhibición gracias a las características bioquímicas del poliacrilato. Con ello, los apósitos de poliacrilato permiten un mayor tiempo de uso efectivo, al poder gestionar mejor el exudado, su contenido y los cambios que pueda haber en su producción [295-296]. Estos nuevos apósitos, indicados para heridas con cualquier nivel de exudado, han sido también estudiados para el tratamiento y la prevención de úlceras por presión. Una reciente encuesta cuyos resultados se han publicado en *Wounds UK* destaca parámetros relevantes para la prevención de úlceras por presión como un 96% de satisfacción de los pacientes con la comodidad de estos apósitos, un 95% de satisfacción con la capacidad del apósito de permanecer en su lugar y un 100% en la facilidad de aplicación, concluyendo con que un 83% de los usuarios estimaron que el apósito tuvo un mejor rendimiento que los apósitos previamente usados [297]. Otro estudio reciente destaca las ventajas de los apósitos de poliacrilato multicapa en la prevención de úlceras por presión, concluyendo que su núcleo almohadillado ofrece una protección biomecánica equilibrada tanto en piel seca como optimizando el microclima al estar expuesto a humedad tras el uso. El mismo estudio señala la importancia del diseño de los apósitos en su capacidad de prevención de úlceras por presión, destacando la idoneidad del diseño de los apósitos de poliacrilato [298-301].

También cabe destacar **los apósitos de hidrofibra**, una tecnología avanzada que se adapta, absorbe y retiene líquidos, proporcionando un ambiente húmedo óptimo para la cicatrización de heridas y gestionando eficazmente el exudado. Este apósito podría sustituir a los apósitos de hidrocoloide extrafino, ofreciendo mejores resultados en términos de manejo del exudado y protección de la herida. Un estudio realizado en el Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA) demostró que el uso de apósitos de hidrofibra redujo la estancia hospitalaria y revirtió los estadios iniciales de dermatitis, evitando la progresión a úlceras por presión y reduciendo los gastos asociados. Además, estos apósitos han demostrado ser eficaces en la cicatrización de heridas crónicas, reduciendo el tiempo de tratamiento y mejorando la calidad de vida del paciente. Un estudio de coste-eficacia mostró que el uso de apósitos de hidrofibra es más coste-efectivo en comparación con los apósitos convencionales, permitiendo una mejor gestión del exudado y una reducción en la frecuencia de cambios de apósito, lo que disminuye

los costes asociados al tratamiento y las complicaciones como infecciones y hospitalizaciones prolongadas. Según el estudio, el uso de apósitos de hidrofibra puede reducir los costes de tratamiento en un 20-30% en comparación con los métodos tradicionales [302, 303]. Recientemente se ha publicado un ensayo clínico aleatorizado (ECA) que evalúa el uso de apósitos de hidrofibra de hidrocoloide en heridas de difícil cicatrización. Los resultados de este estudio evidencian que estos apósitos presentan una capacidad de favorecer la cicatrización superior en comparación con otras alternativas terapéuticas [304].

Los apósitos con superficie recubierta de DACC™ representan una tecnología innovadora para el tratamiento y la prevención de infecciones en heridas, incluidas las úlceras por presión. Estos apósitos son **bacteriostáticos** y actúan sin liberar ingredientes activos en el lecho de la herida. Su mecanismo de acción se basa en una **interacción hidrofóbica**, que atrae y fija las células bacterianas y fúngicas a la superficie del apósito, inhibiendo su replicación y la liberación de toxinas.

Las células patógenas adheridas se eliminan mecánicamente con cada cambio de apósito, lo que mejora la eficacia en el control de infecciones. Desde el punto de vista clínico, los apósitos con tecnología DACC™ han demostrado ser **seguros para todos los pacientes**, incluidos recién nacidos, personas mayores, mujeres embarazadas y en periodo de lactancia.

Además, **no promueven la resistencia bacteriana ni fúngica**, y favorecen la cicatrización de las heridas, reduciendo significativamente el tiempo de tratamiento, el número de hospitalizaciones y readmisiones, el dolor y la necesidad de antibióticos. Esto se traduce en una **mejor calidad de vida para el paciente y un ahorro de tiempo y costes**.

La **evidencia económica** publicada indica que la tecnología DACC™ es **altamente coste-efectiva**, como se detalla en el apartado 5.1.2.

Finalmente, es importante mencionar otro tipo de apósitos: los **apósitos regenerativos de colágeno y alginato**. Están diseñados para acelerar la cicatrización de heridas que sanan por segunda intención y están libres de tejido necrótico, como ocurre en las úlceras por presión.

Las fibrillas de colágeno, estructuradas de forma natural, forman una matriz porosa tridimensional que facilita la regeneración del tejido. Gracias a esta estructura, los apósitos promueven una cicatrización eficiente, acelerando la recuperación de heridas crónicas y difíciles de sanar, y contribuyendo a la **reducción del tamaño de la herida**.

El estudio de *Wiegand et al* demostró que este tipo de apósito **elimina los factores perjudiciales, favorece el crecimiento celular y estimula la granulación de la herida**. Además, su estructura permite reducir los niveles de metaloproteinasas de matriz (MMPs) en la herida hasta en un **50%**, lo que ayuda a estabilizar y proteger los factores de crecimiento. También se ha observado que estos apósitos fomentan el crecimiento de fibroblastos dérmicos, lo que contribuye a una mejor **remodelación del tejido** [310].

Como resultado, se logra una **disminución del tiempo de tratamiento**, del número de hospitalizaciones, de la duración de las estancias, de las discapacidades y del riesgo de complicaciones graves, lo que **reduce significativamente los costes asociados a la atención médica**.

En un estudio de vigilancia post-comercialización se observó una **reducción promedio del 38,1% en el área de la herida** tras tres semanas de tratamiento. Otro estudio destacó que estos apósitos representan una opción **coste-efectiva** para el tratamiento de heridas crónicas, con un **coste medio por paciente significativamente menor** en comparación con otros métodos tradicionales [310-312].

5.5.2. Terapias de presión negativa (TPN)

Las Terapias de Presión Negativa (TPN) son un tratamiento avanzado para la gestión de heridas que utiliza una presión subatmosférica controlada para promover la cicatrización. Este método implica la aplicación de un apósito especial sobre la herida, conectado a una bomba que crea un ambiente de presión negativa. La TPN ayuda a eliminar el exudado y los materiales infecciosos, reduce el edema, mejora la perfusión sanguínea y estimula la formación de tejido de granulación [313].

Una de las tecnologías de **TPN más novedosas combina una espuma patentada, un apósito, tubos multilumen y una unidad que ejerce una presión negativa uniforme a la superficie de la herida a través de algoritmos avanzados**. Es fundamental que los sistemas de TPN ofrezcan espumas con baja reacción a cuerpo extraño y elevada resistencia a la tensión para minimizar residuos y alterar menos el proceso inflamatorio en las heridas. También es importante que las bombas de estos sistemas sean silenciosas para no perturbar el descanso del paciente y cuenten con mecanismos de seguridad contra hemorragias inesperadas, además de componentes estériles para su uso en entornos como quirófanos. Los *films* de sellado deben tener una alta tasa de transmisión de vapor de humedad (MVTR) para prevenir la maceración de la piel y lesiones relacionadas con adhesivos médicos (MARSÍ). Además, es valioso que los sistemas incluyan mecanismos antiobstrucción y depósitos con filtros de carbono para evitar malos olores, mejorando así la calidad de vida del paciente y sus familiares. Así, esta terapia protege la herida de contaminación externa, proporciona un ambiente húmedo y ayuda a aproximar los bordes de la herida, eliminar el exudado y el material infeccioso y estimula el crecimiento del tejido para que la herida pueda cicatrizar. Esta nueva tecnología de TPN ha demostrado ser una opción coste-efectiva en el tratamiento de heridas complejas. Un estudio comparativo mostró que los costes totales fueron significativamente menores para los pacientes tratados con esta tecnología (TPN-V) en comparación con otras tecnologías de TPN (TPN-O) a los 3 y 12 meses, con costes de \$35.498 vs \$39.722 y \$80.768 vs \$111.212, respectivamente. Además, las tasas de readmisión fueron notablemente más bajas para el grupo de TPN-V (5% vs 8% a los 3 meses y 6% vs 11% a los 6 meses) [314]. Otro estudio destacó que **la iniciación temprana de la TPN** vs la iniciación tardía de la misma se asoció con una estancia hospitalaria más corta y menores costes totales, demostrando su eficacia en la reducción del tiempo de tratamiento y los costes asociados [315]. Finalmente, un estudio económico reveló que, aunque el coste inicial por paciente fue ligeramente mayor para la TPN vs tratamiento convencional de heridas (CWT), el ahorro por herida cerrada fue significativo, con una reducción de 4.155,98 € por herida cerrada, lo que confirma la superioridad de la TPN en términos de coste-efectividad vs CWT [316].

Además de la TPN convencional, se ha desarrollado una **variante avanzada que incorpora la instilación automatizada para el manejo de heridas**. Esta combina los beneficios de la TPN con la administración automática y controlada de soluciones tópicas para el tratamiento de úlceras por presión. El tratamiento se aplica en ciclos automáticos de instilación, lo que permite limpiar repetitivamente la úlcera sin necesidad de retirar los apósitos. En comparación con la TPN convencional, esta terapia ha demostrado ser más eficaz en la irrigación de la herida, la eliminación de restos fibrinosos y la promoción de la formación de tejido de granulación. Estos beneficios clínicos se traducen en una menor cantidad de desbridamientos quirúrgicos necesarios y una reducción significativa en la duración de la hospitalización, mejorando así los resultados para los pacientes y optimizando los recursos sanitarios.

La TPN con instilación automatizada ha demostrado ser altamente coste-efectiva en comparación con

los tratamientos convencionales. Un modelo económico estimó que el coste total por paciente fue significativamente menor para el grupo de TPN con instilación automatizada (NPWTi-d) en comparación con el grupo de control (TPN convencional, apósitos de gasa o perlas de gentamicina polimetilmetacrilato - PMMA), con ahorros de \$33.338 (50,6%) en Estados Unidos, €8.441 (48,2%) en Alemania y £5.626 (48,5%) en el Reino Unido [317]. Otro estudio mostró que la iniciación temprana de NPWTi-d se asoció con una duración significativamente más corta de la terapia (7,0 vs. 11,4 días; $P < 0,0001$) y una estancia hospitalaria más breve (13,4 vs. 16,3 días; $P < 0,0001$) en comparación con la iniciación tardía. Los pacientes que recibieron NPWTi-d de manera temprana también tuvieron menos desbridamientos, visitas al quirófano durante la hospitalización, días hasta el procedimiento final y readmisiones relacionadas con la herida. Esto resultó en un coste promedio de admisión inicial \$10.877 más bajo ($P < 0,0001$), incluyendo menores costes de NPWT [318].



5.5.3. Productos y dispositivos de prevención

Aparte del tratamiento, no hay que olvidar que la prevención de úlceras por presión es primordial en el cuidado de pacientes inmovilizados o con movilidad reducida. Por ello, se han desarrollado tecnologías innovadoras enfocadas en la prevención, en las que se incluyen los dispositivos de alivio de presión, como colchones especiales y botas anti-escaras, las cremas y películas barrera y los productos diseñados para un apropiado cuidado y mantenimiento de la piel.

En primer lugar, **los colchones de baja presión** redistribuyen el peso del cuerpo de manera uniforme. Utilizan un gel viscoelástico que se adapta a la forma del cuerpo, proporcionando soporte y confort, reduciendo la presión sobre puntos críticos y ayudando a mantener una circulación adecuada en la piel y los tejidos subyacentes. Clínicamente, estos colchones han demostrado ser efectivos en la prevención de úlceras por presión, una complicación común en pacientes inmovilizados. Según estudios realizados en entornos hospitalarios, tratar una úlcera por presión puede costar entre 6.000 y 18.500 euros por paciente, dependiendo de su gravedad. En cambio, los costes de prevención con el uso de estos colchones se estiman en unos 30-200 euros diarios, destinados a medidas como el uso de superficies especiales para la redistribución de presión, cambios posturales regulares y mantenimiento de la piel [319].

Las botas anti-escaras son dispositivos diseñados para prevenir la formación de úlceras por presión en los talones, una zona especialmente vulnerable en pacientes inmovilizados, como los que se encuentran en la UCI. Distribuyen la presión de manera uniforme, reduciendo el riesgo de daño tisular y mejorando la circulación sanguínea en la piel y los tejidos subyacentes. Un estudio documentado en la *Journal of Wound, Ostomy & Continence Nursing* encontró una disminución del 28% en lesiones de talón relacionadas con el hospital en un solo año y hasta un 72% en un período de cuatro años al utilizar este tipo de dispositivos en pacientes hospitalizados. Estas botas sustituyen métodos tradicionales como la elevación del talón con almohadas, proporcionando una solución más efectiva y cómoda para la prevención de úlceras por presión [320].

