



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA



HOSPITAL GENERAL "DRA. COLUMBA RIVERA OSORIO"

TRABAJO TERMINAL

**"MICROORGANISMOS AISLADOS EN HEMOCULTIVOS DE ADULTOS
PROCESADOS EN EL HOSPITAL GENERAL ISSSTE PACHUCA "DRA. COLUMBA
RIVERA OSORIO" Y SU PERFIL DE SENSIBILIDAD / RESISTENCIA A LOS
AGENTES ANTIMICROBIANOS EN EL PERIODO NOVIEMBRE 2022 - MARZO
2024"**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA INTERNA

QUE PRESENTA LA MÉDICO CIRUJANO
AURORA DEL SOCORRO LUNAR TÉLLEZ

MANUEL ORTEGA ARROYO
MÉDICO CIRUJANO ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL

JOSÉ ANTONIO TORRES BARRAGÁN
MÉDICO CIRUJANO ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA
CODIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO, OCTUBRE DE 2024.

DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO INTERNO DE LA COORDINACIÓN DE POSGRADO DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA, AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO TERMINAL TITULADO:

"MICROORGANISMOS AISLADOS EN HEMOCULTIVOS DE ADULTOS PROCESADOS EN EL HOSPITAL GENERAL ISSSTE PACHUCA "DRA. COLUMBA RIVERA OSORIO" Y SU PERFIL DE SENSIBILIDAD / RESISTENCIA A LOS AGENTES ANTIMICROBIANOS EN EL PERIODO NOVIEMBRE 2022 - MARZO 2024"

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA SUSTENTA LA MÉDICO CIRUJANO:

AURORA DEL SOCORRO LUNAR TÉLLEZ

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO, OCTUBRE DEL 2024

POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

M.C.ESP. ENRIQUE ESPINOSA AQUINO
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

M.C. ESP. ALFONSO REYES GARNICA
JEFE DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA

DR. EN C. OSVALDO ERIK SÁNCHEZ HERNÁNDEZ
COORDINADOR DE POSGRADO

M.C. ESP. JOSÉ ANTONIO TORRES BARRAGÁN
CODIRECTOR METODOLÓGICO DEL TRABAJO TERMINAL

POR EL HOSPITAL GENERAL "DRA. COLUMBA RIVERA OSORIO"

M.C. ESP. Y SUB ESP. JOSÉ ROBERTO MEDÉCIGO HERNÁNDEZ
DIRECTOR GENERAL DEL HOSPITAL GENERAL
"DRA. COLUMBA RIVERA OSORIO"

M.C. ESP. ALEJANDRO ARREOLA MORALES
COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

M.C. ESP. Y SUB ESP. VIANEY HERNANDEZ MEZA
MÉDICO CIRUJANO ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA Y
SUBESPECIALISTA EN ENDOCRINOLOGÍA
PROFESORA TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA INTERNA

M.C. ESP. MANUEL ORTEGA ARROYO
MÉDICO CIRUJANO ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL.



Handwritten signatures in blue ink over the stamp of the Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.



ISSSTE
HOSPITAL
GENERAL
"DRA.
COLUMBA
RIVERA
OSORIO"

Handwritten signature in blue ink over the ISSSTE logo and text: ISSSTE HOSPITAL GENERAL "COLUMBA RIVERA OSORIO" COORDINACIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

Handwritten signature in blue ink.

Handwritten signature in blue ink.



OFICIO No. HGCRO/CEI/01069/2024

Pachuca, Hidalgo a 02 de Octubre 2024

Asunto: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE PROYECTO

**DRA. AURORA DEL SOCORRO LUNAR TELLEZ
PRESENTE**

Por medio de la presente, me permito informarle que, tras la revisión del proyecto de investigación titulado "Microorganismos aislados en hemocultivos de adultos procesados en el Hospital General ISSSTE Pachuca "Dra. Columba Rivera Osorio" y su perfil de sensibilidad/ resistencia a los agentes antimicrobianos en el periodo noviembre 2022 - marzo 2024", correspondiente a su trabajo terminal del programa de la especialidad en Medicina Interna de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, se ha verificado que el mismo cumple con los requisitos establecidos por el Comité de Ética e Investigación. En virtud de lo anterior, se autoriza la impresión del proyecto.

**DR. JOSÉ ROBERTO MEDÉCIGO HERNÁNDEZ
DIRECTOR DEL HOSPITAL**

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. VIANEY HERNANDEZ MEZA
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD EN
MEDICINA INTERNA**



**M.C. ESP. MANUEL ORTEGA ARROYO
DIRECTOR DE TESIS**

**M.C. ESP. JOSÉ ANTONIO TORRES BARRAGÁN
CODIRECTOR DE TESIS**

AGRADECIMIENTOS

Para Aurora,
la gran mujer que se quería ver superada por mí.

Ojalá nunca me hubieras inspirado.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	4
Índice General	5
Índice de Figuras	6
Índice de Tablas	6
Abreviaturas, Siglas y Acrónimos	7
Resumen del Proyecto	8
Abstract	10
Marco Teórico	12
Justificación	26
Planteamiento del Problema	28
Pregunta de Investigación	29
Hipótesis	30
Objetivos	31
Metodología	32
Aspectos Éticos	39
Plan de Análisis de los Resultados	40
Resultados	41
Discusión	51
Conclusiones	54
Referencias Bibliográficas	55
Anexos	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Servicio solicitante entre los pacientes.	41
Figura 2. Resultados de los hemocultivos realizados.	43
Figura 3. Patógenos aislados en los hemocultivos.	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición y operacionalización de las variables de estudio.	34
Tabla 2. Características demográficas de los pacientes.	41
Tabla 3. Diagnóstico de solicitud de los pacientes.	42
Tabla 4. Tipo de cultivo realizado, proporción de cultivos positivos y proporción de cultivos positivos con antibiograma de los pacientes.	43
Tabla 5. Sensibilidad y resistencia de los agentes antimicrobianos a patógenos gram positivos.	47
Tabla 6. Sensibilidad y resistencia de los agentes antimicrobianos a patógenos gram negativos.	49
Tabla 7. Cronograma de actividades.	64

ABREVIATURAS, SIGLAS, Y ACRÓNIMOS

<i>Siglas</i>	<i>Descripción</i>
BLEE	Betalactamasas De Espectro Extendido
BSI	Infecciones del Torrente Sanguíneo
CMC	Centro Médico Infantil
CRBSI	Infecciones del Torrente Sanguíneo Asociadas A Catéteres
CMI	Concentración Mínima Inhibitoria
CLSI	Clinical And Laboratory Standards Institute
EUCAST	European Committee On Antimicrobial Susceptibility Testing
HRFN	Neutropenia Febril de Alto Riesgo
IACS	Infecciones Asociadas a Cuidados De La Salud
IAC	Infecciones Asociadas a Catéteres
MRSA	Staphylococcus Aureus Resistente A Meticilina

RESUMEN DEL PROYECTO

" MICROORGANISMOS AISLADOS EN HEMOCULTIVOS DE ADULTOS PROCESADOS EN EL HOSPITAL GENERAL ISSSTE PACHUCA "DRA. COLUMBA RIVERA OSORIO" Y SU PERFIL DE SENSIBILIDAD / RESISTENCIA A LOS AGENTES ANTIMICROBIANOS EN EL PERIODO NOVIEMBRE 2022 - MARZO 2024"

Antecedentes: Las infecciones del torrente sanguíneo son una causa importante de morbilidad y mortalidad en pacientes hospitalizados. La identificación rápida y precisa de los microorganismos causantes y su perfil de sensibilidad antimicrobiana es crucial para guiar el tratamiento adecuado. Los patrones de distribución de microorganismos y su resistencia antimicrobiana pueden variar significativamente entre instituciones y regiones geográficas y en nuestro hospital no contamos con un análisis sobre los microorganismos más frecuentemente aislados en hemocultivos ni su perfil de sensibilidad/resistencia a antimicrobianos.

Objetivo: Identificar los microorganismos aislados en hemocultivos de adultos procesados en el Hospital General ISSSTE Pachuca "Dra. Columba Rivera Osorio" y determinar su perfil de sensibilidad/resistencia a los agentes antimicrobianos en el periodo Noviembre 2022- Marzo 2024.

Metodología: Tras la aprobación del proyecto por los comités correspondientes, se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo, retrospectivo en el que se incluyeron resultados de hemocultivos procesados en el laboratorio de microbiología del Hospital General ISSSTE Pachuca "Dra. Columba Rivera Osorio" durante el período Noviembre 2022 - Marzo 2024. De acuerdo con el cálculo del tamaño de muestra se incluyen al menos 174 hemocultivos. Se excluyeron los hemocultivos contaminados y los duplicados del mismo paciente en el mismo internamiento. Se recolectaron datos sobre las características demográficas de los pacientes, servicio de procedencia, microorganismos aislados y su perfil de sensibilidad/resistencia antimicrobiana. Con la información obtenida se realizó un análisis estadístico descriptivo en el programa SPSS

v.26 calculando frecuencias y porcentajes de los microorganismos aislados y sus perfiles de resistencia.

Resultados: Se incluyeron 491 pacientes, con edad media de 60.1 ± 16.1 años (44.8% femeninos y 55.2% masculinos). Los servicios que más solicitaron hemocultivos fueron medicina interna (50.3%) y urgencias (28.1%). Los cultivos fueron centrales en el 1.2% de los pacientes y periféricos en 98.8%. La tasa de positividad global de los hemocultivos fue de 31.0%. Los patógenos más comúnmente aislados fueron *Staphylococcus epidermidis* en el 21.7%, *Escherichia coli* en el 11.2%, *Staphylococcus haemolyticus* en el 7.2%, *Pseudomonas aeruginosa* en el 6.6%, *Staphylococcus aureus* en el 5.9%, *Klebsiella pneumoniae* en el 5.9%, y *Staphylococcus hominis* en el 5.3%. Los antimicrobianos con mayor sensibilidad a gram positivos fueron tetraciclina (100%), doxicilina (100%), daptomicina (98.3%), minociclina (96.7%) y vancomicina (95.2%). Los antimicrobianos más sensibles a gram negativos fueron cloranfenicol (100%), daptomicina (100%), amikacina (87.7%), ertapenem (86.4%), tigeciclina (79.5%), piperacilina/tazobactam (71.7%). La mayor resistencia de gram positivos se encontró para penicilina G (91.2%), oxacilina (80%), eritromicina (80%), ampicilina (63.6%), clindamicina (61.7) y TMP- SFX (55.9%). La mayor resistencia de gram negativos fueron colistina (100%), ampicilina (85.4%), levofloxacino (77.8%), ceftriaxona (55%) y ampicilina/ sulbactam (57.1%).

Conclusión: Los microorganismos más frecuentemente aislados en hemocultivos son patógenos gram positivos y dado que existe elevada resistencia a antimicrobianos se requieren estrategias efectivas para combatir la resistencia antimicrobiana y mejorar el manejo de estas infecciones potencialmente mortales.

Palabras clave: Hemocultivos, bacteriemia, resistencia antimicrobiana, vigilancia epidemiológica.

ABSTRACT

"MICROORGANISMS ISOLATED IN BLOOD CULTURES FROM ADULTS PROCESSED AT THE ISSSTE GENERAL HOSPITAL" DR. COLUMBA RIVERA OSORIO" AND HER PROFILE OF SENSITIVITY / RESISTANCE TO ANTIMICROBIAL AGENTS IN THE PERIOD NOVEMBER 2022 - MARCH 2024"

Background: Bloodstream infections are a major cause of morbidity and mortality in hospitalized patients. Rapid and accurate identification of the causative microorganisms and their antimicrobial susceptibility profile is crucial to guide appropriate treatment. The distribution patterns of microorganisms and their antimicrobial resistance can vary significantly between institutions and geographic regions, and in our hospital we do not have an analysis of the microorganisms most frequently isolated in blood cultures or their sensitivity/resistance profile to antimicrobials.

Objective: Identify microorganisms isolated in blood cultures from adults processed at the ISSSTE General Hospital "Dr. Columba Rivera Osorio" and determine their sensitivity/resistance profile to antimicrobial agents in the period November 2022 - March 2024.

Methodology: After the approval of the project by the corresponding committees, an observational, cross-sectional, descriptive, retrospective study will be carried out that will include results of blood cultures processed in the microbiology laboratory of the ISSSTE General Hospital "Dr. Columba Rivera Osorio" during the period November 2022 - March 2024. According to the sample size calculation, at least 174 blood cultures will be included. Contaminated blood cultures and duplicates from the same patient in the same hospitalization will be excluded. Data will be collected on the demographic characteristics of the patients, service of origin, isolated microorganisms and their antimicrobial sensitivity/resistance profile. With the information obtained, a descriptive statistical analysis will be carried out in the SPSS v.26 program, calculating frequencies and percentages of the isolated microorganisms and their resistance profiles.

Results: 491 patients were included, with a mean age of 60.1 ± 16.1 years (44.8% female and 55.2% male). The services that requested the most blood cultures were internal medicine (50.3%) and emergency services (28.1%). Cultures were central in 1.2% of patients and peripheral in 98.8%. The overall positivity rate of blood cultures was 31.0%. The most isolated pathogens were *Staphylococcus epidermidis* in 21.7%, *Escherichia coli* in 11.2%, *Staphylococcus haemolyticus* in 7.2%, *Pseudomonas aeruginosa* in 6.6%, *Staphylococcus aureus* in 5.9%, *Klebsiella pneumoniae* in 5.9%, and *Staphylococcus hominis* in 5.3%. The antimicrobials with the highest susceptibility to gram-positive bacteria were tetracycline (100%), doxycycline (100%), daptomycin (98.3%), minocycline (96.7%) and vancomycin (95.2%). The most sensitive antimicrobials to gram-negative bacteria were chloramphenicol (100%), daptomycin (100%), amikacin (87.7%), ertapenem (86.4%), tigecycline (79.5%), piperacillin/tazobactam (71.7%). The highest resistance of gram-positive bacteria was found for penicillin G (91.2%), oxacillin (80%), erythromycin (80%), ampicillin (63.6%), clindamycin (61.7), and TMP-SFX (55.9%). The highest resistance of gram-negative bacteria was colistin (100%), ampicillin (85.4%), levofloxacin (77.8%), ceftriaxone (55%), and ampicillin/sulbactam (57.1%).

Conclusion: The microorganisms most frequently isolated in blood cultures are gram-positive pathogens and, given the high level of resistance to antimicrobials, effective strategies are required to combat antimicrobial resistance and improve the management of these potentially fatal infections.

Keywords: Blood cultures, bacteremia, antimicrobial resistance, epidemiological surveillance.

MARCO TEÓRICO

Algunos estudios previos han reportado los microorganismos aislados en hemocultivos y su sensibilidad/resistencia a los agentes antimicrobianos, y a continuación se presentan algunos de ellos, que reflejan las diferencias epidemiológicas que existen en cada hospital.

