EFICACIA DE UN PROTOCOLO PARA LA PREVENCIÓN DE INFECCIÓN DEL DRIVELINE EN PACIENTES PORTADORES DE ASISTENCIA VENTRICULAR IZQUIERDA

EFFICACY OF A PROTOCOL FOR THE PREVENTION OF DRIVELINE INFECTION IN PATIENTS WITH LEFT VENTRICULAR ASSIST DEVICES

Autores

Leticia Jimeno San Martín[1], Mari Mar Sarasa Monreal[2], Elena Fernández Iriarte[3], Maite Rodríguez Murugarren[4], Gregorio Rábago Juan-Aracil[5], Rebeca Manrique Antón[5], Rosana Goñi Viguria[6].

[1] Clínica Universidad de Navarra. Pamplona, España. Consulta de cirugía cardiaca. Enfermera

[2] Clínica Universidad de Navarra. Pamplona, España. Área de Críticos. Supervisora.

[3] Clínica Universidad de Navarra. Pamplona, España. Planta de hospitalización cardiología. Enfermera

[4] Clínica Universidad de Navarra. Pamplona, España. Área de consultas ambulatorias. Supervisora.

[5] Clínica Universidad de Navarra. Pamplona, España. Departamento de Cirugía Cardiovascular. Cirujano

[6] Clínica Universidad de Navarra. Pamplona, España. Área de Críticos. Enfermera de Práctica Avanzada.

DOI: https://doi.org/10.59322/94.1522.IB4

Dirección para correspondencia
Leticia Jimeno San Martín
Consulta de cirugía cardiaca. Clínica Universidad de Navarra
Avda. Pio XII,36
31008 Pamplona
Correo electrónico
ljimeno@unav.es

RESUMEN

- **Introducción:** Las infecciones del driveline representan una de las complicaciones más frecuentes en pacientes portadores de dispositivos de asistencia ventricular izquierda, con un importante impacto en la morbilidad y la calidad de vida. El objetivo de este trabajo es evaluar la eficacia de un protocolo en la prevención de la infección del driveline.
- **Metodología:** Análisis retrospectivo de los pacientes con dispositivo de asistencia ventricular en un hospital universitario terciario entre septiembre de 2011 y marzo de 2025. Se recopilaron datos sociodemográficos, clínicos, y porcentajes de infecciones. La recogida de datos se dividió en dos periodos: el primero (2011-2017), previo a la implementación del protocolo; y el segundo (2018-2025), tras su incorporación. Se realizó un análisis descriptivo frecuencial.
- **Resultados:** Se incluyeron 17 pacientes ,15 hombres y 2 mujeres. La edad media fue de 64,7 años (Intervalo de confianza 95% 61,6-68,3). De los 8 pacientes incluidos en el primer periodo, 3 (37,5%) presentaron infección bacteriana local en los tres primeros meses del

implante y además, uno de ellos (12,5%) tuvo una infección fúngica a los 5 años. En el segundo periodo, se incluyeron 9 pacientes. Ninguno presentó infección tras la implementación del protocolo. Actualmente 5 pacientes continúan en seguimiento ambulatorio, todos ellos libres de infección.

- **Conclusiones:** La implementación del protocolo ha demostrado ser eficaz en la disminución del número de infecciones. Destaca la importancia de su adherencia, el seguimiento continuado por la enfermera coordinadora de DAVI y la optimización del procedimiento de cura.

Palabras clave: Infección de herida quirúrgica, Dispositivos de asistencia cardiaca, Cuidados de enfermería, Planificación de los cuidados del paciente, Cuidados perioperatorios.