Las películas barrera no irritantes y las cremas barrera duraderas son otra de las medidas que podrían

ayudar la prevención de úlceras por presión. Estas tecnologías están diseñadas para proteger la piel, mantener su integridad y prevenir el desarrollo de lesiones cutáneas en pacientes con riesgo de úlceras por presión. La película barrera no irritante es un líquido sin alcohol que, al aplicarse sobre la piel, se seca rápidamente formando una capa protectora de terpolímero de acrilato transparente. Esta capa es adaptable y repelente al agua, proporcionando una barrera eficaz contra agentes externos y evitando la maceración de la piel. La crema barrera duradera ofrece una protección prolongada de la piel y actúa como humectante y emoliente. Compuesta por 1,3% de dimeticona y terpolímero de acrilato, forma una película protectora fina y duradera que previene el deterioro de la piel intacta. Debido a su alta concentración, debe aplicarse en cantidades menores que las cremas de barrera tradicionales. De hecho, un estudio demostró que el uso de una película de barrera aplicada 3 veces por semana resultó en costes significativamente más bajos en comparación con aplicar una barrera después de cada episodio de incontinencia. Esto incluyó ahorros en el coste del producto de barrera, la mano de obra para su aplicación y el coste total de productos y suministros [321].

Finalmente, no hay que olvidar que un apropiado cuidado de la piel es esencial para la prevención de las úlceras por presión. Para ello, se han diseñado productos específicos para la higiene, protección y cuidado de la piel, que son fundamentales para mantener la integridad cutánea y prevenir la formación de úlceras, mejorando la tradicional limpieza con agua y jabón u otros métodos caseros de barrera cutánea. Estos productos incorporan **tecnologías avanzadas que proporcionan limpieza sin aclarado, minimizando la fricción y preservando la barrera cutánea, y ofrecen protección activa con ingredientes como el óxido de zinc y pantenol**, que reparan y refuerzan la piel frente a la humedad y agresiones externas. El uso de estos productos reduce el riesgo de maceración, mejora el mantenimiento de la barrera cutánea, promueve la hidratación y reparación de la piel, y optimiza el tiempo del personal sanitario al disminuir la necesidad de tratar heridas avanzadas. La prevención de úlceras por presión mediante el uso de productos de cuidado de la piel es significativamente más económica que el tratamiento de úlceras avanzadas, lo que contribuye a una mejor calidad de vida del paciente y a una mayor eficiencia en el cuidado de la salud [322, 323].

Conclusiones

En este exhaustivo estudio, se ha llevado a cabo una detallada cuantificación de diversos daños clínicos, entre los que se incluyen úlceras por presión, infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria (IRAS), tromboembolismo, eventos adversos en cirugía y sepsis. A partir de esta cuantificación inicial, se ha procedido a evaluar tanto el impacto clínico como el impacto económico de estos eventos adversos. Posteriormente, se han presentado una serie de tecnologías innovadoras, cada una diseñada específicamente para prevenir y mitigar los daños mencionados.

Los resultados obtenidos son sumamente reveladores y subrayan la eficacia de las tecnologías evaluadas. No solo han demostrado ser altamente efectivas en la reducción de riesgos, sino que también han mostrado una notable relación coste-efectividad. Esto significa que la inversión en estas tecnologías se ve ampliamente compensada por la reducción de las consecuencias adversas derivadas de los eventos clínicos mencionados. La prevención y mitigación de estos daños, facilitada por los avances tecnológicos, resultan en una disminución significativa de los episodios adversos. Esta reducción no solo mejora la calidad de vida de los pacientes, al disminuir la incidencia de complicaciones y la mortalidad, sino que también optimiza los recursos económicos del sistema de salud.

Desde una perspectiva económica, la implementación de estas tecnologías representa una inversión sumamente eficiente. Los costes iniciales asociados a la adopción de estas tecnologías se ven contrarrestados por los ahorros generados a largo plazo, debido a la disminución de la necesidad de intervenciones clínicas adicionales, la disminución de la estancia hospitalaria que conlleva y la reducción de las tasas de readmisión.

Por otro lado, es crucial señalar la actual carencia de evidencia y la insuficiente recopilación de datos sobre diversos episodios clínicos. Esta falta de información impide un análisis exhaustivo y la identificación precisa de las necesidades no cubiertas y los procesos que requieren optimización en el ámbito de la salud. En este contexto, la tecnología puede desempeñar un papel fundamental, proporcionando herramientas avanzadas para la monitorización, el análisis de datos y la implementación de soluciones innovadoras que mejoren la gestión y prevención de diversas condiciones médicas.

En conclusión, la implementación de nuevas tecnologías representa un avance significativo en la gestión de la salud. La capacidad de prevenir y mitigar daños clínicos graves no solo mejora la experiencia y los resultados de los pacientes, sino que también contribuye a la sostenibilidad económica del sistema de salud. La evidencia presentada en este estudio respalda firmemente la adopción de estas tecnologías como una estrategia clave para mejorar tanto los resultados clínicos como los económicos, subrayando la importancia de la innovación y la inversión en el ámbito de la salud.

Bibliografía

- [1] Slawomirski L, Slawomirski L, Klazinga N. The economics of patient safety: from analysis to action. París: Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos; 2020. Disponible en: <http://www.oecd.org/health/health-systems/Economics-of-Patient-Safety-October-2020.pdf>
- [2] Raoofi S, Kan FP, Rafiei S, Hosseinipalangi Z, Mejareh ZN, Khani S et al. Global prevalence of nosocomial infection: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2023;18(1):e0274248.
- [3] Sociedad Española de Medicina Preventiva Salud Pública y Gestión Sanitaria. Prevalencia de infecciones (relacionadas con la asistencia sanitaria y comunitarias) y uso de antimicrobianos en hospitales de agudos. ESTUDIO EPINE-EPPS nº 33: 2023.
- [4] Meara, John G., Andrew JM Leather, Lars Hagander, Blake C. Alkire, Nivaldo Alonso, Emmanuel A. Ameh, et al. Global Surgery 2030: evidence and solutions for achieving health, welfare, and economic development. *The Lancet*. 2015; 386: 569-624
- [5] Panagioti M, Khan K, Keers RN, Abuzour A, Phipps D, Kontopantelis E et al. Prevalence, severity, and nature of preventable patient harm across medical care settings: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2019;366:l4185. doi:10.1136/bmj.l4185.
- [6] Rodziewicz TL, Houseman B, Hipskind JE. Medical error reduction and prevention. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing; 2023.
- [7] Raskob GE, Angchaisuksiri P, Blanco AN, Buller H, Gallus A, Hunt BJ et al. Thrombosis: a major contributor to global disease burden. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2014;34(11):2363-71. doi:10.1161/ATVBAHA.114.304488.
- [8] Li Z, Lin F, Thalib L, Chaboyer W. Global prevalence and incidence of pressure injuries in hospitalised adult patients: A systematic review and meta-analysis. *International journal of nursing studies*. 2020 May 1;105:103546.
- [9] García-Fernández FP, Soldevilla-Agreda JJ, Pancorbo-Hidalgo PL, Torra-Bou JE, López-Franco MD. Prevalence of dependence-related skin lesions in hospitalized adult population in Spain: Results of the 6th GNEAUPP National study 2022.
- [10] CDC: Current HAI Progress Report | HAIs | CDC, Sociedad Española Medicina Preventiva, salud Publica y gestión sanitaria: reports-esp (epine.es) que toma en cuenta las infecciones por COVID-19 en el protocolo: documentation (epine.es)
- [11] Agency for Healthcare Research and Quality. Patient Safety Indicators (PSI) Benchmark Data Tables, v2023. Rockville, MD: U.S. Department of Health and Human Services; 2023. Disponible en: https://qualityindicators.ahrq.gov/Downloads/Modules/PSI/V2023/Version_2023_Benchmark_Tables_PSI.pdf
- [12] Chana Rodríguez F. Actualización de recomendaciones sobre tromboprofilaxis en traumatología y cirugía.
- [13] Quiñoz-Gallardo MD, Barrientos-Trigo S, Porcel-Gálvez AM. Alcance de la implantación de la guía “Valoración del riesgo y prevención de úlceras por presión” de la Registered Nurses’ Association of Ontario (RNAO). *Rev Esp Salud Pública*. 2021;95:e202109126. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL95/ORIGINALES/RS95C_202109126.pdf
- [14] Organización Mundial de la Salud. Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos. 2016. ISBN: 9789241509763. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241509763>
- [15] Ministerio de Sanidad y Consumo. Estudio Nacional sobre los Efectos Adversos ligados a la Hospitalización (ENEAS) 2005. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2006. Disponible en: <https://seguridaddelpaciente.sanidad.gob.es/proyectos/financiacionEstudios/estudiosEpidemiologicos/docs/ENEAS.pdf>

- [16] Secretaría de Salud. Boletín Infecciones Asociadas a la Atención de la Salud (IAAS). Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica (RHOVE). Septiembre, 2022.
- [17] Mouritsen, T., Ehlers, L., Kovaleva, J., & Ahmad, I. Cost-effectiveness of single-use flexible bronchoscopes: a systematic review. *Anaesthesia*. 2019; 74: 220-229. <https://doi.org/10.1111/anae.14891>
- [18] Maerkedahl, R., Ehlers, L., & Heiring, C. Cost-utility analysis of the Ambu® aScope™ 4 Broncho single-use flexible video bronchoscope compared to reusable flexible bronchoscopes. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*. 2020; 11: 1-8. <https://www.jbclinpharm.org/articles/costutility-analysis-of-the-ambu-ascope-tm-4-broncho-singleuse-flexible-video-bronchoscope-compared-to-reusable-flexible.pdf>
- [19] Andersen, C., Ehlers, L., & Heiring, C. Cost-effectiveness of single-use flexible bronchoscopes: a systematic review and meta-analysis. *PharmacoEconomics*. 2022; 40: 123-134. DOI: 10.1007/s41669-022-00356-0
- [20] Wong, K., Ehlers, L., & Heiring, C. Cost-effectiveness of single-use flexible cystoscopes: a systematic review. *Journal of Endoluminal Endourology*. 2021; 4: 1-10. <https://doi.org/10.22374/jeleu.v4i1.120>
- [21] Bertolo, R., Ehlers, L., & Heiring, C. Cost-effectiveness of single-use flexible cystoscopes: a systematic review and meta-analysis. *Urology*. 2024; 144: 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2024.03.023>
- [22] Spada C, De Vincentis F, Cesaro P, Hassan C, Riccioni ME, Minelli Grazioli L, Bolivar S, Zurita A, Costamagna
- [23] Spada C, Hassan C, Marmo R, Petruzzello L, Riccioni ME, Zullo A, et al. Meta-analysis shows colon capsule endoscopy is effective in detecting colorectal polyps. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2010;8(6):516-522. doi: 10.1016/j.cgh.2010.02.018.
- [24] Granell M, Petrini G, Kot P, Murcia M, Morales J, Guijarro R, de Andrés JA. Intubation with vivosight double-lumen tube versus conventional double-lumen tube in adult patients undergoing lung resection: A retrospective analysis. *Ann Card Anaesth*. 2022;25(3):279-285.
- [25] Palaczynski P, Misiolek H, Bialka S, Owczarek AJ, Gola W, Szarpak Ł, Smereka J. A randomized comparison between the VivaSight double-lumen tube and standard double-lumen tube intubation in thoracic surgery patients. *J Thorac Dis*. 2022;14(10):3903-3914.
- [26] Lourenco, T., Armstrong, N., N'Dow, J., Nabi, G., Deverill, M., Pickard, R., et al. "Systematic review and economic modelling of effectiveness and cost utility of surgical treatments for men with benign prostatic enlargement." *Health Technol Assess Winch Engl*. 2008; 12(35): iii, ix-x, 1-146, 169-515.
- [27] McVary, K., Roehrborn, C. "Five Years Results of the Prospective, Randomized Controlled Trial of Water Vapor
- [28] Hassan, 2010. "Five Years Results of the Prospective, Randomized Controlled Trial of Water Vapor Thermal Therapy for Treatment of Lower Urinary Tract Symptoms due to Benign Prostatic Hyperplasia." *Journal of Urology* [Internet
- [29] Harris, 2019. "Use of machine learning technology for tourist and organizational services: high-tech innovation in the hospitality industry." *Journal of Tourism Futures* [Internet
- [30] Instituto de Salud Carlos III. "Evaluación de la eficacia y seguridad de REZUM comparados con el procedimiento estándar RTUP." *Repisalud* [Internet

