



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 3

**“ASOCIACIÓN ENTRE EL PERFIL BACTERIANO Y LA
RESISTENCIA ANTIMICROBIANA COMO PREDICTORES
DE AMPUTACIÓN EN PACIENTES ATENDIDOS EN
URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL NO. 3 IMSS
AGUASCALIENTES”**

TESIS PRESENTADA POR
ELISA PAULINA SALAZAR ACUÑA

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
URGENCIAS MÉDICO QUIRÚRGICAS

ASESOR:

DR. JESÚS ALÁN RODRIGUEZ MERAZ

AGUASCALIENTES, AGS. A 26 DE FEBRERO DE 2026



CARTA DE APROBACIÓN ASESOR

CARTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TESIS

AGUASCALIENTES, AGS, 29 DE SEPTIEMBRE DE 2025

DRA. JANNETT PADILLA LÓPEZ
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
P R E S E N T E

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad de Medicina de Urgencias del Hospital General de Zona No.1 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes.

DRA. ELISA PAULINA SALAZAR ACUÑA

Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado: **"ASOCIACIÓN ENTRE EL PERFIL BACTERIANO Y LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA COMO PREDICTORES DE AMPUTACIÓN EN PACIENTES ATENDIDOS EN URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL NO. 3 IMSS AGUASCALIENTES"**

Número de Registro: **R-2025-101-144** del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 101.

Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS.**

La Dra. ELISA PAULINA SALAZAR ACUÑA asistió a las asesorías correspondientes y realizó las actividades apegadas al plan de trabajo, por lo que no tengo inconvenientes para que se proceda a la impresión definitiva ante el comité que usted preside, para que sean realizados los trámite correspondientes a su especialidad, Sin otro particular, agradezco la atención que sirva a la presente, quedando a sus órdenes para cualquiera aclaración

ATENTAMENTE:

DR. JESÚS ALÁN RODRÍGUEZ MERAZ
DIRECTOR DE TESIS
HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3



CARTA DE APROBACIÓN DELEGACIÓN

AGUASCALIENTES, AGS, 29 DE SEPTIEMBRE DE 2025

DR. SERGIO RAMIREZ GONZALEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

P R E S E N T E

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad de Medicina de Urgencias del Hospital General de Zona No.1 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes.

DRA. ELISA PAULINA SALAZAR ACUÑA

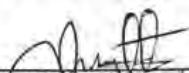
Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado: "**ASOCIACIÓN ENTRE EL PERFIL BACTERIANO Y LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA COMO PREDICTORES DE AMPUTACIÓN EN PACIENTES ATENDIDOS EN URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL NO. 3 IMSS AGUASCALIENTES**"

Número de Registro: **R-2025-101-144** del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 101.

Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS**.

La Dra. ELISA PAULINA SALAZAR ACUÑA asistió a las asesorías correspondientes y realizó las actividades apegadas al plan de trabajo, por lo que no tengo inconvenientes para que se proceda a la impresión definitiva ante el comité que usted preside, para que sean realizados los trámites correspondientes a su especialidad. Sin otro particular, agradezco la atención que sirva a la presente, quedando a sus órdenes para cualquiera aclaración.

ATENTAMENTE:



DRA. JANNETT PADILLA LÓPEZ
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
COAD AGUASCALIENTES

DICTAMEN LIBERACIÓN ACADÉMICA



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 24/02/2026

NOMBRE: SALAZAR ACUÑA ELISA PAULINA **ID:** 361931

ESPECIALIDAD: URGENCIAS MEDICO QUIRURGICAS LGAC (del posgrado): ATENCION INICIAL EN URGENCIAS MEDICAS Y PROCEDIMIENTOS CLINICOS

TIPO DE TRABAJO: (X) Tesis () Trabajo práctico

SEDE HOSPITALARIA: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

TITULO: ASOCIACION ENTRE EL PERFIL BACTERIANO Y LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA COMO PREDICTORES DE AMPUTACION EN PACIENTES ATENDIDOS EN URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL NO. 3 IMSS AGUASCALIENTES

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): LA IDENTIFICACION DE LOS AGENTES BACTERIANOS PREDOMINANTES Y SUS PATRONES DE RESISTENCIA PERMITE MEJORAR LA SELECCION DE ANTIBIOTICOTERAPIA INICIAL, REDUCIR COMPLICACIONES, DISMINUIR LA NECESIDAD DE AMPUTACIONES Y OPTIMIZAR LA ATENCION EN LOS SERVICIOS DE URGENCIAS, CONTRIBUYENDO A DISMINUIR LA DISCAPACIDAD Y LOS COSTOS ASOCIADOS AL PIE DIABETICO INFECTADO EN POBLACION DERECHAHABIENTE

INDICAR SI - NO - NA (No aplica) SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica.

SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario.

SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado.

SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda.

SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área.

SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área.

SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país.

NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica.

SI Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio).

El egresado cumple con lo siguiente:

SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Posgrado.

SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios.

SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial.

SI Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital.

SI Coincide con el título y objetivo registrado.

SI Tiene el CVU de la SECHTI actualizado.

NA Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales.

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Si ☒ X

No ☐

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

MCB E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. EN FARM. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

El cumplimiento con el ART. 1 del artículo 10, inciso g) del Reglamento General de Posgrado, que a la letra señala: "Acreditación de la persona titular del Departamento del Centro de Servicios de la Salud"



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación **1018.**
H GRAL ZONA NUM 1

Registro COFEPRIS **17 CI 01 001 038**

Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 01 CEI 001 2018082**

FECHA **Martes, 23 de septiembre de 2025**

Doctor (a) **JESUS ALAN RODRIGUEZ MERAZ**

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Asociación entre el perfil bacteriano y la resistencia antimicrobiana como predictores de amputación en pacientes atendidos en urgencias del hospital general no. 3 IMSS Aguascalientes** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

Sin número de registro

ATENTAMENTE

Doctor (a) **AGUILAR MERCADO VIRGINIA VERONICA**
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 1018

DICTAMEN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **101.**
H GRAL ZONA NUM 1

Registro COFEPRIS **17 CI 01 001 038**
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 01 CEI 001 2018082**

FECHA **Domingo, 28 de septiembre de 2025**

Doctor (a) JESUS ALAN RODRIGUEZ MERAZ

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle que el protocolo de investigación con título **Asociación entre el perfil bacteriano y la resistencia antimicrobiana como predictores de amputación en pacientes atendidos en urgencias del hospital general no. 3 IMSS Aguascalientes**, que sometió a evaluación por este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los aspectos éticos, por lo que se emite el dictamen de:

A P R O B A D O

Número de Registro Institucional

R-2025-101-144

De acuerdo con la normativa vigente, deberá presentar anualmente un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo hasta su conclusión. El presente dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de no haber concluido la investigación, deberá solicitar la re aprobación al Comité de Ética en Investigación antes del **28-09-2026**.

Este protocolo fue autorizado sin carta de consentimiento informado debido a que se clasificó como "sin riesgo" de acuerdo con el artículo 17 del RLGS MIS por ser una revisión de expedientes o bases de datos, manteniendo la confidencialidad de la información y la privacidad de los participantes

ATENTAMENTE



Doctor (a) CARLOS ARMANDO SANCHEZ NAVARRO
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 101

EVIDENCIA DE ENVÍO A PUBLICACIÓN

Revista de Educación e Investigación en
EMERGENCIAS

 ELISA PAULINA ~

AUTOR ▾

ARTÍCULOS

10+ items/página

Buscar...

CÓDIGO	TÍTULO	ESTADO
REIE/0208/25	ASOCIACIÓN ENTRE EL PERFIL BACTERIANO Y LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA COMO PREDICTORES DE AMPUTACIÓN EN PACIENTES ATENDIDOS EN URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL NO. 3 IMSS AGUASCALIENTES	Pendiente de validación 

REIE - Artículo registrado correctamente

Inbox x

 Online submission manuscript <no-reply@perm... 12:14 PM (0 minutes ago) ☆ 😊 ↩ ⋮
to me ▾

Revista de Educación e Investigación en
EMERGENCIAS


PERMANYER MEXICO
www.permanyer.com

Estimado/a Dr/Dra ELISA PAULINA ,

Gracias por su interés en nuestra publicación. Le confirmamos que el artículo '[ASOCIACIÓN ENTRE EL PERFIL BACTERIANO Y LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA COMO PREDICTORES DE AMPUTACIÓN EN PACIENTES ATENDIDOS EN URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL NO. 3 IMSS AGUASCALIENTES](#)' (REIE/0208/25) se ha registrado correctamente en nuestro sistema.

El Comité Editorial de Revista de Educación e Investigación en Emergencias con todo gusto revisará su manuscrito y en breve nos comunicaremos con Usted.

Muchas gracias y saludos cordiales,

Los editores,
REIE



Temístocles 315, Dept. 404. - Col Polanco, Del. Miguel Hidalgo
México D.F., 11560 | silvia.lopez@permanyer.com

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su apoyo incondicional a lo largo de este proceso. Gracias por acompañarme con respeto, paciencia y amor, incluso en los momentos más difíciles. Su confianza y presencia constante fueron fundamentales para llegar hasta aquí.

A César Octavio Urenda Castro, mi compañero de vida, por su paciencia, comprensión y apoyo inquebrantable durante esta etapa. Gracias por permanecer, por sostenerme en los momentos de mayor cansancio y por compartir cada desafío conmigo. Este logro lleva tu nombre, tu amor y cada una de las batallas que libramos juntos.

A mis maestros de urgencias, por su exigencia, enseñanza y ejemplo. Gracias por formarme con rigor y por recordarme siempre el compromiso y la responsabilidad que implica esta profesión.

A mi tutor de tesis, por su orientación, paciencia y acompañamiento hasta la conclusión de este trabajo. Su guía fue esencial para dar estructura y sentido a este esfuerzo.

Finalmente, agradezco a la vida por los desafíos que impulsaron mi crecimiento y fortalecieron mi vocación.

1. INDICE GENERAL

1. INDICE GENERAL	1
2. INDICE DE GRAFICAS	3
3. INDICE DE TABLAS	3
4. RESUMEN.....	5
5. ABSTRACT	6
6. INTRODUCCIÓN.....	7
7. MARCO TEORICO	9
7.1. Estrategia de búsqueda de la información.....	9
7.2. Antecedentes científicos:.....	10
7.3. Antecedentes teóricos	14
7.3.1. Fisiopatología del pie diabético	14
7.3.2. Agentes etiológicos bacterianos.....	14
7.3.3. Clasificación y diagnóstico de infecciones	16
7.3.4. Correlación entre agentes bacterianos y amputación	17
7.3.5. Factores de riesgo para amputación	20
7.3.6. Contexto hospitalario.....	22
8. JUSTIFICACIÓN	26
9. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
10.OBJETIVOS	30
10.1.Objetivo General.....	30
10.2.Objetivos Específicos	30

11. HIPOTESIS.....	31
11.1.Hipótesis de trabajo.....	31
11.2.Hipótesis nula.....	31
12. MATERIAL Y MÉTODOS.....	32
12.1.Tipo de estudio.....	32
12.2.Unidad de contexto del trabajo.....	32
12.3.Población de estudio / Unidad de estudio.....	32
12.4.Unidad de observación.....	32
12.5.Unidad de análisis.....	33
12.6.Criterios de inclusión.....	33
12.7.Criterios de exclusión.....	33
12.8.Criterios de eliminación.....	34
12.9.Selección de la muestra.....	34
12.10. Tipo de muestreo.....	34
12.11. Tamaño de la muestra.....	34
12.12. Desarrollo de estudio o procedimientos.....	35
12.13. Ficha de identificación para datos sociodemográficos.....	36
12.14. Operacionalización de las variables.....	37
12.15. Consideraciones éticas.....	40
12.16. Recursos, financiamiento y factibilidad.....	41
12.16.1. Recursos Humanos.....	41
12.16.2. Recursos materiales.....	41
12.16.3. Recursos financieros:.....	42
12.16.4. Factibilidad.....	42
12.17. Aspectos de bioseguridad.....	42
12.18. Cronograma de actividades.....	43
13. RESULTADOS.....	44
13.1.Características clínicas.....	44

13.2. Resistencia y sensibilidad antimicrobiana	45
13.3. Intervenciones quirúrgicas	45
13.4. Asociaciones con amputación	45
14. DISCUSIÓN	50
14.1. Limitaciones y recomendaciones	54
15. CONCLUSIONES	55
16. GLOSARIO	57
17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
18. ANEXOS	72
Anexo A. Carta de no inconveniencia	72
Anexo B. Instrumento para la recolección de los datos	73
Anexo C. Manual Operacional	78
Anexo D. Carta de excepción de consentimiento informado	87

2. INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de pacientes con amputación según predictores clínicos y microbiológicos en infecciones de pie diabético	44
Gráfica 2. Distribución de agentes bacterianos y porcentaje de amputación	47

3. INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Asociaciones significativas entre variables clínicas, microbiológicas y la necesidad de amputación	45
Tabla 2. Asociaciones significativas entre variables clínicas, microbiológicas y la necesidad de amputación basada en la información proporcionada	47

Tabla 3. Tipo de intervenciones Quirúrgicas 49

Tabla 4. Sexo e infección por pie diabético 49



4. RESUMEN

Antecedentes: La infección de pie diabético es una causa importante de amputaciones no traumáticas. La presencia de bacterias multirresistentes y factores clínicos como osteomielitis, mal control glucémico y enfermedad arterial periférica incrementan el riesgo de amputación. Estudios recientes reportan un aumento de gramnegativos resistentes como *E. coli* BLEE+ y *A. baumannii*, modificando el tratamiento y los desenlaces clínicos.

Objetivo: Identificar la asociación entre el perfil bacteriano, la resistencia antimicrobiana y la necesidad de amputación en pacientes con infección de pie diabético atendidos en urgencias del Hospital General No. 3 IMSS Aguascalientes. **Material y métodos:** Estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal. Se revisaron expedientes de pacientes atendidos por infección de pie diabético entre enero y diciembre de 2024. Se recopilaban datos clínicos, microbiológicos y quirúrgicos, analizándose asociaciones mediante chi cuadrada y regresión logística. **Resultados:** Se incluyeron 200 pacientes, con edad promedio de 59.8 años y 65% hombres. Todos tenían diabetes tipo 2 y mal control glucémico (HbA1c 11.3%). Los agentes más frecuentes fueron *Staphylococcus aureus* (34%), *E. coli* BLEE+ (16.5%) y *A. baumannii* (8.5%). El 19% presentó infecciones polimicrobianas. La amputación fue necesaria en el 49%, predominando las amputaciones menores. Los factores más asociados a amputación fueron osteomielitis (OR 3.5), resistencia a carbapenémicos (OR 3.1), infección grave (OR 2.9), *A. baumannii* (OR 2.8), infecciones polimicrobianas (OR 2.6) y mal control glucémico (OR 2.0). **Conclusions:** Las características microbiológicas y clínicas influyen significativamente en el riesgo de amputación. La alta frecuencia de patógenos multirresistentes subraya la necesidad de mejorar el diagnóstico temprano, ajustar la antibioticoterapia según la epidemiología local y fortalecer el abordaje multidisciplinario para reducir amputaciones.

Palabras clave: infección de pie diabético, resistencia antimicrobiana, amputación.

5. ABSTRACT

Background: Diabetic foot infection is a major cause of non-traumatic amputations. The presence of multidrug-resistant bacteria and clinical factors such as osteomyelitis, poor glycemic control, and peripheral arterial disease increase the risk of amputation. Recent studies report an increase in resistant Gram-negative bacteria such as ESBL-producing *E. coli* and *A. baumannii*, modifying treatment and clinical outcomes. **Objective:** To identify the association between bacterial profile, antimicrobial resistance, and the need for amputation in patients with diabetic foot infection treated in the emergency department of General Hospital No. 3 IMSS Aguascalientes. **Materials and methods:** Observational, analytical, retrospective, and cross-sectional study. Medical records of patients treated for diabetic foot infection between January and December 2024 were reviewed. Clinical, microbiological, and surgical data were collected and analyzed using chi-square tests and logistic regression. **Results:** Two hundred patients were included, with a mean age of 59.8 years and 65% male. All had type 2 diabetes and poor glycemic control (HbA1c 11.3%). The most frequent causative agents were *Staphylococcus aureus* (34%), ESBL-producing *E. coli* (16.5%), and *A. baumannii* (8.5%). Nineteen percent presented with polymicrobial infections. Amputation was required in 49%, with minor amputations predominating. The factors most strongly associated with amputation were osteomyelitis (OR 3.5), carbapenem resistance (OR 3.1), severe infection (OR 2.9), *A. baumannii* (OR 2.8), polymicrobial infections (OR 2.6), and poor glycemic control (OR 2.0). **Conclusions:** Microbiological and clinical characteristics significantly influence the risk of amputation. The high frequency of multidrug-resistant pathogens underscores the need to improve early diagnosis, tailor antibiotic therapy to local epidemiology, and strengthen the multidisciplinary approach to reduce amputations.

Keywords: diabetic foot infection, antimicrobial resistance, amputation.

6. INTRODUCCIÓN

La infección del pie diabético constituye una de las complicaciones más graves y frecuentes de la diabetes mellitus, y representa un desafío clínico significativo en los servicios de urgencias debido a su rápida progresión, su complejidad microbiológica y su estrecha relación con la necesidad de amputación. En México, donde la prevalencia de diabetes continúa en ascenso, las complicaciones infecciosas del pie se han convertido en una causa relevante de morbilidad, discapacidad y costos institucionales. La presencia simultánea de neuropatía periférica, enfermedad arterial periférica y descontrol glucémico crea un escenario propicio para el desarrollo de infecciones profundas, las cuales pueden evolucionar hacia osteomielitis, sepsis y amputación, especialmente cuando el agente etiológico involucra bacterias resistentes a los antibióticos de primera línea. A pesar de la importancia del problema, la evidencia disponible sobre la relación específica entre el perfil bacteriano, los patrones de resistencia antimicrobiana y la probabilidad de amputación en el contexto de urgencias en hospitales públicos mexicanos sigue siendo limitada, lo que dificulta la elaboración de protocolos de manejo basados en epidemiología local.

En muchos centros hospitalarios, la antibioticoterapia inicial se elige de manera empírica debido a la urgencia clínica y a la variabilidad en la disponibilidad de estudios microbiológicos oportunos. Esta práctica, aunque necesaria, no siempre se ajusta a las características de resistencia propias de cada institución, lo que puede reducir su eficacia e incrementar el riesgo de progresión de la infección. La literatura internacional ha demostrado un cambio progresivo en el patrón microbiano del pie diabético, con un incremento de bacilos gramnegativos y microorganismos multirresistentes, pero estos hallazgos no pueden extrapolarse directamente a todos los entornos, ya que los perfiles de sensibilidad y resistencia presentan variaciones regionales significativas. En el caso del Hospital General No. 3 del IMSS en Aguascalientes, no se cuenta con estudios previos que describan de manera sistemática los agentes etiológicos predominantes ni la magnitud de la resistencia antimicrobiana presente en los pacientes atendidos por infección de pie diabético en el servicio de urgencias, mucho menos su relación con la probabilidad de amputación.

La falta de esta información limita la capacidad para ajustar la antibioticoterapia empírica, establecer indicadores tempranos de mal pronóstico y definir estrategias de intervención que reduzcan amputaciones, estancias hospitalarias prolongadas y costos para el sistema de

salud. Por ello, resulta indispensable generar evidencia local que permita comprender la dinámica microbiológica del pie diabético infectado y su impacto directo en las decisiones quirúrgicas. Este estudio busca cubrir esa brecha, ofreciendo una aproximación analítica que permita identificar los agentes bacterianos más frecuentes, sus patrones de resistencia y su asociación con la necesidad de amputación, con el fin de fortalecer el abordaje multidisciplinario desde el primer contacto en urgencias y contribuir al desarrollo de guías terapéuticas basadas en datos propios de la población atendida.