ABSTRACT

- **Introduction:** Driveline infections are among the most frequent complications in patients with left ventricular assist devices (LVAD), having a significant impact on morbidity and quality of life. The aim of this study is to evaluate the effectiveness of a protocol in preventing driveline infections.
- **Methodology:** A retrospective analysis was conducted on patients with LVADs at a tertiary university hospital between September 2011 and March 2025. Sociodemographic and clinical data, as well as infection rates, were collected. Data collection was divided into two periods: the first (2011–2017), prior to protocol implementation; and the second (2018–2025), after its introduction. A descriptive frequency analysis was performed.
- **Results:** Seventeen patients were included, 15 men and 2 women. The mean age was 64.7 years (95% confidence interval 61.6–68.3). Of the eight patients included in the first period, three (37.5%) developed local bacterial infection within the first three months post-implantation, and one of them (12.5%) also presented a fungal infection five years later. In the second period, nine patients were included. None developed an infection after the protocol was implemented. Currently, five patients remain under outpatient follow-up, all of whom are infection-free.
- **Conclusions:** The implementation of the protocol has proven effective in reducing the number of infections. The results highlight the importance of adherence to the protocol, continuous follow-up by the LVAD coordinating nurse, and optimization of the wound care procedure.

Keywords: Surgical Wound Infection, Heart-Assist Devices, Nursing Care, Patient Care Planning, Perioperative Care.

Introducción

La insuficiencia cardíaca (IC) es un síndrome clínico heterogéneo caracterizado por una morbilidad y mortalidad considerables. Si bien la incidencia de la IC se ha estabilizado o disminuido en los países de altos ingresos durante la última década, su prevalencia continúa aumentando, impulsada por el envejecimiento de la población, el aumento de los factores de riesgo, la eficacia de las nuevas terapias y la mejora de la supervivencia[1,2].

Su tratamiento se ha visto revolucionado con el uso de los dispositivos de asistencia ventricular izquierda (DAVI), que son bombas electromecánicas que asisten a la circulación cardíaca y reemplazan parcial o totalmente la función del corazón. Un DAVI consta de

una bomba intrapericárdica, un controlador extracorpóreo con baterías y un cable percutáneo conocido como driveline (DL), que conecta ambos componentes[1,3-5]. La externalización del DL en la piel se realiza mediante la tunelización y tiene su orificio de salida a nivel abdominal[6].

Estos dispositivos se utilizan como puente a la recuperación, puente al trasplante cardíaco, o como terapia de destino en aquellos pacientes que no son candidatos al mismo, aumentando considerablemente la supervivencia, la capacidad funcional y la calidad de vida[4,7,8]. Sus complicaciones más comunes y graves son la trombosis de bomba, la hemorragia, los accidentes cerebrovasculares y las infecciones[4,7,9-11]. Dentro de estas, las infecciones del DL representan una de las complicaciones más frecuentes. Aunque la mayoría son locales, también pueden extenderse al bolsillo de la bomba, el corazón, la pared torácica y el torrente sanguíneo[8,11-13].

Esta infección tiene un gran impacto en la morbilidad, la tasa de hospitalización y la calidad de vida[7,10] afectando negativamente el éxito a largo plazo[14,15]. El registro de la sociedad internacional de trasplante de corazón y pulmón para asistencia circulatoria mecánica, informó de tasa de infección del DL de hasta el 29% a los 3 meses de la implantación[4].

Las causas de la infección pueden clasificarse en dos grandes grupos, aquellas relacionadas con la situación clínica del paciente (estado físico previo a la cirugía, presencia de comorbilidades, estado nutricional, diabetes, colonización cutánea....) y las derivadas del propio dispositivo ya que, a pesar del avance de su diseño, la conexión transcutánea del driveline continúa siendo una vía de entrada para microorganismos, favoreciendo la formación de biofilms y la aparición de infecciones[11,13,16,17].

El cuidado del orificio de salida del DL es fundamental para la prevención y el tratamiento de la infección y a pesar de su importancia, existe gran variabilidad en su manejo[6,10,14]. Las enfermeras desempeñan un papel clave en la prevención de la infección y requieren de la implementación de protocolos que impulsen las mejores prácticas[9].

El objetivo de este trabajo es evaluar la eficacia de la implementación de un protocolo en la prevención de la infección del DL.

Metodología

Estudio descriptivo, retrospectivo, en pacientes que recibieron un DAVI en un hospital universitario de nivel terciario.

Sujetos:

Se incluyeron a los pacientes cuyo implante se realizó entre septiembre de 2011 y marzo de 2025 y que cumplían los siguientes criterios de inclusión: tener más de 18 años y comprender el español.

La selección de la muestra fue de conveniencia.

