

Sensibilidad y resistencia bacteriana en pacientes con diagnóstico de pie diabético

Jonathan Rojas Solórzano¹; Yanela Vergara León²; Adriana Lam Vivanco³;
Isabel Cobos Lara⁴; Joselyn Chamaidan Loayza⁵; Flor María Espinoza⁶

(Recibido: febrero 03, Aceptado: abril 28, 2020)

Resumen

La Diabetes Mellitus es considerada una de las enfermedades metabólicas que se caracteriza por hiperglucemia, cuyo defecto es la destrucción de células β llevando a la deficiencia de insulina. El pie diabético es una secuela grave de la Diabetes, provocando destrucción del tejido en las extremidades inferiores, acompañado de una serie de anomalías de índole neurológico y varios grados de enfermedad vascular a nivel periférico. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las bacterias con mayor frecuencia en pacientes con pie diabético ingresados al Hospital del IESS de la ciudad de Machala, Ecuador, mediante realización de análisis microbiológicos y empleo de antibiograma para la medición de sensibilidad y resistencia de estas bacterias. Se realizó un estudio tipo experimental, descriptivo transversal. Se identificaron 81 casos de bacterias, el 77,5% fueron Gram negativas como *E. Coli*, *Klebsiella Pneumoniae* y *Pseudomona Aeruginosa*, con 20,6%. Los Gram positivos, el 44,4% representa a *S. epidermidis*, 27,8% pertenece a *S. Betahemolítico*, *S. Aureus* con 16,7% mientras que el 11,1% constituyen las bacterias *Enterobacter Aerogenes*. En los resultados del cultivo, las bacterias más frecuentes fueron bacterias Gram Negativas como *Pseudomona Aeruginosa*, *E. coli*, *K. Pneumoniae* con 20,6%. Según la escala de Wagner, el grado de lesión que mayor se presenta es el grado III con 44,4%. Según el antibiograma, los medicamentos con mayor resistencia son Ciprofloxacino y Ceftriaxona, y los medicamentos con mayor sensibilidad bacteriana Amikacina, Imipenem y Piperazilina + Tazobactam.

Palabras Clave: antibiograma; Diabetes Mellitus; factores de riesgo; infección bacteriana; microorganismo; pie diabético.

Bacterial resistance and sensitivity in patients diagnosed with diabetic foot

Abstract

Diabetes Mellitus is considered one of the metabolic diseases characterized by hyperglycemia, whose defect is the destruction of β cells leading to insulin deficiency. The diabetic foot is a serious sequel to Diabetes, causing tissue destruction in the lower extremities, along with a series of neurological abnormalities and various degrees of vascular disease at the peripheral level. The objective of this work was to characterize the most frequent bacteria in patients with diabetic foot admitted to the IESS Hospital in the city of Machala, by performing microbiological analysis and using an antibiogram to measure the sensitivity and resistance of these bacteria. An experimental, descriptive cross-sectional study was carried out. 81 bacterial cases were identified, 77.5% were Gram negative such as *E. Coli*, *Klebsiella Pneumoniae* and *Pseudomona Aeruginosa*, with 20.6%. The Gram positives, 44.4% represent *S. epidermidis*, 27.8% belong to *S. Betahemolytic*, *S. Aureus* with 16.7% while 11.1% constitute *Enterobacter Aerogenes* bacteria. In the culture results, the most frequent bacteria were Gram Negative bacteria such as *Pseudomona Aeruginosa*, *E. coli*, *K. Pneumoniae* with 20.6%. According to the Wagner scale, the degree of injury that occurs the most is grade III with 44.4%. According to the antibiogram, the drugs with the highest resistance are Ciprofloxacin and Ceftriaxone, and the drugs with the highest bacterial sensitivity are Amikacin, Imipenem and Piperazilina + Tazobactam.

Keywords: antibiogram; Diabetes Mellitus; risk factors; bacterial infection, microorganism; diabetic foot.