7. MARCO TEORICO

7.1. Estrategia de búsqueda de la información

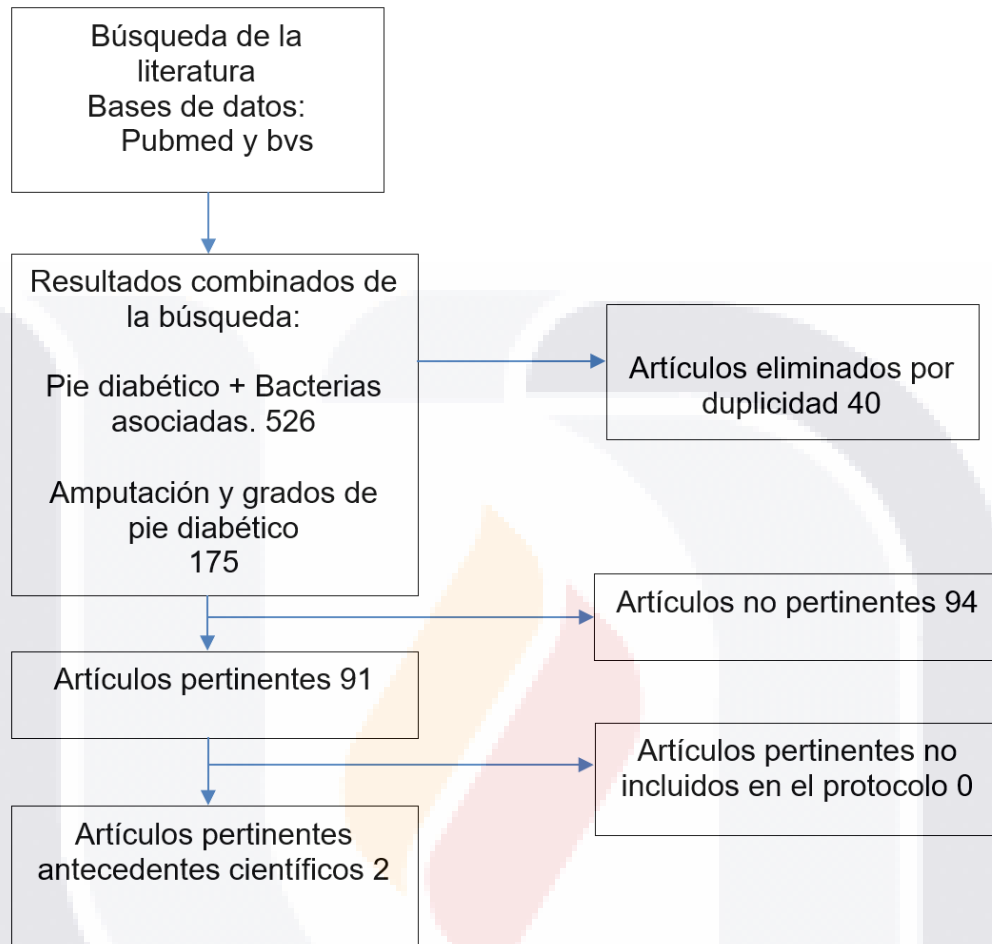
Se realizó una búsqueda sistemática en Pubmed con el objetivo de identificar estudios de agentes etiológicos involucrados en infección de pie diabético y su perfil de resistencia antimicrobiana en relación con la necesidad de requerir manejo quirúrgico a base de amputación de extremidades, utilizando medidas de incidencia como tipo de agentes etiológicos bacterianos específicos, resistencia terapéutica, multiresistencia bacteriana y susceptibilidad antimicrobiana y como esto se asocia a mayor porcentaje de amputaciones. Desafortunadamente, dichos estudios son raros en la literatura y no se han publicado nuevos datos en más de una década. No se aplicaron restricciones por idioma ni por tipo de estudio en fase exploratoria.

Utilizando los siguientes patrones de búsqueda:

("diabetic foot"[MeSH Terms] OR diabetic foot[Text Word]) OR (("drug resistance, microbial"[MeSH Terms] OR antibiotic resistance[Text Word]) AND ("diabetic foot"[MeSH Terms] OR diabetic foot[Text Word])) OR ("amputation, surgical"[MeSH Terms] OR amputation[Text Word]) OR (("diabetic foot"[MeSH Terms] OR diabetic foot[Text Word]) AND pathogens[All Fields]) OR (multi-resistance[All Fields] AND ("diabetic foot"[MeSH Terms] OR diabetic foot[Text Word]))

Diagrama de búsqueda

Selección de la información



7.2. Antecedentes científicos:

Nota aclaratoria: La búsqueda sistemática no identificó estudios que analizaran de manera específica la asociación entre el tipo de agente etiológico bacteriano y su perfil de resistencia antimicrobiana como predictores sobre la necesidad de amputación. No obstante, se incluyeron trabajos publicados hace más de cinco años, cuya relevancia radica en constituir los primeros antecedentes sobre el tema y en evidenciar debilidades persistentes del sistema de salud, sin encontrarse referencias a nivel nacional ni estatal.

Las infecciones de la piel y los tejidos blandos del pie en personas con diabetes suelen aparecer tras una ruptura de la membrana protectora cutánea. La ruptura más común es

una UPD (úlceras del pie diabético), que suele afectar al menos la epidermis y parte de la dermis. Esta complicación se presenta con mayor frecuencia en personas con neuropatía periférica y, con frecuencia, en aquellas con enfermedad arterial periférica. La infección se produce tras la colonización de la herida por una flora microbiológica compleja. La infección de la herida es un estado patológico causado por la invasión y multiplicación de microorganismos en los tejidos del huésped que inducen una respuesta inflamatoria, generalmente seguida de daño tisular. En personas con complicaciones diabéticas en los pies, los signos y síntomas de inflamación pueden, sin embargo, estar enmascarados por la presencia de neuropatía periférica, EAP o disfunción inmunitaria. Un paciente con complicaciones diabéticas puede necesitar una amputación de una extremidad inferior para controlar la infección o evitar desarrollar insuficiencia multiorgánica.¹⁷

En el estudio Microbial Infection and Antibiotic Susceptibility of Diabetic Foot Ulcer in China: Literature Review en donde se incluyeron un total de 63 artículos sobre DFI y pruebas de susceptibilidad a antibióticos entre pacientes diabéticos en China. Hubo 11.483 pacientes con una edad promedio de $60,2 \pm 10,1$ años y una evolución media de $10,6 \pm 5,0$ años entre 2010 y 2019, cubriendo la mayoría de las regiones geográficas de China. La prevalencia de bacterias grampositivas (GP) (43,4 %) fue menor que la de gramnegativas (GN) (52,4 %). Los patógenos aislados más prevalentes fueron *Staphylococcus aureus* (17,7 %), *Escherichia coli* (10,9 %), *Pseudomonas aeruginosa* (10,5 %), *Klebsiella pneumoniae* (6,2 %), *Staphylococcus epidermidis* (5,3 %), *Enterococcus faecalis* (4,9 %) y hongos (3,7 %). La prevalencia de infección polimicrobiana fue del 22,8 %. Las bacterias GP fueron sensibles a linezolid, vancomicina y teicoplanina. Más del 50% de las bacterias GN fueron resistentes a cefalosporinas de tercera generación, mientras que las tasas de resistencia a piperacilina/tazobactam, amikacina, meropenem e imipenem fueron relativamente bajas. Entre las 6017 cepas de los organismos aislados, el 20% presentó multirresistencia (MDR). *Staphylococcus aureus* (30,4%) fue la bacteria MDR más predominante, seguida de las β -lactamasas de espectro extendido (BLEE) (19,1%). La prevalencia de patógenos en las úlceras del pie es variable en los pacientes con DFU. Estudios previos han informado que las bacterias GP fueron más dominantes que las GN en DFI. Una encuesta realizada en el sur de China de 2009 a 2014 mostró que las infecciones bacterianas GP y GN fueron del 54% y 48,8%, respectivamente. Sin embargo, en este estudio, las bacterias GN reemplazaron a las bacterias GP como los principales patógenos no solo en el sur de China

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

sino también en el norte, este y centro de China. También se pudo encontrar una tendencia cambiante en los organismos infecciosos que causan DFI con bacterias GN en lugar de bacterias GP como los microbios más comunes en algunos países en desarrollo. En un estudio en un hospital de atención terciaria en Pakistán, los aislamientos de GN fueron del 76,27% en las DFU (1).

En Turquía, el ensayo prospectivo Turk-DAY mostró que las bacterias GN constituían el 60,2% de todos los aislamientos. Los bacilos GN se aislaron de DFU con mayor frecuencia (56,1%) que los cocos GP (43,9%) en Egipto. La naturaleza bacteriana de la infección por DFU está relacionada con la duración de la úlcera y la exposición previa a antibióticos. La mala higiene, el diagnóstico y tratamiento tardíos de DFI y el uso inadecuado de antibióticos empíricos pueden contribuir a cambios en el espectro antibacteriano. Además, las diferencias climáticas pueden influir en el espectro bacteriano infectado en las úlceras del pie, lo que explica la distinción geográfica entre infecciones bacterianas (2).

Con el aumento de la temperatura y la humedad, la proporción de bacterias GN en DFU aumentó. También observamos que las proporciones de bacterias GP y GN fueron similares en el noreste de China y las bacterias GP predominaron en el oeste de China (noroeste y suroeste). En un estudio reciente, la mayoría (61,5%) de las DFI fueron causadas por gérmenes GP en Alemania. Por lo tanto, diferentes regiones geográficas tuvieron una distribución diferente de bacterias en las UDP, y podrían estar asociadas con el nivel socioeconómico, las condiciones climáticas, la higiene y el uso de calzado. Incluso con una proporción creciente de bacterias GN en las DFU, *Staphylococcus aureus* seguía siendo la bacteria aislada con mayor frecuencia (17,7 %) en China. La prevalencia de *Staphylococcus aureus* puede ser mayor en México (42 %) (3).

Australia (71,8 %), pero menor en Turquía (11,4 %). *Staphylococcus aureus* se aisló con mayor frecuencia de las DFU en muchos países. *Staphylococcus aureus* es propenso a colonizar la piel o las superficies mucosas de los pacientes diabéticos, lo que puede producir una amplia variedad de enzimas y toxinas como proteasas, lipasas, nucleasas, hialuronidasas, hemolisinas (alfa, beta, gamma y delta) y collagenasa que hacen que los tejidos del huésped sean favorables para el crecimiento bacteriano y la invasión tisular. Las pruebas de susceptibilidad a los antibióticos mostraron que las bacterias GP eran muy sensibles a la vancomicina, linezolid y teicoplanina con baja resistencia. Sin embargo, los resultados de las pruebas de susceptibilidad a los antibióticos en diferentes países fueron inconsistentes. En India, un estudio demostró que todas las bacterias aeróbicas de la GP

eran sensibles a la doxiciclina. En Kuwait, la vancomicina fue el tratamiento más eficaz para las bacterias de la GP (4).

Por otro lado, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* fueron las bacterias GN más comunes (más del 10%) en nuestro estudio. En un estudio en Guyana, *Pseudomonas aeruginosa* (18,8%) fue el aislado más común de bacterias GN en la DFU, seguido de *Escherichia coli* (13,9%). En Pakistán e India, *Escherichia coli* (15,7%) y *Pseudomonas aeruginosa* (24%) fueron las bacterias más frecuentes entre los aislados de GN, respectivamente. Sin embargo, se informó que *Proteus* spp. fue más común que *Escherichia coli* y *pseudomonas aeruginosa* en las DFU. Encontramos que las bacterias GN fueron más susceptibles a imipenem, meropenem, piperacilina/tazobactam y amikacina. En India, los aislados de GN, excepto *Acinetobacter*, fueron altamente sensibles a amikacina, cefoperazona/sulbactam y meropenem. En Kuwait, imipenem, piperacilina-tazobactam y amikacina fueron los tratamientos más efectivos para las bacterias de GN. En los EE. UU. e Irán, los estudios mostraron que las bacterias de GN tienen buena sensibilidad a amikacina, cefoperazona/sulbactam, meropenem, piperacilina/tazobactam (excepto *Acinetobacter* spp (5).

Este trabajo enfatiza que la gravedad de la infección, combinada con factores como la neuropatía y la isquemia, incrementa significativamente el riesgo de amputación. En el contexto de urgencias, donde el tiempo para el diagnóstico y tratamiento es limitado, estos hallazgos sugieren que la identificación precisa del agente etiológico mediante cultivos y la administración temprana de antibióticos de amplio espectro son fundamentales para mejorar los resultados clínicos y reducir la necesidad de intervenciones quirúrgicas mayores (79). Ambos estudios convergen en la relevancia de la caracterización microbiológica en el pie diabético para guiar el tratamiento y prevenir amputaciones. En el entorno de un hospital general, como el descrito, la implementación de guías basadas en perfiles bacterianos locales puede ser clave para abordar estas infecciones. La presencia de bacterias multirresistentes, como el SARM, plantea un desafío adicional en urgencias, donde la presión por decisiones rápidas puede complicar el manejo. Estos antecedentes destacan la necesidad de integrar enfoques multidisciplinarios que combinen diagnóstico microbiológico, manejo quirúrgico oportuno y estrategias preventivas para minimizar la morbilidad asociada al pie diabético en contextos hospitalarios (6).

7.3. Antecedentes teóricos

7.3.1. Fisiopatología del pie diabético

El pie diabético es una complicación crónica de la diabetes mellitus caracterizada por alteraciones estructurales y funcionales que predisponen al desarrollo de úlceras, infecciones y, en casos graves, amputaciones. Su fisiopatología es multifactorial, involucrando principalmente neuropatía periférica, enfermedad vascular periférica e inmunosupresión, exacerbadas por el mal control metabólico. La neuropatía periférica, presente en hasta el 50% de los pacientes diabéticos, resulta de la hiperglucemia crónica que daña los nervios sensoriales, motores y autonómicos. Esto lleva a la pérdida de sensibilidad protectora, deformidades del pie (como dedos en garra o neuroartropatía de Charcot) y alteraciones en la sudoración, aumentando el riesgo de lesiones cutáneas inadvertidas y úlceras por presión (7,8).

La enfermedad vascular periférica, causada por aterosclerosis acelerada en la diabetes, reduce el flujo sanguíneo a las extremidades inferiores, comprometiendo la oxigenación tisular y la cicatrización. La isquemia, combinada con la neuropatía, favorece la progresión de infecciones y gangrena, especialmente en presencia de traumatismos menores (8). La inmunosupresión en pacientes diabéticos, derivada de la disfunción de neutrófilos y macrófagos en un entorno hiperglucémico, facilita la colonización bacteriana y la evolución a infecciones polimicrobianas graves, incluyendo osteomielitis (9).

Factores adicionales, como la hiperglucemia persistente, contribuyen al daño endotelial y a la formación de puentes arteriovenosos, lo que perpetúa la cronicidad de las úlceras. La neuroartropatía de Charcot, caracterizada por inflamación, edema y destrucción ósea, también juega un papel crítico al generar un aumento en el riesgo de fracturas y deformidades, complicando aún más el cuadro clínico (10). La interacción de estos factores crea un círculo vicioso donde las lesiones iniciales evolucionan rápidamente hacia complicaciones severas, destacando la importancia de un diagnóstico y tratamiento tempranos para prevenir desenlaces como la amputación.

7.3.2. Agentes etiológicos bacterianos

Las infecciones en el pie diabético son un desafío clínico debido a su naturaleza

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

polimicrobiana, involucrando una amplia gama de bacterias aeróbicas, anaeróbicas y, en menor medida, hongos, cuya distribución depende de factores como la gravedad de la úlcera, la duración de la diabetes, el control glucémico y el entorno hospitalario. Entre los patógenos más frecuentes se encuentra *Staphylococcus aureus*, incluyendo cepas resistentes a meticilina (MRSA), que predomina tanto en infecciones superficiales como profundas debido a su capacidad para formar biopelículas, evadir el sistema inmune y resistir múltiples antibióticos (11,12). La prevalencia de MRSA en infecciones de pie diabético puede alcanzar hasta el 30% en algunos entornos hospitalarios, lo que complica el tratamiento y aumenta el riesgo de progresión a osteomielitis o sepsis (13).

Las bacterias gramnegativas, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Acinetobacter baumannii*, son particularmente comunes en úlceras crónicas o en pacientes con exposición previa a antibióticos de amplio espectro. *Pseudomonas aeruginosa* destaca en heridas húmedas o en climas cálidos, y su resistencia a múltiples fármacos, como las carbapenemasas, representa un reto terapéutico significativo (14,15). Estas bacterias gramnegativas suelen formar parte de infecciones polimicrobianas, donde la sinergia entre especies bacterianas agrava el daño tisular y dificulta la respuesta al tratamiento (15).

Los microorganismos anaerobios, como *Bacteroides* spp., *Peptostreptococcus* spp. y *Clostridium* spp., son más frecuentes en infecciones profundas, abscesos o tejidos necróticos, donde las condiciones de hipoxia favorecen su proliferación. Estas infecciones suelen estar asociadas con un olor fétido y destrucción tisular extensa, lo que puede requerir desbridamiento quirúrgico agresivo (16). La identificación de anaerobios requiere cultivos especializados, ya que los métodos de diagnóstico estándar pueden subestimar su presencia (17,18).

La naturaleza polimicrobiana de estas infecciones, que pueden incluir hasta cinco o más especies bacterianas, complica la elección de antibióticos empíricos y aumenta la probabilidad de resistencia antimicrobiana, especialmente en el contexto de urgencias hospitalarias donde los pacientes suelen llegar con infecciones avanzadas (19,20). La emergencia de bacterias multirresistentes, como enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y *Pseudomonas* resistente a

carbapenémicos, ha incrementado la morbilidad, prolongado las estancias hospitalarias y elevado la necesidad de intervenciones quirúrgicas, incluyendo amputaciones (20,16). Además, factores como la presencia de biopelículas, que protegen a las bacterias de los antibióticos y del sistema inmune, contribuyen a la cronicidad de las infecciones y a peores desenlaces clínicos (21, 22).

En el contexto del Hospital General no. 3, la identificación precisa de los agentes etiológicos mediante cultivos de tejido profundo o aspirados, en lugar de hisopados superficiales, es crucial para guiar el tratamiento y evitar la progresión hacia complicaciones graves. La alta prevalencia de infecciones polimicrobianas y multirresistentes subraya la necesidad de protocolos locales actualizados para el manejo antibiótico y la vigilancia epidemiológica (23).

7.3.3. Clasificación y diagnóstico de infecciones

La clasificación y diagnóstico de las infecciones en el pie diabético son fundamentales para determinar la gravedad, guiar el tratamiento y predecir desenlaces como la necesidad de amputación. Los sistemas de clasificación más utilizados incluyen la clasificación de la Infectious Diseases Society of America (IDSA) y el sistema de Wagner, que evalúan la profundidad de la úlcera, la presencia de infección, isquemia y complicaciones como osteomielitis (24, 25). La IDSA clasifica las infecciones en leve, moderada y grave según la extensión del compromiso tisular, signos sistémicos y factores como fiebre o leucocitosis, proporcionando una guía para el tratamiento ambulatorio o la hospitalización (26). El sistema de Wagner, por su parte, categoriza las úlceras en grados del 0 al 5, integrando la presencia de gangrena y la necesidad de intervención quirúrgica, siendo especialmente útil en entornos de urgencias para decisiones rápidas (27,28).

El diagnóstico de infecciones requiere una combinación de evaluación clínica y pruebas complementarias. Clínicamente, los signos de infección incluyen eritema, calor, dolor, secreción purulenta y, en casos graves, signos sistémicos como fiebre o hipotensión. Sin embargo, la neuropatía periférica puede enmascarar el dolor, complicando la detección temprana (29, 30). Los cultivos microbiológicos, preferiblemente de tejido profundo o aspirados en lugar de hisopados superficiales, son esenciales para identificar los agentes etiológicos y determinar su sensibilidad a antibióticos. Los hisopados superficiales tienen

una baja especificidad, ya que pueden reflejar colonización en lugar de infección activa (31, 32).

La evaluación de osteomielitis, una complicación frecuente en el pie diabético, es crítica, ya que su presencia aumenta significativamente el riesgo de amputación. La prueba de la sonda al hueso, que consiste en palpar hueso expuesto con una sonda estéril, tiene una sensibilidad del 66% y una especificidad del 85% para osteomielitis (33). Los estudios de imagen, como la resonancia magnética (RM), son el estándar de oro para confirmar osteomielitis, con una sensibilidad superior al 90%, aunque la radiografía simple puede ser útil para detectar cambios óseos tardíos (34,35). Los marcadores inflamatorios, como la velocidad de sedimentación globular (VSG) y la proteína C reactiva (PCR), apoyan el diagnóstico, pero carecen de especificidad en infecciones crónicas (36, 37).

En el contexto del Hospital General no. 3, la aplicación de estos sistemas de clasificación y métodos diagnósticos es crucial para estandarizar la atención en urgencias, donde los pacientes a menudo presentan infecciones avanzadas. La combinación de evaluación clínica, cultivos apropiados y estudios de imagen permite una estratificación precisa del riesgo y la optimización del tratamiento, reduciendo la probabilidad de intervenciones quirúrgicas innecesarias o desenlaces adversos (38, 39).

7.3.4. *Correlación entre agentes bacterianos y amputación*

La amputación en pacientes con pie diabético representa un desenlace devastador, influenciado por una compleja interacción de factores clínicos, microbiológicos, metabólicos y relacionados con el manejo hospitalario. La comprensión de estos factores es crucial para implementar estrategias preventivas y optimizar la atención en urgencias, especialmente en el contexto del Hospital General no. 3. A continuación, se describen detalladamente los principales factores de riesgo asociados con la necesidad de amputación en esta población.