Instrumentos para la recogida de datos:

Para la recogida de datos el equipo investigador elaboró un documento que incluía:

- **datos sociodemográficos:** edad, género y estado civil.
- **datos clínicos:** índice masa corporal (IMC), diabetes, dislipemia, hipertensión, fumador, tipo de DAVI, velour enterrado y tiempo de hospitalización.
- **datos de infección:** presencia de la infección y tiempo de aparición.

Todos los datos se extrajeron del historial médico de cada paciente.

Procedimiento de cura:

Método de cura utilizada previa a la implementación del protocolo

El procedimiento de cura previo a la implementación del protocolo se realizó con técnica estéril diaria, gluconato de clorhexidina al 2%, uso de gasas que protegían el DL y un apósito adhesivo oclusivo. La inmovilización del cable se realizó con diferentes sistemas pudiendo ser faja abdominal, esparadrapo o un dispositivo comercial. Al no disponer de una enfermera de referencia ni de un protocolo establecido, el entrenamiento del paciente y cuidador principal no se realizó ni precozmente, ni de manera estructurada. Además, tampoco se mantuvo contacto con los centros de atención primaria.

Nuevas medidas de mejora incluidas en el protocolo

Las principales medidas de mejora se distribuyeron en cuatro categorías[5,9]:

1. Formación del personal de enfermería con capacitación en técnica y materiales para la cura[5] en todas las unidades donde ingresaron los pacientes (planta de hospitalización, unidad de cuidados intensivos).
2. Estandarización de la educación al paciente y cuidador principal de forma precoz comenzándose en la unidad de cuidados intensivos, una vez que el paciente se encontraba estable, consciente y colaborador y en presencia del cuidador principal. Esta educación incluyó inicialmente la demostración del procedimiento con técnica estéril y posteriormente la puesta en práctica por parte del cuidador. Además, se instruyó en la detección de signos de infección[5]. Se utilizó material audiovisual y escrito[5,18] y se realizó una prueba de evaluación de la competencia adquirida antes del alta hospitalaria[5].
3. Seguimiento periódico por parte de la enfermera coordinadora de DAVI. Se realizaron al menos dos visitas semanales durante la hospitalización. En cada visita, la enfermera coordinadora de DAVI colaboró con la enfermera de hospitalización en el procedimiento, asegurando su cumplimiento y apoyando la toma de decisiones. Se valoró el estado del orificio del DL según la clasificación DESTINE[5]. Una vez dada el alta, la enfermera coordinadora continuó el seguimiento en la consulta de cirugía cardíaca. Inicialmente se estableció una frecuencia de visita semanal disminuyendo la periodicidad hasta hacerse semestral a partir del primer año. Entre las consultas presenciales se mantuvo contacto telefónico una vez por semana, reduciéndose a una vez al mes después del primer año. Se mantuvo comunicación con los centros de atención primaria de manera individualizada con el fin de tratar precozmente posibles complicaciones[5].
4. Optimización de procedimiento de cura: Se mantuvo la técnica estéril con clorhexidina al 2%[3-5,10,18-19]. Se incorporó el uso de apósitos de plata bacteriostáticos junto con un apósito hidropolimérico, en el periodo de cicatrización y ante signos de infección, que tras su resolución fueron sustituidos por gasas. Además, se incluyeron apósitos oclusivos adhesivos estandarizados. Se modificó la frecuencia de cura (diaria/48-72h/semanal) según evolución y se utilizó sistemáticamente un dispositivo adhesivo de anclaje para inmovilizar el cable, estableciendo un cambio semanal del mismo[9,20].

Cabe destacar que se permitió duchar a los pacientes después de la fase inicial de cicatrización de la herida y una vez eliminada la fijación quirúrgica temporal, siguiendo las recomendaciones del fabricante[3] y realizando posteriormente el cambio de apósito estandarizado de manera inmediata[5].