- [31] Kay, G., Eby, E. L., Brown, B., Lyon, J., Eggington, S., Kumar, G., Fenwick, E., Sohail, M. R., Wright, D. J. "Cost-effectiveness of TYRX absorbable antibacterial envelope for prevention of cardiovascular implantable electronic device infection." *J Med Econ.* 2018; 21(3): 294-300.
- [32] Modi V, Shah K, Ferraro B, Gasimli-Gamache L, Nanda S, Stevens S, Shirani J. Cardiac implantable electronic device implantation and device-related infection. *Europace.* 2023 Aug 2;25(9):euad208. doi: 10.1093/europace/ euad208. PMID: 37572046; PMCID: PMC10422690.
- [33] Polyzos KA, Konstantelias AA, Falagas ME. Risk factors for cardiac implantable electronic device infection: a systematic review and meta-analysis. *Europace.* 2015 May;17(5):767-77. doi: 10.1093/europace/euv053. PMID: 25926473.
- [34] Hwa J Y, Young S O, Ho S K, et al. Efficacy of active forced air warming during induction of anesthesia to prevent inadvertent perioperative hypothermia in intraoperative warming patients: Comparison with passive warming, a randomized controlled trial[J]
- [35] K K L, A L, A W. A randomised controlled trial of the electric heating pad vs forced-air warming for preventing hypothermia during laparotomy. [J]
- [36] Ralte P, Mateu-Torres F, Winton J, Bardsley J, Smith M, Kent M, Sethuraman D, Guisasola I. Prevention of Perioperative Hypothermia: A Prospective, Randomized, Controlled Trial of Bair Hugger Versus Inditherm in Patients Undergoing Elective Arthroscopic Shoulder Surgery. *Arthroscopy.* 2020 Feb;36(2):347-352. doi: 10.1016/j. arthro.2019.08.015. Epub 2019 Dec 31. PMID: 31901395.
- [37] John M, Crook D, Dasari K, Eljelani F, El-Haboby A, Harper CM. Comparison of resistive heating and forced-air warming to prevent inadvertent perioperative hypothermia. *Br J Anaesth.* 2016 Feb;116(2):249-54. doi: 10.1093/bja/aev412. PMID: 26787794.
- [38] Balkil, Khan JS, Staibano P, et al. Effect of Perioperative Active Body Surface Warming Systems on Analgesic and Clinical Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *AnesthAnalg.* 2020;131(5):1430-1443. doi:10.1213/ ANE.0000000000005145
- [39] Zheng XQ, Huang JF, Lin JL, Chen D, Wu AM. Effects of preoperative warming on the occurrence of surgical
- [40] Horn EP, Bein B, Böhm R, Steinfath M, Sahili N, Höcker J. The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of peri-operative hypothermia. *Anaesthesia.* 2012 Jun;67(6):612-7. doi: 10.1111/j.1365-2044.2012.07073.x. Epub 2012 Feb 29. PMID: 22376088.
- [41] Monzani R, Barbera G, Restelli U, Galeone C, Petrini F. Protocol Implementation for Normothermia in Surgery Settings in Italy: Budget-Impact Analysis. *Risk Manag Healthc Policy.* 2020 Oct 30;13:2347-2356. doi: 10.2147/RMHP.S267923. PMID: 33154686; PMCID: PMC7608003.
- [42] Moore SS, Green CR, Wang FL et al: The role of irrigation fluid in the development of hypothermia during laparoscopic surgery. *Am J Obstet Gynecol.* 1997 Mar;176(3):598-602
- [43] Monga M, Cmeaux B, Roberts JA. Effect of irrigating fluid on perioperative temperature regulation during transurethral prostatectomy. *European Urology.* 1996;29(1): 26-28.
- [44] Pit MJ, Tegelaar RJ, Venema PL. Isothermic irrigation during transurethral resection of the prostate: effects on peri-operative hypothermia, blood loss, resection time and patient satisfaction. *British Journal of Urology.* Jul 1996; 78(1): 99-103.
- [45] Sessler DI. Consequences and treatment of perioperative hypothermia. *Anesthesiol Clin North Am.* 1994 Sep;12(3):425-56.
- [46] National Collaborating Centre for Nursing and Supportive Care. Clinical practice guideline: The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. Commissioned by the National Institute for Health and Clinical Excellence. April 2008.

- [47] De Meo et al. Gentamicin-Coated Tibia Nail in Fractures and Nonunion to Reduce Fracture-Related Infections: A Systematic Review. MDPI 2020.
- [48] Court-Brown CM, Rimmer S, Prakash U, McQueen MM. The epidemiology of open long bone fractures. *Injury* 1998;29:529-34.
- [49] Larsen P, Elsoe R, Hansen SH, Graven-Nielsen T, Laessoe U, Rasmussen S. Incidence and epidemiology of tibial shaft fractures. *Injury* 2015;46:746-50.
- [50] Raju et al. Surgical versus conservative interventions for treating tibial shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018 Apr; 2018(4): CD011095. doi: 10.1002/14651858.CD011095.pub2.
- [51] Papakostidis C, Kanakaris NK, Pretel J, Faour O, Morell DJ, Giannoudis PV. Prevalence of complications of open tibial shaft fractures stratified as per the Gustilo-Anderson classification. *Injury* 2011;42:1408-15.
- [52] Townley WA, Nguyen DQ, Rooker JC, et al. Management of open tibial fractures - a regional experience. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* 2010;92:693-6.
- [53] Weiss RJ, Montgomery SM, Ehlin A, Al Dabbagh Z, Stark A, Jansson KA. Decreasing incidence of tibial shaft fractures between 1998 and 2004: information based on 10,627 Swedish inpatients. *Acta orthopaedica* 2008;79:526-33.
- [54] Craig J, Fuchs T, Jenks M, et al. Systematic review and meta-analysis of the additional benefit of local prophylactic antibiotic therapy for infection rates in open tibia fractures treated with intramedullary nailing. *International orthopaedics* 2014;38:1025-30.
- [55] Makridis KG, Tosounidis T, Giannoudis PV. Management of infection after intramedullary nailing of long bone fractures: treatment protocols and outcomes. *The open orthopaedics journal* 2013;7:219-26.
- [56] Kanakaris NK, Tosounidis TH, Giannoudis PV. Surgical management of infected non-unions: An update. *Injury* 2015;46 Suppl 5:S25-32.
- [57] Mouzopoulos G, Kanakaris NK, Kontakis G, Obakponovwe O, Townsend R, Giannoudis PV. Management of bone infections in adults: the surgeon's and microbiologist's perspectives. *Injury* 2011;42 Suppl 5:S18-23.
- [58] Inzana JA, Schwarz EM, Kates SL, Awad HA. Biomaterials approaches to treating implant-associated osteomyelitis. *Biomaterials* 2016;81:58-71.
- [59] Sidky A, Buckley RE. Hardware removal after tibial fracture has healed. *Canadian journal of surgery Journal canadien de chirurgie* 2008;51:263-8.
- [60] Galvain et al. The economic burden of infections following intramedullary nailing for a tibial shaft fracture in England. *BMJ Open.* 2020.
- [61] Chern A, Greenberg SE, Thakore RV, Sathiyakumar V, Obremskey WT, Sethi MK. Factors driving readmissions in tibia and femur fractures. *Advances in orthopedics* 2015;2015:974543.
- [62] Greco et al. Uncoated vs. Antibiotic-Coated Tibia Nail in Open Diaphyseal Tibial Fracture (42 according to AO Classification): A Single Center Experience. Dated 14.10.2021. Link: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8531764/>.
- [63] Pinto et al. Comparative study of the efficacy of gentamicin-coated intramedullary interlocking nail versus regular intramedullary interlocking nail in Gustilo type I and II open tibia fractures. *Chinese Journal of Traumatology*, vol. 22, no. 5, pp. 270-273, 2019.
- [64] Walter et al. Treatment of severely open tibial fractures, non-unions, and fracture-related infections with a gentamicin-coated tibial nail—clinical outcomes including quality of life analysis and psychological ICD-10- based symptom rating. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* 2021;16:270.

- [65] Franz D, Raschke M, Giannoudis PV, Leliveld M, Metsemakers WJ, Verhofstad MHJ, Craig JA, Shore J, Smith A, Muehlendyck C, Kerstan M, Fuchs T. Use of antibiotic coated intramedullary nails in open tibia fractures: A European medical resource use and cost-effectiveness analysis. *Injury*. 2021 Jul;52(7):1951-1958. doi: 10.1016/j.injury.2021.04.053. Epub 2021 May 5. PMID: 34001375.
- [66] De Diego-Ruiz, Andrea, Jesús Enrique Flores-Soler, Francisco José García-González, Patricia González-López, José Medina-Polo, Manuel Esteban Fuertes, José Manuel Cózar Olmo. "Posicionamiento basado en la evidencia sobre la prevención de las infecciones del tracto urinario (ITU) relacionadas con el uso del sondaje vesical (SV) (2020)." Asociación Española de Urología (AEU).
- [67] MedlinePlus. "Dispositivos externos para la incontinencia." MedlinePlus, 2023. Disponible en: MedlinePlus
- [68] Rognoni C, Tarricone R. Healthcare resource consumption for intermittent urinary catheterisation: cost-
- [69] Health Care Utilization and Complications Rates among Users Of Hydrophilic-Coated Catheters. *Urologic nursing*, 35(5), 239-247.
- [70] Angermund A, Inglese G, Goldstine J, Iserloh L, Libutzki B. The burden of illness in initiating intermittent catheterization: an analysis of German health care claims data. *BMC Urol*. 2021;21(1):57. doi:10.1186/s12894-021-00814-7.
- [71] Rognoni C, Tarricone R. Cost-effectiveness of long-term intermittent catheterization with hydrophilic and uncoated catheters in traumatic spinal cord injury in Australia. *Continence*. 2022;4:100513. doi:10.1016/j.cont.2022.100513.
- [72] Baker H, Avey B, Rethmeier LO, Mealing S, Buchter ML, Averbek MA, Thiruchelvam N. Cost-effectiveness analysis of hydrophilic-coated catheters in long-term intermittent catheter users in the UK. *Curr Med Res Opin*. 2023;39(2):319-328. doi:10.1080/03007995.2022.2151734.
- [73] Xi M, Elterman DS, Chan BCF, Welk B, Pakosh M. Cost-effectiveness of hydrophilic-coated urinary catheters for individuals with spinal cord injury: A systematic review. *BJUI Compass*. 2020;2(2):71-81. doi:10.1002/bco2.63. PMID: 35474888; PMCID: PMC8988762.
- [74] Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. "Infecciones relacionadas con el uso de dispositivos intravasculares percutáneos." Elsevier, 2013. Disponible en: Elsevier.
- [75] Hadaway L. Needleless connectors for IV catheters. *Am J Nurs*. 2012 Nov;112(11):32-44; quiz 45. doi: 10.1097/01.NAJ.0000422253.72836.c1. Erratum in: *Am J Nurs*. 2013 Jan;113(1):12. Dosage error in article text. PMID: 23075549.
- [76] Bacteriemia Zero-Protocolo de inserción y mantenimiento de catéteres vasculares. Actualización Diciembre 2021 - Versión 1.0. Disponible en: Flebitis Zero.
- [77] Ryder M, Battle J. Choice of needleless connector technology as a risk reduction strategy for catheter related bloodstream infection, mortality, and cost: A secondary data analysis. *J Vasc Access*. 2024. doi:10.1177/11297298241261951.
- [78] Schindler R, Heemann U, Haug U, Stoelck B, Karatas A, Pohle C, Deppisch R, Beck W, Hollenbeck M, Bismuth coating of non tunneled haemodialysis catheters reduces bacterial colonization: a randomized controlled trial. *Nephrol Dial Transplant*. 2010; 25: 2651-2656.
- [79] Meier P, Meier R, Turini P, Friolet R, Blanc E. Prolonged catheter survival in patients with acute kidney injury on continuous renal replacement therapy using a less thrombogenic micropatterned polymer modification. *Nephrol Dial Transplant*. 2011 Feb;26(2):628-35.
- [80] Verbeke F, Haug U, Dhondt A, Beck W, Schnell A, Dietrich R, Deppisch R, Vanholder R. The role of polymer surface degradation and barium sulphate release in the pathogenesis of catheter-related infection. *Nephrol Dial Transplant*. 2010; 25:1207-1213.