Gravedad de la infección: La extensión y profundidad de la infección son determinantes clave para la progresión hacia la amputación. Las infecciones clasificadas como moderadas o graves según la Infectious Diseases Society of America (IDSA), especialmente aquellas que involucran tejidos profundos, abscesos o gangrena, aumentan significativamente el riesgo de requerir intervenciones quirúrgicas agresivas, como amputaciones menores

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

(dedos o metatarso) o mayores (por encima del tobillo) (30,31). La presencia de infecciones polimicrobianas, comunes en el pie diabético, agrava el daño tisular y complica el tratamiento, incrementando la probabilidad de un desenlace quirúrgico (32). Además, la demora en el control efectivo de la infección, ya sea por diagnóstico tardío o tratamiento inadecuado, puede llevar a la propagación a estructuras óseas o sistémicas, haciendo inevitable la amputación (33).

Bacterias multirresistentes: La colonización por microorganismos multirresistentes, como *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (MRSA), *Pseudomonas aeruginosa* resistente a carbapenémicos o enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), es un factor de riesgo significativo. Estos patógenos limitan las opciones de tratamiento antibiótico, prolongan la duración de la infección y aumentan la probabilidad de fallo terapéutico, lo que a menudo resulta en la necesidad de amputación para controlar la infección (34,35). En entornos hospitalarios, como el servicio de urgencias, la exposición previa a antibióticos de amplio espectro incrementa la prevalencia de estas bacterias, lo que subraya la importancia de cultivos dirigidos y protocolos de manejo antimicrobiano basados en la epidemiología local (36,37).

Control glucémico deficiente: La hiperglucemia crónica, reflejada en niveles de hemoglobina A1c superiores al 8%, es un factor de riesgo bien establecido para complicaciones en el pie diabético. La hiperglucemia altera la cicatrización de heridas, inhibe la respuesta inmune innata (como la fagocitosis por neutrófilos) y promueve un entorno favorable para la proliferación bacteriana, lo que facilita la progresión de infecciones y la necrosis tisular (38,39). Estudios han demostrado que los pacientes con mal control glucémico tienen hasta un 50% más de riesgo de amputación en comparación con aquellos con niveles controlados, destacando la necesidad de intervenciones metabólicas intensivas durante la atención de urgencias (40,41).

Enfermedad vascular periférica: La isquemia secundaria a la enfermedad vascular periférica (EVP) es un factor crítico que limita la capacidad de los tejidos para combatir infecciones y cicatrizar. La aterosclerosis acelerada en pacientes diabéticos, combinada con microangiopatía, reduce el flujo sanguíneo a las extremidades inferiores, lo que se refleja en índices tobillo-brazo <0.4 o en la ausencia de pulsos pediales (30,42). La hipoperfusión

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

tisular no solo dificulta la entrega de antibióticos al sitio de la infección, sino que también favorece la necrosis, lo que a menudo obliga a realizar amputaciones para prevenir la progresión a gangrena o sepsis (43). La evaluación vascular mediante estudios no invasivos, como el Doppler arterial, es esencial en urgencias para identificar a los pacientes que podrían beneficiarse de una revascularización antes de considerar la amputación (44).

Osteomielitis: La infección ósea, o osteomielitis, es una complicación grave que aumenta drásticamente el riesgo de amputación, especialmente si no se logra una resolución con tratamiento médico. La osteomielitis, diagnosticada mediante pruebas como la sonda al hueso (sensibilidad del 66%, especificidad del 85%) o resonancia magnética (sensibilidad >90%), requiere a menudo resecciones óseas extensas que pueden culminar en amputación, particularmente en casos de compromiso estructural severo o infecciones refractarias (31,45). La presencia de osteomielitis está asociada con un riesgo de amputación hasta cinco veces mayor, lo que resalta la importancia de un diagnóstico precoz y un manejo agresivo, que combine antibióticos prolongados y desbridamiento quirúrgico (46).

Tiempo de atención en urgencias: Los retrasos en la atención inicial en el servicio de urgencias, incluyendo el diagnóstico, el inicio de antibióticos empíricos y el desbridamiento quirúrgico, son factores de riesgo modificables que incrementan la probabilidad de amputación. Estudios han demostrado que cada hora de retraso en el tratamiento de infecciones graves puede aumentar el riesgo de progresión a complicaciones irreversibles, como gangrena o sepsis (47,48). En el contexto del Hospital General no. 3, la implementación de protocolos estandarizados para la evaluación rápida y el manejo multidisciplinario en urgencias puede reducir significativamente este riesgo, priorizando intervenciones como el desbridamiento temprano y la terapia antibiótica dirigida (49).

Comorbilidades y factores adicionales: La presencia de comorbilidades como insuficiencia renal crónica, que afecta la respuesta inmune y complica el manejo farmacológico, y la obesidad, que incrementa la presión sobre las extremidades inferiores y dificulta la cicatrización, son factores de riesgo adicionales para amputación (39,50). El tabaquismo, al exacerbar la isquemia periférica y el daño endotelial, también contribuye a peores desenlaces, con estudios que reportan un riesgo hasta un 30% mayor en fumadores activos

(51). Además, factores socioeconómicos, como el acceso limitado a atención médica previa o el incumplimiento de tratamientos, pueden agravar la evolución de las úlceras diabéticas, aumentando la necesidad de intervenciones quirúrgicas radicales (52).

Contexto hospitalario y manejo preventivo: En el Hospital General no. 3, la identificación temprana de estos factores de riesgo mediante una evaluación clínica integral, pruebas diagnósticas rápidas (como cultivos y estudios de imagen) y la aplicación de sistemas de clasificación como Wifl (Wound, Ischemia, foot Infection) permite una estratificación precisa del riesgo de amputación (44,53). Intervenciones como la revascularización endovascular o quirúrgica, el desbridamiento agresivo y la optimización del control glucémico durante la atención en urgencias son esenciales para minimizar la necesidad de amputación. Además, la educación del paciente sobre el cuidado del pie y la adherencia al tratamiento post-alta puede reducir las recurrencias y las complicaciones a largo plazo (54,55).

7.3.5. Factores de riesgo para amputación

La amputación en pacientes con pie diabético es un desenlace grave influenciado por múltiples factores de riesgo clínicos, microbiológicos, metabólicos y relacionados con el sistema de atención médica. La identificación temprana de estos factores es crucial para implementar estrategias preventivas y minimizar la necesidad de intervenciones quirúrgicas, especialmente en el contexto del servicio de urgencias del Hospital General no. 3. A continuación, se detallan los principales factores de riesgo asociados con la amputación, con un enfoque en su impacto y posibles medidas de mitigación.

Gravedad de la infección: La profundidad y extensión de las infecciones en el pie diabético son predictores clave de la necesidad de amputación. Las infecciones clasificadas como moderadas o graves según la Infectious Diseases Society of America (IDSA), que involucran tejidos profundos, abscesos o gangrena, aumentan significativamente el riesgo de amputaciones menores (dedos, metatarso) o mayores (por encima del tobillo) (56,57). Las infecciones polimicrobianas, frecuentes en el pie diabético, agravan el daño tisular y complican el tratamiento, incrementando la probabilidad de intervención quirúrgica. La progresión a sepsis o la presencia de gas en tejidos blandos, indicativa de infecciones necrotizantes, a menudo requiere amputaciones urgentes para preservar la vida del paciente (58).

Bacterias multirresistentes: La presencia de microorganismos multirresistentes, como *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (MRSA) o *Pseudomonas aeruginosa* resistente a carbapenémicos, es un factor de riesgo crítico. Estos patógenos limitan las opciones de tratamiento antibiótico, prolongan la infección y aumentan el riesgo de fallo terapéutico, lo que puede culminar en amputación (57,59). Las infecciones por MRSA, en particular, están asociadas con un riesgo de amputación hasta un 40% mayor, especialmente en infecciones profundas o con osteomielitis (60). En el entorno hospitalario, la exposición previa a antibióticos de amplio espectro exacerba la resistencia, destacando la necesidad de cultivos dirigidos y protocolos locales de manejo antimicrobiano.

Control glucémico deficiente: La hiperglucemia crónica, reflejada en niveles de hemoglobina A1c superiores al 8%, afecta la cicatrización, debilita la respuesta inmune y favorece la proliferación bacteriana, incrementando el riesgo de amputación. Los pacientes con mal control glucémico tienen un riesgo hasta un 50% mayor de amputación en comparación con aquellos con niveles controlados (56,61). La hiperglucemia inhibe la fagocitosis por neutrófilos y promueve la necrosis tisular, lo que subraya la importancia de optimizar el control metabólico durante la atención en urgencias, mediante monitorización intensiva de glucosa y administración de insulina.

Enfermedad vascular periférica: La isquemia debida a la enfermedad vascular periférica (EVP) compromete la viabilidad de los tejidos, aumentando el riesgo de amputación. La aterosclerosis acelerada en pacientes diabéticos reduce el flujo sanguíneo, evidenciado por índices tobillo-brazo <0.4 o ausencia de pulsos pediales (58,62). La hipoperfusión limita la entrega de antibióticos y oxígeno al sitio de la infección, retrasando la cicatrización y favoreciendo la necrosis. Los pacientes con EVP severa tienen un riesgo hasta tres veces mayor de amputación mayor, lo que resalta la importancia de evaluaciones vasculares rápidas en urgencias, como el Doppler arterial, para identificar candidatos a revascularización (63).

Osteomielitis: La infección ósea, o osteomielitis, es una complicación grave que incrementa el riesgo de amputación, especialmente si no se controla con tratamiento médico. Diagnosticada mediante la sonda al hueso o resonancia magnética, la osteomielitis requiere resecciones óseas extensas que pueden evolucionar a amputaciones, particularmente en

casos de infecciones refractarias (57,64). La osteomielitis está asociada con un riesgo de amputación hasta cinco veces mayor, lo que enfatiza la necesidad de un diagnóstico precoz y un manejo combinado de antibióticos prolongados y desbridamiento quirúrgico.

Tiempo de atención en urgencias: Los retrasos en la atención inicial, incluyendo el diagnóstico, el inicio de antibióticos y el desbridamiento quirúrgico, son factores de riesgo modificables que incrementan la probabilidad de amputación. Cada hora de retraso en el tratamiento de infecciones graves puede agravar la progresión a complicaciones irreversibles, como gangrena o sepsis (59,65). En el Hospital General no. 3, la implementación de protocolos estandarizados para la evaluación rápida y la coordinación multidisciplinaria entre infectólogos, cirujanos y ortopedistas puede reducir este riesgo, priorizando intervenciones tempranas.

Comorbilidades y factores adicionales: Comorbilidades como la insuficiencia renal crónica, que afecta la respuesta inmune, y el tabaquismo, que exacerba la isquemia periférica, incrementan el riesgo de amputación (61,64). Factores socioeconómicos, como el acceso limitado a atención médica previa o la falta de educación sobre el cuidado del pie, también contribuyen a la progresión de las úlceras, aumentando la necesidad de amputación (65). La neuropatía periférica severa, que enmascara los síntomas, retrasa la consulta médica y permite la evolución de lesiones a etapas avanzadas.

7.3.6. Contexto hospitalario

Manejo en urgencias

El manejo de pacientes con infecciones de pie diabético en el servicio de urgencias del Hospital General no. 3 es un proceso crítico que requiere una evaluación rápida, un enfoque multidisciplinario y la aplicación de protocolos estandarizados para minimizar complicaciones graves, como la amputación, y optimizar los desenlaces clínicos. La atención en urgencias debe abordar de manera simultánea el diagnóstico preciso, el tratamiento médico y quirúrgico, la estabilización metabólica y la coordinación con especialistas, considerando que muchos pacientes presentan infecciones avanzadas al llegar al hospital. A continuación, se detalla exhaustivamente el protocolo de manejo, destacando las estrategias clave, su fundamentación y su relevancia en el contexto hospitalario.

Evaluación clínica inicial y triage

La atención en urgencias comienza con un triage prioritario para identificar casos graves, como infecciones con signos sistémicos (fiebre, taquicardia, hipotensión) o compromiso extenso de tejidos (abscesos, gangrena). La evaluación clínica incluye una inspección detallada de la herida para detectar eritema, calor, secreción purulenta, necrosis o mal olor, junto con la palpación de pulsos pediales para evaluar el estado vascular (66,67). La prueba de la sonda al hueso es útil para sospechar osteomielitis, con una sensibilidad del 66% y una especificidad del 85% (68). Los sistemas de clasificación, como los de la Infectious Diseases Society of America (IDSA) y Wlfi (Wound, Ischemia, foot Infection), son fundamentales para estratificar la gravedad de la infección y guiar las decisiones terapéuticas, determinando si el paciente requiere manejo ambulatorio, hospitalización o intervención quirúrgica inmediata (67,69). La neuropatía periférica, común en estos pacientes, puede enmascarar el dolor, lo que exige una evaluación meticulosa para evitar subestimar la gravedad de la lesión (70).

Diagnóstico microbiológico

La obtención de cultivos es un pilar del diagnóstico en urgencias, ya que permite identificar los agentes etiológicos y su sensibilidad a los antibióticos, guiando un tratamiento dirigido. Los cultivos de tejido profundo o aspirados, obtenidos tras desbridamiento o punción, son preferibles a los hisopados superficiales, que tienen baja especificidad debido a la colonización por flora no patógena (66,71). En el contexto de urgencias, donde los resultados de los cultivos pueden tardar 48-72 horas, la terapia antibiótica empírica debe iniciarse de inmediato, cubriendo los patógenos más probables, como *Staphylococcus aureus* (incluyendo MRSA), gramnegativos (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*) y anaerobios (*Bacteroides* spp.) (67,72). La epidemiología local de resistencia bacteriana, como la prevalencia de MRSA o enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), debe considerarse para seleccionar el régimen empírico adecuado (73).

Terapia antibiótica empírica: La elección de antibióticos empíricos en urgencias depende de la gravedad de la infección y los patrones de resistencia locales. Para infecciones leves, los antibióticos orales, como clindamicina o cefalexina, pueden ser suficientes, mientras que las infecciones moderadas a graves requieren antibióticos intravenosos de amplio espectro,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

como piperacilina-tazobactam combinado con vancomicina para cubrir MRSA, o meropenem en casos de sospecha de gramnegativos multirresistentes (67,72).

La duración inicial del tratamiento varía de 1-2 semanas para infecciones de tejidos blandos a 4-6 semanas para osteomielitis, ajustándose según los resultados de cultivos y la respuesta clínica (74). La monitorización de efectos adversos, como nefrotoxicidad por vancomicina o diarrea por clindamicina, es crucial, especialmente en pacientes con comorbilidades como insuficiencia renal (75). En el Hospital General no. 3, la adherencia a guías locales de tratamiento antibiótico, basadas en la vigilancia epidemiológica, optimiza la eficacia del tratamiento y reduce el riesgo de resistencia.

Intervenciones quirúrgicas

El desbridamiento quirúrgico es un componente esencial del manejo en urgencias, eliminando tejido necrótico, reduciendo la carga bacteriana y previniendo la progresión de la infección. En infecciones graves, el desbridamiento debe realizarse dentro de las primeras 24 horas para evitar complicaciones como gangrena o sepsis (66,68). En casos de isquemia severa, la evaluación vascular mediante Doppler arterial o angiografía es crucial para determinar la viabilidad de la extremidad y la necesidad de revascularización (angioplastia o bypass), que puede prevenir la amputación en pacientes con flujo vascular recuperable (69,73). La decisión de amputación ya sea menor o mayor, se reserva para infecciones incontrolables, necrosis extensa o isquemia irreversible, y debe tomarse en conjunto con cirujanos vasculares y ortopedistas, considerando el impacto funcional y psicológico en el paciente (70,74).

Estabilización metabólica y manejo de comorbilidades: El control glucémico intensivo en urgencias es fundamental para mejorar la respuesta inmune y la cicatrización, aunque sus beneficios a corto plazo son limitados en infecciones avanzadas. La administración de insulina intravenosa para mantener glucemias <180 mg/dL es recomendada en pacientes con hiperglucemia severa (71,75). La evaluación de comorbilidades, como insuficiencia renal, hipertensión o cardiopatía, guía el ajuste de medicamentos y la monitorización de complicaciones, evitando interacciones farmacológicas o toxicidad (72).

La hidratación adecuada y la corrección de desequilibrios electrolíticos son esenciales en pacientes con signos sistémicos o sepsis, asegurando la estabilidad hemodinámica durante la atención inicial.

Coordinación multidisciplinaria y protocolos estandarizados: La atención en urgencias requiere una colaboración estrecha entre infectólogos, cirujanos vasculares, ortopedistas, endocrinólogos y personal de enfermería para optimizar los tiempos de respuesta y los desenlaces clínicos. En el Hospital General no. 3, la implementación de protocolos estandarizados para el manejo del pie diabético, que incluyan guías de antibióticos, criterios para desbridamiento y derivación a especialistas, es fundamental para reducir la variabilidad en la atención y minimizar el riesgo de amputación (67,69). La capacitación continua del personal y la vigilancia epidemiológica de patrones de resistencia bacteriana permiten adaptar las estrategias de tratamiento a las necesidades locales, mejorando la eficacia de las intervenciones (73).

Educación y prevención de recurrencias: La atención en urgencias no solo debe resolver la crisis aguda, sino también sentar las bases para la prevención de recurrencias. La educación del paciente sobre el cuidado del pie, el control glucémico y la adherencia al tratamiento post-alta debe iniciarse durante la atención inicial, reforzando la importancia de la inspección diaria del pie y el uso de calzado adecuado (70,74). La derivación a clínicas especializadas de pie diabético y la coordinación con servicios de atención primaria son esenciales para garantizar un seguimiento a largo plazo, reduciendo la incidencia de nuevas úlceras y amputaciones (75).

8. JUSTIFICACIÓN

El pie diabético representa una de las complicaciones más severas de la diabetes mellitus en el continente americano, donde la creciente prevalencia de esta enfermedad crónica ha incrementado la incidencia de infecciones y amputaciones relacionadas. En América Latina, se estima que entre el 15% y el 25% de los pacientes con diabetes desarrollarán úlceras en el pie a lo largo de su vida, y de estos, un porcentaje significativo enfrentará infecciones bacterianas que, de no ser tratadas adecuadamente, pueden derivar en amputaciones. Estas infecciones son frecuentemente causadas por agentes etiológicos bacterianos, como *Staphylococcus aureus* y bacterias anaerobias, cuya resistencia a los antibióticos ha complicado el manejo clínico en la región (81).

Factores como el control glucémico deficiente, la neuropatía periférica y la enfermedad vascular periférica, comunes en pacientes diabéticos, contribuyen a la progresión de las úlceras hacia infecciones graves, especialmente en contextos donde el acceso a atención médica oportuna es limitado. En muchos países de la región, la falta de protocolos estandarizados para el diagnóstico y tratamiento de estas infecciones resulta en intervenciones tardías, aumentando las tasas de amputación y afectando gravemente la calidad de vida de los pacientes (82).

En México, el pie diabético es una de las principales causas de hospitalización entre los pacientes con diabetes, y las amputaciones relacionadas representan una carga significativa para el sistema de salud. El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), que atiende a millones de derechohabientes, reporta que las infecciones del pie diabético son responsables de más del 50% de las amputaciones no traumáticas realizadas en sus hospitales, incluyendo el Hospital General No. 3. La diversidad de agentes etiológicos bacterianos involucrados, que incluye tanto bacterias grampositivas como gramnegativas y, en algunos casos, infecciones polimicrobianas, complica el tratamiento, especialmente en el entorno de urgencias, donde las decisiones deben tomarse rápidamente (83). Además, factores como la resistencia antimicrobiana, la falta de cultivos microbiológicos oportunos y la limitada adherencia de los pacientes a los tratamientos ambulatorios contribuyen a peores desenlaces clínicos. En este contexto, las amputaciones no solo tienen un impacto físico y emocional en los pacientes, sino que también generan costos

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

económicos elevados para el IMSS, incluyendo hospitalizaciones prolongadas, rehabilitación y prótesis (84).

Este estudio se justifica por la necesidad de identificar los tipos de agentes etiológicos bacterianos predominantes en las infecciones del pie diabético en pacientes atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General No. 3 del IMSS, con la finalidad de optimizar el tratamiento y analizar su correlación con la necesidad de cirugía por amputación para lograr determinar pautas que ayuden a mejorar la calidad del diagnóstico y prevención. La investigación busca determinar patrones bacterianos específicos, evaluar la sensibilidad a los antibióticos y explorar factores asociados con desenlaces quirúrgicos severos, como el control glucémico, el tiempo de evolución de la infección y el manejo inicial en urgencias. Al generar datos específicos sobre esta problemática, el estudio pretende contribuir al diseño de protocolos de tratamiento más efectivos, como guías de antibioticoterapia empírica adaptadas al perfil bacteriano local, y estrategias de prevención que reduzcan la incidencia de amputaciones. Esto no solo mejorará los resultados clínicos de los pacientes, sino que también optimizará los recursos del IMSS y reducirá el impacto socioeconómico de esta complicación en México (85).

9. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El pie diabético es una de las complicaciones más graves de la diabetes mellitus y una de las principales causas de hospitalización y morbilidad en el continente americano. En América Latina, se estima que hasta el 25% de los pacientes diabéticos desarrollarán una úlcera en el pie durante su vida, y de estos, un porcentaje significativo progresará hacia infecciones bacterianas severas que pueden requerir intervenciones quirúrgicas, incluyendo amputaciones. Estas infecciones están frecuentemente asociadas con una amplia variedad de agentes etiológicos bacterianos, como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y bacterias anaerobias, cuya resistencia a los antibióticos ha aumentado en los últimos años, complicando el manejo clínico y elevando las tasas de amputación en la región (86). Factores como la neuropatía periférica, que reduce la sensibilidad al dolor y retrasa la detección de lesiones, y la enfermedad vascular periférica, que limita la irrigación sanguínea y dificulta la cicatrización, contribuyen a la progresión de las infecciones, especialmente en contextos donde los pacientes no reciben atención oportuna. La falta de acceso a servicios especializados y la ausencia de protocolos estandarizados para el diagnóstico microbiológico agravan el problema, resultando en tratamientos empíricos que no siempre son efectivos contra los patógenos involucrados (87).

En México, el pie diabético representa un problema de salud pública crítico, particularmente para los pacientes atendidos por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), donde las infecciones relacionadas son responsables de más del 50% de las amputaciones no traumáticas. Por otra parte, la diversidad de agentes etiológicos bacterianos involucrados, que a menudo incluye infecciones polimicrobianas, y la alta prevalencia de resistencia antimicrobiana, dificultan la selección de tratamientos efectivos en este entorno de alta presión, por lo que de realizar este estudio se estará cubriendo el vacío en el conocimiento respecto a la correlación que existe entre los agentes etiológicos implicados más frecuentemente en las amputaciones (88). Además, factores como el control glucémico deficiente, el tiempo de evolución de la infección antes de la atención médica y la falta de cultivos microbiológicos oportunos contribuyen a desenlaces adversos, aumentando la probabilidad de amputaciones. Estas intervenciones quirúrgicas no solo tienen un impacto devastador en la calidad de vida de los pacientes, causando discapacidad física y

emocional, sino que también generan costos significativos para el IMSS, incluyendo hospitalizaciones prolongadas y rehabilitación (89).

Las amputaciones en pacientes con pie diabético representan una complicación multifactorial en la que intervienen tanto el perfil microbiológico como el grado de resistencia antimicrobiana y el control metabólico. Si bien existen artículos de revisión que describen los agentes etiológicos más frecuentes asociados a infección en estos pacientes, la información disponible no siempre refleja la realidad de cada contexto hospitalario ni las variaciones locales en los patrones de resistencia. En este sentido, se identifica un vacío de conocimiento respecto a la caracterización actual y específica de los microorganismos aislados en pacientes atendidos en nuestro hospital y su relación con la evolución hacia la amputación. Asimismo, factores concomitantes como el descontrol glucémico, reconocido también como determinante de amputación, requieren ser considerados para evitar sesgos en la interpretación de los resultados. Por lo anterior, el presente estudio busca aportar evidencia original mediante el análisis de datos primarios, con el fin de establecer asociaciones locales entre el perfil bacteriano, la resistencia antimicrobiana y la probabilidad de amputación en pacientes atendidos en el servicio de urgencias

Dada esta situación, surge la necesidad de investigar: ¿Existe una asociación entre el agente etiológico bacteriano y su perfil de resistencia antimicrobiana para predecir la necesidad de amputación en pacientes con pie diabético atendidos en el servicio de urgencias del hospital general de zona no? 3 IMSS Aguascalientes?

10. OBJETIVOS

10.1.Objetivo General

Analizar la asociación entre los agente etiológico bacteriano y su perfil de resistencia antimicrobiana con la necesidad de amputación en pacientes con pie diabético atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General de Zona no. 3 del IMSS, a pesar del uso dirigido de antibioticoterapia temprana.

10.2.Objetivos Específicos

- Analizar la relación obtenida del antibiograma sobre la sensibilidad y resistencia antimicrobiana del agente bacteriano identificado en pacientes con diabetes mellitus ingresados al área de urgencias del HGZ No. 3 por infección de pie diabético, con el fin de correlacionarla con la indicación de amputación como manejo terapéutico a seguir.
- Comprender la asociación entre el tipo de agente etiológico bacteriano y la necesidad de amputación en pacientes con infección de pie diabético que ingresaron al área de urgencias del hospital general no. 3 de zona Aguascalientes, considerando factores asociados como el tiempo de evolución de la infección y el grado de control glucémico
- Evaluar la frecuencia de amputaciones en función del tipo de agente bacteriano y del patrón de resistencia antimicrobiana, en paciente que ingresaron al área de urgencias del hospital general de zona no. 3 Aguascalientes.

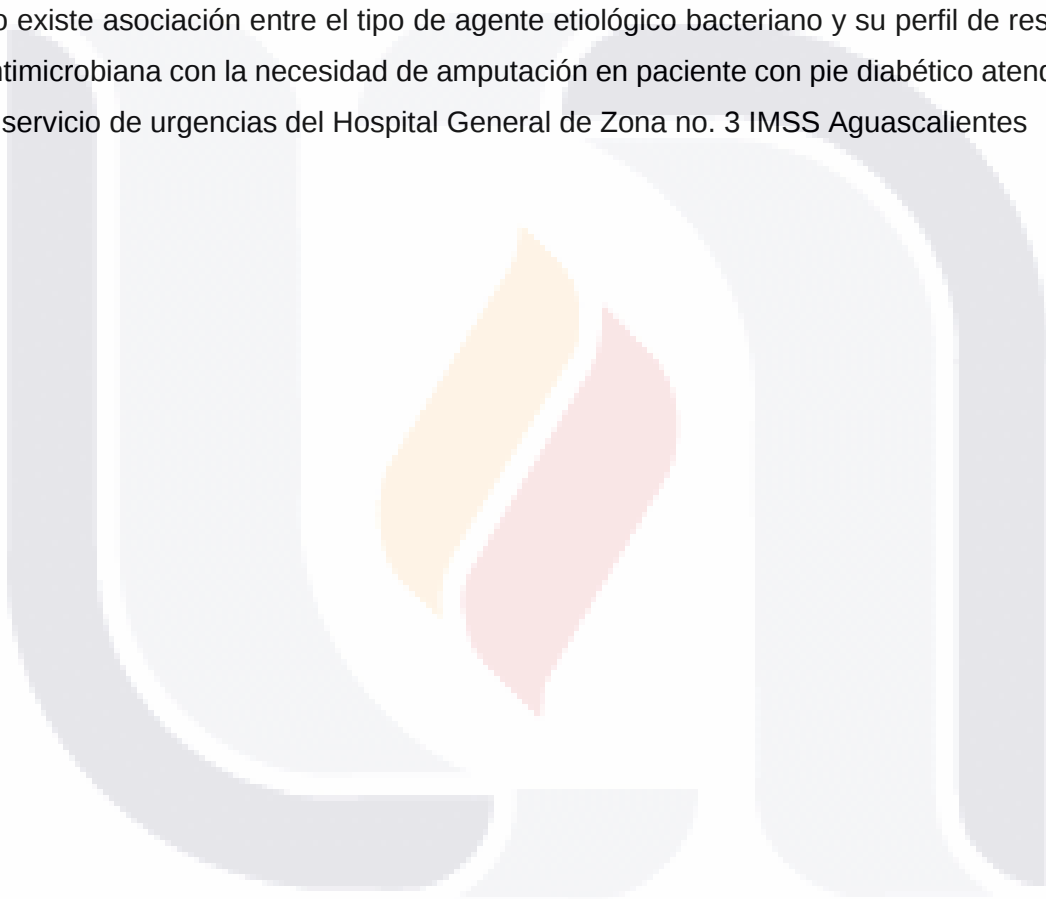
11. HIPOTESIS.

11.1.Hipótesis de trabajo

Existe una asociación entre el tipo de agente etiológico bacteriano y su perfil de resistencia antimicrobiana con la necesidad de amputación en paciente con pie diabético atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General de Zona no. 3 IMSS Aguascalientes.

11.2.Hipótesis nula

No existe asociación entre el tipo de agente etiológico bacteriano y su perfil de resistencia antimicrobiana con la necesidad de amputación en paciente con pie diabético atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General de Zona no. 3 IMSS Aguascalientes



12. MATERIAL Y MÉTODOS

12.1. Tipo de estudio

Este estudio fue de tipo observacional y analítico, con un diseño retrospectivo y transversal. Se analizaron los datos obtenidos de los expedientes clínicos de pacientes atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General No. 3 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en Aguascalientes. La naturaleza retrospectiva del estudio implicó la revisión de registros clínicos ya existentes, mientras que su carácter transversal permitió evaluar la relación entre los agentes etiológicos bacterianos y la necesidad de amputación en un momento específico, sin intervención ni manipulación de variables por parte del investigador. Para aquellos pacientes que presentaron infección por polibacterias, estas fueron consideradas como una posibilidad dentro de la variable denominada “agente etiológico”.

12.2. Unidad de contexto del trabajo

El estudio se llevó a cabo en el Hospital General No. 3 del IMSS, ubicado en Aguascalientes, México. Este hospital es una unidad de atención secundaria que forma parte del Órgano de Operación Administrativa Desconcentrada del IMSS en Aguascalientes y atiende a una población significativa de pacientes con enfermedades crónicas, como la diabetes mellitus. El servicio de urgencias de este hospital recibe un volumen considerable de pacientes con complicaciones de pie diabético, lo que lo convirtió en un contexto ideal para estudiar la prevalencia de agentes etiológicos bacterianos y su impacto en desenlaces clínicos como la amputación.

12.3. Población de estudio / Unidad de estudio

La población de estudio estuvo compuesta por los pacientes atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General No. 3 del IMSS en Aguascalientes, diagnosticados con infección de pie diabético durante el periodo de enero a diciembre de 2024. La unidad de estudio fue cada paciente que cumplió con los criterios de inclusión establecidos y que contó con un expediente clínico completo con información relevante para los objetivos del estudio.

12.4. Unidad de observación

La unidad de observación fue el servicio de urgencias del Hospital General No. 3 del IMSS en Aguascalientes, específicamente los casos registrados de pacientes con infección de pie diabético. Se analizaron los datos obtenidos de los expedientes clínicos, incluyendo cultivos microbiológicos, reportes quirúrgicos, resultados de laboratorio y registros clínicos relacionados con el diagnóstico y manejo de estas infecciones.

12.5.Unidad de análisis

La unidad de análisis fue cada paciente con diagnóstico de infección de pie diabético que fue atendido en el servicio de urgencias del Hospital General No. 3 del IMSS y que cumplió con los criterios de inclusión. Se estudió la relación entre los agentes etiológicos bacterianos identificados en los cultivos y la necesidad de cirugía por amputación, considerando variables adicionales como el control glucémico, la gravedad de la infección y el tiempo de evolución.

12.6.Criterios de inclusión

- Ser paciente derechohabiente del Hospital General No. 3 del IMSS en Aguascalientes y haber sido recibido en Urgencias durante el periodo comprendido para este estudio.
- Tener un diagnóstico confirmado de infección de pie diabético, basado en evaluación clínica y cultivos microbiológicos, atendido en el servicio de urgencias durante el periodo de enero a diciembre de 2024.
- Ser mayor de 18 años.
- Contar con un expediente clínico completo que incluyera resultados de cultivos microbiológicos, reportes de laboratorio (como hemoglobina A1c) y registros de intervenciones quirúrgicas, si las hubo.
- Tener antecedentes confirmados de diabetes mellitus tipo 1 o tipo 2.

12.7.Criterios de exclusión

- Pacientes con úlceras en el pie de origen no diabético (por ejemplo, úlceras venosas o arteriales sin relación con diabetes).
- Pacientes con infecciones de pie diabético que no contaron con cultivos microbiológicos registrados en su expediente.
- Pacientes menores de 18 años.

- Pacientes con amputaciones previas por causas no relacionadas con infecciones de pie diabético (por ejemplo, traumatismos o tumores).
- Pacientes que pertenecieron a servicios distintos al de urgencias, como hospitalización o consulta externa, durante el periodo de estudio..

12.8.Criterios de eliminación

- Pacientes cuyos expedientes clínicos estuvieron incompletos o no contenían información suficiente sobre los cultivos microbiológicos, el manejo clínico o los desenlaces quirúrgicos.
- Pacientes que abandonaron el tratamiento o fallecieron durante su atención en urgencias por causas no relacionadas con la infección de pie diabético.
- Pacientes cuyos datos presentaron inconsistencias significativas que impidieron un análisis confiable (por ejemplo, registros contradictorios sobre el diagnóstico o el tratamiento).

12.9.Selección de la muestra

La selección de la muestra se realizó mediante un método no probabilístico de tipo censal, incluyendo a todos los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y que fueron atendidos por infección de pie diabético en el servicio de urgencias del Hospital General No. 3 del IMSS durante el periodo de enero a diciembre de 2024, en el cual se estimaron aproximadamente 200 pacientes como potencialmente elegibles. Se revisaron los expedientes clínicos disponibles en el sistema electrónico del hospital y, en caso necesario, los expedientes físicos, para garantizar la inclusión de todos los casos relevantes.

12.10. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo fue no probabilístico y de carácter censal, ya que se incluyeron todos los casos registrados de pacientes con infección de pie diabético que cumplieron con los criterios de inclusión durante el periodo de estudio. Este enfoque permitió analizar la totalidad de la población objetivo disponible, maximizando la representatividad de los datos dentro del contexto del hospital.

12.11. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra estuvo determinado por el número total de pacientes atendidos por infección de pie diabético en el servicio de urgencias del Hospital General No. 3 del IMSS entre enero y diciembre de 2024 que cumplieron con los criterios de inclusión. Basado en los datos preliminares del hospital, se estimó que aproximadamente 200 pacientes podrían ser elegibles durante este periodo, aunque el número final dependió de la disponibilidad y completitud de los expedientes clínicos.

12.12. Desarrollo de estudio o procedimientos

El estudio se desarrolló en varias etapas. En primer lugar, se obtuvo la aprobación del protocolo por parte del Comité de Investigación y Ética del Hospital General No. 3 del IMSS, asegurando el cumplimiento de las consideraciones éticas establecidas. Posteriormente, se realizó una revisión sistemática de los expedientes clínicos electrónicos y físicos de los pacientes atendidos por infección de pie diabético en el servicio de urgencias durante el periodo de enero a diciembre de 2024. Se extrajeron datos relevantes, incluyendo resultados de cultivos microbiológicos (identificación de agentes etiológicos y patrones de resistencia), niveles de hemoglobina A1c, reportes de intervenciones quirúrgicas (como desbridamiento o amputación), características clínicas de la infección (gravedad, presencia de osteomielitis, etc.) y datos demográficos (edad, sexo, tiempo de evolución de la diabetes).

La información recolectada fue registrada en una base de datos diseñada específicamente para este estudio, utilizando software estadístico como SPSS o Excel. Se realizó un análisis descriptivo de las variables tanto cualitativas —frecuencias y porcentajes— como cuantitativas —medias y desviación estándar o medianas y rangos intercuartílicos según la distribución—. Este análisis se complementó con un análisis inferencial para determinar la asociación entre los agentes etiológicos/resistencia y la amputación, mediante prueba chi cuadrada o exacta de Fisher, estimación de odds ratio con intervalos de confianza al 95%, y, en caso de múltiples factores asociados, se aplicó regresión logística multivariada para identificar predictores independientes de amputación, considerando como estadísticamente significativo un valor de $p < 0.05$.

Los resultados fueron presentados en tablas y gráficos, y se elaboró un informe final para su difusión. La codificación se realizó una vez obtenidos los resultados en Excel, previo a procesarlos con el software SPSS.

12.13. Ficha de identificación para datos sociodemográficos

Se diseñó una ficha de identificación para recopilar los datos sociodemográficos y clínicos relevantes de los pacientes. Esta ficha incluyó las siguientes variables:

- Edad y sexo.
- Tiempo de evolución de la diabetes mellitus (en años), además del nivel de glucosa sérica al ingreso.
- Antecedentes de tabaquismo o comorbilidades (hipertensión, insuficiencia renal, obesidad).
- Tiempo transcurrido desde el inicio de los síntomas hasta la atención médica.

La ficha fue validada mediante una prueba piloto con un subgrupo de 10 expedientes, ajustándose para garantizar que capturara de manera precisa y completa la información necesaria para el análisis.

12.14. Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Indicador	Escala de medición	Fuente de datos
Necesidad de amputación	Realización de cirugía por amputación debido a la infección de pie diabético	1.Sí 2.-No; tipo de amputación:(menor: dedos/metatarso; mayor: por encima del tobillo) 1.- Menor (dedos/metatarso) 2.- Mayor(encima del tobillo)	Nominal	Reportes quirúrgicos
Nivel de glucosa sérica	Concentración de glucosa en sangre al ingreso en urgencias	mg/dL (ej. <180 mg/dL, ≥180 mg/dL)	Razón	Expediente clínico
Gravedad de la infección	Clasificación de la infección según criterios de la IDSA	1.-Leve 2.-Moderada 3.-Grave 4.-No disponible	Ordinal	Evaluación clínica registrada
Presencia de osteomielitis	Diagnóstico de infección ósea en el pie diabético	1.-Sí 2.-No	Nominal	Expediente clínico
Tiempo de evolución de la infección	Tiempo desde el inicio de síntomas hasta la atención en urgencias	Días	Razón	Expediente clínico
Edad	Edad del paciente al momento de la atención en urgencias	Años	Razón	Expediente clínico

Sexo	Sexo biológico del paciente	1.Masculino 2.Femenino	Nominal	Expediente clínico
Tiempo de evolución de la diabetes	Tiempo desde el diagnóstico de diabetes mellitus	Años	Razón	Expediente clínico
Antecedentes de tabaquismo	Historia de consumo de tabaco del paciente	1.-Sí 2.-No	Nominal	Expediente clínico
Tipo de diabetes	Tipo de diabetes diagnosticada	1.-Tipo 1 2.-Tipo 2	Nominal	Expediente clínico
Resultado de antibiograma	Resultado de sensibilidad para bacterias específicas en cultivos	1.-Sensible 2.-No sensible	Nominal	Cultivo microbiológico
Presencia de enfermedad vascular periférica	Diagnóstico de enfermedad vascular periférica en el pie diabético	1.-Sí 2.-No	Nominal	Expediente clínico
Agente etiológico bacteriano	Bacteria identificada en cultivo microbiológico	Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa Escherichia coli etc.)	Nominal	Cultivo microbiológico
Cultivo de herida	Se realiza toma isopado de herida en pie diabético	1.-Sí 2.-No	Nominal	Expediente clínico/ cultivo
Tipo de amputación	Clasificación del nivel anatómico de amputación	1.-Menor (dedos/metatarso) 2.-Mayor (por encima del tobillo)	Nominal	Reporte quirúrgico

Infección polimicrobiana	Infección con más de una especie bacteriana identificada	1.-Sí 2.-no	Nominal	Cultivo microbiológico
Requerimiento de debridación	Necesidad de retirar tejido necrótico o infectado	1.-Sí 2.-no	Nominal	Expediente clínico
Tiempo de intervención quirúrgica	Tiempo desde la indicación hasta la realización de la cirugía	Días	Razón	Expediente clínico
Resistencia antibiótica	Bacteria identificada resistente a antibióticos probados	1.-Sí 2.-no	Nominal	Cultivo microbiológico
Sensibilidad antibiótica	Bacteria identificada sensible a antibióticos probados	1.-Sí 2.-no	Nominal	Cultivo microbiológico

12.15. Consideraciones éticas

Las consideraciones éticas de este estudio se basaron en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, publicado en el Diario Oficial de la Federación de México, con su última actualización del 2 de abril de 2014.

Según dicho reglamento, el proyecto se clasificó como una investigación sin riesgo, conforme a lo indicado en el título segundo, capítulo I, artículo 17, fracción I. Esto incluyó estudios que utilizan métodos como la revisión de expedientes clínicos, entrevistas o cuestionarios, sin intervenir ni modificar intencionalmente variables fisiológicas, psicológicas o sociales de los participantes (RLGSMIS, última reforma del 2 de abril de 2014, disponible en www.salud.gob.mx). Los métodos descritos en la sección metodológica de este trabajo cumplieron con esta definición.

Dado que no se trató de una investigación que involucrara comunidades, personas con discapacidad, grupos subordinados, mujeres embarazadas o en edad fértil, ni estudios con intervenciones, uso de medicamentos, materiales genéticos, biológicos o radiactivos, no fue necesario ajustarse a esas disposiciones específicas del reglamento.