Koh y cols. realizaron un estudio en el Hospital Severance (1994-2003), en donde se analizaron 536,916 muestras de sangre, de las cuales 24,877 (4.6%) resultaron positivas para hemocultivos, provenientes de 13,102 pacientes. La mayoría de los aislados (93.1%) fueron bacterias anaeróbicas o facultativas, con un 3.3% siendo anaeróbicas y un 3.6% hongos. *Escherichia coli* fue el agente más frecuente, seguido por *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* alfa-hemolítico, *Enterococcus* spp. y *Klebsiella pneumoniae*. Se observó un aumento gradual en la prevalencia de *Enterococcus faecium* y *K. pneumoniae* a lo largo del estudio, particularmente en pacientes mayores de 50 años. La resistencia a oxacilina en *S. aureus* mostró una disminución, mientras que la resistencia a vancomicina en *E. faecium* y la resistencia a imipenem en *Pseudomonas aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii* aumentaron significativamente (Koh et al., 2007).

Li y cols. realizaron un estudio retrospectivo realizado en el Hospital Central de Suining entre 2018 y 2021 analizó 3,660 cepas únicas positivas de hemocultivos, revelando que el 76.7% de las cepas fueron bacterias gramnegativas y el 23.3% bacterias grampositivas. *Escherichia coli* (44.8%), *Klebsiella* spp. (19.2%), *Staphylococcus aureus* (9.2%), *Enterococcus* spp. (5.3%) y *Enterobacter* spp. fueron las cepas más frecuentes, detectadas principalmente en unidades como el Centro de Digestión, la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), y otros departamentos especializados. Se observaron altas tasas de resistencia, como el 39.3% para *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA) y el 71.8% para estafilococos coagulasa negativos resistentes a la meticilina (MRCNS). El estudio subraya la necesidad de evaluar regularmente la resistencia bacteriana para guiar terapias antibióticas efectivas y promover el uso racional de antibióticos en contextos clínicos (Li et al., 2023).

Licata y cols. realizaron un estudio retrospectivo en una región italiana durante dos años, en donde se investigó 1228 casos de infecciones del torrente sanguíneo (BSI) confirmadas por laboratorio, identificando *Staphylococcus coagulasa* negativo (CoNS) como el patógeno más frecuente (29.7%), seguido de *Staphylococcus aureus* (19.1%) y *Escherichia coli* (15.9%). Se encontró que el 31.7% de CoNS y el 28.1% de *Staphylococcus aureus* eran resistentes a la oxacilina, mientras que aproximadamente la mitad de los enterococos mostraron resistencia a la gentamicina de alto nivel. Entre las bacterias gramnegativas, el 11.7% de *Escherichia coli* y el 39.5% de *Klebsiella pneumoniae* fueron resistentes al carbapenem. Las especies gramnegativas no fermentativas como *Acinetobacter baumannii* y *Pseudomonas aeruginosa* presentaron altos niveles de resistencia a aminoglucósidos y fluoroquinolonas (48.4% y 14.6%, respectivamente). Estos hallazgos destacan una prevalencia preocupante de resistencia antimicrobiana (AMR) entre los patógenos hospitalarios, excediendo consistentemente la media europea, subrayando la necesidad de sistemas de vigilancia mejorados para monitorizar y caracterizar la AMR a nivel local y nacional (Licata et al., 2020).

Robledo y cols. realizaron un estudio en el cual se analizó datos de 61,299 hemocultivos aislados de infecciones del torrente sanguíneo (BSI) entre 2010 y 2019 en instituciones médicas de Medellín y ciudades cercanas en Colombia, utilizando la base de datos de Whonet de la red de vigilancia antimicrobiana GERMEN. Se encontró un aumento significativo en la frecuencia de *E. coli* (estimador de pendiente de Sen = 0.7, $p < 0.01$), *S. aureus* (estimador de pendiente de Sen = 0.60, $p < 0.01$) y *Klebsiella pneumoniae* (estimador de pendiente de Sen = 0.30, $p < 0.01$). *E. coli* mostró un aumento en la resistencia a cefepima y ceftazidima, mientras que *K. pneumoniae* mostró resistencia creciente a cefepima, ciprofloxacina y gentamicina. Por otro lado, *Pseudomonas aeruginosa* mejoró su susceptibilidad a todos los antibióticos analizados y *S. aureus* a la oxacilina. No se observaron tendencias crecientes en la resistencia a carbapenémicos. Estos hallazgos subrayan la importancia de la vigilancia continua de la resistencia antimicrobiana para guiar estrategias efectivas de tratamiento y control (Robledo et al., 2022).

Khan y cols. realizaron un estudio transversal retrospectivo, en el Hospital Holy Family de Rawalpindi, Pakistán, de julio a diciembre de 2019, el cual tuvo como objetivo identificar patrones microbianos y la susceptibilidad a antibióticos para alertar sobre patógenos emergentes. Se tomaron dos muestras de sangre de 5 a 10 ml de cada paciente con fiebre ($>100^{\circ}\text{F}$) y se incubaron en BHIB al 5-10% a 37°C durante 48 horas. Los cultivos se subcultivaron y se incubaron en condiciones aeróbicas a 37°C durante 24-48 horas. Se siguieron los criterios del CLSI para pruebas de susceptibilidad y se identificaron los microbios por características morfológicas y pruebas bioquímicas. De 423 hemocultivos, 92 (21.75%) mostraron crecimiento, con una proporción de mujeres a hombres de 2.1:1. Las bacterias grampositivas representaron el 43.48% ($n=40$) y las gramnegativas el 54.36% ($n=50$). *S. aureus* (42.39%) fue el aislado más común, seguido de *Acinetobacter* spp. (17.39%) y *P. aeruginosa* (14.13%). *Acinetobacter* spp. mostró 0% de susceptibilidad a amikacina y cefotaxima, y todos los aislados fueron 100% resistentes a amoxicilina-ácido clavulánico. *S. aureus* mostró alta resistencia a ceftazidima (0%), ciprofloxacina (0%) y ceftriaxona (0%), pero 100% de sensibilidad a tigeciclina. La resistencia a múltiples fármacos entre los gramnegativos y *S. aureus* resalta la necesidad de un uso limitado y objetivo de la terapia con antibióticos (Sarfraz Khan et al., 2021).

Valenzuela y cols. realizaron un estudio prospectivo multicéntrico de vigilancia epidemiológica, en donde se analizaron 284 episodios de neutropenia febril de alto riesgo (HRFN) con hemocultivos positivos en niños con cáncer menores de 18 años, entre 2016 y 2021. Los resultados mostraron que los principales microorganismos aislados fueron bacilos gramnegativos (49.2%), cocos grampositivos (43.8%) y hongos (3.6%), siendo los estreptococos del grupo viridans (25.8%), *Escherichia coli* (19.8%), *Pseudomonas* spp. (11.2%), *Klebsiella* spp. (10.9%) y estafilococos negativos a la coagulasa (10.9%) los más frecuentes. Se observó un aumento de resistencia a cefalosporinas de tercera generación en bacilos gramnegativos ($p = 0.011$) y a oxacilina en estafilococos negativos a la coagulasa ($p = 0.00$), así como una disminución de resistencia a amikacina en bacilos gramnegativos no fermentantes ($p = 0.02$) y a penicilina en estreptococos del grupo viridans ($p = 0.04$) (Valenzuela et al., 2024).

Duran-Lengua y cols. realizaron un estudio observacional descriptivo y transversal en un hospital universitario de Colombia, en donde se analizaron 211 hemocultivos positivos de pacientes mayores de 18 años, encontrando que el 53.1% correspondían a hombres. Los microorganismos Gram positivos representaron el 49.8%, con una alta frecuencia de *S. aureus* (16.1%), mientras que los Gram negativos incluyeron *E. coli* (18%). Se detectó resistencia a vancomicina en el 4.4% de los casos, y *K. pneumoniae* presentó resistencia a meropenem en el 15.3%. Sin embargo, *E. coli*, *P. aeruginosa* y *E. cloacae* fueron sensibles a carbapénicos. Los resultados mostraron que las bacterias más frecuentemente aisladas fueron Gram negativos, con resistencia a carbapénicos en algunas cepas de *K. Pneumoniae* (Duran-Lengua et al., 2021).

Escalona y cols. realizaron un estudio en la ciudad hospitalaria "Dr. Enrique Tejera", en Venezuela, entre enero y noviembre de 2015, en donde se analizaron 3263 muestras de hemocultivos, encontrando que 334 (10.2%) presentaban septicemias. Los microorganismos aislados con mayor frecuencia fueron *Klebsiella pneumoniae* (21.7%), *Staphylococcus aureus* (12.0%), *Pseudomonas aeruginosa* (11.2%), *Escherichia coli* (10.8%) y *Acinetobacter baumannii* (5.6%). Se observó resistencia a cefalosporinas de tercera generación en *Klebsiella pneumoniae* (73.3%) y *Escherichia coli* (58.3%), y resistencia a oxacilina en cocos Gram positivos. La mayor prevalencia de aislamientos se encontró en la UTMO (12.3%), con *Klebsiella pneumoniae* como el microorganismo más recuperado (26.8%). Además, se encontró que *Candida parapsilosis* fue el hongo más aislado (38.1%)(Escalona et al., 2017).

Finalmente, **Sajedi Moghaddam y cols.** realizaron un estudio en el Hospital del Centro Médico Infantil (CMC) de Teherán, Irán, en donde se analizó retrospectivamente la susceptibilidad a antimicrobianos en hemocultivos positivos durante 5 años. De 3.179 patógenos aislados, 2.824 fueron bacterias: 1.312 grampositivas (46%) y 1.512 gramnegativas (54%). Entre las gramnegativas, los más comunes fueron *Pseudomonas* spp. (n=266, 17,6%), *Klebsiella pneumoniae* (n=242, 16%) y *Stenotrophomonas maltophilia* (n=204, 13,5%). Entre las grampositivas, destacaron los estafilococos coagulasa negativos (CONS) (n=697, 53%) y *Streptococcus* spp. (n=237, 18%). Un 34%

de las cepas se aisló de las UCI. Las tasas de resistencia a meticilina en *S. aureus* y CONS fueron del 34% y 91%, respectivamente. *E. coli* mostró un 84% de resistencia a cefotaxima. Todos los aislados de *K. pneumoniae* fueron susceptibles a colistina, y el 56% a imipenem. *P. aeruginosa* mostró alta susceptibilidad a todos los antibióticos. Estos hallazgos subrayan la necesidad de datos actualizados de susceptibilidad y regulaciones adecuadas de prescripción de antibióticos en Irán (Sajedi Moghaddam et al., 2024).

En general, en estos estudios se observa una elevada prevalencia de infecciones por *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae* como patógenos comunes en la mayoría de los estudios. Se destaca un aumento preocupante en la resistencia a diversos antibióticos, especialmente en bacterias como *S. aureus* resistente a meticilina, *Enterococcus* resistente a vancomicina y bacterias gramnegativas resistentes a carbapenémicos. Los estudios abarcan diferentes períodos y regiones, incluyendo Corea del Sur, China, Italia, Colombia, Pakistán e Irán, mostrando variaciones en los patrones de resistencia según la localización geográfica y el tiempo. Por tanto, estos hallazgos subrayan la importancia de la vigilancia continua de la resistencia antimicrobiana para guiar estrategias efectivas de tratamiento y control, así como la necesidad de un uso racional y limitado de antibióticos en entornos clínicos.

1. Definición y epidemiología de infecciones asociadas a cuidados de la salud e infecciones asociadas a catéteres.

Las infecciones asociadas a cuidados de la salud (IACS), también conocidas como infecciones nosocomiales, son aquellas infecciones que un paciente adquiere durante su estancia en un centro de salud, ya sea hospitalario o ambulatorio. Estas infecciones no estaban presentes ni en incubación en el momento del ingreso y suelen manifestarse 48 horas o más después de la admisión. Incluyen una amplia gama de infecciones, como las infecciones del tracto urinario, infecciones respiratorias, infecciones del sitio quirúrgico y sepsis (Monegro et al., 2023).

Las infecciones asociadas a catéteres (IAC) son un subgrupo de IACS y se refieren específicamente a las infecciones relacionadas con el uso de catéteres intravasculares. Estos catéteres, utilizados para administrar medicamentos, nutrientes, o para monitoreo hemodinámico, pueden ser una fuente significativa de infección si no se manejan adecuadamente. Las infecciones del torrente sanguíneo asociadas a catéteres (CRBSI) son una de las formas más comunes y graves de IAC (Trautner & Darouiche, 2004).

Las IACS son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en pacientes hospitalizados. Se estima que millones de personas en todo el mundo adquieren IACS cada año, con una incidencia que varía según el país, el tipo de institución y la población de pacientes. Factores como el envejecimiento de la población, el aumento de la resistencia a los antimicrobianos, la complejidad de los procedimientos médicos y la estancia prolongada en el hospital contribuyen a su prevalencia. En muchos países, las tasas de IACS oscilan entre el 5% y el 10% de los pacientes hospitalizados (Nuckchady, 2021).

Las IAC, y en particular las CRBSI, representan una proporción significativa de las IACS. Se estima que, en los Estados Unidos, ocurren aproximadamente 250,000 casos de CRBSI anualmente. La incidencia de CRBSI puede variar dependiendo del tipo de catéter, la duración del uso del catéter y las condiciones subyacentes del paciente. Los pacientes en unidades de cuidados intensivos, aquellos con enfermedades crónicas y los pacientes inmunocomprometidos tienen un riesgo particularmente alto. Las estrategias de prevención, como las técnicas asépticas en la inserción y el mantenimiento de catéteres, han demostrado ser efectivas para reducir la incidencia de estas infecciones (Gahlot et al., 2014).

2. Indicaciones para hemocultivos y recomendaciones de toma de muestras.

2.1 Indicaciones para hemocultivos

Se recomienda realizar hemocultivos en pacientes que presentan fiebre persistente sin una causa evidente tras una evaluación inicial exhaustiva, así como en aquellos con signos y síntomas de sepsis, tales como hipotensión, taquicardia, taquipnea, alteración del estado mental y otros signos de disfunción orgánica. Además, los hemocultivos son indicados cuando se sospecha una infección sistémica como endocarditis, meningitis, neumonía, pielonefritis o absceso intraabdominal, así como en pacientes inmunosuprimidos, como aquellos con cáncer, trasplantes, VIH/SIDA o en tratamiento con inmunosupresores, debido a su mayor susceptibilidad a infecciones graves (Mahapatra & Heffner, 2023).

Los hemocultivos también se recomiendan en casos de infecciones nosocomiales, especialmente en pacientes hospitalizados en unidades de cuidados intensivos con signos de infección, y en infecciones relacionadas con dispositivos médicos, como catéteres intravasculares, prótesis o dispositivos implantables (Guggenbichler et al., 2011).

Otro grupo de pacientes en los que se recomienda realizar hemocultivos son aquellos con sospecha de infección en articulaciones o huesos, como artritis séptica o osteomielitis. Estas infecciones pueden ser causadas por bacterias que se encuentran en la sangre, por lo que el hemocultivo puede ser una herramienta útil para diagnosticarlas (Momodu & Savaliya, 2023).

Los hemocultivos también se recomiendan en pacientes con sospecha de infección abdominal, como peritonitis o absceso hepático. Estas infecciones pueden ser graves y requieren tratamiento prontamente, por lo que es importante detectarlas de manera temprana (Pharaon & Trunkey, 2023).