¹ Bioquímica-Farmacéutica, Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Email: jirojas_est@utmachala.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0001-8131-202X>

² Bioquímica-Farmacéutica, Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Email: yvergara_est@utmachala.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-8177-6796>

³ Magister en Bioquímica Clínica, Bioquímica – Farmacéutica, Docente de la Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Email: alam@utmachala.edu.ec. <http://orcid.org/0000-0003-1779-7469>

⁴ Bioquímica-Farmacéutica, Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Email: ocobos_est@utmachala.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0003-1968-4652>

⁵ Bioquímica-Farmacéutica, Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Email: jdchamaidan_est@utmachala.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0001-6404-5353>

⁶ Magister en Gerencia Educativa, Licencia en Enfermería, Docente de la Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Email: fmespinoza@utmachala.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0001-7886-8051>

INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus es considerada una hiperglucemia con el mayor porcentaje de morbimortalidad a nivel mundial, cuyo defecto es la destrucción de las células β llevando a la deficiencia absoluta de insulina (1). Una vez que éstas células son destruidas casi en su totalidad debido a la mediación de las células T, la diabetes se vuelve sintomática, por ello este factor puede ser específico para la susceptibilidad inmune o genética (2). Está asociada a problemas a largo plazo, causando una serie de problemas en los órganos, principalmente los ojos, el corazón, los riñones y también afectando los nervios y vasos sanguíneos constituyendo uno de los principales factores de morbimortalidad en el país (3) (4).

Alrededor de todo el mundo, más de 371 millones de personas llegan a padecer Diabetes Mellitus, la cifra sigue aumentando cada año produciendo aproximadamente 4.8 millones de muertes provocadas también por las diferentes complicaciones asociadas a esta enfermedad (5).

En Ecuador, la diabetes mellitus llegó a ser la principal causa de mortalidad hasta el año 2013, con una tasa de mortalidad anual del 7,44%. Este factor es rápidamente asociado al crecimiento de las enfermedades crónicas degenerativas en aquellos países en vías de desarrollo, siendo nuestro país uno de los más vinculados con la Diabetes Mellitus, debido a diferentes problemas nutricionales, el envejecimiento poblacional, un mal hábito alimenticio y estilo de vida de cada persona (6).

En los pacientes con esta patología, aproximadamente el 25% padece de pie diabético, un 50% de esta población presentan infección y aproximadamente un 20% requiere de amputación (7). La Organización mundial de la Salud especifica al pie diabético como una ulceración y destrucción de los tejidos profundos de los pies, esto va asociado con anormalidades tanto neurológicas, provocando un daño

a nivel articular, en tejidos blandos y en dermis(8), este tipo de daño solo afecta a aquellos pacientes diagnosticados con Diabetes Mellitus (8).

El pie diabético es considerado una de las causas principales en la aparición de dolor neuropática en las personas afectadas por este problema, llegando a tener un enorme impacto en el estilo y calidad de vida de éstas personas, incrementando incluso la tasa de depresión que se asocia a esta patología (9). La aparición de úlceras en el pie diabético es en mayor parte producidas por la neuropatía periférica, esta produce alteraciones mecánicas a nivel del pie, dando lugar a regiones con hiperpresión, las mismas que dan lugar a las úlceras por unos pequeños traumatismos (10).

Algunos de los factores de riesgos para la aparición de pie diabético son la deformidad podálica, enfermedad arterial periférica, alteraciones en los niveles de hemoglobina, presencias de callos plantares, onicomiosis y neuropatía periférica. El riesgo aumenta con distintos factores como la edad, el tiempo que el paciente ha adquirido la diabetes, un control glucémico malo, aquellas personas que fuman también aumentan la posibilidad de presentar úlceras, un calzado no adecuado, insuficiencia renal, una mala higiene en los pies y una neuropatía periférica (11). Una vez que se logra establecer el diagnóstico de infección, es de suma importancia clasificar su gravedad de acuerdo al tipo de lesión, la misma que se asocia a la escala de Wagner. Esto dará una percepción mucho más detallada, conociendo de esta manera si la herida es a nivel superficial o profundo (12) (7).