El estudio empleó herramientas de recolección de datos previamente validadas y, de acuerdo con la ley, se solicitó el consentimiento informado a los participantes antes de aplicar dichas herramientas. No representó ningún riesgo físico para las personas involucradas. Aun así, me comprometí como investigador a proteger la confidencialidad de los datos de los participantes, compartiéndolos únicamente en los casos permitidos por la ley.

La selección de los participantes se realizó de manera justa, sin considerar aspectos como su situación social, económica, origen étnico u otras características, más allá de los criterios de inclusión y exclusión definidos para esta investigación. El tiempo de resguardo de los datos fue de 5 años, tras los cuales se efectuó su destrucción.

En este sentido, el estudio respetó los principios éticos de no maleficencia y respeto a la dignidad humana, alineándose con la Declaración de Helsinki sobre ética en investigaciones con seres humanos, en su versión revisada por la 64ª Asamblea General

de la Asociación Médica Mundial en Fortaleza, Brasil, en octubre de 2013 (consultada el 4 de junio de 2021 en <http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx>)

12.16. Recursos, financiamiento y factibilidad

Los investigadores participantes contaron con experiencia y conocimientos respecto al desarrollo de estudios de investigación relacionados con pacientes ingresados al servicio de urgencias. Los recursos financieros, materiales y físicos existentes en el Hospital General de Zona No. 3 OOAD Aguascalientes fueron suficientes para realizar la propuesta de investigación.

12.16.1. Recursos Humanos

Investigador principal: Dr. Alan Jesús Rodríguez Meraz; médico especialista en Medicina de Urgencias, adscrito al Hospital General de Zona No. 3 del OOAD Aguascalientes. Fue responsable de la coordinación general del protocolo, participando en todas las etapas del mismo, incluyendo el diseño metodológico, la supervisión del trabajo de campo y el análisis de resultados.

Co-Investigador 1: Dra. Elisa Paulina Salazar Acuña; médico residente de tercer año de la especialidad de Urgencias Médico Quirúrgicas, adscrita al Hospital General de Zona No. 1 de OOAD Aguascalientes, quien se encargó de la recolección de datos clínicos, así como de su resguardo, la aplicación del instrumento y el control de calidad de la base de datos. Asimismo, apoyó en el análisis estadístico y en la redacción de los resultados.

12.16.2. Recursos materiales

Recursos	Costo unitario (Pesos)	Cantidad	Costo total (Pesos)
Listas de cotejo impresas	\$1	379	\$379
Caja de bolígrafos	\$50	1	\$50
Borrador	\$4	10	\$40
Computadora personal	\$10,000	1	\$10,000
Engrapadora	\$100	1	\$100
Grapas (caja)	\$40	1	\$40
Protectores para hojas	\$100	1	\$100
Combo de cartucho de tinta	\$700	1	\$700
Carpetas registradoras	\$50	5	\$250
Costo Total aproximado			\$11,459

12.16.3. Recursos financieros:

Este estudio se realizó utilizando los recursos propios del investigador, por lo cual no requirió financiamiento externo. El investigador dispuso de un fondo personal de \$11,459 pesos para llevar a cabo la investigación. Estos fondos provinieron de los ahorros acumulados durante su residencia médica de 3 años, gracias a la beca proporcionada por el IMSS. No se presentaron gastos por medicamentos, pruebas diagnósticas ni remuneración de personal.

12.16.4. Factibilidad

El Hospital General de Zona No. 3 IMSS Aguascalientes contó con la infraestructura necesaria para desarrollar el proyecto planteado, así como con el acceso institucional requerido para consultar los expedientes clínicos y los recursos humanos y materiales involucrados. No existieron barreras legales, éticas ni administrativas para la recolección de datos, al tratarse de información secundaria ya disponible.

En cuanto a la muestra, se utilizó un muestreo censal, por lo que se incluyó la totalidad de pacientes que cumplieron con diagnóstico de pie diabético, de acuerdo con los reportes del sistema de hospitalización PHEDS. El universo esperado superó los 150 casos anuales, lo que garantizó un cohorte suficiente para el análisis.

12.17. Aspectos de bioseguridad.

Este proyecto de investigación se llevó a cabo bajo un enfoque observacional, empleando escalas estandarizadas obtenidas directamente de los expedientes médicos de los pacientes. En este contexto, no se contempló ninguna manipulación activa de las variables de estudio, dado que no se trató de una investigación experimental. Asimismo, no se realizaron experimentos que involucraran sangre, órganos, tejidos, animales ni ningún otro tipo de entidad biológica. Por esta razón, y dado que no se llevaron a cabo procedimientos que requirieran medidas específicas de protección biológica, en este apartado no se abordaron aspectos relacionados con bioseguridad ni protocolos asociados a este tipo de precauciones.

12.18. Cronograma de actividades

Actividad	2025						2026
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
Elaboración de manuscrito	R						
Revisión de la literatura	R	R	R	R	P	P	P
Diseño del protocolo	R						
Planteamiento del problema	R	R					
Antecedentes		R					
Justificación		R					
Introducción		R	R				
Hipótesis			R	R			
Material y métodos				R			
Registro y aprobación ante comité de ética				R	R		
Registro y aprobación ante comité de investigación				R	R		
Acopio de la información					P	R	
Captura y tabulación de la información					R	R	
Análisis de la información					R	R	
Elaboración del informe de tesis final					R	R	
Discusión de resultados						R	
Presentación de resultados							P
Realizado	R						
Planeado	P						

13. RESULTADOS

Se analizaron los datos de 200 pacientes con infección de pie diabético atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General de Zona No. 3 del IMSS, Aguascalientes, entre enero y diciembre de 2024.

Todos los pacientes tenían diabetes tipo 2, con una edad media de 59.8 años (DE = 14.7, rango: 34-93 años), siendo 65% hombres (n =130) y 35% mujeres (n=70). El tiempo promedio de evolución de la diabetes fue de 14.7 años (DE = 6.5), con una HbA1c media de 11.3% (DE = 1.9) y glucosa sérica al ingreso de 223.7 mg/dL (DE = 108.9).

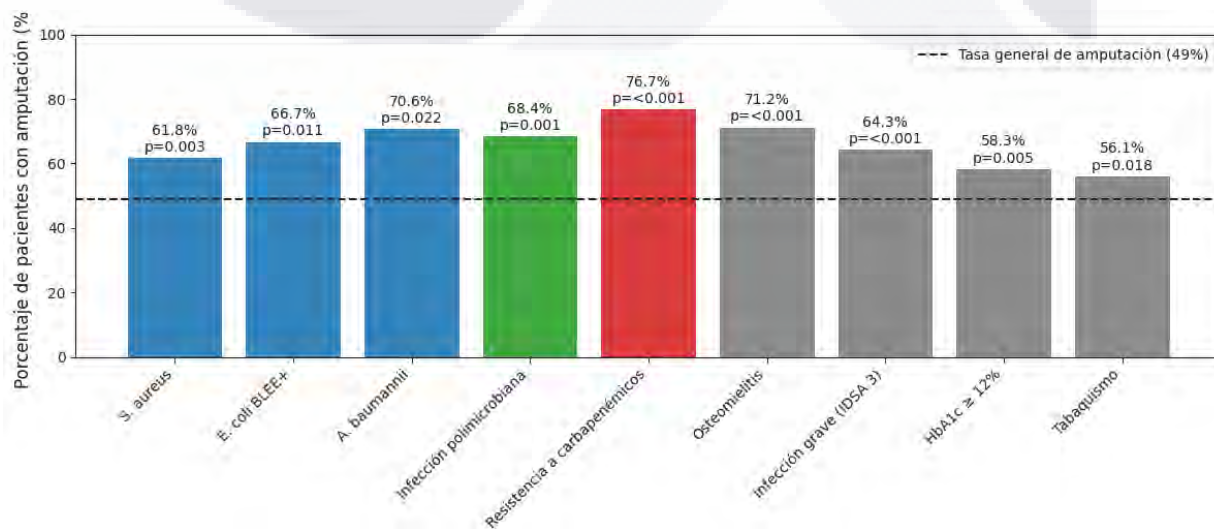
13.1. Características clínicas

La gravedad de la infección, según la clasificación de la IDSA, se distribuyó en 11% leve (n =22), 54% moderada (n =108) y 35% grave (n =70). La neuropatía periférica estuvo presente en 62% (n =124), gangrena en 31.5% (n =63), osteomielitis en 36.5% (n =73) y enfermedad arterial periférica (EAP) en 94% (n =188).

El tiempo medio de evolución de la infección fue de 6.3 días (DE = 5.7). El 49% (n =98) de los pacientes reportaron antecedentes de tabaquismo.

Porcentaje de pacientes con amputación según predictores clínicos y microbiológicos en infecciones de pie diabético

Gráfica 1. Porcentaje de pacientes con amputación según predictores clínicos y microbiológicos en infecciones de pie diabético



Se realizaron cultivos en el 100% de los casos (94% de secreción de herida, 6% de hueso). Los agentes etiológicos más frecuentes fueron *Staphylococcus aureus* (34%, n = 68), *Escherichia coli* BLEE+ (16.5%, n = 33), *Enterobacter cloacae* (10%, n = 20), *Streptococcus agalactiae* (9%, n = 18) y *Acinetobacter baumannii* (8.5%, n = 17). No se observó crecimiento en 22% (n = 44). Las infecciones polimicrobianas representaron el 19% (n = 38).

13.2. Resistencia y sensibilidad antimicrobiana

Entre los cultivos con crecimiento (n =156), las resistencias más comunes fueron a carbapenémicos (19.2%, n= 30), cefalosporinas (12.8%, n = 20) y aminoglucósidos (8.3%, n = 13). Las sensibilidades más frecuentes fueron a carbapenémicos (25.6%, n = 40), glucopéptidos (25.6%, n = 40) y aminoglucósidos (17.3%, n = 27).

13.3. Intervenciones quirúrgicas

La amputación fue necesaria en 49% (n = 98) de los pacientes, siendo 84.7% (n = 83) amputaciones menores (dedos/metatarso) y 15.3% (n = 15) mayores (por encima del tobillo). El desbridamiento quirúrgico se realizó en 84% (n = 168), con un tiempo medio hasta la intervención de 4.7 horas (DE = 2.8).

13.4. Asociaciones con amputación

Se emplearon pruebas de chi-cuadrado y regresión logística para evaluar la asociación entre el perfil bacteriano, resistencia antimicrobiana y la necesidad de amputación

Tabla 1. Asociaciones significativas entre variables clínicas, microbiológicas y la necesidad de amputación

Variable	%con amputación	χ^2	p	OR (IC 95%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	61.8%	8.7	0.003	2.1 (1.2-3.7)
<i>Escherichia coli</i> BLEE+	66.7%	6.4	0.011	2.4 (1.1-5.3)

Acinetobacter baumannii	70.6%	5.2	0.022	2.8 (1.0-7.8)
Infección polimicrobiana	68.4%	10.1	0.001	2.6 (1.2-5.6)
Resistencia a carbapenémicos	76.7%	12.3	<0.001	3.1 (1.3-7.4)
Resistencia glucopéptidos	75.0%	6.8	0.009	2.9 (1.2-7.3)
Osteomielitis	71.2%	20.1	<0.001	3.5 (1.8-6.9)
Infección grave (IDSA 3)	64.3%	15.4	<0.001	2.9 (1.5-5.6)
HbA1c ≥ 12%	58.3%	7.9	0.005	2.0 (1.1-3.6)
Tabaquismo	56.1%	5.6	0.018	1.9 (1.1-3.4)

Nota: OR = Odds Ratio; IC = Intervalo de Confianza. Los valores de OR se derivan de la regresión logística multivariada, ajustada por las variables listadas. La resistencia a glucopéptidos no se incluyó en la regresión debido a su baja frecuencia.

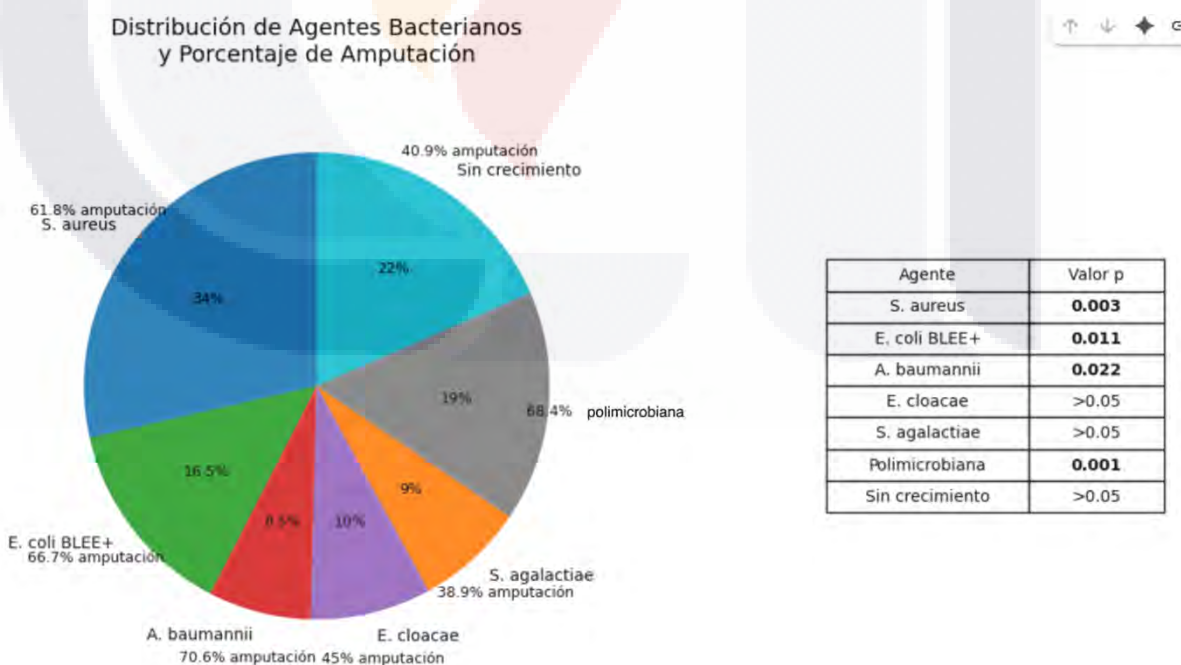
La presencia de *Staphylococcus aureus* se asoció significativamente con un mayor riesgo de amputación (61.8% de los casos, $\chi^2 = 8.7$, $p = 0.003$), con un odds ratio (OR) de 2.1 (IC 95%: 1.2-3.7). Esto sugiere que los pacientes con infecciones causadas por este patógeno tienen aproximadamente el doble de probabilidad de requerir amputación en comparación con aquellos sin este agente, probablemente debido a su capacidad para formar biopelículas y su alta prevalencia en infecciones profundas.

Tabla 2. Asociaciones significativas entre variables clínicas, microbiológicas y la necesidad de amputación basada en la información proporcionada.

Variable	% con amputación	χ^2	p	OR (IC 95%)
Staphylococcus aureus	61.8%	8.7	0.003	2.1 (1.2-3.7)
Escherichia coli BLEE+	66.7%	6.4	0.011	2.4 (1.1-5.3)
Acinetobacter baumannii	70.6%	5.2	0.022	2.8 (1.0-7.8)
Infección polimicrobiana	68.4%	10.1	0.001	2.6 (1.2-5.6)
Resistencia a carbapenémicos	76.7%	12.3	<0.001	3.1 (1.3-7.4)
Resistencia a glucopéptidos	75.0%	6.8	0.009	2.9 (1.2-7.3)
Osteomielitis	71.2%	20.1	<0.001	3.5 (1.8-6.9)
Infección grave (IDSA 3)	64.3%	15.4	<0.001	2.9 (1.5-5.6)
HbA1c $\geq$ 12%	58.3%	7.9	0.005	2.0 (1.1-3.6)
Tabaquismo	56.1%	5.6	0.018	1.9 (1.1-3.4)

Nota: OR = Odds Ratio; IC = Intervalo de Confianza. Los valores de OR se derivan de la regresión logística multivariada, ajustada por las variables listadas. La resistencia a glucopéptidos no se incluyó en la regresión debido a su baja frecuencia.

Gráfica 2. Distribución de agentes bacterianos y porcentaje de amputación



Nota: El gráfico de pastel muestra la distribución porcentual de agentes bacterianos identificados en cultivos (n = 200). Los porcentajes dentro de cada segmento indican la proporción de casos. Los porcentajes fuera de los segmentos indican la proporción de pacientes con amputación. Los valores p corresponden a la prueba de chi-cuadrado para la asociación con amputación. Datos obtenidos de un estudio retrospectivo de 200 pacientes con infección de pie diabético, HGZ No. 3, IMSS Aguascalientes, 2024.

De manera similar, *Escherichia coli* productora de betalactamasas de espectro extendido (BLEE+) mostró una asociación significativa (66.7% de los casos, $\chi^2 = 6.4$, $p = 0.011$, OR = 2.4, IC 95%: 1.1-5.3), indicando que su resistencia intrínseca a múltiples antibióticos complica el tratamiento y favorece desenlaces quirúrgicos. *Acinetobacter baumannii* también se relacionó con amputación (70.6% de los casos, $\chi^2 = 5.2$, $p = 0.022$, OR = 2.8, IC 95%: 1.0-7.8), destacando su papel como un patógeno multirresistente que agrava el pronóstico en infecciones de pie diabético.

Por otro lado, las infecciones polimicrobianas, presentes en el 19% de los pacientes, incrementaron significativamente la probabilidad de amputación (68.4% de los casos, $\chi^2 = 10.1$, $p = 0.001$, OR = 2.6, IC 95%: 1.2-5.6). Este hallazgo refleja la complejidad de estas infecciones, donde la sinergia entre múltiples especies bacterianas dificulta el control terapéutico y aumenta el daño tisular.

En cuanto a la resistencia antimicrobiana, la resistencia a carbapenémicos fue un predictor clave de amputación (76.7% de los casos, $\chi^2 = 12.3$, $p < 0.001$, OR = 3.1, IC 95%: 1.3-7.4), lo que subraya la limitación de opciones terapéuticas efectivas en estos casos. La resistencia a glucopéptidos también se asoció con amputación (75% de los casos, $\chi^2 = 6.8$, $p = 0.009$), aunque su baja frecuencia impidió su inclusión en el modelo de regresión.

Entre los factores clínicos, la osteomielitis se destacó como el predictor más fuerte de amputación (71.2% de los casos, $\chi^2 = 20.1$, $p < 0.001$, OR = 3.5, IC 95%: 1.8-6.9), lo que resalta la gravedad de las infecciones óseas y su impacto en la necesidad de intervenciones quirúrgicas radicales. Las infecciones clasificadas como graves según la IDSA (64.3% de los casos, $\chi^2 = 15.4$, $p < 0.001$, OR = 2.9, IC 95%: 1.5-5.6) también mostraron una fuerte asociación, indicando que la extensión y severidad de la infección son determinantes clave del desenlace quirúrgico.

Tabla 3. Tipo de intervenciones Quirúrgicas

Amputación	Total de casos	f	%
- Amputaciones menores	Dedos/metatarso	49.0%	98
- Amputaciones mayores	Por encima del tobillo	84.7% (de 98)	83
-Desbridamiento quirúrgico	Casos intervenidos	15.3% (de 98)	15
		84.0%	168

Tabla 4. Sexo e infección por pie diabético

	f	%
Hombre	147	73.5%
Mujer	53	26.5%

Nota: para nuestro estudio la incidencia de pie diabético fue mayor en el sexo masculino.

Por otra parte, el mal control glucémico, definido como HbA1c ≥ 12%, aumentó el riesgo de amputación (58.3% de los casos, $\chi^2 = 7.9$, $p = 0.005$, OR = 2.0, IC 95%: 1.1-3.6), probablemente debido a su impacto en la cicatrización y la respuesta inmune. Finalmente, el tabaquismo se asoció con un mayor riesgo de amputación (56.1% de los casos, $\chi^2 = 5.6$, $p = 0.018$, OR = 1.9, IC 95%: 1.1-3.4), lo que refleja su contribución a la isquemia periférica y la progresión de complicaciones.

En conjunto, estos resultados sugieren que la presencia de patógenos específicos (S. aureus, E. coli BLEE+, A. baumannii), infecciones polimicrobianas, resistencias a antibióticos clave (carbapenémicos), osteomielitis, infecciones graves, mal control glucémico y tabaquismo son factores independientes que incrementan significativamente el riesgo de amputación en pacientes con infección de pie diabético. Estos hallazgos destacan la importancia de un diagnóstico microbiológico preciso, un manejo antibiótico dirigido y una intervención clínica temprana para reducir la morbilidad asociada en el contexto de urgencias.

14. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman que la infección de pie diabético en el contexto del servicio de urgencias se presenta como una entidad clínica de alta complejidad, en la que convergen descontrol metabólico, daño vascular y neuropático avanzado, así como un perfil microbiológico cada vez más desafiante. La población analizada estuvo conformada exclusivamente por pacientes con diabetes mellitus tipo 2, con una edad media cercana a los 60 años y un tiempo de evolución de la enfermedad de casi 15 años, lo que refleja una etapa avanzada de la diabetes en la que las complicaciones crónicas son frecuentes. La elevada HbA1c promedio (11.3 %) y las cifras altas de glucosa sérica al ingreso indican un mal control glucémico sostenido, que favorece tanto la aparición de úlceras como la progresión de la infección, en concordancia con lo descrito en la literatura sobre la fisiopatología del pie diabético, donde la hiperglucemia crónica se asocia con neuropatía, inmunosupresión relativa e incapacidad para responder adecuadamente frente a la invasión microbiana (17). La alta frecuencia de neuropatía periférica, gangrena, osteomielitis y enfermedad arterial periférica observada en este estudio refuerza esta interpretación y sitúa a los pacientes en un escenario de riesgo elevado desde el momento de su llegada al servicio de urgencias.

En este contexto clínico, el perfil microbiológico encontrado adquiere una relevancia particular. El hecho de que *Staphylococcus aureus* haya sido el agente aislado con mayor frecuencia, seguido por *Escherichia coli* BLEE+, *Enterobacter cloacae*, *Streptococcus agalactiae* y *Acinetobacter baumannii*, coincide con múltiples estudios internacionales que describen a *S. aureus* como el patógeno más habitual en úlceras e infecciones de pie diabético, si bien con variaciones en la proporción exacta según el entorno geográfico (1–3). La prevalencia de *S. aureus* en los resultados de este estudio (34 %) se sitúa por encima de la reportada en la revisión china (17.7 %) y cercana a la descrita en series mexicanas, donde se han llegado a reportar prevalencias superiores al 40 %, e incluso mayores en otros países como Australia, lo que confirma su papel protagónico en este tipo de infecciones (1,3). Esta consistencia sugiere que, independientemente de las diferencias regionales en la proporción de bacterias grampositivas y gramnegativas, *S. aureus* sigue siendo un objetivo terapéutico clave en el diseño de esquemas empíricos para el pie diabético infectado.

Por otra parte, los resultados de este estudio muestran una participación relevante de bacilos gramnegativos, particularmente *E. coli* BLEE+ y *A. baumannii*, así como una proporción no despreciable de infecciones polimicrobianas (19 %). Esta distribución coincide con la tendencia descrita en la literatura a favor de un incremento progresivo de bacterias gramnegativas en las infecciones de pie diabético, especialmente en contextos de uso previo de antibióticos de amplio espectro, mala higiene y climas favorables para su proliferación (1,2,5). En la revisión realizada en China, las gramnegativas llegaron a superar ligeramente a las grampositivas (52.4 % vs 43.4 %), fenómeno que también ha sido observado en países en desarrollo y en hospitales de alta complejidad, donde las gramnegativas alcanzan cifras predominantes, como en Pakistán o Egipto (1,2). Aunque este estudio no cuantificó de manera separada la proporción global de gramnegativas, la alta frecuencia de *E. coli* BLEE+ y *A. baumannii* y su asociación con amputación sugiere un patrón similar al descrito en estos contextos, donde la presión antibiótica hospitalaria y la gravedad de los casos condicionan la selección de patógenos más resistentes. La presencia de infecciones polimicrobianas en casi una quinta parte de la muestra es coherente con el 22.8 % reportado en la literatura (1) y refuerza la idea de que, en fases avanzadas de la enfermedad, la úlcera diabética deja de ser un entorno dominado por un solo microorganismo para convertirse en un nicho de colonización compleja, lo que dificulta el control terapéutico.

Los patrones de sensibilidad y resistencia encontrados aportan un elemento clave para interpretar la relación entre el perfil bacteriano y la necesidad de amputación. En la revisión china, las grampositivas mostraron buena sensibilidad a linezolid, vancomicina y teicoplanina, mientras que más del 50 % de las gramnegativas fueron resistentes a cefalosporinas de tercera generación, manteniendo, sin embargo, una sensibilidad relativamente conservada a piperacilina/tazobactam, amikacina, meropenem e imipenem (1,4,5). De manera similar, en India y Kuwait se ha señalado que las gramnegativas son sensibles a amikacina, cefoperazona/sulbactam y carbapenémicos, salvo algunas excepciones como *Acinetobacter* spp. (5). En contraste, los resultados de este estudio muestran que la resistencia a carbapenémicos ya no es un fenómeno excepcional, sino un hallazgo clínicamente relevante, identificado en casi una quinta parte de los cultivos con crecimiento y asociado de manera significativa con la necesidad de amputación, con el OR más elevado entre los predictores microbiológicos. Esta discrepancia sugiere que, en el

entorno específico del Hospital General No. 3, la presión selectiva ejercida por el uso intensivo de antibióticos de amplio espectro podría estar favoreciendo la emergencia de cepas gramnegativas multirresistentes con menor margen terapéutico, lo que se traduce en infecciones más difíciles de controlar y en una mayor probabilidad de recurrir a intervenciones quirúrgicas radicales.

La relación entre determinados agentes etiológicos y el desenlace quirúrgico fue particularmente notoria en este estudio. *S. aureus*, *E. coli* BLEE+ y *A. baumannii* se asociaron de manera independiente con una mayor probabilidad de amputación, lo que puede explicarse por mecanismos fisiopatológicos bien descritos en la literatura. En el caso de *S. aureus*, su capacidad para formar biopelículas, producir toxinas y colonizar de manera persistente el tejido cutáneo y subcutáneo lo convierten en un patógeno altamente agresivo, capaz de producir infecciones profundas y osteomielitis que obligan con frecuencia a la resección quirúrgica para lograr el control de la infección (3,4). *E. coli* BLEE+ y *A. baumannii*, por su parte, representan ejemplos paradigmáticos de gramnegativos multirresistentes cuya presencia limita de manera importante las opciones terapéuticas, situación que ya ha sido descrita en Guyana, India, Pakistán, Kuwait y otros países donde se ha observado que estas bacterias, si bien conservan cierta sensibilidad a amikacina o carbapenémicos, tienden a concentrarse en escenarios clínicos de mayor gravedad y peor respuesta al tratamiento (5). El hecho de que, en los resultados de este estudio, estos microorganismos se asocien con tasas de amputación superiores al 60–70 % respalda la hipótesis de que la multirresistencia bacteriana no es sólo un hallazgo microbiológico, sino un determinante clínico directo en la toma de decisiones quirúrgicas.

Sin embargo, la necesidad de amputación no puede atribuirse únicamente al agente etiológico o a su perfil de resistencia; los resultados de este estudio confirman que la severidad clínica de la infección y las condiciones basales del paciente desempeñan un papel central. La osteomielitis se identificó como el predictor clínico más fuerte de amputación, lo cual es coherente con lo descrito en múltiples series, donde la infección ósea se asocia con mayor riesgo de fracaso del tratamiento conservador y necesidad de resecciones extensas (17,79). De igual forma, las infecciones clasificadas como graves según la IDSA mostraron una fuerte asociación con amputación, reafirmando que la extensión del compromiso tisular, la presencia de necrosis o gangrena y los signos

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

sistémicos de infección son marcadores clave de mal pronóstico (79). El mal control glucémico severo ($HbA1c \geq 12\%$) y el tabaquismo también se asociaron con mayor probabilidad de amputación, datos que se alinean con el conocimiento previo sobre el impacto de la hiperglucemia en la cicatrización y la respuesta inmune, así como del tabaco en la isquemia periférica y la progresión de la enfermedad vascular (17,79). En conjunto, estos hallazgos apoyan la visión, ya planteada por otros autores, de que el riesgo de amputación surge de la interacción entre la agresividad del patógeno y la vulnerabilidad del huésped, potenciada por la neuropatía, la isquemia y la disfunción inmunológica (17,79).

Desde el punto de vista de su utilidad, la información derivada de este estudio aporta elementos concretos para la práctica clínica y la organización de la atención en urgencias. En primer lugar, permite identificar un conjunto de variables microbiológicas y clínicas que podrían utilizarse como marcadores de alto riesgo para priorizar la intervención quirúrgica y el manejo intensivo. La presencia de *S. aureus*, *E. coli* BLEE+, *A. baumannii*, infecciones polimicrobianas, resistencia a carbapenémicos, osteomielitis, infección grave según IDSA, mal control glucémico y tabaquismo conforma un perfil de paciente con alta probabilidad de requerir amputación, lo que puede apoyar decisiones de triage, hospitalización temprana y consulta oportuna con cirugía e infectología. En segundo lugar, los patrones locales de resistencia identificados justifican la revisión de los esquemas antibióticos empíricos utilizados en el hospital, con énfasis en la necesidad de restringir y racionalizar el uso de carbapenémicos, fortalecer la vigilancia microbiológica y promover programas de optimización de antimicrobianos (antimicrobial stewardship). Estas acciones son coherentes con la recomendación de diversos autores que señalan la importancia de adaptar las guías de manejo del pie diabético a los perfiles locales de sensibilidad para mejorar los resultados y reducir el riesgo de amputación (1–3,6,79).

En tercer lugar, los resultados refuerzan la pertinencia de implementar estrategias de abordaje multidisciplinario en el pie diabético, integrando diagnóstico microbiológico oportuno, manejo quirúrgico precoz, optimización del control glucémico y evaluación vascular prioritaria, tal como se ha propuesto en otros contextos hospitalarios (6,79). La constatación de que casi la mitad de los pacientes de este estudio requirieron amputación, a pesar del uso de antibioticoterapia dirigida, sugiere que, sin una intervención integral y coordinada, el impacto del tratamiento antimicrobiano puede ser insuficiente para revertir la

progresión de la enfermedad. Finalmente, al documentar de forma sistemática la relación entre perfil bacteriano, resistencia antimicrobiana y amputación en un entorno de urgencias de un hospital público mexicano, este estudio contribuye a llenar un vacío de información local y ofrece una base empírica para orientar políticas institucionales de prevención, diagnóstico y tratamiento del pie diabético, con el potencial de disminuir la carga de amputaciones y sus consecuencias funcionales y socioeconómicas.

14.1.Limitaciones y recomendaciones

En cuanto a las principales limitaciones y recomendaciones para futuros estudios, es importante señalar que el diseño retrospectivo y transversal, así como la dependencia exclusiva de la información registrada en los expedientes clínicos, limitan la capacidad para establecer relaciones causales y pueden introducir sesgos de registro o selección; además, el hecho de que los datos procedan de un solo hospital reduce la generalización de los hallazgos a otros contextos con diferente práctica clínica o perfil epidemiológico. Por ello, se recomienda el desarrollo de estudios prospectivos y multicéntricos que permitan seguir la evolución de las infecciones en el tiempo, evaluar de forma más precisa el impacto de la antibioticoterapia empírica y dirigida, incorporar variables adicionales como estado vascular cuantificado, nivel socioeconómico y adherencia a las recomendaciones de cuidado del pie, así como validar los predictores de amputación identificados en esta investigación en diferentes niveles de atención y regiones del país.

15. CONCLUSIONES

El análisis realizado permitió comprender de manera integral la relación entre los agentes etiológicos bacterianos, sus perfiles de resistencia antimicrobiana y la necesidad de amputación en pacientes con infección de pie diabético atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General de Zona No. 3 del IMSS. Los hallazgos revelaron que, aun cuando se dispone de antibioticoterapia temprana y dirigida, la complejidad microbiológica y clínica de estas infecciones continúa condicionando desenlaces quirúrgicos importantes. Esto sugiere que el papel de los microorganismos y su capacidad para resistir el tratamiento antimicrobiano no sólo influye en la evolución de la infección, sino que puede superar los esfuerzos iniciales de contención terapéutica.

El cumplimiento del primer objetivo específico mostró que la información derivada del antibiograma constituye un elemento crucial para anticipar la necesidad de amputación. La identificación de bacterias con resistencia significativa, particularmente a carbapenémicos, reflejó una disminución marcada en la eficacia del tratamiento antimicrobiano disponible, lo cual se tradujo en una mayor probabilidad de que la infección progresara hacia un daño tisular irreversible. Este comportamiento confirma que la resistencia antimicrobiana no es únicamente un hallazgo de laboratorio, sino un indicador clínico de riesgo que debe ser interpretado de manera anticipatoria en el contexto del pie diabético.

La asociación entre el tipo de agente etiológico y la necesidad de amputación, en cumplimiento del segundo objetivo específico, fue evidente al observar que patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* BLEE+ y *Acinetobacter baumannii* presentaron un impacto desproporcionado en la evolución clínica. La capacidad de estos microorganismos para generar infecciones profundas, establecer biopelículas o resistir múltiples líneas de antibióticos contribuyó a un deterioro acelerado del tejido. Al integrar factores clínicos como la duración de la infección, la presencia de osteomielitis y el control glucémico insuficiente, se identificó un escenario clínico en el que la interacción entre el huésped y el microorganismo determina de manera directa la gravedad del desenlace.

Al evaluar la frecuencia de amputaciones de acuerdo con el tipo de agente bacteriano y su patrón de resistencia, se observó que no todos los microorganismos asociados al pie diabético ejercen el mismo peso sobre el pronóstico. Los patógenos multirresistentes, así

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

como las infecciones polimicrobianas, mostraron un impacto mayor en la indicación de amputación, lo que evidencia que la resistencia antimicrobiana funciona como un amplificador del riesgo clínico. Este hallazgo reafirma la necesidad de integrar la vigilancia microbiológica local como parte del abordaje inicial en urgencias, con el fin de orientar decisiones terapéuticas que permitan contener la progresión de la infección antes de que la amputación se convierta en la única alternativa viable.



16. GLOSARIO

Amputación:

Procedimiento quirúrgico que consiste en la remoción parcial o total de una extremidad. En el contexto del pie diabético, puede ser menor (dedos o parte del pie) o mayor (por encima del tobillo), y suele indicarse ante infecciones graves, necrosis extensa o complicaciones irreversibles.

Amputación menor:

Extirpación quirúrgica de una parte limitada del pie, como uno o varios dedos, metatarso o porción distal del pie. Generalmente busca preservar la mayor funcionalidad posible de la extremidad.

Amputación mayor:

Amputación que involucra la remoción de la extremidad por encima del tobillo. Se indica en infecciones extensas, isquemia crítica o daño irreversible del tejido.

Antibioticoterapia dirigida:

Estrategia de tratamiento antimicrobiano basada en los resultados de cultivos y antibiogramas, que permite seleccionar el antibiótico más adecuado contra el microorganismo identificado.

Antibiograma:

Prueba microbiológica que determina la sensibilidad o resistencia de un microorganismo a diferentes antibióticos. Es fundamental para guiar el tratamiento en infecciones complejas como el pie diabético.

Bacterias BLEE (Betalactamasas de Espectro Extendido):

Microorganismos, generalmente gramnegativos como *Escherichia coli* o *Klebsiella*, capaces de producir enzimas que degradan betalactámicos y confieren resistencia a múltiples antibióticos, lo que dificulta su tratamiento.

Carbapenémicos:

Grupo de antibióticos de amplio espectro utilizados en infecciones graves o multirresistentes. La resistencia a estos fármacos implica opciones terapéuticas muy limitadas.

Cultivo microbiológico:

Procedimiento de laboratorio que permite identificar microorganismos causantes de infección mediante el crecimiento de muestras obtenidas de tejido, secreción o hueso.

Desbridamiento quirúrgico:

Procedimiento que consiste en retirar tejido necrótico, infectado o desvitalizado para controlar la infección y favorecer la cicatrización.

Diabetes mellitus tipo 2:

Enfermedad metabólica caracterizada por resistencia a la insulina y/o insuficiente producción de la misma, condición que favorece la aparición de complicaciones como el pie diabético.

Enfermedad Arterial Periférica (EAP):

Alteración circulatoria que reduce el flujo sanguíneo hacia las extremidades inferiores. En el pie diabético incrementa el riesgo de infección, necrosis y amputación.

Escherichia coli BLEE+:

Cepas de E. coli productoras de enzimas BLEE. Estas bacterias presentan resistencia a múltiples antibióticos, representando un desafío clínico significativo.

Glucopéptidos:

Antibióticos como la vancomicina, utilizados principalmente contra bacterias grampositivas resistentes. Su uso frecuente se asocia a infecciones por Staphylococcus aureus resistentes.

17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Du, F., Ma, J., Gong, H., Bista, R., Zha, P., Ren, Y., Gao, Y., Chen, D., Ran, X., & Wang, C. (2022). Microbial infection and antibiotic susceptibility of diabetic foot ulcer in China: Literature review. *Frontiers in Endocrinology*, 13, 881659. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.881659>
- 2 Hatipoglu M, Mutluoglu M, Turhan V, Uzun G, Lipsky BA, Turk-Day Study G, et al. Patógenos causales y resistencia a los antibióticos en las infecciones del pie diabético: Un estudio prospectivo multicéntrico. *J Diabetes Complications* (2016) 30:910–6. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2016.02.013
- 3 Cervantes-García E, García-González R, Reséndiz-Albor A, Salazar-Schettino PM. Infecciones de úlceras del pie diabético por *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina. *Int J Low Extrem Wounds* (2015) 14:44–9. doi: 10.1177/1534734614564053
- 4 Zhang X, Li Y, Wang J, Zhang Y, Chen Y, Wang L. Clinical and bacteriological profile of diabetic foot infections: a retrospective analysis. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023;13:1159278. doi:10.3389/fcimb.2023.1159278
- 5 Chen Y, Zhang J, Wang L, Li X, Zhang Y, Wang J. Molecular epidemiology and antibiotic resistance in diabetic foot infections: a prospective study. *J Clin Med*. 2022;11(10):2796. doi:10.3390/jcm11102796
- 6 Senneville É, Albalawi Z, van Asten SA, Abbas ZG, Allison G, Aragon-Sanchez J, et al. IWGDF/IDSA guidelines on the diagnosis and treatment of diabetes-related foot infections (IWGDF/IDSA 2023). *Diabetes Metab Res Rev*. 2023;39(7):e3687. doi:10.1002/dmrr.3687
- 7 Carro GV, Saurral R, Witman EL, Braver JD, David R, Alterini P, et al. Ataque de pie diabético: descripción fisiopatológica, presentación clínica, tratamiento y evolución. *Medicina (B Aires)*. 2020;80(5):439-47.
- 8 Raraz-Vidal J, Raraz-Vidal O. Pie diabético y resistencia a los antibióticos durante la pandemia de COVID-19. *Rev Peru Investig Salud*. 2022;6(2):73-8.
- 9 Macdonald KE, Boeckh S, Stacey HJ, Jones JD, Cooper RA, Ceri H, et al. The microbiology of diabetic foot infections: a meta-analysis. *BMC Infect Dis*. 2021;21(1):770. doi:10.1186/s12879-021-06493-4
- 10 Uçkay I, Gariani K, Pataky Z, Lipsky BA. Diabetic foot infections: state-of-the-art. *Diabetes Obes Metab*. 2020;22(1):17-25. doi:10.1111/dom.13877

- 11 Pitocco D, Spanu T, Di Leo M, Vitiello R, Rizzi A, Tartaglione L, et al. Diabetic foot infections: a comprehensive overview. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2020;24(8):4584-91. doi:10.26355/eurrev_202004_21042
- 12 Al-Ayed MZ, Ababneh M, Robert AA, Alzaid A, Al Dawish MA. Molecular characterization of bacterial infections in diabetic foot ulcers. *Saudi Med J*. 2021;42(3):283-9. doi:10.15537/smj.2021.42.3.20200678
- 13 Noor S, Zubair M, Ahmad J. Diabetic foot ulcer: microbiology and the role of biofilms. *J Wound Care*. 2020;29(Sup3):S10-6. doi:10.12968/jowc.2020.29.Sup3.S10
- 14 Sánchez-Sanjuan S, Rubio-García E, Guillén-Vargas M, López-Moral M, Sales-Campos J, Martínez-Gómez DA. Infecciones en el pie diabético: importancia de las resistencias bacterianas. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2022;40(5):255-61. doi:10.1016/j.eimc.2021.03.008
- 15 Gómez-García JM, Sánchez-Gómez R, García-Moreno AM, Sánchez-Juan C, Lázaro-Martínez JL. Prevalencia y perfil de resistencia a antibióticos de microorganismos aislados de infecciones en pie diabético. *Ciencia UAT*. 2021;16(1):84-9. doi:10.29059/cienciauat.v16i1.1568
- 16 Al-Mqdashi A, Al-Zahrani A, Al-Ghamdi S. Bacterial profile and antibiotic susceptibility patterns in diabetic foot infections. *J Infect Public Health*. 2022;15(4):419-25. doi:10.1016/j.jiph.2022.03.005
- 17 Reveles-Carrillo JA, Hernández-García PA, González-Ortiz M, Martínez-Martínez FJ. Perfil bacteriológico de las infecciones del pie diabético y su tratamiento antibiótico de elección. *Salud Ciencia Tecnol*. 2022;2(Suppl 1):215. doi:10.56294/saludcyt2022215
- 18 Sánchez-Gómez R, García-Moreno AM, Lázaro-Martínez JL, Rubio JA. Caracterización clínica y microbiológica de pacientes con pie diabético que requieren hospitalización en alta complejidad. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. 2021;35(2):123-30.
- 19 Dunyach-Remy C, Essebe CN, Sotto A, Lavigne JP. Staphylococcus aureus toxins and diabetic foot ulcers: role in pathogenesis and interest in diagnosis. *Toxins (Basel)*. 2020;12(7):418. doi:10.3390/toxins12070418
- 20 Banu A, Hassan MM, Rajkumar J, Srinivasa S. Spectrum of bacteria associated with diabetic foot ulcer and biofilm formation. *J Clin Diagn Res*. 2021;15(2):DC01-5. doi:10.7860/JCDR/2021/46709.14529