Recogida de datos:

La recogida de datos se divide en dos periodos: el grupo A (2011-2017), previo a la implementación del protocolo; y el grupo B (2018-2025), tras su incorporación. Se consideró infección del orificio de salida del DL como *"cultivo positivo del orificio de salida de la línea conductora o del bolsillo de la bomba, la necesidad de terapia con antibióticos y la presentación clínica de dolor, fiebre, secreción o leucocitosis"*.[9]

Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico descriptivo. Los resultados se expresaron como media e intervalo de confianza del 95% (IC 95%) para las variables continuas, y como número absoluto, porcentaje e IC 95% para las variables categóricas. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa IBM SPSS Statistics, versión 20 (SPSS Inc., 2003).

Consideraciones éticas

La investigación se ajustó a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki y fue aprobada por el Comité de Ética de Investigación del centro.

Resultados

Del total de los 17 pacientes incluidos en el estudio, 8 pacientes pertenecían al Grupo A (preimplementación) y 9 al Grupo B (postimplementación). En relación con el tipo de DAVI, en el grupo A, 1 paciente recibió un Heartmate II (Thoratec) y 7 pacientes un Heartware (Medtronic), mientras que en el grupo B, 4 pacientes recibieron un Heartware (Medtronic) y 5 pacientes un Heartmate 3(Abbott). En ambos grupos predominaron los pacientes casados o que vivían en pareja (87,5% grupo A; 88,9% grupo B) siendo todos ellos hombres en el grupo A, frente a 2 mujeres (22%) en el grupo B. Cabe destacar que el tiempo de hospitalización fue menor en el grupo A con una media de 51.8 días, en comparación con el grupo B que fue de 73,8 días. Los 3 pacientes que presentaron infección tuvieron un tiempo medio de aparición de 49 días y el único paciente que presentó una segunda infección fue a los 1589 días. Además, a este último paciente no se le enterró el velour del DL y fue el único con un implante tipo Heartmate II. Los datos sociodemográficos y clínicos se muestran en la **tabla 1**.

Tabla 1.

Características demográficas y clínicas de los pacientes por grupo.

N: número de sujetos; %: porcentaje; IC: intervalo de confianza; IMC: Índice de masa corporal; DAVI: dispositivo de asistencia ventricular izquierda.

VARIABLE	CATEGORÍA	GRUPO 1 (N=8)	GRUPO 2 (N=9)
Edad de implante (años)	Media, [IC 95%]	65,3 [61,8–68,8]	64,8 [58,2–71,4]
Sexo	Hombre, n (%), [IC]	8 (100,0) [67,56-100]	7 (77,8) [45,26-93,68]
	Mujer, n (%), [IC]	0 (0,0) [0-32,4]	2 (22,2) [6,32-54,74]
Estado civil	Casado, n (%), [IC]	7 (87,5) [52,91-97,76]	8 (88,9) [56,5-98,01]
	Soltero, n (%), [IC]	1 (12,5) [2,24-47,09]	1 (11,1) [1,98-43,5]
IMC	Normal, n (%), [IC]	4 (50,0) [21,52–78,48]	4 (44,4) [18,88-73,33]
	Sobrepeso, n (%), [IC]	2 (25,0) [7,14-59,07]	4 (44,4) [18,88-73,33]
	Obesidad moderada, n (%), [IC]	2 (25,0) [7,14-59,07]	1 (11,1) [1,98-43,5]
Diabetes	Ninguna, n (%), [IC]	1 (12,5) [8,24-47,09]	2 (22,2) [6,32-54,74]
	Tipo 1, n (%), [IC]	0 (0,0) [0-32,4]	1 (11,1) [1,98-43,5]
	Tipo 2, n (%), [IC]	7 (87,5) [52,91-97,76]	6 (66,7) [35,42-87,94]
Dislipemia	n (%), [IC]	8 (100,0) [67,56-100]	6 (66,7) [35,42-87,94]
Hipertensión	n (%), [IC]	8 (100,0) [67,56-100]	4 (44,4) [18,88-73,33]
Fumador	Exfumador, n (%), [IC]	7 (87,5) [52,91-97,76]	7 (77,8) [45,26-93,68]
Tipo de DAVI	Heartmate 2, n (%), [IC]	1 (12,5) [8,24-47,09]	0
	Heartware, n (%), [IC]	7 (87,5) [52,91-97,76]	4 (44,4) [18,88-73,33]
	Heartmate 3, n (%), [IC]	0 (0,0) [0-32,4]	5 (55,6) [26,67-81,12]
Velour enterrado	n (%), [IC]	7 (87,5) [52,91-97,76]	9 (100%)
Tiempo de hospitalización (días)	Media [IC 95%]	51,8 [25,33- 78,26]	73,8 [42,76-104,83]
Primera Infección	n (%), [IC]	3 (37,5) [13,69- 69,42]	0
Tiempo implante-infección 1 (días)	Media [IC 95%]	49,3 [16,8-81,79]	0
Segunda infección, n (%)	n (%), [IC]	1 (12,5) [22,4-47,09]	0
Tiempo implante-infección 2 (días)	Media (IC 95%)	1589	0