Además, se recomienda realizar hemocultivos en pacientes con sospecha de infección del sistema nervioso central, como meningitis o encefalitis. Estas infecciones pueden ser graves y requieren tratamiento inmediato, por lo que es importante detectarlas de manera temprana (Kanjilal et al., 2019).

En pacientes con neutropenia febril, es decir, aquellos con recuento bajo de neutrófilos y fiebre, también se recomienda realizar hemocultivos. Estos pacientes están en riesgo de desarrollar infecciones graves, por lo que es importante detectarlas de manera temprana (Wang, 2021).

Por último, se recomienda realizar hemocultivos en pacientes con enfermedades crónicas como diabetes, enfermedad renal crónica o enfermedad hepática crónica. Estos pacientes están en riesgo de desarrollar infecciones graves, por lo que es importante detectarlas de manera temprana (Phungoen et al., 2021).

2.2 Recomendaciones de toma de muestras.

Para la preparación del sitio de punción, es esencial limpiar la piel con un antiséptico apropiado, como clorhexidina, para reducir la contaminación de la muestra. Es crucial extraer un volumen adecuado de sangre, generalmente entre 20 a 30 ml por punción, para aumentar la probabilidad de detección de patógenos. Además, se recomienda obtener al menos dos, preferentemente tres, hemocultivos de diferentes sitios anatómicos para mejorar la sensibilidad diagnóstica (Caldeira et al., 2011).

El tiempo de toma de muestras es fundamental: deben tomarse preferiblemente antes de la administración de antibióticos y en momentos de pico febril para maximizar la detección de bacteriemia. Las muestras deben ser transportadas rápidamente al laboratorio y mantenidas a temperatura ambiente para evitar el crecimiento excesivo de contaminantes. Es importante etiquetar claramente las muestras con los datos del paciente y registrar el sitio y hora de la toma para asegurar una correcta identificación y manejo de las muestras (Riedel et al., 2008).

Otro de los aspectos más importantes es evitar la contaminación de la muestra con bacterias de la piel o del ambiente. Para ello, se debe utilizar un antiséptico adecuado y seguir una técnica de punción estéril. El uso de agujas y jeringas estériles para tomar la muestra. Esto ayuda a evitar la contaminación y asegura que la muestra sea

representativa de la sangre del paciente. Además, es importante evitar tomar muestras en sitios donde se hayan administrado inyecciones previamente, ya que esto puede aumentar el riesgo de contaminación (RN et al., 2021).

En cuanto al momento de tomar las muestras, se recomienda hacerlo durante los momentos de pico febril. Esto puede aumentar la probabilidad de detectar bacteriemia, lo que es fundamental para un diagnóstico preciso. Una vez tomadas las muestras, es importante transportarlas rápidamente al laboratorio para evitar el crecimiento excesivo de contaminantes (Laque-Ale et al., 2023).

Durante el transporte y el almacenamiento, las muestras deben ser mantenidas a temperatura ambiente (entre 20-25°C) para evitar el crecimiento excesivo de contaminantes. Además, es importante etiquetar claramente las muestras con los datos del paciente, el sitio y la hora de la toma para asegurar una correcta identificación y manejo de las muestras (van Zyl et al., 2020).

Finalmente, se debe registrar la información de la toma de muestras, incluyendo el sitio, la hora y el volumen de la muestra, para asegurar una correcta interpretación de los resultados. Esto ayuda a garantizar que los resultados sean precisos y confiables, lo que es fundamental para un diagnóstico y tratamiento efectivos (Batra et al., 2023).

3. Factores que afectan la positividad de los hemocultivos.

Los hemocultivos son esenciales para la identificación de bacteremias y fungemias, pero su efectividad puede verse influenciada por varios factores. La cantidad de sangre extraída es crucial, ya que una muestra insuficiente puede no contener la concentración adecuada de patógenos, reduciendo así la probabilidad de detección. Se recomienda la extracción de 20 a 30 ml de sangre por punción para maximizar la detección de bacterias y hongos en la sangre (Fabre et al., 2022). Además, obtener múltiples muestras de diferentes sitios anatómicos mejora la sensibilidad del hemocultivo, por lo que se recomienda tomar al menos dos o tres hemocultivos de sitios distintos para aumentar las

tasas de detección y reducir la posibilidad de resultados falsos negativos (Chela et al., 2019).

El momento de la toma de muestras también es fundamental. Los hemocultivos deben tomarse preferiblemente antes de la administración de antibióticos y durante los picos febriles, cuando la concentración de patógenos en la sangre es más alta (Il et al., 2023). La administración previa de antibióticos puede disminuir significativamente la tasa de positividad de los hemocultivos. Además, la técnica de asepsia utilizada para la preparación del sitio de punción afecta directamente la tasa de contaminación de las muestras. Usar antisépticos adecuados como la clorhexidina para limpiar la piel reduce la introducción de contaminantes y mejora la precisión del hemocultivo (Marlowe et al., 2010).

Las condiciones en las que se transportan y almacenan las muestras también son importantes. Las muestras deben ser transportadas rápidamente al laboratorio y mantenidas a temperatura ambiente para evitar el crecimiento excesivo de contaminantes, lo que podría falsear los resultados (Kohlmeier, 2013). Además, factores intrínsecos al paciente, como el estado inmunológico y la gravedad de la infección, pueden influir en la concentración de patógenos en la sangre y, por ende, en la positividad de los hemocultivos (Lin et al., 2022).

Además de los factores mencionados anteriormente, existen otros que también pueden influir en la efectividad de los hemocultivos. Por ejemplo, la edad del paciente y la presencia de enfermedades crónicas pueden afectar la concentración de patógenos en la sangre y, por ende, la positividad de los hemocultivos (Martín-Gutiérrez et al., 2017).

La calidad de la técnica de punción y la experiencia del profesional que toma la muestra también son fundamentales para evitar la contaminación y asegurar la precisión del hemocultivo. Además, el tipo de anticoagulante utilizado en las muestras puede afectar la viabilidad de los patógenos y, por ende, la positividad de los hemocultivos (Altindis et al., 2016).

El tiempo de incubación y el tipo de medios de cultivo utilizados en el laboratorio también pueden influir en la detección de patógenos. Un tiempo de incubación adecuado y el uso de medios de cultivo selectivos pueden mejorar la detección de bacterias y hongos en la sangre (Bonnet et al., 2020).

Finalmente, la interpretación de los resultados de los hemocultivos debe ser realizada por un profesional capacitado y experimentado, ya que la presencia de contaminantes o la falta de patógenos en la muestra puede llevar a resultados falsos negativos o positivos. La correlación de los resultados con la clínica del paciente y la realización de pruebas adicionales pueden ser necesarias para confirmar el diagnóstico y guiar el tratamiento (Hall & Lyman, 2006).

4. Microorganismos aislados en hemocultivos y sus frecuencias.

Los hemocultivos permiten identificar una variedad de microorganismos responsables de bacteremias y fungemias. Los microorganismos más comúnmente aislados en hemocultivos incluyen bacterias gram-positivas, bacterias gram-negativas y hongos. Entre las bacterias gram-positivas, *Staphylococcus aureus* y los estreptococos son frecuentes, con *Staphylococcus aureus* a menudo asociado a infecciones nosocomiales y comunitarias. Los estreptococos, incluyendo *Streptococcus pneumoniae* y *Streptococcus viridans*, son también aislados comúnmente, especialmente en casos de endocarditis y neumonía (Pien et al., 2010).

Entre las bacterias gram-negativas, *Escherichia coli* es uno de los patógenos más comunes, frecuentemente asociado a infecciones del tracto urinario y abdominales. *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa* son también patógenos significativos, especialmente en infecciones nosocomiales y en pacientes inmunocomprometidos (Wood et al., 2023). Además de bacterias, los hongos como *Candida albicans* son aislados en casos de fungemias, especialmente en pacientes con inmunosupresión o en unidades de cuidados intensivos. Las frecuencias específicas de estos microorganismos pueden variar dependiendo del contexto clínico y geográfico,

pero estos representan algunos de los patógenos más comúnmente identificados en hemocultivos (Ahmad et al., 2022).

Además de los microorganismos comúnmente aislados en hemocultivos, existen otros patógenos que pueden ser identificados. Entre ellos se encuentran *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium*, bacterias gram-positivas asociadas a infecciones del tracto urinario y abdominales (Said et al., 2024).

Otros microorganismos que pueden ser aislados en hemocultivos incluyen *Acinetobacter baumannii*, una bacteria gram-negativa resistente a múltiples antibióticos, y *Stenotrophomonas maltophilia*, una bacteria gram-negativa que puede causar infecciones en pacientes inmunocomprometidos. Además, los hongos como *Aspergillus* spp. y *Cryptococcus neoformans* pueden causar infecciones en pacientes con inmunosupresión (Mojica et al., 2022).

5. Pruebas de sensibilidad/resistencia a antimicrobianos.

5.1 Qué son las pruebas de sensibilidad/resistencia a antimicrobianos.

Las pruebas de sensibilidad/resistencia a antimicrobianos son ensayos de laboratorio que determinan la susceptibilidad de los microorganismos aislados a diversos agentes antimicrobianos. Estas pruebas ayudan a guiar el tratamiento antibiótico adecuado para infecciones bacterianas y fúngicas, asegurando la efectividad del tratamiento y minimizando el uso innecesario de antibióticos, lo que contribuye a reducir la resistencia antimicrobiana (Hindler & Munro, 2024).

Los resultados de las pruebas de sensibilidad/resistencia a antimicrobianos se interpretan como sensible, resistente o intermedio. Un resultado sensible indica que el microorganismo es susceptible al antibiótico y es probable que responda al tratamiento. Un resultado resistente indica que el microorganismo es resistente al antibiótico y es improbable que responda al tratamiento. Un resultado intermedio indica que el

microorganismo tiene una susceptibilidad intermedia al antibiótico y se debe considerar la dosis y la duración del tratamiento (Rodloff et al., 2008).

Las pruebas de sensibilidad/resistencia a antimicrobianos son fundamentales para la selección de un tratamiento antibiótico efectivo y para minimizar el uso innecesario de antibióticos, lo que contribuye a reducir la resistencia antimicrobiana. Además, estas pruebas ayudan a identificar patrones de resistencia antimicrobiana y a desarrollar estrategias para combatir la resistencia antimicrobiana, lo que es crucial para la salud pública (Gajic et al., 2022).

5.2 Cómo se realizan las pruebas de sensibilidad/resistencia a antimicrobianos.

Las pruebas de sensibilidad se realizan utilizando diferentes métodos estandarizados. Uno de los métodos más comunes es el de difusión en disco (Kirby-Bauer), donde se colocan discos impregnados con diferentes antibióticos sobre una placa de agar inoculada con el microorganismo aislado. Después de la incubación, se mide el diámetro de las zonas de inhibición alrededor de los discos para determinar la susceptibilidad del microorganismo (Tenover, 2009). Otro método es el de dilución, que consiste en exponer al microorganismo a concentraciones crecientes de un antibiótico en caldo (microdilución) o agar (macrodilución) para determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), que es la concentración más baja de antibiótico que inhibe el crecimiento visible del microorganismo (Kowalska-Krochmal & Dudek-Wicher, 2021).

El método E-test utiliza tiras de gradiente de antibiótico colocadas en una placa de agar inoculada con el microorganismo. La intersección entre el crecimiento bacteriano y la tira indica la CMI (Jorgensen & Ferraro, 2009). Además, existen sistemas automatizados como VITEK, Phoenix y otros, que utilizan tarjetas o paneles con múltiples concentraciones de antibióticos para realizar pruebas de sensibilidad de manera rápida y estandarizada. Estos métodos permiten evaluar la efectividad de los antibióticos y guiar el tratamiento adecuado para las infecciones (Khan et al., 2019).

Es importante destacar que la estandarización de los métodos de prueba es crucial para obtener resultados precisos y comparables. La estandarización incluye el uso de materiales y reactivos de alta calidad, la calibración de los equipos y la capacitación adecuada del personal que realiza las pruebas. La estandarización también permite la comparación de resultados entre diferentes laboratorios y la implementación de políticas de salud pública efectivas (Yenice, 2021).

5.3 Cómo se reportan los resultados de las pruebas de sensibilidad/resistencia a antimicrobianos.

Los resultados de las pruebas de sensibilidad se reportan de acuerdo con las categorías definidas por organismos como el Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) o el European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). Estas categorías incluyen Sensible (S), donde el microorganismo es inhibido por las concentraciones de antibiótico que se pueden alcanzar en el sitio de infección con las dosis usuales del medicamento; Resistente (R), cuando el microorganismo no es inhibido por las concentraciones de antibiótico alcanzables con las dosis recomendadas, sugiriendo que el tratamiento con este antibiótico no será efectivo; e Intermedio (I), donde la eficacia del antibiótico es incierta, pero podría ser efectiva si se usan dosis más altas o si la infección se encuentra en un sitio donde se alcanzan altas concentraciones del antibiótico (Bernier & Surette, 2013a).

Además, se reporta la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), que es la menor concentración de antibiótico que inhibe el crecimiento visible del microorganismo. La CMI se utiliza para categorizar la susceptibilidad del microorganismo como sensible, intermedio o resistente, proporcionando una medida cuantitativa de la actividad del antibiótico contra el microorganismo específico. Esta información es crucial para guiar la elección del tratamiento antibiótico más adecuado y eficaz (Bernier & Surette, 2013b).

JUSTIFICACIÓN

Magnitud e impacto: Las infecciones del torrente sanguíneo son una causa significativa de morbilidad y mortalidad en pacientes hospitalizados, con tasas de mortalidad que pueden alcanzar el 40% en algunos grupos de pacientes (3). El tratamiento empírico inadecuado debido al desconocimiento de los patrones locales de resistencia antimicrobiana se asocia con peores resultados clínicos y aumento de la mortalidad (4). En México, la resistencia antimicrobiana es un problema creciente, con tasas elevadas de resistencia en patógenos comunes como *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (MRSA) y enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) (5). En el Hospital General ISSSTE Pachuca "Dra. Columba Rivera Osorio", como centro de atención terciaria, maneja un volumen significativo de pacientes con infecciones graves, incluyendo bacteriemias. La caracterización precisa de los microorganismos causantes de estas infecciones y sus patrones de resistencia es crucial para guiar las decisiones terapéuticas, optimizar el uso de antimicrobianos y mejorar los resultados de los pacientes.

Trascendencia: La identificación de los microorganismos más frecuentemente aislados en hemocultivos y sus perfiles de sensibilidad/resistencia tiene implicaciones significativas para la práctica clínica, la política de control de infecciones y la investigación. Primero, proporcionará una base sólida para el desarrollo de guías locales de tratamiento empírico de bacteriemias, lo que podría mejorar la adecuación del tratamiento inicial y los resultados clínicos. Segundo, la identificación de patrones de resistencia emergentes puede informar las políticas de uso de antimicrobianos y las estrategias de control de infecciones en el hospital. Tercero, estos datos pueden ser utilizados para monitorear las tendencias a lo largo del tiempo y evaluar el impacto de las intervenciones de stewardship antimicrobiano. Cuarto, la comparación de nuestros datos con los de otras instituciones puede proporcionar información valiosa sobre la epidemiología regional de la resistencia antimicrobiana. Finalmente, este estudio puede generar hipótesis para futuras investigaciones sobre los factores de riesgo de infecciones por microorganismos resistentes y la efectividad de diferentes estrategias de tratamiento.