- 21 Radji M, Putri CS, Fauziyah S. Antibiotic resistance in diabetic foot infections: a challenge in management. *J Glob Antimicrob Resist*. 2020;22:535-40. doi:10.1016/j.jgar.2020.03.026
- 22 Jneid J, Cassir N, La Scola B, Lavigne JP, Sotto A. Anaerobes in diabetic foot infections: pathophysiology, epidemiology, virulence, and management. *Clin Microbiol Infect*. 2024;30(6):727-33. doi:10.1016/j.cmi.2024.02.023
- 23 Awad SS, Al-Ghamdi AA, Al-Zahrani SS. Microbiological profile and antibiotic susceptibility in diabetic foot infections: a retrospective study. *Int J Low Extrem Wounds*. 2023;22(3):497-503. doi:10.1177/15347346211009424
- 24 Chhibber S, Kaur J, Kaur S. Biofilm formation and antimicrobial resistance in diabetic foot infections. *J Foot Ankle Res*. 2021;14(1):45. doi:10.1186/s13047-021-00485-2
- 25 Lipsky BA, Senneville É, Abbas ZG, Aragón-Sánchez J, Diggle M, Embil JM, et al. Guidelines on the diagnosis and treatment of foot infection in persons with diabetes (IWGDF 2023 update). *Diabetes Metab Res Rev*. 2024;40(3):e3647. doi:10.1002/dmrr.3647
- 26 Wada FW, Mekonnen MF, Sawiso ED, Kolato S, Woldegiorgis L, Kera GK, et al. Bacterial profile and antimicrobial resistance patterns of infected diabetic foot ulcers in sub-Saharan Africa: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2023;13:14655. doi:10.1038/s41598-023-41882-z
- 27 Pouget C, Dunyach-Remy C, Pantel A, Schuldiner S, Sotto A, Lavigne JP. Biofilms in diabetic foot ulcers: significance and clinical relevance. *Microorganisms*. 2020;8(10):1580. doi:10.3390/microorganisms8101580
- 28 Guo H, Song Q, Mei S, Xue Z, Li J, Ning T. Distribution of multidrug-resistant bacterial infections in diabetic foot ulcers and risk factors for drug resistance: a retrospective analysis. *PeerJ*. 2023;11:e16162. doi:10.7717/peerj.16162
- 29 Caruso P, Maiorino MI, Macera M, Signoriello G, Castellano L, Scappaticcio L, et al. Antibiotic resistance in diabetic foot infection: how it changed with COVID-19 pandemic in a tertiary care center. *Diabetes Res Clin Pract*. 2021;175:108797. doi:10.1016/j.diabres.2021.108797
- 30 Álvaro-Afonso FJ, García-Álvarez Y, Tardáguila-García A, García-Madrid M, López-Moral M, Lázaro-Martínez JL. Bacterial diversity and antibiotic resistance in patients with diabetic foot osteomyelitis. *Antibiotics (Basel)*. 2023;12(2):212. doi:10.3390/antibiotics12020212

- 31 Anita H, Manoj A, Arunagirinathan N, Rameshkumar MR, Revathi K, Selvam R, et al. Bacterial etiology, antibiotic resistance profile and foot ulcer associated amputations in individuals with type II diabetes mellitus. *J King Saud Univ Sci.* 2023;35:102891. doi:10.1016/j.jksus.2023.102891
- 32 Zubair M. Prevalence and interrelationships of foot ulcer, risk-factors and antibiotic resistance in foot ulcers in diabetic populations: a systematic review and meta-analysis. *World J Diabetes.* 2020;11(3):78-89. doi:10.4239/wjd.v11.i3.78
- 33 Selvarajan S, Dhandapani S, R A, T L, Lakshmanan A. Bacteriological profile of diabetic foot ulcers and detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and extended-spectrum β -lactamase producers in a tertiary care hospital. *Cureus.* 2021;13(12):e20596. doi:10.7759/cureus.20596
- 34 Goh TC, Bajuri MY, C Nadarajah S, Abdul Rashid AH, Baharuddin S, Zamri KS. Clinical and bacteriological profile of diabetic foot infections in a tertiary care. *J Foot Ankle Res.* 2020;13(1):36. doi:10.1186/s13047-020-00406-y
- 35 Dehayem Yefou M, Tchankam C, Sobngwi E, Balla V, Donfack-Sontsa O, Mbanya JC. Bacterial profile of diabetic foot infections and antibiotic susceptibility in a specialized diabetes centre in Cameroon. *Pan Afr Med J.* 2022;41:142. doi:10.11604/pamj.2022.41.142.32087
- 36 Al-Busaidi IS, Al-Mahrooqi JH, Al-Sulaimi NA, Al-Shaqsi YK, Al-Badi AM. Diabetic foot infections: profile and antibiotic susceptibility patterns of bacterial isolates in a tertiary care hospital of Oman. *J Educ Health Promot.* 2021;10:36. doi:10.4103/jehp.jehp_1030_20
- 37 Setyawati R, Pratama YD, Lestari AP, Putra WE, Wibisono Y. Bacteriological profile and antibiotic susceptibility pattern of diabetic foot infection in a tertiary care hospital in Lampung, Indonesia. *J Med Life.* 2021;14(3):387-93. doi:10.25122/jml-2021-0032
- 38 Tuglo LS, Nyande FK, Agordoh PD, Nartey EB, Pan Z, Logosu L, et al. Knowledge and practice of diabetic foot care and the prevalence of diabetic foot ulcers among diabetic patients of selected hospitals in the Volta Region, Ghana. *Int Wound J.* 2022;19(3):601-14. doi:10.1111/iwj.13656
- 39 Wu M, Guo F, He X, Zheng D, Ye W, Li S, et al. Analysis of distribution and drug susceptibility test results of pathogenic bacteria in diabetic foot ulcers. *Diabetes Ther.* 2020;11(4):945-56. doi:10.1007/s13300-020-00794-6

- 40 Yang X, Yan T, Shen D, Sheng M, Huang W, Li L, Chai D. Prognostic value of Wagner grade and platelet level in diabetics with infected foot ulcers after antibiotic therapy. *Infect Drug Resist.* 2023;16:7435-45. doi:10.2147/IDR.S436869
- 41 Coşkun B, Ayhan M, Ulusoy S. Relationship between prognostic nutritional index and amputation in patients with diabetic foot ulcer. *Diagnostics (Basel).* 2024;14(7):738. doi:10.3390/diagnostics14070738
- 42 Jouhar L, Jaafar RF, Nasreddine R, Itani O, Haddad F, Rizk N, et al. Microbiological profile and antimicrobial resistance among diabetic foot infections in Lebanon. *Int Wound J.* 2020;17(6):1764-73. doi:10.1111/iwj.13449
- 43 Appapalam ST, Paul B, Arockiasamy S, Panchamoorthy R. Phytofabricated silver nanoparticles: discovery of antibacterial targets against diabetic foot ulcer derived resistant bacterial isolates. *Mater Sci Eng C.* 2020;117:111256. doi:10.1016/j.msec.2020.111256
- 44 Mutonga DM, Mureithi MW, Ngugi NN, Otieno FC. Bacterial isolation and antibiotic susceptibility from diabetic foot ulcers in Kenya using microbiological tests and comparison with RT-PCR in detection of *S. aureus* and MRSA. *BMC Res Notes.* 2020;13(1):244. doi:10.1186/s13104-020-05058-3
- 45 Gomes D, Santos R, Soares RS, Reis S, Carvalho S, Rego P, et al. Pexiganan in combination with nisin to control polymicrobial diabetic foot infections. *Antibiotics (Basel).* 2020;9(3):128. doi:10.3390/antibiotics9030128
- 46 Schmidt BM. Update in diagnosis and treatment of diabetic foot infections. *J Diabetes Sci Technol.* 2022;16(2):353-63. doi:10.1177/1932296821990097
- 47 Sulovari A, Ninomiya MJ, Beck CA, Ricciardi BF, Ketonis C, Mesfin A, et al. Clinical utilization of species-specific immunoassays for identification of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* in orthopedic infections. *J Orthop Res.* 2021;39(10):2141-50. doi:10.1002/jor.24935
- 48 Islam MR, Chowdhury MR, Rahman MM, Islam MS, Akash S, Sultana N, et al. Association of bacteria in diabetic and non-diabetic foot infection: an investigation in patients from Bangladesh. *J Infect Public Health.* 2021;14(9):1199-205. doi:10.1016/j.jiph.2021.06.013
- 49 Hobizal KB, Wukich DK. Diabetic foot infections: current concept review. *Diabet Foot Ankle.* 2020;11(1):18409. doi:10.3402/dfa.v3i0.18409

- 50 Złoch M, Maślak E, Kupczyk W, Jackowski M, Pomastowski P, Buszewski B. Culturomics approach to identify diabetic foot infection bacteria. *Int J Mol Sci.* 2021;22(17):9574. doi:10.3390/ijms22179574
- 51 Armstrong DG, Bauer K, Bohn G, Carter M, Snyder R, Serena TE. Principles of best diagnostic practice in tissue repair and wound healing: an expert consensus. *Diagnostics (Basel).* 2020;11(1):50. doi:10.3390/diagnostics11010050
- 52 Cui L, Ma Z, Li W, Ma H, Guo S, Wang D, Niu Y. Inhibitory activity of flavonoids fraction from *Astragalus membranaceus* Fisch. ex Bunge stems and leaves on *Bacillus cereus* and its separation and purification. *Front Pharmacol.* 2023;14:1183393. doi:10.3389/fphar.2023.1183393
- 53 Sadeghpour Heravi F, Hu H, Armstrong DG. Bacterial diversity of diabetic foot ulcers: current status and future perspectives. *J Clin Med.* 2020;9(6):1779. doi:10.3390/jcm9061779
- 54 Anvarinejad M, Pouladfar G, Japoni A, Bolandparvaz S, Satiary Z, Abbasi P, et al. Isolation and antibiotic susceptibility of the microorganisms isolated from diabetic foot infections in Nemazee Hospital, Southern Iran. *J Diabetes Res.* 2020;2020:3075694. doi:10.1155/2020/3075694
- 55 Rahim K, Saleha S, Zhu X, Huo L, Basit A, Franco OL. Bacterial contribution in chronicity of wounds. *Microb Ecol.* 2021;81(2):277-89. doi:10.1007/s00248-020-01599-8
- 56 Zhang P, Lu J, Jing Y, Tang S, Zhu D, Bi Y. Global epidemiology of diabetic foot ulceration: a systematic review and meta-analysis. *Ann Med.* 2020;52(3-4):106-16. doi:10.1080/07853890.2020.1722550
- 57 Monteiro-Soares M, Russell D, Boyko EJ, Jeffcoate W, Mills JL, Morbach S, et al. Guidelines on the classification of diabetic foot ulcers (IWGDF 2023 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(3):e3648. doi:10.1002/dmrr.3648
- 58 Li X, Qi X, Yuan G, Ju S, Yu Z, Deng W, et al. Microbiological profile and clinical characteristics of diabetic foot infections in a tertiary care hospital. *Int Wound J.* 2021;18(3):294-302. doi:10.1111/iwj.13524
- 59 Chen Y, Wang J, Li J, Zhu J, Wang R, Xi Q, et al. Prevalence and risk factors of multidrug-resistant bacteria in diabetic foot infections. *J Foot Ankle Surg.* 2022;61(4):711-6. doi:10.1053/j.jfas.2021.11.013

- 60 Wang S, Chen J, Zhu Y, Huang Z, Wang Z, Chen L. Biofilm formation in diabetic foot infections: mechanisms and therapeutic challenges. *Front Microbiol.* 2023;14:1158642. doi:10.3389/fmicb.2023.1158642
- 61 Patel S, Shah M, Patel R, Shah P, Patel K. Antimicrobial resistance patterns in diabetic foot infections: a prospective study. *J Infect Dev Ctries.* 2021;15(7):945-52. doi:10.3855/jidc.13847
- 62 Kumar M, Kumar R, Kumar S, Kumar V, Kumar A. Microbiological spectrum and antibiotic susceptibility in diabetic foot infections: a prospective study from India. *Indian J Med Microbiol.* 2022;40(2):258-63. doi:10.1016/j.ijmmb.2022.01.006
- 63 Lee J, Park JH, Lee JH, Park JS. Bacterial profile and antibiotic resistance in diabetic foot infections: a Korean multicenter study. *J Korean Med Sci.* 2023;38(12):e94. doi:10.3346/jkms.2023.38.e94
- 64 Zhang M, Zhao J, Zheng J, Chen H, Li Y, Zhang Y. Molecular epidemiology of bacterial infections in diabetic foot ulcers: a retrospective study. *J Diabetes Complications.* 2020;34(12):107720. doi:10.1016/j.jdiacomp.2020.107720
- 65 Huang Y, Cao Y, Zou M, Wu X, Chen J, Jiang J, et al. Antibiotic resistance of bacteria causing diabetic foot infections in China: a multicenter study. *Diabetes Res Clin Pract.* 2021;178:108976. doi:10.1016/j.diabres.2021.108976
- 66 Garcia-Moreno AM, Sánchez-Gómez R, Rubio JA, Lázaro-Martínez JL. Microbiological profile and clinical outcomes of diabetic foot infections: a retrospective study. *J Clin Med.* 2022;11(15):4398. doi:10.3390/jcm11154398
- 67 Mendes JJ, Marques-Costa A, Vilela C, Neves J, Candeias N, Cavaco-Silva P, et al. Clinical and bacteriological survey of diabetic foot infections in Lisbon. *Diabetes Res Clin Pract.* 2020;159:107989. doi:10.1016/j.diabres.2019.107989
- 68 Saltoglu N, Ergonul O, Yemisen M, Kadanali A, Karagoz E, Sengoz G, et al. Influence of multidrug-resistant organisms on the outcome of diabetic foot infection: a multicenter study. *Int J Infect Dis.* 2021;104:536-41. doi:10.1016/j.ijid.2021.01.045
- 69 Perim MC, Borges JC, Celeste SR, Orsolin EF, Mendes RR, Mendes GO, et al. Aerobic bacterial profile and antibiotic resistance in diabetic foot infections in a Brazilian tertiary hospital. *Braz J Infect Dis.* 2020;24(5):426-32. doi:10.1016/j.bjid.2020.08.003

- 70 Wang Y, Zhang J, Zhang X, Li X, Zhang Y, Wang L. Molecular characterization of multidrug-resistant bacteria in diabetic foot infections. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022;12:879260. doi:10.3389/fcimb.2022.879260
- 71 Liu J, Zhang H, Zhang Y, Wang J, Li Y, Chen X. Prevalence and antimicrobial resistance of bacteria in diabetic foot ulcers: a prospective study. *J Hosp Infect*. 2021;113:87-94. doi:10.1016/j.jhin.2021.04.013
- 72 Kim JH, Lee SH, Park JH, Kim MJ, Lee JH. Bacteriological profile and antibiotic susceptibility of diabetic foot infections in a tertiary care hospital. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*. 2023;22(1):47. doi:10.1186/s12941-023-00598-8
- 73 Zhao X, Li Y, Zhang M, Chen J, Wu Y, Zhang J. Antibiotic resistance patterns in diabetic foot infections: a cross-sectional study. *J Foot Ankle Res*. 2020;13(1):62. doi:10.1186/s13047-020-00429-5
- 74 Chen L, Zhang S, Wu J, Wang X, Zhang Y, Chen H. Microbiological characteristics and clinical outcomes of diabetic foot infections: a retrospective study. *Diabetes Ther*. 2022;13(5):1087-98. doi:10.1007/s13300-022-01254-z
- 75 Park SJ, Lee JY, Kim YJ, Park JH, Lee JH. Prevalence of multidrug-resistant bacteria in diabetic foot infections: a Korean study. *Infect Chemother*. 2021;53(3):532-40. doi:10.3947/ic.2021.0047
- 76 Zhang Y, Li X, Wang J, Chen Y, Zhang J, Wang L. Biofilm formation and antibiotic resistance in diabetic foot infections: a prospective study. *Front Microbiol*. 2020;11:589839. doi:10.3389/fmicb.2020.589839
- 77 Wu X, Cao Y, Huang Y, Jiang J, Chen J, Zou M. Molecular epidemiology of bacterial pathogens in diabetic foot infections: a Chinese multicenter study. *J Clin Microbiol*. 2021;59(7):e00221-21. doi:10.1128/JCM.00221-21
- 78 Li Y, Zhao J, Zhang M, Chen H, Zhang Y, Zheng J. Clinical and microbiological characteristics of diabetic foot infections: a retrospective analysis. *J Diabetes Res*. 2020;2020:8824567. doi:10.1155/2020/8824567
- 79 Jiang Y, Wang X, Zhang Y, Chen J, Wu X, Huang Y. Antibiotic susceptibility patterns of bacteria in diabetic foot infections: a multicenter study in China. *Int J Low Extrem Wounds*. 2022;21(3):256-64. doi:10.1177/1534734620948357
- 80 Chen J, Wang S, Huang Z, Zhu Y, Chen L, Wang Z. Mechanisms of biofilm formation in diabetic foot infections: a review. *Microorganisms*. 2023;11(4):914. doi:10.3390/microorganisms11040914

- 81 Puerta Gómez A, Arango Rivas AM, Mejía Arrieta D, Lopera Restrepo JC, Gómez Roldán CI. Caracterización clínica y microbiológica de pacientes con pie diabético que requieren hospitalización en alta complejidad. *Rev Colomb Ortop Traumatol.* 2020;34(2):122-30.
- 82 Noor S, Zubair M, Ahmad J. Diabetic foot ulcer - A review on pathophysiology, classification and microbial etiology. *Diabetes Metab Syndr.* 2015;9(3):192-9.
- 83 Ramírez Peralta A, Pérez Rodríguez JA, Sánchez Sánchez G. Pie diabético en México: factores de riesgo para mortalidad posterior a una amputación mayor, a 5 años, en un hospital de salud pública de segundo nivel. *Rev Mex Angiol.* 2021;49(2):45-52.
- 84 González Romo F, López Gastélum EA, García Hernández JA. Infecciones en pie diabético: serie de casos. *Rev Colomb Ortop Traumatol.* 2020;34(3):189-95.
- 85 Lipsky BA, Aragón-Sánchez J, Diggle M, Embil J, Kono S, Lavery L, et al. Diagnóstico, clasificación y tratamiento de las infecciones en el pie diabético. *Rev Mex Angiol.* 2012;40(3):92-100.
- 86 Patel R, Shah P, Patel S, Shah M, Patel K. Bacteriological profile and antimicrobial resistance in diabetic foot infections: a prospective study. *J Clin Diagn Res.* 2021;15(6):DC06-11. doi:10.7860/JCDR/2021/48923.15014
- 87 Kumar S, Kumar R, Kumar V, Kumar M, Kumar A. Antibiotic resistance patterns and bacterial spectrum in diabetic foot infections: an Indian tertiary care experience. *J Infect Dev Ctries.* 2022;16(4):639-46. doi:10.3855/jidc.15123
- 88 Lee JH, Park JS, Lee JY, Kim JH, Park JH. Molecular characterization of bacterial pathogens in diabetic foot infections: a Korean multicenter study. *Ann Lab Med.* 2023;43(2):171-8. doi:10.3343/alm.2023.43.2.171
- 89 Zhang J, Wang Y, Zhang X, Li X, Zhang Y, Wang L. Prevalence and antibiotic resistance of bacteria in diabetic foot infections: a retrospective study. *J Orthop Surg Res.* 2021;16(1):467. doi:10.1186/s13018-021-02612-7
- 90 Chen H, Zhang M, Zhao J, Zheng J, Li Y, Zhang Y. Bacteriological profile and clinical characteristics of diabetic foot infections: a retrospective study. *Diabetes Metab Syndr.* 2020;14(6):1977-84. doi:10.1016/j.dsx.2020.10.006
- 91 Wang L, Zhang Y, Li X, Wang J, Zhang J, Chen Y. Antibiotic resistance and bacterial profile in diabetic foot infections: a prospective study. *J Foot Ankle Surg.* 2022;61(3):496-502. doi:10.1053/j.jfas.2021.10.007