La neuropatía causada por diabetes es considerada como una de las complicaciones más frecuentes en este tipo de pacientes, asociándose síntomas de una baja sensibilidad, aquellos pacientes que no toleran la glucosa e incluso presentan resistencia a insulina, constituyendo los factores de riesgos que más sobresalen para

la producción de esta patología (13). Este problema irá aumentando su prevalencia de acuerdo a la evolución y gravedad de la diabetes, teniendo en cuenta la edad del paciente, los valores de glucosa y la duración de esta, constituyendo alrededor del 50% al 60% de los casos de pie diabético(14). Esta afección provoca daño frecuentemente a las fibras gruesas, que se encargan de transmitir la sensibilidad y los reflejos. Por otro lado, las fibras finas también se ven afectadas, pero en menor proporción, estas van a transmitir el dolor de manera superficial, así como la temperatura y sensibilidad corporal (15).

Necrobiosis Lipoidica: esta enfermedad se caracteriza por una degeneración de colágeno, el depósito de grasa y un ensanchamiento de la pared endotelial, siendo de baja procedencia en aquella población general, pero presentando un aumento en los pacientes diabéticos, especialmente aquellos en tratamiento con insulina. Su manifestación principal se da en el daño en los vasos sanguíneos, llevando a la obstrucción de los mismos, lo que produce una infección en la dermis profunda dando lugar a la presencia de microorganismos bacterianos (16).

El daño tisular está presente en las úlceras, que son ocasionadas por consecuencias fisiológicas y bioquímicas debido al escaso aporte sanguíneo en los tejidos. Este déficit es provocado en los capilares debido a la disminución de su calibre por unión de dos fuerzas opuestas, una externa que es inducida por el contacto de superficies rígidas, y otra interna, ya sean los huesos o cartílagos (17). Cuando presenta una presión y la cizalla se coloca en la misma zona de tejido, se multiplica la capacidad de padecer daño tisular (18) (16).

Las lesiones de pie diabético según escala de Wagner – Meggit, se clasifican en cinco grados. El Grado 1, logra evidenciar úlceras superficiales afectando a la dermis, pero sin dañar el tejido profundo; Por otro lado, el Grado 2, es donde las heridas logran alcanzar

los tendones, ligamentos y tejido graso pero sin afectar el tejido óseo; el Grado 3, donde se produce un absceso (acumulación de fluidos de pus) el cual contiene mal olor, osteomielitis (infección ósea); Grado 4, presencia de gangrena, generalmente en una parte del pie, talón, dedos e incluso la planta del pie. Por último, el Grado 5, donde la gangrena se extiende por todo el pie, afectándolo completamente y llegando a tener que amputar la extremidad (19).

El sistema inmunológico de la Diabetes Mellitus (DM) surge a través de un proceso inmune mediado por células, presumiblemente una reacción específica a una o más proteínas de las células β (autoantígenos). Como consecuencia se lleva a cabo a la destrucción de las células β , productoras de insulina de los islotes de Langerhans, es la causa del fallo en la secreción de insulina y de los síntomas clínicos de la enfermedad (20).

Durante el período asintomático de inicio y progresión de la destrucción de la célula β aparecen anticuerpos circulantes antiislote, marcadores de autoinmunidad humoral, que pueden ayudar a identificar a los individuos en fase prediabética y, posteriormente, a distinguir esta enfermedad autoinmunitaria de otras formas de diabetes mellitus (25). El reclutamiento de estas células hacia los islotes es un paso crítico en la patogenia de la enfermedad. Las quimiocinas, citocinas que promueven la migración de células mononucleares, podrían dirigir el tráfico hacia la célula diana: la expresión temporal de quimiocinas y la polarización de su expresión por células Th1 frente a Th2 determinaría la composición de la insulinitis y la posterior destrucción o protección de las células β . El avance de la destrucción se debe a los procesos de la migración leucocitaria, donde las células endoteliales de los capilares insulares regularían la llegada leucocitaria a los tejidos, y sus "poros" ayudarían a una rápida difusión de los mensajeros químicos entre la sangre y el espacio insular: la insulinitis, infiltración leucocitaria de los

islotes, va acompañada de un incremento de los elementos vasculares de los tejidos, aspecto que sugiere la participación activa del endotelio en el proceso patogénico de la DM (25).