Factibilidad: La realización de este estudio es altamente factible dado que se basa en datos que ya han sido recolectados como parte de la atención clínica rutinaria. El laboratorio de microbiología del hospital cuenta con registros detallados de los resultados de hemocultivos y antibiogramas. El equipo de investigación tiene experiencia en el análisis de datos microbiológicos y en la realización de estudios de vigilancia de resistencia antimicrobiana. El diseño retrospectivo del estudio permite una recolección eficiente de datos en un período relativamente corto. Además, el hospital tiene un interés institucional en mejorar el uso de antimicrobianos y el control de infecciones, lo que facilitará el apoyo administrativo y logístico necesario para llevar a cabo el estudio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las infecciones del torrente sanguíneo, comúnmente conocidas como bacteriemias o fungemias, representan una causa significativa de morbilidad y mortalidad en pacientes hospitalizados. Estas infecciones pueden surgir como complicaciones de otros procesos infecciosos, como neumonía o infecciones del tracto urinario, o pueden estar asociadas con dispositivos invasivos como catéteres venosos centrales (Timsit et al., 2020). La gravedad de estas infecciones se refleja en las altas tasas de mortalidad, que pueden oscilar entre el 15% y el 40% dependiendo del microorganismo causal y las características del paciente (Evans et al., 2021).

El manejo efectivo de las infecciones del torrente sanguíneo depende en gran medida de la rápida identificación del microorganismo causal y la iniciación de una terapia antimicrobiana apropiada. Estudios han demostrado que el retraso en el inicio de un tratamiento antibiótico adecuado se asocia con un aumento significativo en la mortalidad, con un incremento de hasta un 7.6% por cada hora de retraso en pacientes con shock séptico (Andersson et al., 2019).

Sin embargo, la selección del tratamiento antimicrobiano empírico adecuado se ha vuelto cada vez más desafiante debido al aumento global y en México de la resistencia antimicrobiana (Majumder et al., 2020).

Por ejemplo, estudios recientes han reportado tasas de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (MRSA) de hasta el 30% en algunos centros hospitalarios mexicanos (Velazquez-Meza et al., 2004). Las tasas de enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) también han aumentado significativamente, con algunos estudios reportando prevalencias de más del 40% en cepas de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* (Siriphap et al., 2022). Además, la emergencia de resistencia a carbapenémicos en bacterias gram-negativas representa una preocupación particular debido a las limitadas opciones terapéuticas disponibles para estos patógenos (Meletis, 2016).

La distribución de los microorganismos causantes de infecciones del torrente sanguíneo y sus patrones de resistencia pueden variar considerablemente entre instituciones y regiones geográficas. Estas variaciones pueden ser influenciadas por factores como las características de la población de pacientes, las prácticas de prescripción antimicrobiana, las políticas de control de infecciones y la ecología microbiana local (Van An et al., 2023).

Por lo tanto, es crucial que cada institución de salud tenga un conocimiento preciso y actualizado de los microorganismos más frecuentemente aislados en hemocultivos y sus perfiles de sensibilidad/resistencia antimicrobiana.

El Hospital General ISSSTE Pachuca "Dra. Columba Rivera Osorio", como centro de atención de segundo nivel, atiende a una población diversa de pacientes y maneja un volumen significativo de casos complejos que pueden requerir cuidados intensivos y procedimientos invasivos. Estos factores pueden influir en la epidemiología de las infecciones del torrente sanguíneo y los patrones de resistencia antimicrobiana.

Sin embargo, hasta la fecha, no se ha realizado un análisis sistemático y actualizado de los microorganismos aislados en hemocultivos y sus perfiles de sensibilidad/resistencia en nuestra institución. Por lo que, se propone la siguiente:

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los microorganismos aislados en hemocultivos de adultos procesados en el Hospital General ISSSTE Pachuca "Dra. Columba Rivera Osorio" y cuál es su perfil de sensibilidad / resistencia a los agentes antimicrobianos en el periodo Noviembre 2022-Marzo 2024?

HIPÓTESIS

Alterna

Los microorganismos aislados en hemocultivos de adultos procesados en el Hospital General ISSSTE "Dra. Columba Rivera Osorio" durante el período Noviembre 2022-Marzo 2024 son *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae* y menos de 20% de estos muestran resistencia a vancomicina, carbapenémicos y cefalosporinas de 3^a generación.

Nula

Los microorganismos aislados en hemocultivos de adultos procesados en el Hospital General ISSSTE "Dra. Columba Rivera Osorio" durante el período Noviembre 2022-Marzo 2024 son *Pseudomonas aeruginosa*, *A. baumannii* y *S. epidermidis* y mas de 20% de estos muestran resistencia a vancomicina, carbapenémicos y cefalosporinas de 3^a generación.

OBJETIVOS

Objetivo general

Identificar los microorganismos aislados en hemocultivos de adultos procesados en el Hospital General ISSSTE Pachuca "Dra. Columba Rivera Osorio" y determinar su perfil de sensibilidad / resistencia a los agentes antimicrobianos en el periodo Noviembre 2022-Marzo 2024.

Objetivos específicos

1. Describir el perfil demográfico, comorbilidades de los pacientes y el tipo de patología de base.
2. Estimar la proporción de cultivos positivos y los patógenos causales.
3. Identificar el servicio de procedencia de los pacientes.
4. Determinar la tasa de resistencia a penicilina, cefalosporinas, carbapenems, trimetoprima/sulfametoxazol, quinolonas, y demás fármacos evaluados.

METODOLOGÍA

1. Diseño de la investigación

Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo, retrospectivo.

2. Universo de estudio

Registros de hemocultivos positivos procesados en el laboratorio de microbiología del Hospital General ISSSTE Pachuca “Dra. Columba Rivera Osorio”.

3. Periodo del estudio

Noviembre 2022 - Marzo 2024.

4. Tamaño de la muestra

El cálculo del tamaño de muestra se estimó con la fórmula para estudios descriptivos cuya variable principal es cualitativa, esperando una frecuencia de positividad de hemocultivos de 13%, según el estudio de Pardinás y cols. (Pardinás-Llargo, Alarcón-Sotelo, Ramírez-Angulo, Rodríguez-Weber, Díaz-Greene, et al., 2017) considerando un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%; de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 (p \cdot q)}{d^2}$$

Donde,

Z_{α} = puntuación Z de alfa a 0.05 = 1.96

p = positividad de hemocultivos = 13%

q = 100 - p = 87%

d = margen de error = 5%

n=174 hemocultivos como mínimo

5. Método de muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico e intencional de pacientes que cumplieron los criterios de selección durante el periodo Noviembre 2022 - Marzo 2024.

6. Criterios de selección

6.1. Criterios de inclusión

- Cultivos y expedientes de pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos realizados en el laboratorio de microbiología del Hospital General ISSSTE Pachuca “Dra. Columba Rivera Osorio” en el periodo Noviembre 2022 - Marzo 2024.

6.2. Criterios de no inclusión

- Cultivos y expedientes de pacientes con información requerida incompleta.

6.3. Criterios de eliminación

- No aplica por ser un estudio retrospectivo.

7. Procedimientos para la recolección de información

1. Este estudio fue sometido a revisión por el Comité de Investigación del Hospital General ISSSTE Pachuca “Dra. Columba Rivera Osorio”.

2. Tras su aprobación se identificaron los registros de hemocultivos realizados en el laboratorio de microbiología del Hospital General ISSSTE Pachuca “Dra. Columba Rivera Osorio” en el periodo de estudio y los expedientes de los pacientes que cumplieron con los criterios de selección.

3. Posteriormente, se recolectaron los siguientes datos de interés de los expedientes y de los registros de hemocultivos: Edad, Sexo, Comorbilidades, Tipo de patología de

base, Resultado del cultivo, Patógenos causales, Servicio de procedencia y el perfil de sensibilidad y resistencia para cada fármaco evaluado incluyendo penicilina, cefalosporinas, carbapenems, trimetoprima/sulfametoxazol, quinolonas, y demás fármacos.

4. Finalmente, los datos fueron capturados en SPSS para realizar el análisis estadístico, obtener resultados del estudio, realizar una tesis de especialidad y entregar un reporte final de investigación.

8. Definición y operacionalización de las variables de estudio

A continuación, se definen y operacionalizan las variables de estudio.

Tabla 1. Definición y operacionalización de las variables de estudio				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Unidades de medición	Tipo de Variable
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento	Edad del paciente, registrada en el expediente.	Años	Cuantitativa discreta
Sexo	Diferencia física y de características sexuales que distinguen al hombre de la mujer y permiten denominar al individuo como masculino o femenino.	Clasificación del paciente en masculino o femenino registrada en el expediente.	Masculino Femenino	Cualitativa nominal
Comorbilidades	Presencia de dos o más enfermedades al mismo tiempo en una persona.	Enfermedades adicionales registradas en el expediente del paciente	Diabetes mellitus Hipertensión Asma/ EPOC Inmunosupresión	Cualitativa nominal

			Cardiovascular es Enfermedad autoinmune Enfermedad renal crónica Cáncer Otra	
Tipo de patología base	Cualquier enfermedad o condición médica o quirúrgica.	Tipo de patología médica o quirúrgica que condicionó el ingreso del paciente al hospital registrada en el expediente del paciente.	Médica Quirúrgica	Cualitativa nominal
Resultado del cultivo	Hallazgos obtenidos al cultivar una muestra biológica (como sangre, orina, esputo, tejido, etc.) para identificar la presencia de microorganismos, como bacterias, hongos o virus.	Resultado del cultivo analizado del paciente. Se obtendrá del registro de cultivos del hospital.	Positivo Negativo	Cualitativa nominal
Patógenos causales	Lista de los microorganismos identificados en el cultivo.	Agente microbiano reportado en el registro de hemocultivos.	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Streptococcus pneumoniae</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Otra	Cualitativa nominal
Servicio de procedencia	Departamento del hospital o clínica de donde proviene el paciente.	Registro en el expediente del servicio procedencia del paciente.	Urgencias Medicina interna Cirugía general	Cualitativa nominal

					Traumatología y ortopedia Ginecología y obstetricia Otro	
Sensibilidad/Resistencia a Cefepime	Capacidad del Cefepime para inhibir o matar bacterias.	del para	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana al Cefepime de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio		Cualitativa nominal
Sensibilidad/Resistencia a ceftriaxona	Capacidad de la ceftriaxona para inhibir o matar bacterias.	de la para	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana a la ceftriaxona de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio		Cualitativa nominal
Sensibilidad/Resistencia a penicilina	Capacidad de la penicilina para inhibir o matar bacterias.	de la para	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana a la penicilina de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio		Cualitativa nominal
Sensibilidad/Resistencia a gentamicina	Capacidad de la gentamicina para inhibir o matar bacterias.	de la para	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana a la gentamicina de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio		Cualitativa nominal
Sensibilidad/Resistencia a amikacina	Capacidad de la amikacina para inhibir o matar bacterias.	de la para	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia	Sensible Resistente Intermedio		Cualitativa nominal

		microbiana a la amikacina de la muestra del paciente.			
Sensibilidad/Resistencia a ciprofloxacino	Capacidad del ciprofloxacino para inhibir o matar bacterias.	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana al ciprofloxacino de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio	Cualitativa nominal	
Sensibilidad/Resistencia a norfloxacino	Capacidad del norfloxacino para inhibir o matar bacterias.	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana al norfloxacino de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio	Cualitativa nominal	
Sensibilidad/Resistencia a levofloxacino	Capacidad del levofloxacino para inhibir o matar bacterias.	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana al levofloxacino de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio	Cualitativa nominal	
Sensibilidad/Resistencia a imipenem	Capacidad del imipenem para inhibir o matar bacterias.	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana al imipenem de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio	Cualitativa nominal	
Sensibilidad/Resistencia a carbapenem	Capacidad del carbapenem para inhibir o matar bacterias.	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana al	Sensible Resistente Intermedio	Cualitativa nominal	

			carbapenem de la muestra del paciente.			
Sensibilidad/Resistencia a ertapenem	Capacidad de ertapenem inhibir o matar bacterias.	del para	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana al ertapenem de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio		Cualitativa nominal
Sensibilidad/Resistencia a TMP-SFX	Capacidad de TMP-SFX inhibir o matar bacterias.	del para	Registro en el registro de hemocultivos de la sensibilidad o resistencia microbiana al TMP-SFX de la muestra del paciente.	Sensible Resistente Intermedio		Cualitativa nominal

ASPECTOS ÉTICOS

El presente proyecto de investigación se sometió a evaluación por los Comités Locales de Investigación y Bioética en Salud para su valoración y aceptación.

Se tomó en consideración el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la salud en su artículo 17, que lo clasifica como **sin riesgo** puesto que se obtendrá la información de registros electrónicos y expedientes, y es por tanto un estudio retrospectivo.

Este proyecto también se apegó a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Que establece los Principios Éticos para las investigaciones Médicas en Seres Humano, adaptada por la 8° Asamblea Médica Mundial, Helsinki Finlandia en junio de 1964. Así como a la última enmienda hecha por la última en la Asamblea General en octubre 2013, y a la Declaración de Taipei sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos que complementa oficialmente a la Declaración de Helsinki desde el 2016; de acuerdo con lo reportado por la Asamblea Médica Mundial.

Se hizo uso correcto de los datos y se mantuvo absoluta confidencialidad de estos. Esto de acuerdo con la Ley Federal de Protección de Datos Personales, a la NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico (apartados 5.4, 5.5 y 5.7).

Se solicitó dispensa del consentimiento informado con base en el punto 10 de las pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la investigación en salud con seres humanos, elaboradas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas en colaboración con la Organización Mundial de la Salud.

PLAN DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se utilizó el paquete estadístico SPSS v.25 para el procesamiento de los datos. Se realizó un análisis estadístico descriptivo. Para las variables cualitativas, el análisis descriptivo se realizó con frecuencias y porcentajes.

Para las variables cuantitativas se estimaron media y desviación estándar si la distribución de los datos es paramétrica o mediante mediana y rango intercuartilar en caso de que las variables cuantitativas tengan una distribución no paramétrica.

Se utilizaron tablas y gráficos para presentar la información.

RESULTADOS

1. Características demográficas de los pacientes

En este estudio se incluyeron 491 pacientes, con edad media de 60.1±16.1 años (rango 20-95), en donde el 44.8% eran del sexo femenino y 55.2% del sexo masculino [Tabla 1].

Tabla 2. Características demográficas de los pacientes (n= 491).	
	Valores
Edad (años), media ± DE	60.1±16.1
Sexo, n (%)	
Femenino	220(44.8)
Masculino	271(55.2)

Servicio solicitante y diagnóstico de solicitud

Los servicios en que solicitaron los hemocultivos fueron medicina interna (50.3%), urgencias (28.1%), nefrología (9.4%), unidad de cuidados intensivos (UCI, 8.1%), cirugía (2.4%), traumatología (1.0%), angiología (0.2%), urología (0.2%) y endocrinología (0.2%), como se observa en la Figura 1.