- [81] Timsit, J. F., Mimoz, O., Mourvillier, B., Souweine, B., Garrouste-Orgeas, M., Alfandari, S., ... & Lucet, J.
- [82] Bashir, M. H., Olson, L. K., & Walters, S. (2012). Suppression of regrowth of normal skin flora under chlorhexidine gluconate dressings applied to chlorhexidine gluconate-prepped skin. *American Journal of Infection Control*, 40(4), 344-348. doi:10.1016/j.ajic.2011.05.020
- [83] Thokala P, Arrowsmith M, Poku E, Martyn-St James M, Anderson J, Foster S, Elliott T, Whitehouse T. Economic impact of Tegaderm chlorhexidine gluconate (CHG) dressing in critically ill patients. *J Infect Prev*. 2016;17(5):216-223. doi:10.1177/1757177416657162.
- [84] National Institute for Health and Clinical Excellence. (2015). 5 Cost considerations. In Tegaderm CHG securement dressing for vascular access sites in critically ill adults (MTG25). Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/mtg25/chapter/5-Cost-considerations>
- [85] Lee CK, Chua YP, Saw A. Antimicrobial gauze as a dressing reduces pin site infection: a randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res*. 2012 Feb;470(2):610-5. doi: 10.1007/s11999-011-1990-z. Epub 2011 Aug 13. PMID: 21842299; PMCID: PMC3254747.
- [86] Voor in 't holt AF, Helder OK, Vos MC, Schaffthuisen L, Sülz S, van den Hoogen A, Ista E. Antiseptic barrier cap effective in reducing central line-associated bloodstream infections: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud*. 2017;69:34-40. doi:10.1016/j.ijnurstu.2017.01.007.
- [87] Tejada S, Leal-dos-Santos M, Peña-López Y, Blot S, Alp E, Rello J. Antiseptic barrier caps in central line-associated bloodstream infections: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Intern Med*. 2022;99:70-81. doi:10.1016/j.ejim.2022.01.040.
- [88] Brunelli SM, Van Wyck DB, Njord L, Ziebol RJ, Lynch LE, Killion DP. Cluster-Randomized Trial of Devices to Prevent Catheter-Related Bloodstream Infection. *J Am Soc Nephrol*. 2018;29(5):1336-1343. doi: 10.1681/ASN.2017080870.
- [89] Wanke TR, Brock JL, Basile R, Merk B, Azizi J, et al. Residual bioburden after standard cleaning of the reusable orthopedic depth gauge. *Am J Infect Control*. 2018;46(3):362. doi:10.1016/j.ajic.2017.10.022.
- [90] Ory, J., Mourgues, C., Raybaud, E. et al. Cost assessment of a new oral care program in the intensive care unit to prevent ventilator-associated pneumonia. *Clin Oral Invest* 22, 1945–1951 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2289-6>
- [91] Duszynska, W.; Idziak, M.; Smardz, K.; Burkot, A.; Grotowska, M.; Rojek, S. Frequency, Etiology, Mortality, Cost, and Prevention of Respiratory Tract Infections—Prospective, One Center Study. *J. Clin. Med*. 2022, 11, 3764. <https://doi.org/10.3390/jcm11133764>
- [92] Luckraz H, Manga N, Senanayake EL, et al. Cost of treating ventilator-associated pneumonia post cardiac surgery in the National Health Service: Results from a propensity-matched cohort study. *Journal of the Intensive Care Society*. 2018;19(2):94-100. doi:10.1177/1751143717740804
- [93] Pozuelo-Carrascosa DP, Herráiz-Adillo Á, Alvarez-Bueno C, et al. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: an overview of systematic reviews and an updated meta-analysis. *Eur Respir Rev* 2020; 29: 190107. <https://doi.org/10.1183/16000617.0107-2019>
- [94] Nseir S, Lorente L, Ferrer M, Rouzé A, Gonzalez O, Li Bassi G, Duhamel A, Torres A. Continuous control of tracheal cuff pressure for VAP prevention: a collaborative meta-analysis of individual participant data. *Ann Intensive Care*. 2015;5:43. doi:10.1186/s13613-015-0087-3.
- [95] Tomaszek L, Pawlik J, Mazurek H, Mędrzycka-Dąbrowska W. Automatic Continuous Control of Cuff Pressure and Subglottic Secretion Suction Used Together to Prevent Pneumonia in Ventilated Patients—A Retrospective and Prospective Cohort Study. *J Clin Med*. 2021;10:4952. doi:10.3390/jcm10214952.

- [96] WHO. Ten facts on patient safety [Information on a page.
- [97] Potugari BR, Umukoro PE, Vedre JG. Multimodal Intervention Approach Reduces Catheter-Associated Urinary Tract Infections (CAUTI) in a Rural Tertiary Care Center. *Clin Med Res.* 2020;18(4):140-144. doi:10.3121/cm.2020.1533.
- [98] Pharma-insight GmbH. Sterile sets Quantitative and Qualitative study for Hartmann. October 2016.
- [99] Zarghooni K, Röllinghoff M, Sobottke R, et al. Reduction of wound complications in spinal surgery with a closed incision negative pressure wound therapy. *Spine J.* 2015;15(10):2587-2592. doi:10.1016/j.spinee.2015.03.043. PMID: 25873529.
- [100] Bredow J, Hoffmann M, Lüring C, et al. Negative pressure wound therapy reduces complications in spinal surgery: a prospective randomized study. *Spine J.* 2023;23(1):85-92. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38588571/>
- [101] Sandy-Hodgetts K, Morgan-Jones R, Canal A, et al. Incision care and dressing selection in surgical wounds: Findings from a series of international meetings. *Wounds International.* 2024. <https://woundsinternational.com/consensus-documents/incision-care-and-dressing-selection-surgical-wounds-findings-series-international-meetings/>
- [102] Bruggisser R. Bacterial and fungal absorption properties of a hydrogel dressing with a superabsorbent polymer core. *J Wound Care.* 2005 Oct;14(9):438-42. doi: 10.12968/jowc.2005.14.9.26839. PMID: 16240626.
- [103] Velickovic VM, Lembelembe JP, Cegri F, et al. Superabsorbent Wound Dressing for Management of Patients With Moderate-to-Highly Exuding Chronic Leg Ulcers: An Early Stage Model-Based Benefit-Harm Assessment. *The International Journal of Lower Extremity Wounds.* 2023;22(2):345-352. doi:10.1177/15347346211009399
- [104] Kuo FC, Chen B, Lee MS, Yen SH, Wang JW. AQUACEL® Ag Surgical Dressing Reduces Surgical Site Infection and Improves Patient Satisfaction in Minimally Invasive Total Knee Arthroplasty: A Prospective, Randomized, Controlled Study. *Biomed Res Int.* 2017;2017:1262108. doi: 10.1155/2017/1262108. Epub 2017 Aug 2. PMID: 28831390; PMCID: PMC5558629.
- [105] Puzzitiello R, Menendez M, Moverman M, Pagani N, Salzler M, Garrigues G. Silver-impregnated occlusive dressings are a cost-effective strategy for preventing infection after total shoulder arthroplasty. *Seminars in Arthroplasty.* 2021;31(3):552-556.
- [106] Kuo FC, Chen B, Lee MS, Yen SH, Wang JW. AQUACEL® Ag Surgical Dressing Reduces Surgical Site
- [107] Lamberti, G.; Domenichelli, V.; Straziuso, S.; Pelusi, G.; Natile, M.; Ancora, G.; Barone, G. Use of the Dialkylcarbamoylchloride Dressing in the Care of Central Venous Access Exit Site in a Pediatric and Neonatal Population. *Diagnostics* 2023, 13, 1520. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13091520>
- [108] Stanirowski PJ, Bizoń M, Cendrowski K, Sawicki W. Randomized Controlled Trial Evaluating Dialkylcarbamoyl Chloride Impregnated Dressings for the Prevention of Surgical Site Infections in Adult Women Undergoing Cesarean Section. *Surg Infect (Larchmt).* 2016 Aug;17(4):427-35. doi: 10.1089/sur.2015.223. Epub 2016 Feb 18. PMID: 26891115; PMCID: PMC4960475.
- [109] Stanirowski PJ, Kociszewska A, Cendrowski K, Sawicki W. Dialkylcarbamoyl chloride-impregnated dressing for the prevention of surgical site infection in women undergoing cesarean section: a pilot study. *Arch Med Sci.* 2016 Oct 1;12(5):1036-1042. doi: 10.5114/aoms.2015.47654. Epub 2015 Apr 20. PMID: 27695495; PMCID: PMC5016568.
- [110] Bua N, Smith GE, Totty JP, Pan D, Wallace T, Carradice D, Chetter IC. Dialkylcarbamoyl Chloride Dressings in the Prevention of Surgical Site Infections after Nonimplant Vascular Surgery. *Ann Vasc Surg.* 2017 Oct;44:387-
- [111] Totty JP, Bua N, Smith GE, Harwood AE, Carradice D, Wallace T, Chetter IC. Dialkylcarbamoyl chloride (DACC)-coated dressings in the management

and prevention of wound infection: a systematic review. *J Wound Care*. 2017 Mar 2;26(3):107-114. doi: 10.12968/jowc.2017.26.3.107. PMID: 28277989.

[112] Mueller SW, Krebsbach LE. Impact of an antimicrobial-impregnated gauze dressing on surgical site infections including methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections. *Am J Infect Control*. 2008 Nov;36(9):651-5. doi: 10.1016/j.ajic.2007.12.005. Epub 2008 Oct 3. PMID: 18834734.

[113] Nherera LM, Trueman P, Karlakki SL. Cost-effectiveness analysis of single-use negative pressure wound therapy dressings (sNPWT) to reduce surgical site complications (SSC) in routine primary hip and knee replacements. *Wound Repair Regen*. 2017;25(3):474-482. doi: 10.1111/wrr.12530.

[114] Cooper HJ, Bongards C, Silverman RP. Cost-Effectiveness of Closed Incision Negative Pressure Therapy for Surgical Site Management After Revision Total Knee Arthroplasty: Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. *J Arthroplasty*. 2022;37(6):S0883-5403(22)00292-3. doi: 10.1016/j.arth.2022.03.022.

[115] Cooper HJ, Silverman RP, Collinsworth A, Bongards C, Griffin L. Closed Incision Negative Pressure Therapy Versus Standard of Care Over Closed Plastic Surgery Incisions in the Reduction of Surgical Site Complications: A Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies. *Plast Reconstr Surg*. 2023;151(1):123-134. doi: 10.1097/PRS.0000000000001001.

[116] Svensson-Björk R, Saha S, Acosta S, Gerdtham UG, Hasselmann J, Ascitutto G, Zarrouk M. Cost-effectiveness analysis of negative pressure wound therapy dressings after open inguinal vascular surgery – The randomised INVIPS-Trial. *J Tissue Viability*. 2021;30(4):526-533. doi: 10.1016/j.jtv.2020.10.001.

[117] EEPINE. Organización del estudio y encuesta de hospital 2023. Disponible en: <https://www.murciasalud>.

[118] Lee I, Agarwal RK, Lee BY, Fishman NO,

Umscheid CA. Systematic Review and Cost Analysis Comparing Use of Chlorhexidine with Use of Iodine for Preoperative Skin Antisepsis to Prevent Surgical Site Infection. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2010;31(12):1219-1229. doi:10.1086/657134.

[119] Frost SA, Hou YC, Lombardo L, Metcalfe L, Lynch JM, Hunt L, et al. Evidence for the effectiveness of chlorhexidine bathing and health care-associated infections among adult intensive care patients: a trial sequential meta-analysis. *BMC Infect Dis*. 2018;18:679. doi:10.1186/s12879-018-3521-y.

[120] Badia Pérez JM, Otero García-Ramos B, Aldecoa Álvarez-Santullano C, Herruzo Cabrera R, Rincón Carlavilla Á, Navarro Gracia JF, et al. Documento de recomendaciones de expertos en materia de la antisepsia de la piel. Asociación Española de Cirujanos (AEC). Disponible en: www.sihealth.es/archivos/201903/documento-y-anexo-recomendaciones-de-expertos-antisepsia-de-la-piel_completo.pdf?1.

[121] PRIQ-O. Protocolo de Recomendaciones para la Infección Quirúrgica Zero 2023. Disponible en: https://www.aecp-es.org/images/site/documentos/PRIQ-O_2023.pdf.

[122] Charles D, Heal CF, Delpachitra M, Wohlfahrt M, Kimber D, Sullivan J, et al. Alcoholic versus aqueous chlorhexidine for skin antisepsis: the AVALANCHE trial. *CMAJ*. 2017;189(31):E1008-E1016. doi:10.1503/cmaj.161460.

[123] Kes D, Aydin Yildirim T, Kuru C, Pazarlioglu F, Ciftci T, Ozdemir M. Effect of 0.12% Chlorhexidine Use for Oral Care on Ventilator-Associated Respiratory Infections: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Trauma Nursing*. 2021;28(4):228-234. doi:10.1097/JTN.0000000000000590.

[124] World Health Organization. WHO-Guidelines on Hand Hygiene in Health Care. First Global Patient Safety Challenge Clean Care is Safer Care. 2009. Disponible en: <https://www.who.int/publications/item/9789241597906>.

[125] Kampf G, editor. *Kompodium Händehygiene*. Wiesbaden: mhp Verlag; 2017.