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio tipo experimental y a su vez descriptivo transversal, con aquellos pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus y que posteriormente padezcan de pie diabético al igual que deben cumplir con los criterios de inclusión para ser parte del trabajo investigativo. La población consistió un total de 81 pacientes, de lo cual la muestra fueron aquellos pacientes que se encuentran en las distintas áreas del Hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) ubicado en la ciudad de Machala, Ecuador, con un rango establecido de entre 24 a 89 años de edad. Además, se estudiaron las siguientes variables: edad, género, lesión, clasificación Wagner, microorganismos aislados, y antibiograma. Se realizó el análisis correspondiente para el procesamiento de los datos estadísticos.

Técnicas y Procedimientos. La toma de muestras que se consideró estudio fue por biopsia, teniendo alta efectividad, pero se debe tener en cuenta que este método puede provocar sangrado y por lo general suele ser restringido (23). El transporte de la muestra fue enviada inmediatamente al laboratorio conservando en cadena de frío (23). Posteriormente se procedió a inocularlas muestras los medios de cultivo seleccionados, luego se realizó una tinción de Gram para diferenciar y caracterizar a las bacterias. Aquellas bacterias denominadas Gram positivas su membrana se va a teñir de color violeta, mientras que las bacterias Gram negativas su membrana plasmática se teñirá de color rosa (24). Finalmente, las pruebas bioquímicas: catalasa, citrato, fenilalanina desaminasa, y manitol nos permitió identificar con mayor precisión las

bacterias en investigación de acuerdo a sus características metabólicas.

RESULTADOS

De un total de 89 pacientes parte del estudio, se pudo evidenciar que la mayor parte de los afectados corresponden al género masculino (72,28%), considerando que la etapa más vulnerable pertenece a la vejez en ambos sexos (58,43%). Ver Figura 1.

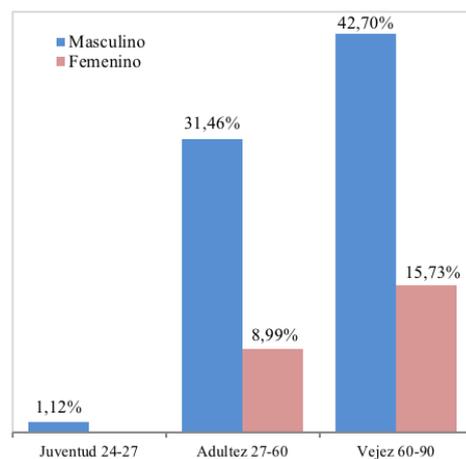


Figura 1. Pacientes clasificados por edad y género

De acuerdo a la escala de Wagner (Figura 2) el grado que mayor se presenta en el estudio es el grado 3 con el 44,4%. El grado 4 es representa el 34,6% de este estudio, a su vez el grado 2 con el 16,1% tiene una incidencia menor, y por último el grado 5 con el 3,7% y el grado 1 con el 1,2% representan el grado de lesión con menor frecuencia en el estudio, lo que coincide con el estudio de un seminario de pie diabético en el Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España (25).