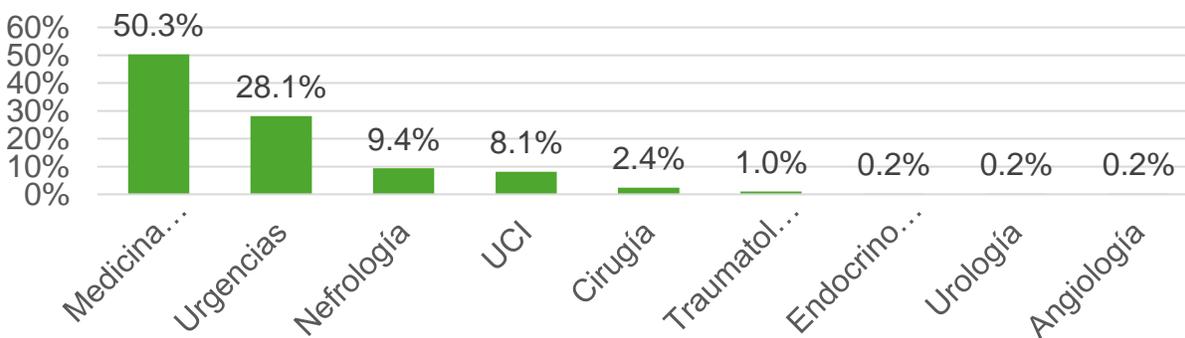


Figura 1. Servicio solicitante entre los pacientes (n= 491).

El diagnóstico por el cual se solicitaron hemocultivos para los pacientes fueron: especificado en el 61.3%, bacteriemia en el 7.3%, choque séptico en el 5.3%, sepsis en el 1.8%, infección de vías urinarias en el 1.4%, enfermedad renal crónica en el 6.7%, fiebre en estudio en el 1.4%, infección del acceso vascular en el 1.2%, traumatismo craneoencefálico en el 0.6%, neumonía adquirida en la comunidad en el 2.9%, pancreatitis aguda en el 0.8%, derrame pleural en el 0.8%, infección en el 1.8% y otros en el 6.5% [Tabla 2].

Tabla 3. Diagnóstico de solicitud de los pacientes (n= 491).

	Valores
Diagnóstico de solicitud, n(%)	
No especificado	301(61.3)
Bacteriemia	36(7.3)
Choque séptico	26(5.3)
Sepsis	9(1.8)
Infección de vías urinarias	7(1.4)
Enfermedad renal crónica	33(6.7)
Fiebre en estadio	7(1.4)
Infección del acceso vascular	6(1.2)
Traumatismo craneoencefálico	3(0.6)
Neumonía adquirida en la comunidad	14(2.9)
Pancreatitis aguda	4(0.8)
Derrame pleural	4(0.8)
Infección	9(1.8)
Otro	32(6.5)

2. Tipo de cultivo realizado, proporción de cultivos positivos y proporción de cultivos positivos con antibiograma.

El tipo de cultivo realizado fue central en el 1.2% de los pacientes y periférico en el 98.8% de los pacientes. La tasa de positividad de los cultivos periféricos fue de 16.7% y de los

periféricos fue de 31.1% (p=0.446). Ahora bien, del total de cultivos realizados fueron positivos el 31.0%. Del total de cultivos positivos, en 87.5% se realizó antibiograma y en 12.5% no se realizó antibiograma, como se observa en la Tabla 3 y Figura 2.

Tabla 4. Tipo de cultivo realizado, proporción de cultivos positivos y proporción de cultivos positivos con antibiograma de los pacientes (n= 491).

	Valores
Tipo de cultivo realizado, n (%)	
Central	6(1.2)
Periférico	485(98.8)
Resultado del cultivo, n (%)	
Positivo	152(31.0)
Negativo	339(69.0)
Antibiograma, n (%)	
Si	133(87.5)
No	19(12.5)

Resultados de Cultivos

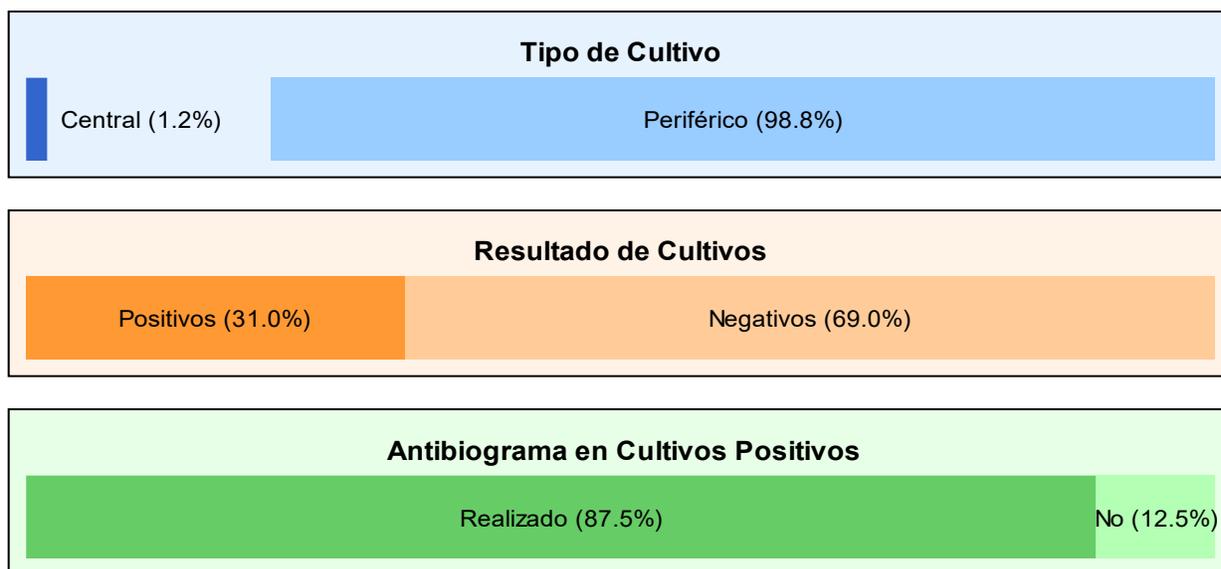


Figura 2. Resultados de los hemocultivos realizados en el Hospital General ISSSTE "Dra. Columba Rivera Osorio.

3. Patógenos aislados en los hemocultivos

Se encontraron en los hemocultivos una gran diversidad de patógenos tales como: *Staphylococcus epidermidis* en el 21.7%, *Escherichia coli* en el 11.2%, *Staphylococcus haemolyticus* en el 7.2%, *Pseudomonas aeruginosa* en el 6.6%, *Staphylococcus aureus* en el 5.9%, *Klebsiella pneumoniae* en el 5.9% [Figura 3].

Se aisló *Staphylococcus hominis* en el 5.3%, *Klebsiella oxytoca* en el 4.6%, *Candida albicans* en el 3.3%, *Enterococcus faecalis* en el 3.3%, *Acinetobacter baumannii* en el 2.6%, *Enterococcus cloacae* en el 2.6%, *Staphylococcus capitis* en el 2.6%, *Serratia marcescens* en el 2.0%, *Citrobacter koseri* en el 2.0%, *Enterobacter faecium* en el 2.0%, *Aerococcus viridans* en el 1.3% y *Stenotrophomonas maltophilia* en el 1.3% [Figura 3].

Se aisló *Burkholderia cepacia* en el 0.7%, *Citrobacter freundii* en el 0.7%, *Corynebacterium amycolatum* en el 0.7%, *Corynebacterium urealyticum* en el 0.7%, *Klebsiella ozaenae* en el 0.7%, *Kluyvera ascorbata* en el 0.7%, *Proteus mirabilis* en el 0.7%, *Rodentibacter pneumotropicus* en el 0.7%, *Staphylococcus saprophyticus* en el 0.7%, *Staphylococcus sciuri* en el 0.7%, *Streptococcus anginosus* en el 0.7% y *Streptococcus porcinus* en el 0.7% [Figura 3]

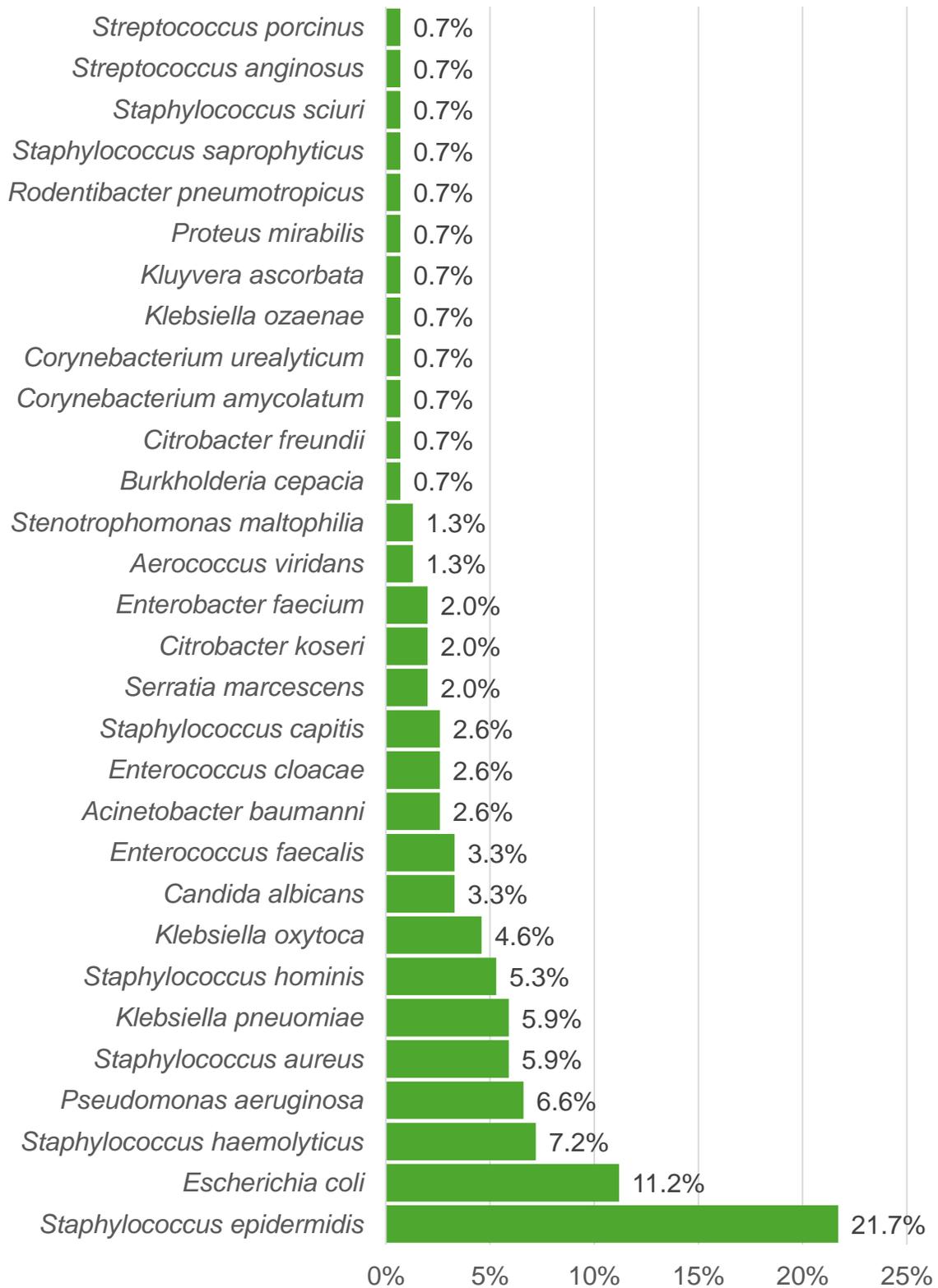


Figura 3. Patógenos aislados en los hemocultivos (n= 491).

4. Sensibilidad y resistencia de los agentes antimicrobianos a patógenos gram positivos y negativos

Se analizaron los resultados de sensibilidad y resistencia de los patógenos gram positivos y negativos a agentes antimicrobianos. Con respecto a los gram positivos, se encontró que mostraron sensibilidad a: cloranfenicol (84.5%), clindamicina (35.0%), daptomicina (98.3%), estreptomina (50.0%), eritromicina (20.0%), minociclina (96.7%), linezolidina (92.4%), oxacilina (20.0%), rifampicina (74.6%), vancomicina (95.2%), tigeciclina (86.7%), tetraciclina (100%), doxicilina (100%), ceftazolina (66.7%), ceftazidima (50.0%), cefepime (50.0%), ceftriaxona (50.0%), penicilina G (8.8%), ampicilina (36.4%), ampicilina/sulbactam (50.0%), gentamicina (43.3%), amikacina (50.0%), ciprofloxacino (51.8%), norfloxacino (50.0%), moxifloxacino (100%), imipenem (50.0%), meropenem (50.0%), ertapenem (50.0%), nitrofurantoína (83.3%) y TMP-SFX (44.1%).

Los patógenos que resultaron intermedios entre sensibilidad y resistencia fueron a: cloranfenicol (3.4%), clindamicina (3.3%), daptomicina (1.7%), tigeciclina (13.3%), ceftazolina (16.7%), gentamicina (5.0%) y levofloxacino (50.0%).

Por otro lado, los resistentes a agentes antimicrobianos fueron a: cloranfenicol (12.1%), clindamicina (61.7%), estreptomina (50.0%), eritromicina (80.0%), minociclina (3.3%), linezolidina (7.6%), oxacilina (80.0%), rifampicina (25.4%), vancomicina (4.8%), ceftazolina (16.7%), ceftazidima (50.0%), cefepime (50.0%), cefoxitina (100.0%), ceftriaxona (50.0%), piperacilina/tazobactam (100%), penicilina G (91.2%), ampicilina (63.6%), ampicilina/sulbactam (50.0%), gentamicina (51.7%), amikacina (50.0%), ciprofloxacino (48.2%), norfloxacino (50.0%), levofloxacino (50.0%), imipenem (50.0%), meropenem (50.0%), ertapenem (50.0%), nitrofurantoína (16.7%) y TMP-SFX (55.9%). Estos datos se observan en la Tabla 4.

Tabla 5. Sensibilidad y resistencia de los agentes antimicrobianos a patógenos gram positivos.