Comparación de las tasas de Infección

En el Grupo A, 3 pacientes desarrollaron una infección bacteriana del DL (37%) y además uno de ellos (12,5 %) desarrolló una infección fúngica pasados los cuatro años del implante. Los 3 pacientes presentaron exclusivamente signos locales de infección, sin afectar a la tunelización del DL y fueron tratados con antibiótico tópico y oral. Los pacientes no requirieron ingreso hospitalario para su tratamiento ni fallecieron a consecuencia del diagnóstico de la infección. Ningún paciente del Grupo B desarrolló infección.

Discusión

La infección del DL es una de las complicaciones más graves del uso prolongado de los DAVIs. La literatura revisada recoge tasas de infección de entre 13%-45%, porcentaje similar a nuestro estudio en la fase preimplementación[7,11,14,21,22]. Estos datos hay que interpretarlos con cautela ya que la literatura revisada describe diferentes criterios para definir la infección del DL[5,9,10,14,15,19]. La implementación del protocolo en 2018 logró reducir significativamente las infecciones, confirmando que el cuidado estandarizado y sistemático es esencial para unificar prácticas clínicas. Este resultado coincide con diversos autores que, además, describen cómo la implementación de protocolos reduce el número de hospitalizaciones y complicaciones graves[4,5,17-19,23].

La prevención de la infección del DL constituye un proceso interdisciplinar. Dentro de este equipo, las enfermeras tienen un rol fundamental, ya que no sólo son responsables de la realización de la cura, sino que además llevan a cabo la educación del paciente y su cuidador, lo que resulta clave para reducir las tasas de infección[9]. Por ello, la formación continua de enfermería es un pilar fundamental, ya que garantiza una práctica segura y estandarizada en los cuidados tal y como se ha visto en nuestro estudio[5,19]. Así mismo, realizar una educación temprana al paciente/cuidador durante la hospitalización y sostenida en el tiempo, contribuyó a la mejora de los resultados de nuestros pacientes, aspecto que coincide con la literatura revisada[4,5,9].

Cobra por tanto especial importancia, la enfermera coordinadora de DAVI, responsable del desarrollo e implementación del protocolo[4,5,9].

En relación con la educación de los pacientes y el uso de recursos, nuestro estudio pone de manifiesto que el hecho de implementar programas de formación sistemática reduce las tasas de infección, resultado concordante con la literatura revisada[5]. En este sentido, la utilización de materiales audiovisuales, folletos informativos, demostraciones prácticas y sesiones periódicas de reeducación, son estrategias fundamentales para garantizar la adquisición, refuerzo y sostenibilidad del aprendizaje a lo largo del proceso de cuidado[5,24,25].

En esta línea, la evidencia resalta la importancia de la adherencia a los protocolos, puesto que la mayoría de las infecciones persistentes se vinculan con un incumplimiento de los mismos[5,26,27].

Existen factores psicosociales y conductuales que se relacionan con un mayor riesgo de infección. Hernández et al[13] recogen que, factores como la depresión y la higiene personal, se relacionan con un mayor riesgo de infección. Todo ello enfatiza la necesidad de que tanto pacientes como cuidadores asuman un papel activo en el cuidado[13].