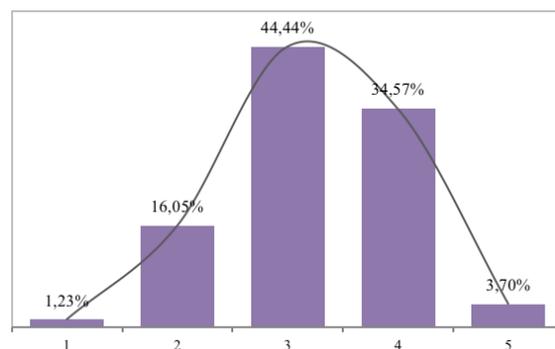


Figura 2. Escala de Wagner

De un recuento de 81 bacterias, de las cuales 18 de ellas se logró clasificar como Gram positivas y 63 fueron identificadas como Gram negativas (Tabla 1). Las bacterias que predominaron en su mayoría fueron *E. Coli*, *Klebsiella Pneumoniae* y *Pseudomona Aeruginosa*, todas Gram negativas; por otro

lado, se encontró la *S. epidermis* en menor cantidad, pero siendo la más predominante entre las bacterias Gram positivas. Estos resultados obtenidos tienen gran similitud a un estudio microbiológico realizado en el Centro de Enfermedades Circulatorias y Ozonoterapia, Argentina (26).

Tabla 1. Clasificación bacteriana en Gram positivas y Gram negativas

Bacterias aisladas	Gram Positiva	Gram Negativa	Total
<i>Acinetobacter Baumannii</i>	0	5	5
<i>Citobacter Feundri</i>	0	3	3
<i>Citobacter Koseri</i>	0	1	1
<i>Escherichia Coli</i>	0	13	13
<i>Enterobacter Aerogenes</i>	2	0	2
<i>Enterobacter Cloacae</i>	0	1	1
<i>Enterobacter Gergoviae</i>	0	1	1
<i>K. Pneumoniae</i>	0	13	13
<i>Morganella Morganii</i>	0	1	1
<i>Proteus Mirabilis</i>	0	8	8
<i>Pseudomona Aeruginosa</i>	0	13	13
<i>Proteus Penneri</i>	0	1	1
<i>Proteus Vulgaris</i>	0	2	2
<i>Providencia Stuardii</i>	0	1	1
<i>Staphylococcus Aureus</i>	3	0	3
<i>S. Betahemolitico</i>	5	0	5
<i>S. Epidermidis</i>	8	0	8
Total	18	63	81

El estudio correspondiente dio como resultado que el grupo etario que se vio mayormente afectado es la etapa de vejez y adultez, teniendo como bacteria principal en este grupo a *Klebsiella Pneumoniae* con un total de 9,88%, seguido de *E Escherichia Coli* y *Staphylococcus Epidermis* con el 7,41% respectivamente. Ver Figura 3.

De acuerdo al resultado de antibiograma, los medicamentos con mayor sensibilidad bacteriana son la Amikacina, Imipenem y Piperazilina + Tazobactam, mientras que los medicamentos que presentaron mayor resistencia fueron Ciprofloxacino y Ceftriaxona (Tabla 2).