Patógenos, %(n)	Sensibles (S)	Intermedios (I)	Resistentes (R)
Cloranfenicol (n= 58)	84.5(49)	3.4(2)	12.1(7)
Clindamicina (n= 60)	35.0(21)	3.3(2)	61.7(37)
Daptomicina (n= 60)	98.3(59)	1.7(1)	0.0(0)
Estreptomicina (n= 6)	50.0(3)	0.0(0)	50.0(3)
Eritromicina (n= 60)	20.0(12)	0.0(0)	80.0(48)
Minociclina (n= 60)	96.7(58)	0.0(0)	3.3(2)
Linezolida (n= 66)	92.4(61)	0.0(0)	7.6(5)
Oxacilina (n= 60)	20.0(12)	0.0(0)	80.0(48)
Rifampicina (n= 59)	74.6(44)	0.0(0)	25.4(15)
Vancomicina (n= 63)	95.2(60)	0.0(0)	4.8(3)
Tigeciclina (n= 15)	86.7(13)	13.3(2)	0.0(0)
Tetraciclina (n= 2)	100.0(2)	0.0(0)	0.0(0)
Doxiciclina (n= 2)	100.0(2)	0.0(0)	0.0(0)
Tobramicina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Cefazolina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Ceftazolina (n= 6)	66.7(4)	16.7(1)	16.7(1)
Ceftazidima (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)
Cefepime (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)
Cefoxitina (n= 5)	0.0(0)	0.0(0)	100.0(5)
Ceftriaxona (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)
Piperacilina/tazobactam (n= 1)	0.0(0)	0.0(0)	100.0(1)
Penicilina G (n= 34)	8.8(3)	0.0(0)	91.2(31)
Ampicilina (n= 11)	36.4(4)	0.0(0)	63.6(7)
Amoxicilina/clavulanato (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Ampicilina/sulbactam (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)
Gentamicina (n= 60)	43.3(26)	5.0(3)	51.7(31)
Amikacina (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)

Ciprofloxacino (n= 56)	51.8(29)	0.0(0)	48.2(27)
Norfloxacinó (n= 4)	50.0(2)	0.0(0)	50.0(2)
Moxifloxacino (n= 2)	100.0(2)	0.0(0)	0.0(0)
Levofloxacino (n= 2)	0.0(0)	50.0(1)	50.0(1)
Imipenem (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)
Meropenem (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)
Ertapenem (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)
Doripenem (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Colistina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Nitrofurantoína (n= 6)	83.3(5)	0.0(0)	16.7(1)
Fosfomicina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
TMP-SFX (n= 59)	44.1(26)	0.0(0)	55.9(33)

Con respecto a la sensibilidad de los gram negativos a antimicrobianos, estos mostraron sensibilidad a cloranfenicol (100%), daptomicina (100%), estreptomicina (50.0%), linezolidina (100%), vancomicina (100%), tigeciclina (79.5%), tetraciclina (80.0%), tobramicina (100%), cefazolina (72.7%), ceftazidima (48.1%), cefepime (46.2%), cefoxitina (52.6%), ceftriaxona (40.0%), piperacilina/tazobactam (71.7%), penicilina G (50.0%), ampicilina (7.3%), amoxicilina/clavulanato (50.0%), ampicilina/sulbactam (33.3%), gentamicina (52.6%), amikacina (87.7%), ciprofloxacino (39.2%), levofloxacino (22.2%), imipenem (76.4%), meropenem (80.7%), ertapenem (86.4%), doripenem (100%), fosfomicina (33.3%) y TMP-SFX (51.1%).

Los patógenos con resultados intermedios entre sensibilidad y resistencia, fue a los siguientes agentes antimicrobianos: tigeciclina (12.8%), cefazolina (9.1%), ceftazidima (7.4%), cefepime (5.8%), cefoxitina (10.5%), ceftriaxona (5.0%), piperacilina/tazobactam (11.3%), ampicilina (7.3%), amoxicilina/clavulanato (16.7%), ampicilina/sulbactam (9.5%), gentamicina (1.8%), ciprofloxacino (3.9%) e imipenem (10.9%).

Finalmente, los patógenos resistentes fueron positivos a: estreptomicina (50.0%), tigeciclina (7.7%), tetraciclina (20.0%), cefazolina (18.2%), ceftazidima (44.4%),

cefepime (48.1%), cefoxitina (36.8%), ceftriaxona (55.0%), piperacilina/tazobactam (17.0%), penicilina G (50.0%), ampicilina (85.4%), amoxicilina/clavulanato (33.3%), ampicilina/sulbactam (57.1%), gentamicina (45.6%), amikacina (12.3%), ciprofloxacino (56.9%), levofloxacino (77.8%), imipenem (12.7%), meropenem (19.3%), ertapenem (13.6%), colistina (100%), fosfomicina (66.7%) y TMP-SFX (48.9%). Estos datos se observan en la Tabla 5.

Tabla 6. Sensibilidad y resistencia de los agentes antimicrobianos a patógenos gram negativos.

Patógenos, %(n)	Sensibles	Intermedios	Resistentes
	(S)	(I)	(R)
Cloranfenicol (n= 1)	100.0(1)	0.0(0)	0.0(0)
Clindamicina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Daptomicina (n= 2)	100.0(2)	0.0(0)	0.0(0)
Estreptomicina (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)
Eritromicina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Minociclina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Linezolid (n= 2)	100.0(2)	0.0(0)	0.0(0)
Oxacilina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Rifampicina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Vancomicina (n= 2)	100.0(2)	0.0(0)	0.0(0)
Tigeciclina (n= 39)	79.5(31)	12.8(5)	7.7(3)
Tetraciclina (n= 5)	80.0(4)	0.0(0)	20.0(1)
Doxiciclina (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Tobramicina (n= 1)	100.0(1)	0.0(0)	0.0(0)
Cefazolina (n= 11)	72.7(8)	9.1(1)	18.2(2)
Ceftazidima (n= 54)	48.1(26)	7.4(4)	44.4(24)
Cefepime (n= 52)	46.2(24)	5.8(3)	48.1(25)
Cefoxitina (n= 38)	52.6(20)	10.5(4)	36.8(14)
Ceftriaxona (n= 40)	40.0(16)	5.0(2)	55.0(22)
Piperacilina/tazobactam (n= 53)	71.7(38)	11.3(6)	17.0(9)

Penicilina G (n= 2)	50.0(1)	0.0(0)	50.0(1)
Ampicilina (n= 41)	7.3(3)	7.3(3)	85.4(35)
Amoxicilina/clavulanato (n= 6)	50.0(3)	16.7(1)	33.3(2)
Ampicilina/sulbactam (n= 42)	33.3(14)	9.5(4)	57.1(24)
Gentamicina (n= 57)	52.6(30)	1.8(1)	45.6(26)
Amikacina (n= 57)	87.7(50)	0.0(0)	12.3(7)
Ciprofloxacino (n= 51)	39.2(20)	3.9(2)	56.9(29)
Norfloxacino (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Moxifloxacino (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Levofloxacino (n= 27)	22.2(6)	0.0(0)	77.8(21)
Imipenem (n= 55)	76.4(42)	10.9(6)	12.7(7)
Meropenem (n= 57)	80.7(46)	0.0(0)	19.3(11)
Ertapenem (n= 44)	86.4(38)	0.0(0)	13.6(6)
Doripenem (n= 1)	100.0(1)	0.0(0)	0.0(0)
Colistina (n= 2)	0.0(0)	0.0(0)	100.0(2)
Nitrofurantoína (n= 0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Fosfomicina (n= 3)	33.3(1)	0.0(0)	66.7(2)
TMP-SFX (n= 45)	51.1(23)	0.0(0)	48.9(22)

DISCUSIÓN

Conocer cuáles son los patógenos más comunes en hemocultivos y su perfil de sensibilidad antimicrobiana es fundamental para implementar medidas de prevención y para ofrecer una terapia empírica adecuada. Por ello, en este estudio, se identificaron microorganismos aislados en hemocultivos de adultos procesados en el Hospital General ISSSTE "Dra. Columba Rivera Osorio" y su perfil de sensibilidad/resistencia a los agentes antimicrobianos. A continuación, se analizan los principales hallazgos del estudio y sus implicaciones para la práctica clínica.

En cuanto al perfil demográfico, la edad media de los pacientes (60.1 ± 16.1 años) y la ligera predominancia del sexo masculino (55.2%) son consistentes con otros estudios sobre infecciones del torrente sanguíneo en poblaciones hospitalarias como el de Goto y Al-Hasany cols. (Goto & Al-Hasan, 2013). En algunos estudios se ha reportado una mayor incidencia de infecciones del torrente sanguíneo mayor entre pacientes más jóvenes y en adultos mayores, con aumentos sustanciales en pacientes mayores y hombres a partir de los 35 años (Waterlow et al., 2024).

La mayor proporción de solicitudes de hemocultivos fueron provenientes de los servicios de medicina interna y urgencias que en conjunto enviaron tres cuartas partes de los hemocultivos. Ello refleja la naturaleza de estas especialidades como puntos de entrada principales para pacientes con sospecha de sepsis o bacteriemia (Choi et al., 2022).

La marcada preferencia por los hemocultivos periféricos (98.8%) sobre los centrales (1.2%) está en línea con las guías actuales para el diagnóstico de infecciones del torrente sanguíneo (Baron et al., 2013). Sin embargo, la baja proporción de cultivos centrales podría indicar que es necesario realizar mayor proporción de hemocultivos centrales cuando sea posible dado las tasas de detección son mayores en los hemocultivos centrales (Shah et al., 2013).

De hecho, la tasa de positividad de hemocultivos en nuestro estudio fue del 31.0% y se encuentra dentro del rango reportado en la literatura (10-50%), aunque con tendencia hacia los valores altos. Esta alta tasa de positividad de hemocultivos podría indicar una buena selección de pacientes para la realización de hemocultivos o una alta prevalencia de infecciones del torrente sanguíneo en la población estudiada. De hecho, la Sociedad Estadounidense de Microbiología (ASM) recomienda que la tasa de resultados positivos de un hemocultivo esté entre el 6 y el 12 % (Bae et al., 2019) y otros estudios como el de Pardinás han encontrado tasas de positividad de 13% (Pardinás-Llergo, Alarcón-Sotelo, Ramírez-Angulo, Rodríguez-Weber, & Díaz-Greene, 2017).

La diversidad de patógenos aislados refleja la complejidad de las infecciones del torrente sanguíneo en entornos hospitalarios. La predominancia de *Staphylococcus epidermidis* (21.7%) y otros estafilococos coagulasa negativos es consistente con otros estudios, aunque plantea preocupaciones sobre posible contaminación (Becker et al., 2014). En su estudio, Singh y cols. encontraron que el *S. aureus* fue el patógeno causante de bacteriemia más comúnmente aislado en hemocultivos positivos, lo que es distinto a nuestros hallazgos (Singh et al., 2023).

La alta frecuencia de *Escherichia coli* (11.2%) y *Klebsiella pneumoniae* (5.9%) subraya la importancia de los bacilos gramnegativos como causa de bacteriemia, especialmente en pacientes con enfermedades subyacentes (Laupland & Church, 2014). Esto coincide con reportes previos que indican que las Enterobacteriaceae *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* son los patógenos gram negativos más frecuentemente aislados en hemocultivos (Tang et al., 2021).

Por otro lado, la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* (6.6%) y *Acinetobacter baumannii* (2.6%) es preocupante, ya que estos patógenos a menudo están asociados con infecciones nosocomiales y resistencia a múltiples fármacos (Zavascki et al., 2010).

En relación con los patrones de resistencia y sensibilidad antimicrobiana de los patógenos gram positivos, encontramos una elevada resistencia a oxacilina (80%), lo

que sugiere una prevalencia significativa de cepas resistentes a meticilina (MRSA), lo cual es consistente con tendencias globales(Diekema et al., 2019). Mientras que, la sensibilidad preservada a vancomicina (95.2%), linezolid (92.4%) y daptomicina (98.3%) es tranquilizadora, ya que estos son a menudo los últimos recursos para infecciones por gram positivos resistentes(Zasowski et al., 2017).

Por otro lado, en relación con los patrones de resistencia y sensibilidad antimicrobiana de los patógenos gram negativos, se encontró una resistencia significativa a cefalosporinas de tercera generación (ceftriaxona 55% resistente) y fluoroquinolonas (ciprofloxacino 56.9% resistente) entre los gram negativos, lo cual es alarmante y sugiere la presencia de enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE)(Cantón et al., 2012). Sin embargo, encontramos sensibilidad preservada a carbapenémicos (imipenem 76.4%, meropenem 80.7% sensibles) lo que es importante y crucial para la elección de terapia antimicrobiana empírica, y a su vez de relevancia ya que una adecuada elección inicial se asocia con mejores resultados(Al-Ani et al., 2022).

Estos patrones de resistencia tienen implicaciones importantes para la terapia empírica y el manejo de infecciones del torrente sanguíneo en este centro. La alta prevalencia de resistencia a antibióticos de primera línea sugiere la necesidad de considerar terapias combinadas o el uso temprano de antibióticos de amplio espectro en pacientes con sospecha de sepsis grave(Gutiérrez-Gutiérrez et al., 2017).

Si bien este estudio proporciona una visión valiosa de la epidemiología local de las infecciones del torrente sanguíneo, tiene limitaciones, incluyendo su naturaleza retrospectiva. Además, la alta tasa de cultivos positivos podría sugerir la necesidad de monitorizar contaminación dada la alta prevalencia de estafilococos coagulasa negativos(Moore, 2021).

CONCLUSIONES

Los microorganismos más frecuentemente aislados en hemocultivos son patógenos gram positivos, aunque las infecciones por gram positivas representaron alrededor del 30% de los casos. Dado que existe elevada resistencia a algunos antimicrobianos de primera línea, se requieren estrategias efectivas para combatir la resistencia antimicrobiana y mejorar el manejo de estas infecciones potencialmente mortales.