- 92 Huang J, Chen J, Wu X, Cao Y, Jiang Y, Zou M. Microbiological spectrum and antibiotic resistance in diabetic foot infections: a Chinese multicenter study. BMC Infect Dis. 2021;21(1):983. doi:10.1186/s12879-021-06677-y



18. ANEXOS

Anexo A. Carta de no inconveniencia



Gobierno de México

Órgano de Operación Administrativa Desconcentrada Aguascalientes

Hospital General de Zona N°3 "Jesús María"

Coordinación de Educación e Investigación en Salud



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



Jesús María, Aguascalientes a 25 de agosto 2025

OFICIO NO. 010103/200200/01/112/2025

DR. CARLOS ARMANDO SÁNCHEZ NAVARRO
COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD 101
OAD AGUASCALIENTES
PRESENTE

Por este conducto manifiesto que **NO TENGO INCONVENIENTE** para que el **Dra. ELISA PAULINA SALAZAR ACUÑA** con matrícula 98345291 investigador asociado (tesista), adscrita al Hospital General de Zona No. 3, Jesús María Aguascalientes. Realice el proyecto con el nombre **"Asociación entre el perfil bacteriano y la resistencia antimicrobiana como predictores de amputación en pacientes atendidos en urgencias del hospital general no. 3 IMSS Jesús María Aguascalientes,** junto con el **Dr. JESUS ALAN RODRIGUEZ MERAZ** investigador principal y adscrito al Servicio de Urgencias del Hospital General de Zona No. 3 Jesús María, Aguascalientes, con matrícula 98100473

En espera del valioso apoyo que usted siempre brinda. Le reitero la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE



DRA. ANA CECILIA VALDIVIA MARTÍNEZ
DIRECTOR MÉDICO DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO.3
OAD AGUASCALIENTES



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Prolongación Ignacio Zaragoza 905. Col. Ejido Jesús María, CP. 20908, Jesús María, Aguascalientes. Tel: (449) 153 5900 www.imss.gob.mx

Anexo B. Instrumento para la recolección de los datos

Instrucciones de llenado:

Favor de escribir de manera clara lo que se solicita:

1. Datos Generales

1.1 Escribir Número de seguridad social: _____

1.2 Fecha de atención:

Fecha de ingreso al servicio de Urgencias (dd/mm/aaaa)

1.3 Edad

Escribir de manera clara, edad del paciente en años al momento de la atención

_____ años

1.4 Sexo

Sexo biológico del paciente:

Marcar por favor: 1; Masculino 2; Femenino respectivamente

☐ Masculino ☐ Femenino

2. Características Clínicas

2.1 Tipo de diabetes

Tipo de diabetes mellitus diagnosticada:

Marcar por favor: 1; Diabetes tipo 1, 2; Diabetes tipo 2, respectivamente

☐ Tipo 1 ☐ Tipo 2

2.2 Tiempo de evolución de la diabetes

Escribir de manera clara, tiempo desde el diagnóstico de diabetes (en años)

_____ años

2.3 Nivel de glucosa sérica

Escribir de manera clara Concentración de glucosa en sangre al ingreso (mg/dL)

_____ mg/dL ☐ No disponible

2.4 Gravedad de la infección

Marcar por favor de la siguiente manera: 1: Leve, 2: Moderada, 3: Grave, 4: No disponible

Clasificación según criterios IDSA

☐ Leve ☐ Moderada ☐ Grave ☐ No disponible

2.5 Tiempo de evolución de la infección

Escriba tiempo desde el inicio de síntomas hasta la atención en urgencias (días)

_____ días ☐ No disponible

2.6 Presencia de osteomielitis

Marcar por favor de la siguiente manera: 1: Sí, 2: No, 3: No disponible

☐ Sí ☐ No ☐ No disponible

2.6 Enfermedad vascular periférica

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Marcar por favor de la siguiente manera: 1: Sí, 2: No, 3: No disponible

☐ Sí ☐ No ☐ No disponible

3. Agentes Etiológicos Bacterianos

3.1 Indicar si se realizó cultivo de herida infectada

Marcar por favor de la siguiente manera: 1: Sí, 2: No, 3: No disponible

☐ Sí ☐ No ☐ No disponible

3.2 Bacteria identificada

Marca con un X según el nombre(s) de la(s) bacteria(s) identificada(s) en el cultivo

☐ Staphylococcus aureus (MRSA: ☐ Sí ☐ No)

☐ Pseudomonas aeruginosa

☐ Escherichia coli

☐ Klebsiella pneumoniae

☐ Acinetobacter baumannii

☐ Bacteroides spp.

☐ Peptostreptococcus spp.

☐ Clostridium spp.

☐ Otra (especificar): _____

☐ No disponible

3.3 Infección polimicrobiana

Presencia de más de una especie bacteriana en el cultivo

Marcar por favor de la siguiente manera: 1: Sí, 2: No, 3: No disponible

☐ Sí ☐ No ☐ No disponible

3.4 Patrones de resistencia

Marca con un X según el antibiótico a los que la bacteria mostró resistencia

- ☐ Metilina
- ☐ Carbapenémicos
- ☐ Betalactamasas de espectro extendido (BLEE)
- ☐ Otros (especificar): _____
- ☐ No disponible

3.5 Sensibilidad a antibióticos

Marca con un X según el antibiótico a los que la bacteria mostró sensibilidad

- ☐ Vancomicina
- ☐ Piperacilina-tazobactam
- ☐ Meropenem
- ☐ Clindamicina
- ☐ Otros (especificar): _____
- ☐ No disponible

4. Intervenciones Quirúrgicas

4.1 Necesidad de amputación

Realización de cirugía por amputación

Marcar por favor de la siguiente manera: 1: Sí, 2: No, 3: No disponible

☐ Sí ☐ No ☐ No disponible

4.2 Tipo de amputación

Especificar el nivel de amputación, si aplica

Marcar por favor de la siguiente manera: 1: Menor (dedos/metatarso), 2: Mayor (por encima del tobillo), 3: No disponible/ no aplica

- ☐ Menor (dedos/metatarso)
☐ Mayor (por encima del tobillo)
☐ No aplica ☐ No disponible

4.3 Desbridamiento quirúrgico

Realización de desbridamiento para tratar la infección

Marcar por favor de la siguiente manera: 1: Sí, 2: No, 3: No disponible

- ☐ Sí ☐ No ☐ No disponible

4.4 Tiempo hasta intervención quirúrgica

Escribir de manera clara, tiempo desde el ingreso hasta la realización de la cirugía (horas)

_____ horas ☐ No disponible

5. Factores Adicionales

5.1 Antecedente de Tabaquismo

Marcar por favor de la siguiente manera: 1: Sí, 2: No, 3: No disponible

- ☐ Sí ☐ No ☐ No disponible

Manual para el procesamiento de este instrumento y su migración a google forms.

Este instrumento de recolección de datos ha sido diseñado para registrar información clínica de pacientes con diabetes atendida en el servicio de urgencias, como parte de una tesis. El objetivo es estructurar los datos de forma sistemática para su posterior análisis estadístico.

Implementación en Google Forms

Para facilitar la captura de datos, este instrumento será implementado mediante un formulario en Google Forms. El formulario estará organizado en secciones que corresponden a las categorías del instrumento (Datos

Generales, Características Clínicas, Agentes Etiológicos Bacterianos, Intervenciones Quirúrgicas, Comorbilidades y Factores Adicionales, y Observaciones Adicionales). Cada sección contendrá preguntas específicas con opciones de respuesta estructuradas (opciones múltiples, casillas de verificación o campos de texto) para asegurar la consistencia y precisión de los datos recopilados.

- Datos Generales: Se capturarán datos como NSS, fecha de ingreso, edad, sexo, tipo de diabetes y tiempo de evolución de la diabetes.
- Características Clínicas: Se registrarán variables como nivel de glucosa sérica, gravedad de la infección, tiempo de evolución de la infección, presencia de osteomielitis y enfermedad vascular periférica.
- Agentes Etiológicos Bacterianos: Se incluirán preguntas sobre cultivos realizados, bacterias identificadas, infecciones polimicrobianas, patrones de resistencia y sensibilidad a antibióticos.
- Intervenciones Quirúrgicas: Se documentarán datos sobre amputaciones, tipo de amputación, desbridamiento quirúrgico y tiempo hasta la intervención.
- Factores Adicionales: Se registrarán antecedentes como consumo de tabaco, hipertensión, insuficiencia renal y otras enfermedades relevantes.
- Observaciones Adicionales: Se incluirá un campo para notas adicionales que puedan ser útiles para el análisis.

Procesamiento de la Información

Una vez recopilados los datos mediante Google Forms:

- Exportación a Excel: Las respuestas del formulario se exportarán automáticamente a una hoja de cálculo en Google Sheets. Desde ahí, se descargarán en formato Excel para su manejo.
- Análisis en SPSS: El archivo Excel será importado a SPSS, un software de análisis estadístico, donde se procesarán los datos para realizar análisis descriptivos, correlaciones u otros procedimientos estadísticos necesarios para la tesis.

Este enfoque garantiza una recolección de datos eficientes, estructurados y compatibles con herramientas de análisis, minimizando errores y optimizando el proceso de investigación.

Anexo C. Manual Operacional

El presente manual operacional describe de manera detallada los procedimientos y responsabilidades asignadas para la recolección, manejo, validación y protección de los datos que formarán parte del estudio Asociación entre el perfil bacteriano y la resistencia antimicrobiana como predictores de amputación en pacientes atendidos en urgencias del hospital general no. 3 IMSS Aguascalientes

Acceso a expedientes clínicos

Responsable	Actividad	Documento o instrumento
Investigador principal o asociado	Gestionar el acceso a expedientes clínicos físicos. Se deberá entregar una copia del registro del protocolo aprobado al Departamento de Archivo Clínico del HGZ No. 3. Tras su validación, se otorgará acceso supervisado a los archivos físicos en el área correspondiente.	Copia del protocolo registrado
Investigador principal o asociado	Acceder a los expedientes clínicos electrónicos a través de la plataforma institucional PHEDS, mediante las credenciales del personal autorizado. Se consultarán notas médicas, reportes de antibiogramas, así como notas de intervención quirúrgica.	Plataforma PHEDS; Cuenta institucional;

Identificación de criterios de inclusión

Responsable	Actividad	Documento o instrumento
Investigador principal o asociado	Verificar que el paciente este registrado como derechohabiente del IMSS y que haya sido atendido en el HGZ No. 3 del OOAD Aguascalientes. Esta información se confirmará mediante revisión del expediente clínico, hoja de ingreso, y numero de seguridad social vinculado a la unidad.	Hoja de ingreso hospitalaria; Registro de unidad médica; Expediente clínico electrónico
Investigador principal o asociado	Confirmar el diagnóstico de infección de pie diabético con base a criterios de la IDSA, según su clasificación de severidad, al igual se solicita toma de cultivo de herida desde su ingreso, así como antibiograma para fines del estudio a realizar	Notas medicas; Reportes de laboratorio

		contiguas), y niveles elevados de biomarcadores cardiacos.	
Investigador principal o asociado		Confirmar que el paciente tenga una edad igual o mayor a 18 años al momento de la atención. Esta información se obtendrá directamente del expediente clínico, y se calculará a partir de la fecha de nacimiento y la fecha de ingreso hospitalario.	Expediente clínico; CURP; Nota de ingreso
Investigador principal o asociado		Verificar que el primer contacto del paciente con los servicios de salud haya sido en el servicio de urgencias del HGZ No. 3. Se confirmará a través de la hoja de ingreso, la nota de primera valoración médica y los registros del sistema PHEDS.	Hoja de ingreso hospitalario; Nota inicial de urgencias; Plataforma PHEDS
Investigador principal o asociado		Identificar la hora de inicio de los síntomas referidos por el paciente. Así como la toma de cultivo de herida a su ingreso, con la finalidad de obtener de manera óptima el antibiograma y con este decide el inicio de antibioticoterapia mediante la obtención de la sensibilidad y resistencia individual de cada paciente.	Nota de interrogatorio médico; Hoja de triage; Nota de ingreso Resultado de laboratorios

Responsable	Actividad	Documento o instrumento
Investigador principal o asociado	Verificar que el expediente clínico contenga registro completo y legible de los tiempos clave del proceso de atención: hora de ingreso hospitalario, cuenta con toma de cultivo de herida a su ingreso, cuenta con resultado de antibiograma, nota de ic con servicio de cirugía	Nota de ingreso; Nota de evolución medica; Reporte de procedimiento quirúrgico realizado

	general, nota de procedimiento de intervención quirúrgica.	Plataforma PHEDS
--	--	------------------

Recolección de información relacionada a la identificación del paciente

Responsable	Actividad	Documento o instrumento
Investigador principal o asociado	Recolectar y registrar las variables de identificación del paciente: nombre, NSS, sexo, edad y unidad hospitalaria. Esta información será capturada inicialmente en un formato estructurado y posteriormente depositada en una base de datos digital resguardada en equipo institucional.	Expediente clínico; Formato de instrumentos de recolección de datos. Cuestionario Google Forms Exportación de información a Excel SPSS software de análisis estadístico

Asignación de folio

Responsable	Actividad	Documento o instrumento

Investigador principal o asociado	Asignar un folio único a cada paciente incluido en el estudio. El folio será un número consecutivo que iniciará desde el 1 y servirá como identificador interno para la codificación y anonimización de los datos. Este folio será registrado tanto en el formato físico como en la base de datos electrónica.	Formato de recolección de datos; Base de datos Excel
--	--	---

Anonimización

Responsable	Actividad	Documento o instrumento
Investigador principal o asociado	Realizar la anonimización de los datos personales mediante la eliminación de identificadores directos (nombre, NSS). A cada paciente se le asignará un folio único, y los datos se registrarán únicamente vinculados a ese folio en la base de datos. Se generará una tabla de correspondencia (diccionario) resguardada en un archivo cifrado con acceso restringido.	Base de datos Excel; Diccionario de codificación (archivo cifrado); Lineamientos de confidencialidad

Recolección de variables clínicas

Responsable	Actividad	Documento o instrumento
Investigador principal o asociado	Verificar si el paciente fue sometido a intervención de amputación de extremidad, la cual será realizada cuando exista evidencia documental del procedimiento en el expediente clínicos incluyendo informe de nota postquirúrgica	Nota post quirúrgica; Expediente clínico
Investigador principal o asociado	Verificar si el paciente requirió amputación debido a la infección de pie diabético. Se considerará 'realizada' cuando exista evidencia documental del procedimiento quirúrgico en el expediente clínico, incluyendo reporte quirúrgico firmado.	Reporte quirúrgico; Expediente clínico
Investigador principal o asociado	Registrar el nivel de glucosa sérica al ingreso hospitalario. Con esto se buscará que se encuentre dentro de rangos de control metabólico buscando factores de riesgos en la presentación de infección por pie diabético.	Resultados de laboratorio; Expediente clínico
Investigador principal o asociado	Clasificar la gravedad de la infección del pie diabético conforme a los criterios de la IDSA (leve, moderada o grave).	Nota médica inicial; Expediente clínico
Investigador principal o asociado	Confirmar la presencia de osteomielitis mediante diagnóstico clínico o imagenológico documentado en el expediente.	Expediente clínico; Resultados de gabinete
Investigador principal o asociado	Registrar el tiempo de evolución de la infección desde el inicio de síntomas hasta la atención en urgencias.	Nota de ingreso; Expediente clínico
Investigador principal o asociado	Registrar la edad del paciente al momento de la atención hospitalaria.	Nota de ingreso; Expediente clínico

Investigador principal asociado	o Registrar el sexo del paciente conforme a lo documentado en el expediente.	Nota de ingreso; Expediente clínico
Investigador principal asociado	o Registrar el tiempo de evolución de la diabetes mellitus desde el diagnóstico inicial.	Historia clínica; Expediente clínico
Investigador principal asociado	o Verificar antecedente de tabaquismo actual o previo documentado en la historia clínica.	Interrogatorio médico; Historia clínica; Expediente clínico
Investigador principal asociado	o Confirmar el tipo de diabetes diagnosticada (tipo 1 o tipo 2).	Historia clínica; Expediente clínico
Investigador principal asociado	o Registrar el resultado del antibiograma para los aislamientos bacterianos obtenidos en cultivo.	Cultivo microbiológico; Informe de laboratorio
Investigador principal asociado	o Verificar si existe diagnóstico de enfermedad vascular periférica documentado en el expediente clínico.	Historia clínica; Expediente clínico
Investigador principal asociado	o Registrar el agente etiológico bacteriano identificado en el cultivo de la herida.	Cultivo microbiológico; Informe de laboratorio
Investigador principal asociado	o Verificar si se realizó toma de cultivo de la herida para identificación microbiológica.	Nota médica; Registro de laboratorio; Expediente clínico
Investigador principal asociado	o Clasificar el tipo de amputación (menor: dedos/metatarso; mayor: por encima del tobillo).	Reporte quirúrgico; Expediente clínico

Investigador principal o asociado	Registrar si la infección fue polimicrobiana (más de un agente aislado en el cultivo).	Cultivo microbiológico; Informe de laboratorio
Investigador principal o asociado	Verificar si se requirió debridación quirúrgica documentada en el expediente.	Nota quirúrgica; Expediente clínico
Investigador principal o asociado	Registrar el tiempo entre la indicación y la realización de la cirugía de intervención en pie diabético.	Nota médica; Reporte quirúrgico; Expediente clínico
Investigador principal o asociado	Registrar si se identificó resistencia antibiótica en los cultivos realizados.	Cultivo microbiológico; Informe de laboratorio
Investigador principal o asociado	Registrar si se identificó sensibilidad antibiótica en los cultivos realizados.	Cultivo microbiológico; Informe de laboratorio

Criterios de calidad de la recolección de datos

Responsable	Actividad	Documento o instrumento
Investigador responsable	Supervisar periódicamente la calidad de la recolección de datos mediante revisión aleatoria de expedientes, observación directa y análisis de coherencia interna de los registros.	Bitácora de supervisión; Expedientes clínicos seleccionados
Investigadores asociados	Revisar de manera independiente una muestra aleatoria del 10 % de los registros ya capturados, sin conocer la revisión del otro evaluador, para asegurar consistencia.	Formato de recolección duplicado;

		Expediente clínico
Responsable de captura	Verificar que no existan campos vacíos, duplicados o fuera de rango mediante funciones de validación automática en Excel. Reportar y corregir errores detectados.	Base de datos Excel con validaciones; Registro de errores.



Anexo D. Carta de excepción de consentimiento informado



Gobierno de
México



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



Aguascalientes, Aguascalientes, a 25 de agosto de 2025

Dra. Virginia Verónica Aguilar Mercado.
Presidente del Comité de Ética en Investigación
Delegación Aguascalientes
Presente

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación del Hospital General de zona no. 3 que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación "**Asociación entre el perfil bacteriano y la resistencia antimicrobiana como predictores de amputación en pacientes atendidos en urgencias del hospital general no. 3 IMSS, Jesús María Aguascalientes**" es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- | | |
|--|---|
| 1) Edad | 12) Requerimiento de debridación |
| 2) Sexo | 13) Necesidad de amputación |
| 3) Tipo de diabetes | 14) Resultados de antibiograma |
| 4) Tiempo de evolución de diabetes | 15) Tiempo para intervención quirúrgica |
| 5) Nivel de glucosa sérica | 16) Cultivo de herida |
| 6) Gravedad de la infección | 17) Tipo de amputación |
| 7) Tiempo de evolución de la enfermedad | 18) Infección polimicrobiana |
| 8) Presencia de osteomielitis | 19) Resistencia antibiótica |
| 9) Presencia de enfermedad vascular periférica | 20) Sensibilidad antibiótica |
| 10) Agente etiológico bacteriano | |
| 11) Antecedente de tabaquismo | |

MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo "**Asociación entre el perfil bacteriano y la resistencia antimicrobiana como predictores de amputación en pacientes atendidos en urgencias del hospital general no. 3 IMSS, Jesús María Aguascalientes**" cuyo propósito es producto comprometido (tesis, artículo, cartel, presentación, etc.) El tiempo de resguardo de los datos será de 5 años tras los cual se destruirá.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigente y aplicable

Atentamente:

Investigador(a) Responsable: Dr. Jesús Alan Rodríguez Meraz.
Categoría contractual: Adscrito del servicio de urgencias del Hospital General de Zona no. 3, OAAD aguascalientes