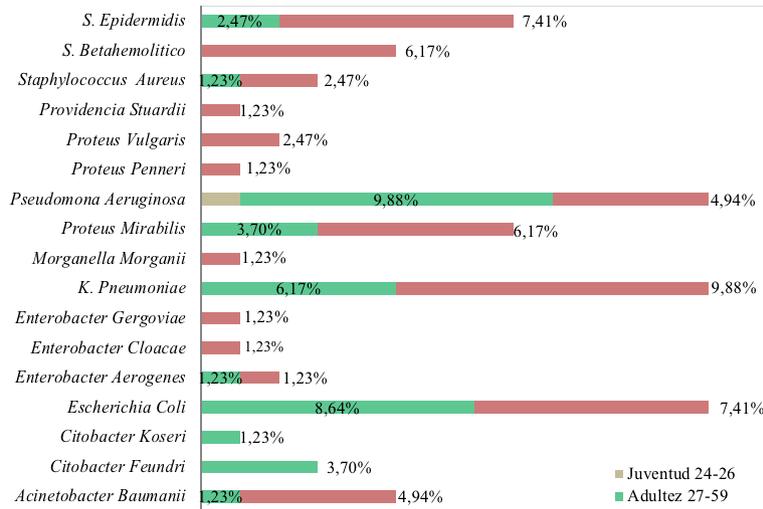


Figura 3. Clasificación bacteriana por grupo etario

Tabla 2. Resistencia y Sensibilidad bacteriana

Bacterias/ Antibióticos	Amikacina	Amp. + Sulbactam	Ceftriaxona	Ciprofloxacino	Gentamicina	Imipenem	Piperacilina +Tazobactam	Trimetropin	Meropenem	Vancomicina
<i>Klebsiela Pneumoniae</i>	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S
<i>E. Coli</i>	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S
<i>Pseudomona Aeruginosa</i>	S	S	R	R	R	S	S	S	R	S
<i>Proteus Mirabilis</i>	R	I	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>S. Epidermidis</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>S. Beta hemolitico</i>	S	R	R	R	S	S	S	S	I	S

R: Resistente S: Sensible I: Intermedio

Entre las bacterias Gram negativas se encuentran toxinas (Tabla 3) como las alfa toxinas, enterotoxinas, emolisinas, características de *Streptococcus pyogenes*, mientras la toxina pirogénica se encuentra presente en las bacterias *Streptococcus pyogenes*.

Tabla 3. Bacterias Gram Positivas y sus toxinas

Bacteria	Toxina
<i>Staphylococcus aureus</i>	Alfa toxinas
	Emolisinas
	Leucocidina de Panton
	Valentine
	Toxinas exfoliativas
	Epidermolíticas
	Enterotoxinas
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Toxina del síndrome de shock
	Toxina Pirogénica

En las bacterias Gram Negativas se encuentran toxinas (Tabla 4) como la shigatoxina, presente en *Klebsiella Pneumoniae*, las endotoxinas presentes en *E. Coli*, y las Exotoxinas A y Exotoxina S, ambas características de *Pseudomona aureginosa*.

Tabla 4. Bacterias Gram Negativas y sus toxinas

Bacteria	Toxina
<i>Klebsiella Pneumoniae</i>	Enterotoxina Shigatoxina
<i>Escherichia coli</i>	Endotoxina Shigatoxina
<i>Pseudomona aureginosa</i>	Exotoxina A Exotoxina S

DISCUSIÓN

Una de las consecuencias de la Diabetes mellitus es la infección de pie diabético, independientemente de la edad, sexo, raza, lo que conlleva a la amputación y discapacidad. Durante la realización del presente trabajo de investigación, se evidenció que los pacientes con mayor frecuencia de infecciones bacterianas en pie diabético es el sexo masculino de 60 a 89 años edad con un porcentaje total de 42,70% , cifras que coinciden con un estudio realizado por el Instituto Nacional del Diabético en Honduras del 63% respectivamente (27). Por otra parte, dentro de este estudio se pudo apreciar según la escala Wagner que el Grado III de pie diabético fue el más frecuente con un 44,4% de pacientes con pie diabético, por lo cual presenta una similitud con un estudio realizado en el Instituto Nacional del Diabético en Honduras con 46,2% de pacientes con pie diabético (27).

Las áreas más frecuentes en donde los pacientes infectados con pie diabético fueron trasladados es en el área clínica 1 con un porcentaje de 29.59%, clínica 2 con 24.49% y cirugía con 25,51% los restantes pertenecen al área de emergencia con 4%, en observación con 6,1%, quirúrgico con 1,0% y UCI con 3%.

Al analizar la frecuencia de especies bacterianas, se pudo evidenciar un total de 81 bacterias, de las cuales 18 de ellas se lograron identificar como Gram positivas y 63 como Gram negativas. Los microorganismos más frecuentes que fueron aislados son bacterias Gram Negativas como la *Pseudomonas Aeruginosa* con un porcentaje de 20,6%, *E.coli* con un porcentaje de 20,6%, *K.Pneumoniae* con 20,6%, de pacientes infectados y la bacteria Gram negativa que más predominó es la *S epidermis* con un porcentaje de 44,4 % de pacientes infectados, lo cual concuerda con algunos autores que han asociado a estas bacterias como agentes de infecciones sistémicas de la piel y tejidos blandos causando así úlceras crónicas (28)

(29) (30).