Los resultados de este estudio, tienen algunas implicaciones para la práctica clínica y futuras investigaciones de los pacientes incluyendo la necesidad de implementar y reforzar programas de administración de antimicrobianos para preservar la efectividad de los antibióticos disponibles, mejorar las prácticas de control de infecciones para reducir la transmisión de patógenos resistentes, considerar la actualización de las guías de tratamiento empírico basadas en los patrones locales de resistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, S., Kumar, S., Rajpal, K., Sinha, R., Kumar, R., Muni, S., & Kumari, N. (2022). Candidemia Among ICU Patients: Species Characterisation, Resistance Pattern and Association With Candida Score: A Prospective Study. *Cureus*, *14*(4), e24612. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.24612>
- Al-Ani, A. H. H. D. A., Othman, N., Hassali, M. A., & Ibrahim, B. (2022). Adequacy of Empiric Antibiotics Therapy and Its Impact on Outcomes in Adult Critically Ill Sepsis Patients: A Review. *The Malaysian Journal of Medical Sciences : MJMS*, *29*(5), 17. <https://doi.org/10.21315/MJMS2022.29.5.3>
- Altindis, M., Koroglu, M., Demiray, T., Dal, T., Ozdemir, M., Sengil, A. Z., Atasoy, A. R., Turan, M., Cicek, A. C., Ece, G., Kaya, S., Iraz, M., Gultepe, B. S., Temiz, H., Demirkan, I., Aksaray, S., Cetinkol, Y., Sahin, I., Guducuoglu, H., ... Karabay, O. (2016). A Multicenter Evaluation of Blood Culture Practices, Contamination Rates, and the Distribution of Causative Bacteria. *Jundishapur Journal of Microbiology*, *9*(1), 29766. <https://doi.org/10.5812/JJM.29766>
- Andersson, M., Östholm-Balkhed, Å., Fredrikson, M., Holmbom, M., Hällgren, A., Berg, S., & Hanberger, H. (2019). Delay of appropriate antibiotic treatment is associated with high mortality in patients with community-onset sepsis in a Swedish setting. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, *38*(7), 1234. <https://doi.org/10.1007/S10096-019-03529-8>
- Bae, M., In Kim, H., Park, J. H., Ryu, B. H., Chang, J., Sung, H., Jung, J., Kim, M. J., Kim, S. H., Lee, S. O., Choi, S. H., Kim, Y. S., Woo, J. H., Kim, M. N., & Chong, Y. P. (2019). Improvement of blood culture contamination rate, blood volume, and true positive rate after introducing a dedicated phlebotomy team. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, *38*(2), 325–330. <https://doi.org/10.1007/S10096-018-3430-4/TABLES/4>
- Baron, E. J., Miller, J. M., Weinstein, M. P., Richter, S. S., Gilligan, P. H., Thomson, R. B., Bourbeau, P., Carroll, K. C., Kehl, S. C., Dunne, W. M., Robinson-Dunn, B., Schwartzman, J. D., Chapin, K. C., Snyder, J. W., Forbes, B. A., Patel, R., Rosenblatt, J. E., & Pritt, B. S. (2013). A guide to utilization of the microbiology laboratory for diagnosis of infectious diseases: 2013 recommendations by the Infectious Diseases Society of America (IDSA) and the American Society for Microbiology (ASM)(a). *Clinical Infectious Diseases : An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*, *57*(4). <https://doi.org/10.1093/CID/CIT278>
- Batra, S., Connealy, M., & Xavier, J. (2023). Point-of-Care Testing. *The Emergency Department Technician Handbook*, 43–51. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-83002-7.00007-3>

- Becker, K., Heilmann, C., & Peters, G. (2014). Coagulase-negative staphylococci. *Clinical Microbiology Reviews*, 27(4), 870–926. <https://doi.org/10.1128/CMR.00109-13>
- Bernier, S. P., & Surette, M. G. (2013a). Concentration-dependent activity of antibiotics in natural environments. *Frontiers in Microbiology*, 4(FEB), 20. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2013.00020>
- Bernier, S. P., & Surette, M. G. (2013b). Concentration-dependent activity of antibiotics in natural environments. *Frontiers in Microbiology*, 4(FEB), 20. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2013.00020>
- Bonnet, M., Lagier, J. C., Raoult, D., & Khelaifia, S. (2020). Bacterial culture through selective and non-selective conditions: the evolution of culture media in clinical microbiology. *New Microbes and New Infections*, 34, 100622. <https://doi.org/10.1016/J.NMNI.2019.100622>
- Caldeira, D., David, C., & Sampaio, C. (2011). Skin antiseptics in venous puncture-site disinfection for prevention of blood culture contamination: systematic review with meta-analysis. *The Journal of Hospital Infection*, 77(3), 223–232. <https://doi.org/10.1016/J.JHIN.2010.10.015>
- Cantón, R., Akóva, M., Carmeli, Y., Giske, C. G., Glupczynski, Y., Gniadkowski, M., Livermore, D. M., Miriagou, V., Naas, T., Rossolini, G. M., Samuelsen, Seifert, H., Woodford, N., Nordmann, P., Poirel, L., Bogaerts, P., Navon-Venezia, S., & Cornaglia, G. (2012). Rapid evolution and spread of carbapenemases among Enterobacteriaceae in Europe. *Clinical Microbiology and Infection: The Official Publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 18(5), 413–431. <https://doi.org/10.1111/J.1469-0691.2012.03821.X>
- Chela, H. K., Vasudevan, A., Rojas-Moreno, C., & Naqvi, S. H. (2019). Approach to Positive Blood Cultures in the Hospitalized Patient: A Review. *Missouri Medicine*, 116(4), 317.
- Choi, D. H., Hong, K. J., Park, J. H., Shin, S. Do, Ro, Y. S., Song, K. J., Kim, K. H., & Kim, S. (2022). Prediction of bacteremia at the emergency department during triage and disposition stages using machine learning models. *The American Journal of Emergency Medicine*, 53, 86–93. <https://doi.org/10.1016/J.AJEM.2021.12.065>
- Diekema, D. J., Pfaller, M. A., Shortridge, D., Zervos, M., & Jones, R. N. (2019). Twenty-Year Trends in Antimicrobial Susceptibilities Among *Staphylococcus aureus* From the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program. *Open Forum Infectious Diseases*, 6(Suppl 1), S47–S53. <https://doi.org/10.1093/OFID/OFY270>
- Duran-Lengua, M., Valladales-Restrepo, L., Caraballo-Marimón, R., Romero Martínez, G., Cabarcas-Tovar, A., & Bohórquez Moreno, C. (2021). Prevalencia de resistencia de bacteria aisladas en hemocultivos, en un hospital universitario de Colombia. *Nova*, 19(37), 57–69.

- Escalona, Y., Guedez, Z., & Silva, J. (2017). Hemocultivos en pacientes hospitalizados en la Ciudad Hospitalaria "Dr. Enrique Tejera". *Salus*, 21(3), 24–30.
- Evans, L., Rhodes, A., Alhazzani, W., Antonelli, M., Coopersmith, C. M., French, C., Machado, F. R., Mcintyre, L., Ostermann, M., Prescott, H. C., Schorr, C., Simpson, S., Wiersinga, W. J., Alshamsi, F., Angus, D. C., Arabi, Y., Azevedo, L., Beale, R., Beilman, G., ... Levy, M. (2021). Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Medicine*, 47(11), 1247. <https://doi.org/10.1007/S00134-021-06506-Y>
- Fabre, V., Carroll, K. C., & Cosgrove, S. E. (2022). Blood Culture Utilization in the Hospital Setting: a Call for Diagnostic Stewardship. *Journal of Clinical Microbiology*, 60(3), e01005-21. <https://doi.org/10.1128/JCM.01005-21>
- Gahlot, R., Nigam, C., Kumar, V., Yadav, G., Anupurba, S., Gahlot, R., Nigam, C., Kumar, V., Yadav, G., & Anupurba, S. (2014). Catheter-related bloodstream infections. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*, 4(2), 167. <https://doi.org/10.4103/2229-5151.134184>
- Gajic, I., Kabic, J., Kekic, D., Jovicevic, M., Milenkovic, M., Mitic Culafic, D., Trudic, A., Ranin, L., & Opavski, N. (2022). Antimicrobial Susceptibility Testing: A Comprehensive Review of Currently Used Methods. *Antibiotics*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/ANTIBIOTICS11040427>
- Goto, M., & Al-Hasan, M. N. (2013). Overall burden of bloodstream infection and nosocomial bloodstream infection in North America and Europe. *Clinical Microbiology and Infection : The Official Publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 19(6), 501–509. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12195>
- Guggenbichler, J. P., Assadian, O., Boeswald, M., & Kramer, A. (2011). Incidence and clinical implication of nosocomial infections associated with implantable biomaterials – catheters, ventilator-associated pneumonia, urinary tract infections. *GMS Krankenhaushygiene Interdisziplinär*, 6(1), Doc18. <https://doi.org/10.3205/DGKH000175>
- Gutiérrez-Gutiérrez, B., Salamanca, E., de Cueto, M., Hsueh, P. R., Viale, P., Paño-Pardo, J. R., Venditti, M., Tumbarello, M., Daikos, G., Cantón, R., Doi, Y., Tuon, F. F., Karaiskos, I., Pérez-Nadales, E., Schwaber, M. J., Azap, Ö. K., Souli, M., Roilides, E., Pournaras, S., ... Jové, E. (2017). Effect of appropriate combination therapy on mortality of patients with bloodstream infections due to carbapenemase-producing Enterobacteriaceae (INCREMENT): a retrospective cohort study. *The Lancet. Infectious Diseases*, 17(7), 726–734. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30228-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30228-1)
- Hall, K. K., & Lyman, J. A. (2006). Updated Review of Blood Culture Contamination. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(4), 788. <https://doi.org/10.1128/CMR.00062-05>

- Hindler, J. F., & Munro, S. (2024). Antimicrobial Susceptibility Testing. *Clinical Microbiology Procedures Handbook: Third Edition*, 2–3, 5.0.1-5.18.2.1. <https://doi.org/10.1128/9781555817435.ch5>
- Il, M. R. F., Zubair, M., & Taghavi, S. (2023). Laboratory Evaluation of Sepsis. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK594258/>
- Jorgensen, J. H., & Ferraro, M. J. (2009). Antimicrobial susceptibility testing: A review of general principles and contemporary practices. *Clinical Infectious Diseases*, 49(11), 1749–1755. <https://doi.org/10.1086/647952/2/49-11-1749-FIG003.GIF>
- Kanjilal, S., Cho, T. A., & Piantadosi, A. (2019). Neuroinfectious Disease, Part 1: Diagnostic Testing in Central Nervous System Infection. *Seminars in Neurology*, 39(3), 311. <https://doi.org/10.1055/S-0039-1688441>
- Khan, Z. A., Siddiqui, M. F., & Park, S. (2019). Current and Emerging Methods of Antibiotic Susceptibility Testing. *Diagnostics*, 9(2), 49. <https://doi.org/10.3390/DIAGNOSTICS9020049>
- Koh, E. M., Lee, S. G., Kim, C. K., Kim, M., Yong, D., Lee, K., Kim, J. M., Kim, D. S., & Chong, Y. (2007). [Microorganisms isolated from blood cultures and their antimicrobial susceptibility patterns at a university hospital during 1994-2003]. *The Korean Journal of Laboratory Medicine*, 27(4), 265–275. <https://doi.org/10.3343/KJLM.2007.27.4.265>
- Kohlmeier, M. (2013). Practical Uses of Nutrigenetics. *Nutrigenetics*, 307–333. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385900-6.00007-1>
- Kowalska-Krochmal, B., & Dudek-Wicher, R. (2021). The Minimum Inhibitory Concentration of Antibiotics: Methods, Interpretation, Clinical Relevance. *Pathogens*, 10(2), 1–21. <https://doi.org/10.3390/PATHOGENS10020165>
- Laque-Ale, A., Hueda-Zavaleta, M., Gómez de la Torre, J. C., Alvarado, L., & Cáceres Del Águila, J. A. (2023). Diagnostic performance of the time to positivity of blood cultures to distinguish true bacteremia from contaminants based on an automated system. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 40(4), 458. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2023.404.12724>
- Laupland, K. B., & Church, D. L. (2014). Population-based epidemiology and microbiology of community-onset bloodstream infections. *Clinical Microbiology Reviews*, 27(4), 647–664. <https://doi.org/10.1128/CMR.00002-14>
- Li, K., Li, L., & Wang, J. (2023). Distribution and Antibiotic Resistance Analysis of Blood Culture Pathogens in a Tertiary Care Hospital in China in the Past Four Years. *Infection and Drug Resistance*, 16, 5471. <https://doi.org/10.2147/IDR.S423660>
- Licata, F., Quirino, A., Pepe, D., Matera, G., & Bianco, A. (2020). Antimicrobial Resistance in Pathogens Isolated from Blood Cultures: A Two-Year Multicenter Hospital Surveillance

Study in Italy. *Antibiotics* 2021, Vol. 10, Page 10, 10(1), 10.
<https://doi.org/10.3390/ANTIBIOTICS10010010>

Lin, P. C., Chang, C. L., Chung, Y. H., Chang, C. C., & Chu, F. Y. (2022). Revisiting factors associated with blood culture positivity: Critical factors after the introduction of automated continuous monitoring blood culture systems. *Medicine*, 101(30), E29693.
<https://doi.org/10.1097/MD.00000000000029693>

Mahapatra, S., & Heffner, A. C. (2023). Septic Shock. *StatPearls*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430939/>

Majumder, M. A. A., Rahman, S., Cohall, D., Bharatha, A., Singh, K., Haque, M., & Gittens-St Hilaire, M. (2020). Antimicrobial Stewardship: Fighting Antimicrobial Resistance and Protecting Global Public Health. *Infection and Drug Resistance*, 13, 4738.
<https://doi.org/10.2147/IDR.S290835>

Marlowe, L., Mistry, R. D., Coffin, S., Leckerman, K. H., McGowan, K. L., Dai, D., Bell, L. M., & Zaoutis, T. (2010). Blood culture contamination rates after skin antisepsis with chlorhexidine gluconate versus povidone-iodine in a pediatric emergency department. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 31(2), 171–176.
<https://doi.org/10.1086/650201>

Martín-Gutiérrez, G., Martín-Pérez, C., Gutiérrez-Pizarra, A., Lepe, J. A., Cisneros, J. M., & Aznar, J. (2017). Time to positivity of blood cultures in patients with bloodstream infections: A useful prognostic tool. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (English Edition)*, 35(10), 638–644. <https://doi.org/10.1016/J.EIMCE.2016.10.002>

Meletis, G. (2016). Carbapenem resistance: overview of the problem and future perspectives. *Therapeutic Advances in Infectious Disease*, 3(1), 21.
<https://doi.org/10.1177/2049936115621709>

Mojica, M. F., Humphries, R., Lipuma, J. J., Mathers, A. J., Rao, G. G., Shelburne, S. A., Fouts, D. E., Van Duin, D., & Bonomo, R. A. (2022). Clinical challenges treating *Stenotrophomonas maltophilia* infections: an update. *JAC-Antimicrobial Resistance*, 4(3). <https://doi.org/10.1093/JACAMR/DLAC040>

Momodu, I. I., & Savaliya, V. (2023). Septic Arthritis. *StatPearls*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538176/>

Monegro, A. F., Muppidi, V., & Regunath, H. (2023). Hospital-Acquired Infections. *Cambridge Handbook of Psychology, Health and Medicine, Second Edition*, 736–738.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511543579.182>

Moore, C. N. (2021). Blood Culture Contamination: Still Hazy After All These Years. *Clinical Microbiology Newsletter*, 43(3), 15–21.
<https://doi.org/10.1016/J.CLINMICNEWS.2021.01.001>