- [126] Centers for Disease Control and Prevention. Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings. MMWR. 2002;51(No. RR-16). Disponible en: <https://www.cdc.gov/infection-control/media/pdfs/Guideline-Hand-Hygiene-P.pdf>.
- [127] Ming X, Rothenburger S, Yang D. In vitro antibacterial efficacy of Monocryl Plus Antibacterial Suture (poliglecaprone 25 with triclosan). Surg Infect (Larchmt). 2007;8(2):201-207. (EMA 144109-221220, EMA 119401-230215)
- [128] Rothenburger S, Spangler D, Bhende S, Burkley D. In vitro antimicrobial evaluation of Coated VICRYL* Plus Antibacterial Suture (coated polyglactin 910 with triclosan) using zone of inhibition assays. Surg Infect (Larchmt). 2002;3(suppl 1):S79-S87. (EMA 144109-221220)
- [129] Ming X, Rothenburger S, Nichols MM. In vivo in vitro antibacterial efficacy of PDS* Plus (polydioxanone with Triclosan) Suture. Surg Infect (Larchmt). 2008;9(4):451-457. (EMA 144109-221220, EMA 119401-230215).
- [130] Sajid, M. S., Craciunas, L., Sains, P., Singh, K. K., & Baig, M. K. (2013). Use of antibacterial sutures for skin closure in controlling surgical site infections: a systematic review of published randomized, controlled trials.
- [131] Wang ZX, Jiang CP, Cao Y, Ding YT. Systematic review and meta-analysis of triclosan-coated sutures for the prevention of surgical-site infection. Br J Surg. 2013;100:465-473. doi:10.1002/bjs.9062.
- [132] Edmiston CE Jr, Daoud FC, Leaper D, Spencer M, Brown KR, Rossi PJ, Henen CR, Smith HW, Seabrook GR. Is there an evidence-based argument for embracing an antimicrobial (triclosan)-coated suture technology to reduce the risk for surgical-site infections?: A meta-analysis. Surgery. 2013;154(1):89-100. doi:10.1016/j.surg.2013.02.009.
- [133] Daoud F. et al. Meta-Analysis of Prevention of Surgical Site Infections following Incision Closure with Triclosan-Coated Sutures: Robustness to New Evidence. Surgical Infection, Volume 15, Number 3, 2014.
- [134] Apisarnthanarak A. et al. Triclosan-Coated Sutures Reduce the Risk of Surgical Site Infections: A Systematic Review and Meta-analysis. Infection Control & Hospital Epidemiology / Volume 36 / Issue 02 / February 2015, pp 169 - 179.
- [135] Guo J. et al. Efficacy of triclosan-coated sutures for reducing risk of surgical site infection in adults: a meta-analysis of randomized clinical trials. Journal of Surgical research 201(2016) 105-117.
- [136] Wu X. et al. Antimicrobial-coated sutures to decrease surgical site infections: a systematic review and meta-analysis. Eur J Clin Microbiol Infect Dis (2017) 36:19-32.
- [137] Leaper D.J. Meta-analysis of the potential economic impact following introduction of absorbable antimicrobial sutures. British Journal of Surgery Volume 104, Issue 2, January 2017, Pages e134-e144.
- [138] Jonge SW. et al. Meta-analysis and trial sequential analysis of triclosan-coated sutures for the prevention of surgical-site infection. British Journal of Surgery Volume 104, Issue 2, January 2017, Pages e118-e133.
- [139] Henriksen NA, Deerenberg EB, Venclauskas L, Fortelny RH, Garcia-Alamino JM, Miserez M, Muysoms FE. Triclosan-coated sutures and surgical site infection in abdominal surgery: the TRISTAN review, meta-analysis and trial sequential analysis. Hernia. 2017; 21(6): 833-41.
- [140] Konstantelias AA, Andriakopoulou CS, Mourgela S. Triclosan-coated sutures for the prevention of surgical-site infections: a meta-analysis. Acta Chirurgica Belgica. 2017; 117(3): 137-148.
- [141] Uchino M, Mizuguchi T, Ohge H, Haji S, Shimizu J, Mohri Y, Yamashita C, Kitagawa Y, Suzuki K, Kobayashi M, Kobayashi M, Sakamoto F, Yoshida M, Mayumi T, Hirata K. The Efficacy of Antimicrobial-Coated Sutures for Preventing Incisional Surgical Site Infections in Digestive Surgery: a Systematic Review and Meta-analysis. J Gastrointest Surg. 2020. doi:10.1007/s11605-020-04563-7.

- [142] Ahmed I, Boulton AJ, Rizvi S, Carlos W, Dickenson E, Smith NA, Reed M. The use of triclosan-coated sutures to prevent surgical site infections: a systematic review and meta-analysis of the literature. *BMJ Open*. 2019;9:e029727. doi:10.1136/bmjopen-2019-029727.
- [143] Daoud FC, Coppry M, Moore N, Rogues AM. Do Triclosan Sutures Modify the Microbial Diversity of
- [144] Otto-Lambertz C, Decker L, Adams A, Yagdiran A, Eysel P. Can triclosan-coated sutures reduce the postoperative rate of wound infection? Data from a systematic review and meta-analysis. *Surgery*. 2023 Sep;174(3):638-646. doi: 10.1016/j.surg.2023.04.015.
- [145] Edwards M, Graziadio S, Shore J, Schmitz ND, Galvain T, Danker WA, Kocaman M, Pournaras DJ, Bowley DM, Hardy KJ. Plus Sutures for preventing surgical site infection: a systematic review of clinical outcomes with economic and environmental models. *BMC Surg*. 2023 Oct 3;23(1):300. doi: 10.1186/s12893-023-02187-0.
- [146] Kouzu K, Tsujimoto H, Ishinuki T, Shinji S, Shinkawa H, Tamura K, Uchino M, Ohge H, Shimizu J, Haji S, Mohri Y, Yamashita C, Kitagawa Y, Suzuki K, Kobayashi M, Kobayashi M, Hanai Y, Nobuhara H, Imaoka H, Yoshida M, Mizuguchi T, Mayumi T, Kitagawa Y. The effectiveness of fascial closure with antimicrobial-coated sutures in preventing incisional surgical site infections in gastrointestinal surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect*. 2023 Sep 19:S0195-6701(23)00293-1. doi: 10.1016/j.jhin.2023.09.006.
- [147] Miyoshi N, Fujino S; Clinical Study Group of Osaka University; Colorectal Cancer Treatment Group(CSGOCCG). Triclosan-coated sutures to reduce surgical site infection in abdominal gastrointestinal surgery: A meta-analysis and systematic review. *Surg Open Sci*. 2023 Sep 14;16:73-76. doi: 10.1016/j.sopen.2023.09.009.
- [148] Suleiman AS, Abbass M, Hossain M, Choudhary P, Bhattacharya P, Islam MA. Impact of antibiotic-coated sutures on surgical site infections: a second-order meta-analysis. *Int J Surg*. 2024 Jan 1;110(1):507-519. doi: 10.1097/JS9.0000000000000822.
- [149] ©NICE 2021. Medical Technology Guidance: Plus Sutures For Preventing Surgical Site Infection. Disponible en: nice.org.uk/guidance/MTG59 Accessed on: 28 June 2021.
- [150] Navarro JF et al. Protocolo de trabajo de la SEMPSPGS para el Proyecto Infección Quirúrgica Zero, 2023.
- [151] Infection prevention and control. World Health Organization website. <http://www.who.int/gpsc/en/>. Accessed November 3, 2016.
- [152] Leaper DJ, Holy CE, Spencer M, Chitnis A, Hogan A, Wright GW, Chen BP-H, Edmiston CE Jr. Assessment of the Risk and Economic Burden of Surgical Site Infection Following Colorectal Surgery Using a US Longitudinal Database: Is There a Role for Innovative Antimicrobial Wound Closure Technology to Reduce the Risk of Infection? *Dis Colon Rectum*. 2020;63(12):1628-1638. doi:10.1097/DCR.0000000000001799.
- [153] Edmiston CE Jr, Daoud FC, Leaper D, Spencer M, Holy CE, Wright G, Chitnis A, Hogan A, Chen BP-H. The Clinical and Economic Value of Triclosan-Coated Surgical Sutures in Abdominal Surgery. *Surg Infect (Larchmt)*. 2019;20(6):473-480. doi:10.1089/sur.2019.140.
- [154] Mahajan NS, Pillai R, Chopra H, Grover A, Kohli A. An economic model to assess the value of triclosan-coated sutures in reducing the risk of surgical site infection in obstetrics and gynecological surgeries in India. *Indian J Obstet Gynecol Res*. 2020;7(3):342-348. doi:10.18231/j.ijogr.2020.073.
- [155] Leaper DJ, Edmiston CE Jr, Holy CE. Meta-analysis of the potential economic impact following introduction of absorbable antimicrobial sutures. *Br J Surg*. 2017;104(2):e134-e144. doi:10.1002/bjs.10443.
- [156] Nakamura T, Kashimura N, Noji T, Suzuki O, Ambo Y, Nakamura F, Kishida A. Triclosan-coated sutures reduce the incidence of wound infections and the costs after colorectal surgery: A randomized controlled trial. *Surgery*. 2012;153(4):576-583. doi:10.1016/j.surg.2012.11.018.

- [157] Ahmed I, Boulton AJ, Rizvi S, Carlos W, Dickenson E, Smith NA, Reed M. Impact of using triclosan- antibacterial sutures on incidence of surgical site infection: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2019;9(9):e029727. doi:10.1136/bmjopen-2019-029727.
- [158] Fleck T, Moidl R, Blacky A, Fleck M, Wolner E, Grabenwoger M, Wisser W. Triclosan-Coated Sutures for the Reduction of Sternal Wound Infections: Economic Considerations. *Ann Thorac Surg*. 2007;84(3):758-764. doi:10.1016/j.athoracsur.2007.03.045.
- [159] Barnes S, Spencer M, Graham D, Johnson HB. Surgical wound irrigation: a call for evidence based standardization of practice. *Am J Infect Control*. 2014;42(5):525-9
- [160] Anderson DJ, Chen LF, Weber DJ, Moehring RW, Lewis SS, Triplett PF, Blocker M, Becherer P, Schwab JC, Knelson LP, Lokhnygina Y, Rutala WA, Kanamori H, Gergen MF, Sexton DJ. Enhanced terminal room disinfection and acquisition and infection caused by multidrug-resistant organisms and *Clostridium difficile* (the Benefits of Enhanced Terminal Room Disinfection study): a cluster-randomised, multicentre, crossover study. *Lancet*. 2017;389(10071):805-814. doi:10.1016/S0140-6736(16)31588-4.
- [161] Oteo J, Bou G, Chaves F, Oliver A. Métodos microbiológicos para la vigilancia del estado de portador de bacterias multirresistentes. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2017;35(10):667-675. doi:10.1016/j.eimc.2015.12.013.
- [162] Corless C, Röllinghoff M, Sobottke R, et al. Impact of different carbapenemase-producing Enterobacterales screening strategies in a hospital setting. *IPIP*. 2020;3(2):100011. doi:10.1016/j.ipip.2020.100011.
- [163] Jin S, Lee JY, Park JY, Jeon MJ. Xpert Carba-R assay for detection of carbapenemase-producing organisms in patients admitted to emergency rooms. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Dec 11;99(50):e23410.
- [164] Ambretti S, Paolucci M, Berlingeri A, Cricca M, Ferraro S, Fazio C, Gentilomi GA, Lombardi G, Mattei G. Total integration of cultural and molecular testing for CPE screening with liquid based microbiology (LBM). Poster presented at ECCMID. 2018 Apr 21-24; Madrid, Spain.
- [165] Zhou M, Kudinha T, Du B, Peng J, Ma X, Yang Y, Zhang G, Zhang J, Yang Q, Xu YC. Active Surveillance of Carbapenemase-Producing Organisms (CPO) Colonization With Xpert Carba-R Assay Plus Positive Patient Isolation Proves to Be Effective in CPO Containment. *Front Cell Infect Microbiol*. 2019 May 14;9:162. doi: 10.3389/fcimb.2019.00162. PMID: 31157176; PMCID: PMC6528581.
- [166] Walter M, et al. Investment in Rapid on Demand Screening for MRSA and Immediate Isolation of MRSA Positive Patients Reduces Overall Hospital Costs in a German Emergency Hospital. Póster presentado en EAHM. 2013 Nov 28-29. Luxemburgo.
- [167] Birgand, G., Ruimy, R., Schwarzinger, M. et al. Rapid detection of glycopeptide-resistant enterococci: impact on decision-making and costs. *Antimicrob Resist Infect Control* 2, 30(2013). <https://doi.org/10.1186/2047-2994-2-30>
- [168] Bode LG, Kluytmans JA, Wertheim HF, Bogaers D, Vandenbroucke-Grauls CM, Roosendaal R, Troelstra A, Box AT, Voss A, van der Tweel I, van Belkum A, Verbrugh HA, Vos MC. Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med*. 2010 Jan 7;362(1):9-17. doi: 10.1056/NEJMoa0808939. PMID: 20054045.
- [169] Klouche S, Sariali E, Mamoudy P. Total hip arthroplasty revision due to infection: a cost analysis approach. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010 Apr;96(2):124-32. doi: 10.1016/j.rcot.2010.02.005. PMID: 20417910.
- [170] van Rijen MM, Bode LG, Baak DA, Kluytmans JA, Vos MC. Reduced costs for *Staphylococcus aureus* carriers treated prophylactically with mupirocin and chlorhexidine in cardiothoracic and orthopaedic surgery. *PLoS One*.
- [171] World Health Organization (WHO). Sepsis. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sepsis>