La edad de los pacientes fue un factor determinante en este estudio debido a que el grupo etario que se distinguió mayor afectado es en la etapa de la vejez en rango de 60 a 89 años, en donde pudimos evidenciar como principal bacteria en este grupo a *Klebsiella Pneumoniae* con un total de 9,88% de pacientes, *E.Coli* y *Epidermis* con un porcentaje de 7,41% de pacientes con infecciones de pie diabético respectivamente, es decir que mientras la edad aumenta, incrementa el riesgo de padecer infecciones bacterianas en pie diabético.

En cuanto al perfil de susceptibilidad antimicrobiana, se logró evidenciar que las bacterias con mayor porcentaje de sensibilidad ante la Amikacina fueron la *Klebsiella Pneumoniae* con 18,88%, y *E. Coli* con 15,58% del total de los pacientes, mientras que los únicos agentes patógenos que presentaron resistencia ante este fármaco fue *Pseudomona Aeruginosa* con un 2,60% del total de pacientes, es decir que este fármaco según publicaciones, es uno de los aminoglucósidos con mayor actividad antimicrobiana, usado en gérmenes gramnegativos usuales contra la *Pseudomonas Aeruginosa*, *Enterobacter*, *Acynetobacter*, siendo útil para el tratamiento de infecciones en pie diabético (31).

Frente a la Ampicilina + Sulbactam, las bacterias que presentaron mayor sensibilidad a este antibiótico es la *Klebsiella Pneumoniae* en un 11,27%, seguido de *S. Epidermis* con 8.45% de pacientes infectados, Sin embargo, en países como Noruega, donde el consumo de antibióticos es muy bajo, se han observado porcentajes de sensibilidad de *E. Coli* a Ampicilina-Sulbactam en los años 1990-1999 de hasta el 75% (32). Por otra parte, los agentes patógenos que presentaron mayor resistencia ante este fármaco fue la *E. Coli* con 9,86%, seguido de *Pseudomona Aeuruginosa* y *Proteus Mirabilis* con 5,63% de pacientes infectados, en donde otros autores mencionan que a nivel mundial este

tipo de antibiótico presenta alta resistencia bacteriana, inactivando así el fármaco antes de generar su efecto (33).

Las bacterias que presentaron mayor sensibilidad ante la Ceftriaxona es la *E. Coli* con 8,82%, *Proteus Mirabilis* y *Klebsiella Pneumoniae*, ambas con el 7,35% de pacientes infectados, mientras que las bacterias con mayor resistencia es la *Klebsiella Pneumoniae*, *Pseudomona Aeruginosa* con el 10,2% y *E. Coli* con 7,35% de pacientes infectados, por lo cual según autores describen que este fármaco se ha usado como tratamiento en diversas infecciones, y a consecuencia de ello ha generado una alta resistencia a microorganismos Gram Negativos (31).

Frente a Ciprofloxacino presentó sensibilidad ante *E. Coli* y *S. Epidermis* con el 5,13% de pacientes infectados, y fue resistente a *Pseudomona Aeruginosa* con 12,82% y *Klebsiella Pneumoniae* con 11,54% de pacientes infectados, resultados que coinciden con un estudio realizado en el Instituto Nacional del Diabético en Honduras (27). De igual manera frente a Gentamicina presentó mayor resistencia a *E. Coli* con 13,92%, *Klebsiella Pneumoniae* y *Proteus Mirabilis* con 8,86% de pacientes infectados, y las bacterias que presentaron mayor resistencia fueron *Pseudomona Aeruginosa* con 8,86% y *Klebsiella Pneumoniae* con 7,59%, esto tiene similitud a resultados obtenidos en un estudio similar (28).