Teniendo en cuenta los materiales utilizados para la cura, los estudios reportan el uso de diferentes antisépticos, siendo el gluconato de clorhexidina el producto más extendido al igual que en nuestro protocolo[5,10,19,21,22]. El uso de clorhexidina se muestra eficaz para la prevención de infecciones por su actividad de amplio espectro contra bacterias gramnegativas y grampositivas, y hongos, con poca evidencia de acumulación sistémica y reacciones adversas en la piel[4,9,11].

En relación con el manejo de apósitos, aquellos impregnados con plata bacteriostática, se asocian con una reducción significativa en las tasas de infección, tal y como se ha visto en nuestros resultados[5,18,28]. Por el contrario, autores como Zainah et al[29]. no hallaron diferencias relevantes. Koken et al[10], recomendaron el uso de un apósito de espuma de plata durante las primeras semanas hasta lograr una buena cicatrización del orificio de salida de la línea de conducción, con cierre

total de la piel, lo cual coincide con nuestro protocolo.

Balestra et al[22], en su estudio sobre el uso de diferentes apósitos en pacientes con Heartmate, obtienen que la combinación del uso de clorhexidina, apósito de plata y dispositivo de anclaje reduce el riesgo de infección.

En cuanto a la frecuencia de cambio de apósito, los estudios muestran gran variabilidad sin encontrarse una relación directa con la aparición de infección[3-5]. Krzelj et al[23] describen que una frecuencia excesiva de cambios del apósito puede generar trauma en el orificio de salida, lo que facilita la colonización bacteriana y el desarrollo de biofilm. En la misma línea, la investigación de Cogwer et al[14] recoge que la incidencia de infección del DL a partir de los 90 días fue significativamente mayor en pacientes que realizaron cambios frecuentes de apósitos en el postoperatorio inmediato. Además, recomienda evitar el cambio de apósito rutinario cuando la herida está seca y libre de infección[14], tal y como se realizó en nuestro protocolo. La evidencia indica que el cambio debe realizarse según la evaluación del profesional, considerando la localización, el tipo y la cantidad de exudado, el tiempo necesario para la reevaluación y el coste del apósito[4,10].

La fijación adecuada del DL constituye una medida fundamental para reducir microtraumas que favorecer la colonización bacteriana y la formación de biofilms. Además, brindan mayor comodidad al paciente, debiéndose considerar parte esencial de los protocolos de cuidado[4,5,10,11,18,20,22]. La elección del dispositivo de anclaje resulta fundamental, ya que influye directamente en la inmovilización del DL. driveline. Schachl et al[20] en su estudio sobre distintos apósitos, identifica diferencias estadísticamente significativas entre ellos en cuanto a la prevención de traumatismos en el orificio de salida.

Existen varias limitaciones en nuestro estudio. En primer lugar, la investigación fue realizada en un único centro y con una muestra de conveniencia pequeña, no pudiendo así extrapolar los datos. Además, no se ha correlacionado las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes (índice de masa corporal, técnicas quirúrgicas o factores de riesgo cardiovascular) con el desarrollo de la infección del DL, aspecto destacado en la literatura como influyente.

Conclusiones

La implementación de un protocolo estandarizado para el cuidado del DL redujo significativamente la incidencia de infecciones en pacientes con DAVI consiguiendo una ausencia de casos tras su incorporación. Estos resultados refuerzan la importancia de la adherencia a protocolos que incluyan la formación de profesionales y pacientes, el seguimiento continuado por la enfermera coordinadora de DAVI y la optimización de procedimiento de cura en base a las últimas recomendaciones.

- No existen conflictos de interés.