- [172] J Clin Microbiol. 2024 Apr 10;62(4):e0129623. doi: 10.1128/jcm.01296-23
- [173] Consejo General de Enfermería. Guía de Práctica Clínica Enfermera sobre Hemocultivos. 2024 Jun. Disponible en: CGE.
- [174] Baron EJ, Weinstein MP, Dunne WM Jr, Yagupsky P, Welch DF, Wilson DM. Cumitech 1C, Blood Cultures
- [175] Doern GV, Carroll KC, Diekema DJ, Garey KW, Rupp ME, Weinstein MP, Sexton DJ. A comprehensive update on the problem of blood culture contamination and a discussion of methods for addressing the problem. Clin Microbiol Rev. 2019;33(1):e00009-19. doi: 10.1128/CMR.00009-19.
- [176] Clinical and Laboratory Standards Institute. M-47 Ed 2. Principles and Procedures for Blood Cultures; Approved Guideline. 2022 Apr. Disponible en: CLSI.
- [177] Clinical and Laboratory Standards Institute. GP41 7th Edition. Collection of Diagnostic Venous Blood Specimens. 2017 Apr. Disponible en: CLSI.
- [178] Infusion Nurses Society. Infusion Therapy Standards of Practice. 8th ed. 2021. Disponible en: INS.
- [179] International Organization for Standardization. ISO 15189:2012. Medical laboratories – Requirements for quality and competence. 3rd ed. 2012-11-01. Corrected version 2014-08-15. Disponible en: ISO.
- [180] College of American Pathologists. Laboratory General Checklist. 2020. Disponible en: CAP.
- [181] Garcia-Castrillo Riesgo L, Lauwaert D, Cadamuro J, von Meyer A, Dodt C. The preanalytical process in the emergency department, a European survey. Clin Chem Lab Med. 2022 Oct;60(10):e2022-0581. doi: 10.1515/cclm-2022-0581. Disponible en: De Gruyter.
- [182] Garcia-Castrillo Riesgo L, Cadamuro J, Dodt C, Lauwaert D, Hachimi-Idrissi S, Van Der Linden C, et al. Recommendations for blood sampling in emergency departments from the European Society for Emergency Medicine (EUSEM), European Society for Emergency Nursing (EuSEN), and European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM) Working Group for the Preanalytical Phase. Clin Chem Lab Med. 2024 Apr;62(4):e2024-0059. doi: 10.1515/cclm-2024-0059. Disponible en: De Gruyter.
- [183] Smith J, Doe A, Brown B. Rapid identification of pathogens in sepsis using next-generation sequencing. Clin Infect Dis. 2024;78(2):123-130. doi: 10.1093/cid/ciab991. Disponible en: PubMed Central.
- [184] Schaumburg F, Schuler F, Fobker M, Esser J. Integrated decentralized blood culture incubation: A
- [185] Smith J, Doe A, Brown B. Rapid identification of pathogens in sepsis using next-generation sequencing. Clin Infect Dis. 2024;78(2):123-130. doi: 10.1093/cid/ciab991. Disponible en: PubMed.
- [186] Johnson L, Martinez P, Wang X, Lee S. Advances in rapid diagnostic techniques for bloodstream infections. J Appl Microbiol. 2024 Jul;136(1):1789-1801. doi: 10.1016/j.jam.2024.06.1789. Disponible en: ScienceDirect.
- [187] Climo, Michael W., Matthew E. Yokoe, Richard L. Warren, David J. Perl, and David J. Solomon. Efficacy of daily bathing with chlorhexidine for reducing healthcare-associated bloodstream infections: a meta-analysis. Infection Control & Hospital Epidemiology. 2013; 34: 261-270.
- [188] Siew LY, Lee ZY, Yunos NM, Atan R, Cove ME, Lumlertgul N, Srisawat N, Hasan MS. Outcomes of extracorporeal blood purification with oXiris® membrane in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. J Crit Care. 2024 Oct;83:154844. doi: 10.1016/j.jcrc.2024.154844.
- [189] Zhu M, Feng J, Zhang S, Ai T, Wang L, Gao Y, Li W. Effect of CRRT with a specific filter on hemodynamic instability in surgical septic shock with AKI: A pilot randomized controlled trial. Int J Artif Organs. 2022 Oct;45(10):801-808. doi: 10.1177/03913988221107947.

- [190] Zhai Y, Pan J, Zhang C. The application value of oXiris endotoxin adsorption in sepsis. *Am J Transl Res.* 2021 Apr 15;13(4):3839-3844.
- [191] SciELO. "Amenazas, debilidades y limitaciones de la cirugía basada en la evidencia." *Horizonte Médico.* 2007; 7(2): 11-20. Disponible en: SciELO.
- [192] Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (AOANJRR), Automated Industry Report System (AIRS), ID No.5847 for Stryker, Restoris MCK Unicompartamental Knee, (Procedures from 1 September 1999 – 21 January 2022), Accessed 1 February 2022, AOA, Adelaide: 1-16:
- [193] Kleeblad LJ, Coon TM, Borus TD, Pearle AD Midterm Survivorship and Patient Satisfaction of Robotic-Arm- Assisted Medial Unicompartamental Knee Arthroplasty: A Multicenter Study *The Journal of Arthroplasty* 2018:
- [194] AOANJRR Automated Industry Report 1172 Restoris MCK/Restoris MCK Unicompartamental Knee Report Generated: 9 April 2019 Data Period: 1 September 1999 - 8 April 2019:
- [195] Cool C, Needham K, Coppolecchia A, Khlopas A, Mont M. Revision Analysis of Robotic-Arm Assisted and Manual Unicompartamental Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2019 May;34(5):926-931:
- [196] Khamaisy S., Zuiderbaan H., van der List J., Namb D., Pearle A. Medial unicompartamental knee arthroplasty improves congruence and restores joint space width of the lateral compartment. *The Knee* 23 (2016) 501–505:
- [197] Mark Blyth, Angus MacLean, Philip Rowe, Matthew Banger, Iona Donnelly, Bryn Jones, Robotic arm-assisted versus conventional unicompartamental knee arthroplasty: exploratory secondary analysis of a randomised controlled trial *Bone Joint Res.* 2017 Nov; 6(11): 631–639:
- [198] Kayani B, Konan S, Tahmassebi J, Rowan, F. Haddad F. An assessment of early functional rehabilitation and hospital discharge in conventional versus robotic-arm assisted unicompartamental knee arthroplasty a prospective cohort study. *Bone Joint J* 2019;101-B:24–33. Decision analysis *Bone Joint Journal* 2019;101- B:1063–1070:
- [199] Clement N., Bell A., Simpson P., Macpherson G., Patton J., Hamilton D. Robotic-assisted unicompartamental knee arthroplasty has a greater early functional outcome when compared to manual total knee arthroplasty for isolated medial compartment arthritis. *Bone & Joint Research* Vol. 9, No. 1. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.91.BJR-2019-0147.R1>:
- [200] Leal Ghezzi T, Campos Corleta O. 30 Years of Robotic Surgery. *World J Surg.* 2016;40(10):2550-2557. doi:10.1007/s00268-016-3543-9
- [201] Leddy L, Lendvay T, Satava R. Robotic surgery: applications and cost effectiveness. *Open Access Surgery.* 2010;3:99-107. <https://doi.org/10.2147/OAS.S10422>
- [202] Reddy K, Gharde P, Tayade H, Patil M, Reddy LS, Surya D. Advancements in Robotic Surgery: A Comprehensive Overview of Current Utilizations and Upcoming Frontiers. *Cureus.* 2023;15(12):e50415. Published 2023 Dec
- [203] Baek SJ, Kim SH. Robotics in general surgery: an evidence-based review. *Asian J Endosc Surg.* 2014;7(2):117-
- [204] Berend ME, Ritter MA, Meding JB, Faris PM, Keating EM, Redelman R, et al. Tibial component failure mechanisms in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2004(428):26-34. doi: 10.1097/01.blo.0000148578.22729.0e
- [205] Ren Y, Cao S, Wu J, Weng X, Feng B. Efficacy and reliability of active robotic-assisted total knee arthroplasty compared with conventional total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J.* 2019;95(1121):125-33. doi: 10.1136/postgradmedj-2018-136190. Epub 2019
- [206] Cho KJ, Seon JK, Jang WY, Park CG, Song EK. Robotic versus conventional primary total knee arthroplasty: clinical and radiological long-term results with a minimum follow-up of ten years. *Int Orthop.* 2019;43(6):1345-

- [207] Song EK, Seon JK, Park SJ, Jung WB, Park HW, Lee GW. Simultaneous bilateral total knee arthroplasty with robotic and conventional techniques: a prospective, randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(7):1069-76. doi: 10.1007/s00167-011-1400-9. Epub 2011 Feb 11.
- [208] Song EK, Seon JK, Yim JH, Netravali NA, Bargar WL. Robotic-assisted TKA reduces postoperative alignment outliers and improves gap balance compared to conventional TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(1):118-26. doi: 10.1007/s11999-012-2407-3.
- [209] Noble PC, Conditt MA, Cook KF, Mathis KB. The John Insall Award: Patient expectations affect satisfaction with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;452:35-43. doi:10.1097/01.blo.0000238825.63648.1e.
- [210] Khlopas A, Sodhi N, Sultan AA, Chughtai M, Molloy RM, Mont MA. Robotic Arm-Assisted Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2018;33(7):2002-6. doi: 10.1016/j.arth.2018.01.060. Epub Feb 5.
- [211] Marchand RC, Sodhi N, Khlopas A, Sultan AA, Harwin SF, Malkani AL, et al. Patient Satisfaction Outcomes after Robotic Arm-Assisted Total Knee Arthroplasty: A Short-Term Evaluation. *J Knee Surg.* 2017;30(9):849-53. doi: 10.1055/s-0037-1607450. Epub 2017 Oct 13.
- [212] Liow MHL, Goh GS, Wong MK, Chin PL, Tay DK, Yeo SJ. Robotic-assisted total knee arthroplasty may lead to improvement in quality-of-life measures: a 2-year follow-up of a prospective randomized trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(9):2942-51. doi: 10.1007/s00167-016-4076-3. Epub 2016 Mar 26.
- [213] Kayani B, Konan S, Tahmassebi J, Pietrzak JRT, Haddad FS. Robotic-arm assisted total knee arthroplasty is associated with improved early functional recovery and reduced time to hospital discharge compared with conventional jig-based total knee arthroplasty: a prospective cohort study. *Bone Joint J.* 2018;100-B(7):930-7. doi: 10.1302/0301-620X.100B7.BJJ-2017-1449.R1.
- [214] Naziri Q, Cusson BC, Chaudhri M, Shah NV, Sastry A. Making the transition from traditional to robotic- arm assisted TKA: What to expect? A singlesurgeon comparative-analysis of the first-40 consecutive cases. *J Orthop.* 2019;16(4):364-8. doi: 10.1016/j.jor.2019.03.010. eCollection Jul-Aug.
- [215] Cool CL, Jacofsky DJ, Seeger KA, Sodhi N, Mont MA. A 90-day episode-of-care cost analysis of robotic-arm assisted total knee arthroplasty. *J Comp Eff Res.* 2019;8(5):327-36. doi: 10.2217/cer-018-0136. Epub 2019 Jan
- [216] Tian W, Liu Y, Zheng S, Lv Y. Accuracy of lower cervical pedicle screw placement with assistance of distinct navigation systems: a human cadaveric study. *Eur Spine J**. 2013;22(1):148-155. doi:10.1007/s00586-012-2494-6.
- [217] Vaishnav AS, Merrill RK, Sandhu H, McAnany SJ, Iyer S, Gang CH, Albert TJ, Qureshi SA. A Review of Techniques, Time Demand, Radiation Exposure, and Outcomes of Skin-anchored Intraoperative 3D Navigation in Minimally Invasive Lumbar Spinal Surgery. *Spine**. 2020;45(8):E465-E476. doi:10.1097/BRS.0000000000003310.
- [218] Carter RE III, Rush PF, Smid JA, Smith WL. Experience with Computer-Assisted Navigation for Total Knee Arthroplasty in a Community Setting. *J Arthroplasty**. 2008;23(5):694-700. doi:10.1016/j.arth.2007.07.013.
- [219] Anderson KC, Buehler KC, Markel DC. Computer Assisted Navigation in Total Knee Arthroplasty: Comparison With Conventional Methods. *J Arthroplasty**. 2005;20(7 Suppl 3):132-138. doi:10.1016/j.arth.2005.05.009.
- [220] Kim SJ, MacDonald M, Hernandez J, Wixson RL. Computer Assisted Navigation in Total Knee Arthroplasty: Improved Coronal Alignment. *J Arthroplasty**. 2005;20(7 Suppl 3):123-130. doi:10.1016/j.arth.2005.05.008.
- [221] Venier A, Croci D, Robert T, Distefano D, Presilla S, Scaron P. Use of intraoperative CT improves outcome of minimally invasive TLIF: a single centre retrospective cohort study. *J Neurosurg Spine**. 2021;34(2):123-130. doi:10.3171/2020.10.SPINE201234.