- Nuckchady, D. C. (2021). Incidence, Risk Factors, and Mortality From Hospital-Acquired Infections at a Hospital in Mauritius. *Cureus*, *13*(11), e19962. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.19962>
- Pardinas-Llergo, M., Alarcón-Sotelo, A., Ramírez-Angulo, C., Rodríguez-Weber, F., & Díaz-Greene, E. (2017). Probability of success of obtaining a positive hemoculture. *Medicina Interna de México*, *33*(1), 28–40. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-48662017000100028&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
- Pardinas-Llergo, M., Alarcón-Sotelo, A., Ramírez-Angulo, C., Rodríguez-Weber, F., Díaz-Greene, E., Pardinas-Llergo, M., Alarcón-Sotelo, A., Ramírez-Angulo, C., Rodríguez-Weber, F., & Díaz-Greene, E. (2017). Probabilidad de éxito de obtener un hemocultivo positivo. *Medicina Interna de México*, *33*(1), 28–40. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-48662017000100028&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Pharaon, K. S., & Trunkey, D. D. (2023). Abdominal Abscess. *Clinical Infectious Disease, Second Edition*, 366–369. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139855952.063>
- Phungoen, P., Lerdprawat, N., Sawanyawisuth, K., Chotmongkol, V., Ienghong, K., Sumritrin, S., & Apiratwarakul, K. (2021). Clinical factors associated with bloodstream infection at the emergency department. *BMC Emergency Medicine*, *21*(1). <https://doi.org/10.1186/S12873-021-00426-2>
- Pien, B. C., Sundaram, P., Raoof, N., Costa, S. F., Mirrett, S., Woods, C. W., Reller, L. B., & Weinstein, M. P. (2010). The Clinical and Prognostic Importance of Positive Blood Cultures in Adults. *Journal of Medicine*, *123*, 819–828. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2010.03.021>
- Riedel, S., Bourbeau, P., Swartz, B., Brecher, S., Carroll, K. C., Stamper, P. D., Dunne, W. M., McCardle, T., Walk, N., Fiebelkorn, K., Sewell, D., Richter, S. S., Beekmann, S., & Doern, G. V. (2008). Timing of Specimen Collection for Blood Cultures from Febrile Patients with Bacteremia. *Journal of Clinical Microbiology*, *46*(4), 1385. <https://doi.org/10.1128/JCM.02033-07>
- RN), O. R. for N. (Open, Ernstmeyer, K., & Christman, E. (2021). *Chapter 4 Aseptic Technique*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK593203/>
- Robledo, J., Maldonado, N., Robledo, C., Naranjo, L. C., Galeano, V. H., & Pino, J. J. (2022). Changes in Antimicrobial Resistance and Etiology of Blood Culture Isolates: Results of a Decade (2010–2019) of Surveillance in a Northern Region of Colombia. *Infection and Drug Resistance*, *15*, 6067–6079. <https://doi.org/10.2147/IDR.S375206>

- Rodloff, A., Bauer, T., Ewig, S., Kujath, P., & Müller, E. (2008). Susceptible, Intermediate, and Resistant – The Intensity of Antibiotic Action. *Deutsches Ärzteblatt International*, 105(39), 662. <https://doi.org/10.3238/ARZTEBL.2008.0657>
- Said, M. S., Tirthani, E., & Lesho, E. (2024). *Enterococcus Infections*. 1–15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK567759/>
- Sajedi Moghaddam, S., Mamishi, S., Pourakbari, B., & Mahmoudi, S. (2024). Bacterial etiology and antimicrobial resistance pattern of pediatric bloodstream infections: a 5-year experience in an Iranian referral hospital. *BMC Infectious Diseases*, 24(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S12879-024-09260-W/FIGURES/3>
- Sarfraz Khan, M., Kareem, A., Fatima, K., Rauf, S., Khalid, A., & Shaheryar Bashir, M. (2021). Microbial Patterns and Antibiotic Susceptibility in Septicemia Suspected Children Khan et al. *Journal of Laboratory Physicians*, 13(1), 64–69. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1726271>
- Shah, H., Bosch, W., Hellinger, W. C., & Thompson, K. M. (2013). Intravascular Catheter-Related Bloodstream Infection. *The Neurohospitalist*, 3(3), 144. <https://doi.org/10.1177/1941874413476043>
- Singh, N., Puri, S., . A., Kumar, S., Pahuja, H., Kalia, R., & Arora, R. (2023). Risk Factors and Outcome Analysis of Gram-Positive Bacteremia in Critically Ill Patients. *Cureus*, 15(3). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.36585>
- Siriphap, A., Kittit, T., Khuekankaew, A., Boonlao, C., Thephinlap, C., Thepmalee, C., Suwannasom, N., & Khoothiam, K. (2022). High prevalence of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* isolates: A 5-year retrospective study at a Tertiary Hospital in Northern Thailand. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 955774. <https://doi.org/10.3389/FCIMB.2022.955774>
- Tang, Y., Xu, C., Xiao, H., Wang, L., Cheng, Q., & Li, X. (2021). Gram-Negative Bacteria Bloodstream Infections in Patients with Hematological Malignancies – The Impact of Pathogen Type and Patterns of Antibiotic Resistance: A Retrospective Cohort Study. *Infection and Drug Resistance*, 14, 3115. <https://doi.org/10.2147/IDR.S322812>
- Tenover, F. C. (2009). Antibiotic Susceptibility Testing. *Encyclopedia of Microbiology, Third Edition*, 67–77. <https://doi.org/10.1016/B978-012373944-5.00239-X>
- Timsit, J. F., Ruppé, E., Barbier, F., Tabah, A., & Bassetti, M. (2020). Bloodstream infections in critically ill patients: an expert statement. *Intensive Care Medicine*, 46(2), 284. <https://doi.org/10.1007/S00134-020-05950-6>
- Trautner, B. W., & Darouiche, R. O. (2004). Catheter-Associated Infections: Pathogenesis Affects Prevention. *Archives of Internal Medicine*, 164(8), 850. <https://doi.org/10.1001/ARCHINTE.164.8.842>

- Valenzuela, R., Riquelme, C., Maza, V. de la, Álvarez, A. M., Contardo, V., Ducasse, K., Payá, E., Claverie, X., Venegas, M., & Santolaya, M. E. (2024). [Microorganisms isolated from blood cultures and resistance profile in children with cancer and high-risk febrile neutropenia. Red PINDA, Chile, 2016-2021]. *Andes Pediatría : Revista Chilena de Pediatría*, 95(2), 143–150. <https://doi.org/10.32641/ANDESPEDIATR.V95I2.5012>
- Van An, N., Hoang, L. H., Le, H. H. L., Son, N. T., Hong, L. T., Viet, T. T., Le, T. D., Thang, T. B., Vu, L. H., Nguyen, V. T. H., & Nguyen, K. X. (2023). Distribution and Antibiotic Resistance Characteristics of Bacteria Isolated from Blood Culture in a Teaching Hospital in Vietnam During 2014–2021. *Infection and Drug Resistance*, 16, 1692. <https://doi.org/10.2147/IDR.S402278>
- van Zyl, K. N., Whitelaw, A. C., & Newton-Foot, M. (2020). The effect of storage conditions on microbial communities in stool. *PLoS ONE*, 15(1). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0227486>
- Velazquez-Meza, M. E., Aires De Sousa, M., Echaniz-Aviles, G., Solórzano-Santos, F., Miranda-Novales, G., Silva-Sanchez, J., & De Lencastre, H. (2004). Surveillance of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in a Pediatric Hospital in Mexico City during a 7-Year Period (1997 to 2003): Clonal Evolution and Impact of Infection Control. *Journal of Clinical Microbiology*, 42(8), 3880. <https://doi.org/10.1128/JCM.42.8.3877-3880.2004>
- Wang, S. (2021). Timing of Blood Cultures in the Setting of Febrile Neutropenia: An Australian Institutional Experience. *Turkish Journal of Hematology*, 38(1), 63. <https://doi.org/10.4274/TJH.GALENOS.2020.2020.0302>
- Waterlow, N. R., Cooper, B. S., Robotham, J. V., & Knight, G. M. (2024). Antimicrobial resistance prevalence in bloodstream infection in 29 European countries by age and sex: An observational study. *PLOS Medicine*, 21(3), e1004301. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PMED.1004301>
- Wood, S. J., Kuzel, T. M., & Shafikhani, S. H. (2023). *Pseudomonas aeruginosa*: Infections, Animal Modeling, and Therapeutics. *Cells*, 12(1), 199. <https://doi.org/10.3390/CELLS12010199>
- Yenice, S. (2021). Training and Competency Strategies for Point-of-Care Testing. *EJIFCC*, 32(2), 167–178.
- Zasowski, E. J., Trinh, T. D., Claeys, K. C., Casapao, A. M., Sabagha, N., Lagnf, A. M., Klinker, K. P., Davis, S. L., & Rybak, M. J. (2017). Multicenter Observational Study of Ceftaroline Fosamil for Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Bloodstream Infections. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 61(2). <https://doi.org/10.1128/AAC.02015-16>
- Zavascki, A. P., Carvalhaes, C. G., Picão, R. C., & Gales, A. C. (2010). Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii*: resistance mechanisms and

implications for therapy. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, 8(1), 71–93.
<https://doi.org/10.1586/ERI.09.108>

ANEXOS

1. Cronograma.

A continuación, se presenta el cronograma de actividades.

Tabla 7. Cronograma de actividades.						
Mes	Abril 2024	Mayo - Julio 2024	Agosto 2024	Septiembre 2024	Octubre 2024	
1.- Búsqueda bibliográfica.	R	R	R			
2.- Diseño del protocolo.		R	R	R		
3.- Aprobación del protocolo.			R	R	R	
4.- Ejecución del protocolo y recolección de datos.				R	R	R
5.- Análisis de datos y elaboración de tesis.				R	R	R
				R	R	R

R= Realizado

P= Pendiente

2. Recursos y financiamiento

2.1. Recursos materiales

- Se requiere de impresora, hojas, copias, lápices, borradores y carpetas.
- Se necesita computadora con SPSS v.26, Excel y Word.

2.2. Recursos humanos

Investigador principal: Dra. Aurora del Socorro Lunar Téllez.

Asesor metodológico: Dr. José Antonio Torres Barragán.

Asesor Clínico: Dr. Manuel Ortega Arroyo.

2.3. Recursos financieros

La papelería será proporcionada por los investigadores y no se requiere inversión financiera adicional por parte de la institución, ya que se emplearán los recursos con los que se cuenta actualmente.

2.4. Factibilidad

Este estudio se puede llevar a cabo porque se tiene el acceso a pacientes en volumen suficiente, se requiere de inversión mínima, y se tiene la capacidad técnica para llevarlo a cabo.

3. Hoja de recolección de datos.

"MICROORGANISMOS AISLADOS EN HEMOCULTIVOS DE ADULTOS PROCESADOS EN EL HOSPITAL GENERAL ISSSTE PACHUCA "DRA. COLUMBA RIVERA OSORIO" Y SU PERFIL DE SENSIBILIDAD / RESISTENCIA A LOS AGENTES ANTIMICROBIANOS EN EL PERIODO NOVIEMBRE 2022 - MARZO 2024"

Folio: _____ Edad: _____ años

<p>Sexo</p> <p><input type="checkbox"/> Masculino</p> <p><input type="checkbox"/> Femenino</p> <p>Comorbilidades</p> <p><input type="checkbox"/> Diabetes mellitus</p> <p><input type="checkbox"/> Hipertensión</p> <p><input type="checkbox"/> Asma/EPOC</p> <p><input type="checkbox"/> Inmunosupresión</p> <p><input type="checkbox"/> Cardiovasculares</p> <p><input type="checkbox"/> Enfermedad autoinmune</p> <p><input type="checkbox"/> Enfermedad renal crónica</p> <p><input type="checkbox"/> Cáncer</p> <p><input type="checkbox"/> Otra: _____</p> <p>Tipo de patología base</p> <p><input type="checkbox"/> Médico</p> <p><input type="checkbox"/> Quirúrgico</p> <p>Resultado de cultivo</p> <p><input type="checkbox"/> Positivo</p> <p><input type="checkbox"/> Negativo</p> <p>Patógenos causales</p> <p><input type="checkbox"/> <i>Staphylococcus aureus</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>Streptococcus pneumoniae</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>Escherichia coli</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>Klebsiella pneumoniae</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>Pseudomonas aeruginosa</i></p> <p><input type="checkbox"/> Otra: _____</p>	<p>Sensibilidad/resistencia a gentamicina</p> <p><input type="checkbox"/> Sensible</p> <p><input type="checkbox"/> Resistente</p> <p><input type="checkbox"/> Intermedio</p> <p>Sensibilidad/resistencia a amikacina</p> <p><input type="checkbox"/> Sensible</p> <p><input type="checkbox"/> Resistente</p> <p><input type="checkbox"/> Intermedio</p> <p>Sensibilidad/resistencia a ciprofloxacino a</p> <p><input type="checkbox"/> Sensible</p> <p><input type="checkbox"/> Resistente</p> <p><input type="checkbox"/> Intermedio</p> <p>Sensibilidad/resistencia a norfloxacino a</p> <p><input type="checkbox"/> Sensible</p> <p><input type="checkbox"/> Resistente</p> <p><input type="checkbox"/> Intermedio</p> <p>Sensibilidad/resistencia a levofloxacino a</p> <p><input type="checkbox"/> Sensible</p> <p><input type="checkbox"/> Resistente</p> <p><input type="checkbox"/> Intermedio</p>
---	---

<p>Servicio de procedencia</p> <p>() Urgencias () Medicina interna () Cirugía general () Traumatología y ortopedia () Ginecología y obstetricia () Otro: _____</p> <p>Sensibilidad/resistencia a cefepime</p> <p>() Sensible () Resistente () Intermedio</p> <p>Sensibilidad/resistencia a ceftriaxona</p> <p>() Sensible () Resistente () Intermedio</p> <p>Sensibilidad/resistencia a penicilina</p> <p>() Sensible () Resistente () Intermedio</p>	<p>Sensibilidad/resistencia a imipenem</p> <p>() Sensible () Resistente () Intermedio</p> <p>Sensibilidad/resistencia a carbapenem</p> <p>() Sensible () Resistente () Intermedio</p> <p>Sensibilidad/resistencia a ertapenem</p> <p>() Sensible () Resistente () Intermedio</p> <p>Sensibilidad/resistencia a TMP-SFX</p> <p>() Sensible () Resistente () Intermedio</p> <p>Otra Sensibilidad/resistencia:</p> <hr/>
---	--

4. Dictamen de aprobación del comité de investigación del Hospital General "Dra. Columba Rivera Osorio".



GOBIERNO DE
MÉXICO



NUEVO
ISSSTE
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES
DEL ESTADO
HOSPITAL GENERAL "DRA. COLUMBA RIVERA OSORIO"
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN
DICTAMEN DE APROBACIÓN**

Pachuca, Hidalgo a 06 de Septiembre 2024.

C. LUNAR TÉLLEZ AURORA DEL SOCORRO
MÉDICO RESIDENTE
P R E S E N T E

Por medio del presente se notifica que el protocolo de investigación titulado:

***MICROORGANISMOS AISLADOS EN HEMOCULTIVOS DE ADULTOS
PROCESADOS EN EL HOSPITAL GENERAL ISSSTE PACHUCA "DRA. COLUMBA
RIVERA OSORIO" Y SU PERFIL DE SENSIBILIDAD/RESISTENCIA A LOS
AGENTES ANTIMICROBIANOS EN EL PERIODO NOVIEMBRE 2022 - MARZO
2024.***

Se sometió a consideración para evaluación de este comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la metodología científica y los requerimientos de ética y de investigación.

Por lo que se establece el dictamen de **APROBADO**.

NUMERO DE REGISTRO INSTITUCIONAL: CI-012-24

Sin más por el momento.

ATENTAMENTE



ISSSTE

INSTITUTO DE SEGURIDAD
Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO

**HOSPITAL GENERAL
"DRA. COLUMBA RIVERA OSORIO"
COORDINACIÓN DE ENSEÑANZA
E INVESTIGACIÓN
COMITE DE INVESTIGACIÓN**

DR. OCIEL RODRÍGUEZ JUÁREZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL "DRA. COLUMBA RIVERA OSORIO"



2024
Felipe Carrillo
PUERTO