Bibliografía

1. Eckmann C, Sunderkötter C, Becker K, Grabein B, Hagel S, Hanses F et al. *Left ventricular assist device-associated driveline infections as a specific form of complicated skin and soft tissue infection/acute bacterial skin and skin structure infection - issues and therapeutic options*. Curr Opin Infect Dis. 2024 Apr 1;37(2):95-104. doi: 10.1097/QCO.0000000000000999.
2. Khan MS, Shahid I, Bennis A, Rakisheva A, Metra M, Butler J. *Global epidemiology of heart failure*. Nat Rev Cardiol. 2024 Oct;21(10):717-734. doi: 10.1038/s41569-024-01046-6.
3. Abbott. *Sistema de asistencia ventricular HeartMate: manual de instrucciones* [manual] Abbott Laboratories. 2020
4. Özdemir Z, Şenol Çelik S. *Wound care of the driveline exit site in patients with a ventricular assist device: A systematic review.* Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg. 2018 Apr 30;26(2):328-335. doi: 10.5606/tgkdc.dergisi.2018.14982.
5. Bernhardt AM, Schlöglhofer T, Lauenroth V, Mueller F, Mueller M, Schoede A et al. Driveline Expert STaging and carE DESTINE study group, a Ventricular Assist Device Driveline Infection Study Group. *Prevention and early treatment of driveline infections in ventricular assist device patients - The DESTINE staging proposal and the first standard of care protocol*. J Crit Care. 2020 Apr;56:106-112. doi: 10.1016/j.jcrc.2019.12.014.
6. Brandão SMG, Urasaki MBM, Lemos DMP, Matos LN, Takahashi M, Nogueira PC et al. *Perioperative interventions for the prevention of surgical wound infection in*

adult patients undergoing left ventricular assist devices implantation: A scoping review. Intensive Crit Care Nurs. 2024 Jun;82:103658. doi: 10.1016/j.iccn.2024.103658.

7. Hernández-Meneses M, Sandoval E, Farrero M. Left ventricular assist device infections: From epidemiology to treatment. JHLT Open. 2025 Nov 27;11:100451. doi: 10.1016/j.jhlto.2025.100451.

8. Meyer DM, Nayak A, Wood KL, Blumer V, Schettle S, Salerno C et al. *The Society of Thoracic Surgeons Intermacs 2024 Annual Report: Focus on Outcomes in Younger Patients.* Ann Thorac Surg. 2025 Jan;119(1):34-58. doi: 10.1016/j.athoracsur.2024.10.003.

9. Pavlovic NV, Randell T, Madeira T, Hsu S, Zinoviev R, Abshire M. *Risk of left ventricular assist device driveline infection: A systematic literature review.* Heart Lung. 2019 Mar-Apr;48(2):90-104. doi: 10.1016/j.hrtlng.2018.11.002.

10. Koken ZO, Yalcin YC, van Netten D, de Bakker CC, van der Graaf M, Kervan U et al. *Driveline exit-site care protocols in patients with left ventricular assist devices: a systematic review.* Eur J Cardiothorac Surg. 2021 Sep 11;60(3):506-515. doi: 10.1093/ejcts/ezab195.

11. Püschel A, Skusa R, Bollensdorf A, Gross J. *Local Treatment of Driveline Infection with Bacteriophages.* Antibiotics (Basel). 2022 Sep 27;11(10):1310. doi: 10.3390/antibiotics11101310.

12. Simpson MT, Ning Y, Kurlansky P, Colombo PC, Yuzefpolskaya M, Uriel N, Naka Y, Takeda K. *Outcomes of treatment for deep left ventricular assist device infection.* J Thorac Cardiovasc Surg. 2024 May;167(5):1824-1832. e2. doi: 10.1016/j.jtcvs.2022.09.020.

13. Hernandez GA, Breton JDN, Chaparro SV. Driveline Infection in Ventricular Assist Devices and Its Implication in the Present Era of Destination Therapy. Open J Cardiovasc Surg. 2017 Jun 22;9:11790652177142l6. doi: 10.1177/11790652177142l6.

14. Cowger JA, Schettle S, Pagani FD, Sheikh FH, Hajj JM, Barn K et al. *Heterogeneity in HeartMate 3 implanting center infection management reveals opportunities for quality improvement and best practice initiatives during left ventricular assist device support.* J Heart Lung Transplant. 2025 Jul 28:S1053-2498(25)02147-3. doi: 10.1016/j.healun.2025.07.024.

15. Dettbarn E, Prenga M, Stein J, Müller M, Hoermandinger C, Schoenrath F et al. *Driveline infections in left ventricular assist devices-Incidence, epidemiology, and staging proposal.* Artif Organs. 2024 Jan;48(1):83-90. doi: 10.1111/aor.14647.