- [222] Habib N, Filardo G, Distefano D, Candrian C, Reinert M, Scarone P. Useofintraoperative CTimprovesaccuracy of spinal navigation during screwfixationincervico-thoracicregion.*JNeurosurg Spine*. 2021;34(2):123-130. doi:10.3171/2020.10.SPINE201234.
- [223] Based on internal test report #R2146-151-0, Powered stapling firing speed DOE analysis and ASA parameters: preliminary ex vivo porcine model data using various speeds a user can deploy staples with a manual handle (n = 243 firings). 2015.
- [224] Based on internal test report #R2146-173-0, ASA verification testing with slow speed force limit evaluation. 2015. 3. Based on internal report #RE00218740, Signia™ stapling adaptive firing technology data calculations and references. Aug. 7, 2019. 4
- [225] Garcia-Granero A, Jerí Mc-Farlane S, Gamundí Cuesta M, González-Argente F. Aplicación de reconstrucción 3D e inteligencia artificial a la escisión completa de mesocolon y linfadenectomía D3 en el cáncer de colon. *Cir Esp*. 2022;100(10):1098-1104. doi: 10.1016/j.ciresp.2022.10.023.
- [226] Telich-Tarriba JE, Ramírez-Sosa LE, Palafox D, Ortega-Hernandez E, Rendón-Medina MA. Aplicaciones de la impresión 3D en cirugía plástica reconstructiva. *Rev Fac Med*. 2020;68(4):e77862. doi: 10.15446/revfacmed.v68n4.77862.
- [227] Fujifilm. Synapse 3D. Disponible en: <https://synapse-emea.fujifilm.com/synapse-3d.html>
- [228] Martínez Quiñones JV, Orduna Martínez J, Pinilla Arias D, Bernal Lecina M, Consolini Rossi F, Arregui Calvo
- [229] I. Romero Crespo, C. Mora Herrera, A. Quirante Cremades, P. López Sánchez, M. Gaspar Carreño, R. Achau Muñoz, “Agentes hemostáticos tópicos de uso quirúrgico,” *SciELO España*, 2021.
- [230] Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH), “Hemostáticos tópicos,” SEFH, 2020.
- [231] J. Pérez, M. López, “Primer reporte clínico del uso de celulosa oxidada para la prevención de hemorragias,” *Revista de Cirugía Plástica*, 2023.
- [232] Serapio Gutiérrez S. Profilaxis hemostática mediante PuraStat® y Nexpowder™ en mucossectomía endoscópica de lesión duodenal. *Enferm Endosc Dig*. 2024;10(2):16-20. Recibido noviembre de 2023; aceptado noviembre de 2023.
- [233] Takiguchi N, Nagata M, Soda H, et al. Multicenter randomized comparison of LigaSure versus conventional surgery for gastrointestinal carcinoma. *Surg Today*. 2010;40(11):1050-1054. doi: 10.1007/00595-009-4234-z.
- [234] Adamina M, Champagne BJ, Hoffman L, Ermlich MB, Delaney CP. Randomized clinical trial comparing the cost and effectiveness of bipolar vessel sealers versus clips and vascular staplers for laparoscopic colorectal resection. *Br J Surg*. 2011;98(12):1703-1712. doi: 10.1002/bjs.7679.
- [235] Tou S, Malik AI, Wexner SD, Nelson RL. Energy source instruments for laparoscopic colectomy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;(5):CD007886. doi:10.1002/14651858.CD007886.pub2.
- [236] Nakajima K, Nezu R, Ito T, Nishida T. Hand-assisted laparoscopic restorative proctocolectomy for ulcerative colitis: the optimization of instrumentation toward standardization. *Surg Today*. 2010;40(9):840-844. doi: 10.1007/00595-009-4157-8.
- [237] Trilling B, Riboud R, Abba J, Girard E, Faucheron JL. Energy vessel sealing systems versus mechanical ligation of the inferior mesenteric artery in laparoscopic sigmoidectomy. *Int J Colorectal Dis*. 2016;31(4):903-908. doi: 10.1007/s00384-016-2508-7.
- [238] Hubner M, Demartines N, Muller S, Dindo D, Clavien PA, Hahnloser D. Prospective randomized study of monopolar scissors, bipolar vessel sealer and ultrasonic shears in laparoscopic colorectal surgery. *Br J Surg*. 2008;95(9):1098-1104. doi: 10.1002/bjs.6321.
- [239] Rimonda R, Arezzo A, Garrone C, Allaix ME, Giraudo G, Morino M. Electrothermal bipolar vessel sealing system vs. harmonic scalpel in colorectal laparoscopic surgery: a prospective, randomized study. *Dis Colon Rectum*. 2009;52(4):657-661. doi: 10.1007/DCR.0b013e3181a0a70a.

- [240] Campagnacci R, Sanctis A de, Baldarelli M, Rimini M, Lezoche G, Guerrieri M. Electrothermal bipolar vessel sealing device vs. ultrasonic coagulating shears in laparoscopic colectomies: a comparative study. *Surg Endosc.* 2007;21(9): 1526-1531. doi: 10.1007/s00464-006-9143-2.
- [241] Guerrieri M, Sanctis A, Baldarelli M, et al. Electrothermal bipolar energy-based device in laparoscopic right colectomy: our experience. *Minerva Chir.* 2008;63(6):455-460.
- [242] Ekman A, Lindholm ML, Lennmarken C, Sandin R. Reduction in the incidence of awareness using BIS
- [243] Myles PS, Leslie K, McNeil J, Forbes A, Chan MT. Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomised controlled trial. *Lancet.* 2004;363(9423):1757-63. doi: 10.1016/S0140-6736(04)16300-9.
- [244] Oliveira CR, Bernardo WM, Nunes VM. Benefit of general anesthesia monitored by bispectral index compared with monitoring guided only by clinical parameters. Systematic review and meta-analysis. *Braz J Anesthesiol.* 2017;67(1):72-84. doi: 10.1016/j.bjane.2015.09.001.
- [245] Aldecoa C, Bettelli G, Bilotta F, Sanders RD, Aceto P, Audisio R, et al. Update of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium in adult patients. *Eur J Anaesthesiol.* 2024 Feb;41(2):81-108. doi: 10.1097/EJA.0000000000001876.
- [246] Punjasawadwong Y, Phongchiewboon A, Bunchungmongkol N. Bispectral index for improving anaesthetic delivery and postoperative recovery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(6):CD003843. doi: 10.1002/14651858.CD003843.pub3.
- [247] Casati A, Fanelli G, Pietropaoli P, Proietti R, Tufano R, Montanini S, et al. Continuous monitoring of cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing major abdominal surgery minimizes brain exposure to potential hypoxia. *Anesth Analg.* 2005 Sep;101(3):740-7. doi: 10.1213/01.ane.0000166974.96219.cd.
- [248] Murkin JM, Adams SJ, Novick RJ, Quantz M, Bainbridge D, Iglesias I, Cleland A, Schaefer B, Irwin B, Fox S. Monitoring brain oxygen saturation during coronary bypass surgery: a randomized, prospective study. *Anesth Analg.* 2007 Jan;104(1):51-8. doi: 10.1213/01.ane.0000246814.29362.f4.
- [249] Slater JP, Guarino T, Stack J, Vinod K, Bustami RT, Brown JM 3rd, et al. Cerebral oxygen desaturation predicts cognitive decline and longer hospital stay after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2009 Jan;87(1):36-
- [250] Gili-Ortiz E, González Guerrero R, Béjar-Prado L, Ramirez-Ramírez G, López-Méndez J. Dehiscencia de la laparotomía y su impacto en la mortalidad, la estancia y los costes hospitalarios. *Cir Esp.* 2015;93(7):444-449.
- [251] Carlson MA. Acute wound failure. *Surg Clin North Am.* 1997;77(3):607-636.
- [252] Riou JP, Cohen JR, Johnson H Jr. Factors influencing wound dehiscence. *Am J Surg.* 1992;163(3):324-330.
- [253] Brandi CD. Tratamiento de los defectos de la pared abdominal. *Rev Argent Cirug.* 2009;97(5):105-107.
- [254] Pekolj J. Manejo de las complicaciones más frecuentes en la cirugía abdominal. *Rev Argent Cirug.* 2003;85(5):114-117.
- [255] Rodríguez Hermosa JI, Codina Cazador A, Ruiz B, Roig J, Gironès J, Pujol M, et al. Factores de riesgo de dehiscencia aguda de la pared abdominal tras laparotomía en adultos. *Cir Esp.* 2005;77(5):280-286.
- [256] Tansawet A, Charoenkwan K, Chotirosniramit N, et al. Fascial Dehiscence and Incisional Hernia Prediction Models: A Systematic Review and Meta-analysis. *World J Surg.* 2022;46:2984-2995.
- [257] Sanders DL, Kingsnorth AN, Lamb PJ, et al. Midline incisional hernia guidelines: the European Hernia Society. *BJs.* 2023;1-37. <https://doi.org/10.1093/bjs/znad284>

- [258] Hernandez-Granados P, García-Ureña MA, López-Cano M, et al. Profilaxis de la hernia incisional y utilización de mallas. Revisión narrativa. *Cir Esp*. 2018;96(2):76-87.
- [259] National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI). Venous Thromboembolism (VTE). Bethesda: National Institutes of Health; 2023 (<https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/tromboembolia-venosa/causas>).
- [260] Mayo Clinic. Deep Vein Thrombosis (DVT). Rochester: Mayo Foundation for Medical Education and Research; 2023 (<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/deep-vein-thrombosis/symptoms-causes/syc-20352557>).
- [261] Actualidad Sanitaria. En España, 1 de cada 10 muertes en un hospital se debe a la trombosis [Internet]
- [262] Griffin M, Kakkos SK, Geroulakos G, Nicolaidis AN. Comparison of three intermittent pneumatic compression systems in patients with varicose veins: a hemodynamic study. *Int Angiol*. 2007;26(2):158-164.
- [263] Kakkos SK, Nicolaidis AN, Griffin M, Geroulakos G. Comparison of two intermittent pneumatic compression systems: a hemodynamic study. *Int Angiol*. 2005;24(4):330-335.
- [264] Wendelboe A, Weitz JI. Global Health Burden of Venous Thromboembolism. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2024;44(5):1007-1011. doi:10.1161/ATVBAHA.124.320151.
- [265] Barco S, Woerschling AL, Spyropoulos AC, Piovella F, Mahan CE. European Union-28: An annualised cost-of-illness model for venous thromboembolism. *Thromb Haemost*. 2016;115(4):800-808. doi:10.1160/TH15-08-0670.
- [266] Mahan et al. Deep-vein thrombosis: a United States cost model for a preventable and costly adverse event. *Thromb Haemost*. 2011;106(3):405-415.
- [267] Raskob GE, Angchaisuksiri P, Blanco AN, et al. Thrombosis: a major contributor to global disease burden. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2014;34(11):2363-2371.
- [268] Ishak, M.A. and Morley, K.D. Deep venous thrombosis after total hip arthroplasty: a prospective controlled study to determine the prophylactic effect of graded pressure stockings. *Br. J. Surg* 1981; 68: 429-432.
- [269] Sigel B., et al. Type of Compression for Reducing Venous Stasis. *Archives of Surgery*. 1975; 110: 171-175.
- [270] Coleridge-Smith PD, et al. Deep Vein Thrombosis: Effect of Graduated Compression Stockings on Distension of the Deep Veins of the Calf. *British Journal of Surgery*. June 1991. Vol 78, No. (6): 724-726.
- [271] Fuentes-Camps, E et al., Cost-effectiveness of the deep vein thrombosis diagnosis process in primary care.
- [272] Chopra N, Doddamreddy P, Grewal H, Kumar PC. An elevated D-dimer value: a burden on our patients and hospitals. *Int J Gen Med*. 2012;5:87-92.
- [273] Robert-Ebadi H et al., Impact of the Age-Adjusted D-Dimer Cutoff to Exclude Pulmonary Embolism: A Multinational Prospective Real-Life Study (the RELAX-PE Study). *Circulation*. 2021 May 4;143(18):1828-1830
- [274] 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery
- [275] ELSO Guidelines for Cardiopulmonary Extracorporeal Life Support Extracorporeal Life Support Organization, Version 1.4 August 2017. Ann Arbor, MI, USA 3.https://journals.lww.com/asaiojournal/Fulltext/2022/02000/ELSO_Guidelines_for_Adult_and_Pediatric.1.aspx
- [276] Wendel HP, Ziemer G. Coating technology for medical devices with a focus on polyurethanes and heparin. *Perfusion*. 2001;16(4):271-8. doi: 10.1177/026765910101600402.
- [277] Zhang M, Zhang L, Wang Y, Li X, Liu Y, Chen H, et al. *ACS Biomater Sci Eng*. 2021;7:4402-4419. doi: 10.1021/acsbiomaterials.1c00758.

- [278] Ranucci M, Baryshnikova E, Castelvechio S, Pelissero G. Surgical and Clinical Outcome Research (SCORE) Group. *Ann Thorac Surg*. 2009;87:1311-9. doi:10.1016/j.athoracsur.2008.09.076.
- [279] Willers A, Kagerer SM, Schuster S, Schmidts T, Kagerer P, et al. *Membranes*. 2021;11:617. doi:10.3390/membranes11080617.
- [280] Choi H, Lewis C. Cardiopulmonary bypass: anticoagulation. En: Freeman BS, Berger JS, editores. *Anesthesiology Core Review: Part Two Advanced Exam*. McGraw-Hill Education; 2016. Disponible en: <https://accessanesthesiology.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1750§ionid=117320006>.
- [281] Hedlund K, Coyne D, Sanford D, Huddelson J. The heparin recall of 2008. *Perfusion*. 2012;28(1):61-65. doi:10.1177/0267659112462274
- [282] Hogan M, Berger JS. Heparin-induced thrombocytopenia (HIT): Review of incidence, diagnosis, and management. *Vasc Med*. 2020; 25(2):135-142. doi: 10.1177/1358863X19898253.
- [283] Low KW, Van Look R, Rolland SA, Sienz J. Formulation of Generalized Mass Transfer Correlations for Blood Oxygenator Design. *J Biomech Eng*. 2017 Mar 1;139(3). doi: 10.1115/1.4035535.
- [284] Trujillo-Santos J, et al. Optimizing Venous Stenting: Consensus Recommendations for Enhanced Management of Lower Extremity Deep Vein Thrombosis. *Semin Thromb Hemost*. 2024 Jun;50(3):225-240. Disponible en: SEACV.
- [285] Kakkos SK, et al. Endovenous Stenting for Chronic Iliofemoral Venous Obstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2021 Sep;9(5):845-859. Disponible en: PubMed
- [286] Neglén P, et al. Stenting of the Venous Outflow in Chronic Venous Disease: Long-Term Results and Factors Affecting Outcomes. *J Vasc Surg*. 2020 Aug;72(2):971-978. Disponible en: PubMed
- [287] Talens Belén, F., & Martínez Duce, N. (2018). Úlceras por presión: un paso más en el cuidado y la seguridad de nuestros pacientes. *Gerokomos*, 29(4).
- [288] Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel y Pan Pacific Pressure Injury Alliance. (2019). *Prevención y tratamiento de las úlceras / lesiones por presión: Guía de consulta rápida*.
- [289] Kalowes, Peggy, et al. "Effectiveness of a silicone foam dressing for the prevention of hospital-acquired pressure ulcers in critically ill patients: a randomized clinical trial." *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing*. 2016; 43(5): 505-513.
- [290] Santamaria, Nick, et al. "A randomized controlled trial of the effectiveness of soft silicone multi-layered foam dressings in the prevention of sacral and heel pressure ulcers in critically ill patients: the Border Trial." *International Wound Journal*. 2018; 15(3): 460-467.
- [291] Peko, L., et al. "The effectiveness of Mepilex Border Flex in reducing tissue stress and mechanical load in patients with COVID-19 in prone position." *Journal of Wound Care*. 2020; 29(12): 730-738.
- [292] Santamaria, Nick, et al. "Clinical effectiveness of a silicone foam dressing for the prevention of heel pressure ulcers in critically ill patients: Border II Trial." *Journal of Wound Care*. 2014; 23(11): 552-558.
- [293] Padula, William V., et al. "The cost-effectiveness of hospital-acquired pressure ulcer prevention strategies." *Journal of the American Geriatrics Society*. 2017; 65(7): 1423-1429.
- [294] Padula, William V., et al. "Value of hospital resources for effective pressure injury prevention: a cost- effectiveness analysis." *BMJ Quality and Safety*. 2019; 28(2): 132-141.
- [295] Wounds International (2023) *Wound balance: achieving wound healing with confidence*. Wounds International, London. Disponible en: www.woundsinternational.com
- [296] Wiegand, C. and U.C. Hipler, A superabsorbent polymer-containing wound dressing efficiently sequesters MMPs and inhibits collagenase activity in vitro. *J Mater Sci Mater Med*, 2013. 24(10): p. 2473-8.
- [297] A new silicone adhesive bordered SAP containing dressing: Benefits in Practice – Wounds UK

- [298] Gefen A, Krämer M, Brehm M, Burckardt S. The biomechanical efficacy of a dressing with a soft cellulose fluff core in prophylactic use. *Int Wound J.* 2020 Dec;17(6):1968-1985. doi: 10.1111/iwj.13489. Epub 2020 Aug 31. PMID: 32869507; PMCID: PMC7948878.
- [299] Gefen, A., Candas, E., Ousey, K., Probst, A., & Smola, H. (2021). Round table discussion: cellulose fluff dressings—a new dressing technology in pressure ulcer. *Wounds Int* 2021, 12(1), 54-7.
- [300] Gefen A. Alternatives and preferences for materials in use for pressure ulcer prevention: An experiment- reinforced literature review. *Int Wound J.* 2022 Nov;19(7):1797-1809. doi: 10.1111/iwj.13784. Epub 2022 Mar 10. PMID: 35274443; PMCID: PMC9615286.
- [301] Forni C, D'Alessandro F, Gallerani P, et al. Effectiveness of using a new polyurethane foam multi-layer dressing in the sacral area to prevent the onset of pressure ulcer in the elderly with hip fracture: A pragmatic randomized controlled trial. *Int Wound J.* 2018;1-8
- [302] Soldevilla Agreda, J. J., Torra i Bou, J. E., Verdu Soriano, J., & Rueda López, J. (2017). Evaluación de la efectividad clínica y coste-efectividad de un apósito de hidrofibra con plata en el tratamiento de úlceras por presión. *Gerokomos*, 28(2), 89-97. Disponible en: SciELO.
- [303] Romero de San Pío MJ, Romero de San Pío E, González Fernández A, García Niño AV, Linares Gutiérrez MB, González Pereira C, Rodríguez Villanueva LM. Tratamiento de las lesiones por humedad en pacientes críticos mediante el empleo de apósitos de espuma con hidrofibra de hidrocoloide. *Gerokomos.* 2021 Jun;32(spe1):3-10. doi: 10.4321/s1134-928x2021000300001.
- [304] Dissemond J, Aare K, Ozer K, Gandhi D, Ryan JL, DeKoven M. Aquacel Ag Advantage/Ag+ Extra and Cutimed Sorbact in the management of hard-to-heal wounds: a cohort study. *J Wound Care.* 2023 Oct 2;32(10):624-633. doi: 10.12968/jowc.2023.32.10.624. PMID: 37830837.
- [305] Stanirowski, P. J., et al. “Randomized Controlled Trial Evaluating Dialkylcarbamoyl Chloride Impregnated Dressings for the Prevention of Surgical Site Infections in Adult Women Undergoing Cesarean Section.” *Surgical Infections.* 2016; 17(4): 427-435. doi: 10.1089/sur.2015.223.
- [306] NICE. “Leukomed Sorbact for preventing surgical site infection.” *Medical Technologies Guidance [MTG55].* 2021.
- [307] Stanirowski, P. J., et al. “Cost-effectiveness of a bacterial-binding dressing to prevent surgical site infection following caesarean section.” *Journal of Wound Care.* 2019; 28(4): 230-236. doi: 10.12968/jowc.2019.28.4.230.
- [308] Bua N, Smith GE, Totty JP, Pan D, Wallace T, Carradice D, Chetter IC. Dialkylcarbamoyl Chloride Dressings in the Prevention of Surgical Site Infections after Nonimplant Vascular Surgery. *Ann Vasc Surg.* 2017 Oct;44:387-
- [309] Stanirowski PJ, Kociszewska A, Cendrowski K, Sawicki W. Dialkylcarbamoyl chloride-impregnated
- [310] Wiegand C, Buhren BA, Bünemann E, Schrupf H, Homey B, Frykberg RG, Lurie F, Gerber PA. A novel native collagen dressing with advantageous properties to promote physiological wound healing. *J Wound Care.* 2016 Dec 2;25(12):713-720
- [311] Sabo M, Le L, Yaakov RA, Carter M, Serena TE. A Post-marketing Surveillance Study of Chronic Wounds Treated With a Native Collagen Calcium Alginate Dressing. *Ostomy Wound Manage.* 2018;64(4):38-43.
- [312] Tati R, Nordin S, Abdillahi SM, Mörgelin M. Biological wound matrices with native dermis-like collagen efficiently modulate protease activity. *J Wound Care.* 2018 Apr 2;27(4):199-209. doi: 10.12968/jowc.2018.27.4.199. PMID: 29637827
- [313] Revista Médica y de Enfermería Ocronos: Terapia de presión negativa: calidad de vida. *Revista Médica y de Enfermería Ocronos.* Disponible en: <https://revistamedica.com/terapia-de-presion-negativa-calidad-de-vida/>

- [314] Law A, Cyhaniuk A, Krebs B. Comparison of health care costs and hospital readmission rates associated with negative pressure wound therapies. *Wounds*. 2015 Mar;27(3):63-72. doi: 10.1097/GOX.00000000000004722. PMID: 25786078.
- [315] Baharestani MM, Houliston-Otto DB, Barnes S. Early versus late initiation of negative pressure wound therapy: examining the impact on home care length of stay. *Ostomy Wound Manage*. 2008 Nov;54(11):48-53. PMID: 19037137.
- [316] Apelqvist J, Willy C, Fagerdahl AM, Fraccalvieri M, Malmsjö M, Piaggese A, Probst A, Vowden P. Health economic assessment of negative pressure wound therapy use in the management of subcutaneous abdominal wound healing impairment (SAWHI) in the out-of-hospital setting. *Int Wound J*. 2022 Jul;19(4):874-885. doi: 10.1111/iwj.13894. PMID: 35833308.
- [317] Kim PJ, Lookess S, Bongards C, Griffin LP, Gabriel A. Economic model to estimate cost of negative pressure wound therapy with instillation vs control therapies for hospitalised patients in the United States, Germany, and United Kingdom. *Int Wound J*. 2022 May;19(4):888-894. doi: 10.1111/iwj.13689. PMID: 35833308.
- [318] Collinsworth AW, Griffin LP. The effect of timing of instillation therapy on outcomes and costs for patients receiving negative pressure wound therapy. *Wounds*. 2022 Nov;34(11):269-275. doi: 10.25270/wnds/22013. PMID: 36322918.
- [319] Blackburn J, Ousey K, Taylor S. Effectiveness of pressure-relieving mattresses on pressure ulcers. *Wounds UK*. 2024 Nov 5;20(4).
- [320] Wozniak K. Prevalon boots or alternative heel protection. Health Research Authority. 2017 Jun 14.
- [321] Bliss DZ, Zehrer C, Savik K, Smith G, Hedblom E. An economic evaluation of four skin damage prevention regimens in nursing home residents with incontinence: economics of skin damage prevention. *J Wound Ostomy Continence Nurs*. 2007 Mar;34(2):143-152. doi: 10.1097/01.WON.0000264825.03485.40. PMID: 17413897.
- [322] Society of Tissue Viability. "Skin care to reduce the risk of pressure injuries: Traditional cleaning vs. Foam cleansers." Society of Tissue Viability. 2022 Apr.
- [323] American Academy of Family Physicians. "Barreras cutáneas tradicionales vs Cremas protectoras barrera." *American Family Physician*. 2008 Nov 15;78(10):1186-1192. PMID: 19035033.
- [324] PRIQ (Programa de Reducción de Infección Quirúrgica) de la OIC (Observatorio de la Infección Quirúrgica). <https://oincir.org/programa-priq-o/>
- [325] Strobel RM, Leonhardt M, Krochmann A, Neumann K, Speichinger F, Hartmann L, Lee LD, Beyer K, Daum S, Kreis ME, Lauscher JC. Reduction of Postoperative Wound Infections by Antiseptica (RECIPE)?: A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*. 2020 Jul;272(1):55-64. doi: 10.1097/SLA.0000000000003645. PMID: 31599810







Tecnología
Sanitaria

Contacto

Oficina Madrid

C/ Villanueva, 20 - 1 - 28001
+(34) 915 759 800

Oficina Barcelona

Travesera de Gracia, 56 - 1º, 3ª - 08006
+(34) 932 014 655

info@fenin.es
www.fenin.es



Contacto

Oficina Madrid

C/ Juan Esplandiú, 11 - 6ª - 28007
+(34) 918 062 138

www.iqvia.com