16. Julia BV, Yochiro N, Matthias L. *Infections in LVAD patients.* J Card Surg. 2022 Aug;37(8):2307-2308. doi: 10.1111/jocs.16591. Epub 2022 May 19. Erratum in: J Card Surg. 2022 Dec;37(12):5708. doi: 10.1111/jocs.17069.

17. Yoshizumi T, Mutsuga M. *Prevention of Driveline Infection in the HeartMate 3 Era*. Kyobu Geka. 2025 Apr;78(4):279-284.

18. Cagliostro B, Levin AP, Fried J, Stewart S, Parkis G, Mody KP et al. *Continuous-flow left ventricular assist devices and usefulness of a standardized strategy to reduce drive-line infections.* J Heart Lung Transplant. 2016 Jan;35(1):108-114. doi: 10.1016/j.healun.2015.06.010.

19. Tanaka H, Seto T. *Driveline Infection of Implantable Left Ventricular Assist Devices.* Kyobu Geka. 2025 Apr;78(4):286-291.

20. Schachl J, Stoiber M, Socha M, Zimpfer D, Wiedemann D, Schima H, Schlöglhofer T. *Mechanical Characterization of Anchoring Devices for the Prevention of Driveline Infection in Left Ventricular Assist Device Patients.* ASAIO J. 2024 Apr 1;70(4):249-256. doi: 10.1097/MAT.0000000000002111.

21. Huang HC, Wang CH, Tsai FC. [*Driveline Wound Care: Key to the Long-Term Use of Implantable Ventricular Assist Devices*]. Hu Li Za Zhi. 2019 Aug;66(4):87-94. Chinese. doi: 10.6224/JN.201908_66(4).11.

22. Balestra N, Fredericks S, Silva AVCD, Rodrigues RCM, Nunes DP, Pedrosa RBDS. *Driveline dressings used in heartmate patients and local complications: A retrospective cohort.* Heart Lung. 2023 Nov-Dec;62:271-277. doi: 10.1016/j.hrtlng.2023.08.007.

23. Krzelj K, Petricevic M, Gasparovic H, Biocina B, McGiffin D. *Ventricular Assist Device Driveline Infections: A Systematic Review.* Thorac Cardiovasc Surg. 2022 Sep;70(6):493-504. doi: 10.1055/s-0041-1731823.

24. Barsuk JH, Cohen ER, Cameron KA, Grady KL, Wilcox JE, Shanklin KB et al. *Short-term Retention of Patient and Caregiver Ventricular Assist Device Self-care Skills after Simulation-based Mastery Learning.* Clin Simul Nurs. 2021 Apr;53:1-9. doi: 10.1016/j.ecns.2021.01.004.

25. Brandão SMG, Urasaki MBM, Yamada BFA, Lemos DM, Matos LN, Costa MTF et al. *Infection epidemiology, preventive measures and principles of best practices involving the skin and dressing of patients with a ventricular assist device: A scoping review.* Intensive Crit Care Nurs. 2025 Feb;86:103840. doi: 10.1016/j.iccn.2024.103840.

26. Imaoka S, Kashiyama N, Yoshioka D, Saito S, Kawamura T, Kawamura A et al. *Clinical outcomes of modified left ventricular assist device driveline management.* J Artif Organs. 2025 Jun;28(2):207-215. doi: 10.1007/s10047-024-01482-8.

27. Lumish HS, Cagliostro B, Braghieri L, Bohn B, Mondellini GM, Antler K et al. *Driveline Infection in Left Ventricular Assist Device Patients: Effect of Standardized Protocols, Pathogen Type, and Treatment Strategy.* ASAIO J. 2022 Dec 1;68(12):1450-1458. doi: 10.1097/MAT.0000000000001690.

28. Aslam S, Dan J, Topik A. *Decrease in Driveline Infections with Change in Driveline Management Protocol.* VAD J. 2016;2:1–13. doi: http://dx.doi.org/10.13023/VAD.2016.03.24.

29. Zainah H, Karthikeyan A, Buitron P. *The Efficacy of Acticoat-Silver Dressing in Preventing Left-entricular-Assisted Device Infections.* Immunochem Immunopathol. 2016;2(2):2–4. https://doi.org/10.4172/2469-9756.1000122.