Las bacterias con mayor sensibilidad a Imipenem fue *E. Coli* y *Klebsiella Pneumoniae*, con 14,47% y los microorganismos con mayor resistencia como *Pseudomona Aeruginosa* con 5,26% de pacientes infectados, por esta razón algunos estudios describen que al presentar mayor porcentaje de sensibilidad, este fármaco puede utilizarse en infecciones de pie diabético(34). Frente a Piperacilina + Tazobactam, las bacterias con mayor sensibilidad fueron *E. Coli* y *Klebsiella Pneumoniae* con 13,75% y *Pseudomona Aeruginosa* con 10% de pacientes, en cuanto a las bacterias con mayor resistencia tenemos

a *Pseudomona Aeruginosa* con 3,75% seguido de *S. Epidermis* y *Proteus Mirabilis* con el 2,50% de pacientes infectados, por que dichos autores describen que este tipo de fármaco es indicado para atenciones de infecciones de pie diabético (34).

Las bacterias que resultaron con mayor sensibilidad frente a Trimetropin fueron *Pseudomona Aeruginosa* y *Klebsiella Pneumoniae* con el 10% seguida de *S. Epidermis* con el 8,57% de pacientes, y las bacterias más resistentes ante dicho fármaco resultaron ser *E. Coli* con el 8,57% y *Acinetobacter Baumani* con el 4,29% de pacientes infectados, resultados que coinciden con un estudio realizado en el Instituto de Patagonia de Chile (35).

Frente a Meropenem, las bacterias que resultaron con mayor sensibilidad fueron *E. Coli* con 20,37%, *S. Epidermis* y *Proteus Mirabilis* con 9,26% de pacientes, y la bacteria que resultó con mayor resistencia ante este fármaco es *Pseudomona Aeruginosa* con 7,41%, por lo cual comparando con otros estudios, esta bacteria en algunos casos puede presentar resistencia bacteriana (27). Y se tiene al antibiótico Vancomicina que no presentó resistencia bacteriana, y mostro con mayor sensibilidad a *E. Coli* con 29,41% total de pacientes, es decir que es uno de los fármacos eficaces para el tratamiento de pie diabético por no presentar resistencia alguna según nuestro estudio.

CONCLUSIONES

La diabetes mellitus involucra a diferentes órganos y sistemas, por ejemplo, el sistema nervioso central, riñón, corazón llevando a ciertas complicaciones como lo es, ceguera, insuficiencia renal, enfermedad vascular, pie diabético y la neuropatía periférica diabética. En Ecuador, la diabetes mellitus llegó a ser la principal causa de mortalidad hasta el año 2013, con una tasa de mortalidad anual del 7,44%. De los pacientes con diabetes mellitus, aproximadamente el 25% padece de pie diabético, un 50% de esta población

presentan infección y aproximadamente un 20% requiere de amputación. Una vez que se logra establecer el diagnóstico de infección, es de suma importancia clasificar su gravedad de acuerdo al tipo de lesión, la misma que se asocia a la escala de Wagner. Esto dará una percepción mucho más detallada, conociendo de esta manera si la herida es a nivel superficial o profundo. De acuerdo con los resultados del cultivo obtenido en los pacientes con pie diabético del Hospital IESS de la ciudad de Machala, las bacterias más frecuentes fueron bacterias Gram Negativas (77,8%), siendo las más representativas *E. Coli*, *Klebsiella Pneumoniae*, *Pseudomona Aeruginosa* y *Proteus Mirabilis*. Los Gram positivos identificados fueron *S. epidermidis*, *S. Betahemolítico*, *S. Aureus* y las bacterias *Enterobacter Aerogenes*. Según la escala de Wagner, el grado de lesión que mayor se presenta en los pacientes con pie diabético es el grado III con un porcentaje de 44,4%. Por otro lado, mediante el antibiograma se logró evidenciar que el medicamento con mayor resistencia bacteriana es el Ciprofloxacino con un total de 52 pacientes y Ceftriaxona con un total de 31 pacientes con pie diabético, mientras que los medicamentos con mayor sensibilidad bacteriana es la Amikacina con un total de 72 pacientes, Imipenem y Piperazilina + Tazobactam con un total de 63 pacientes con pie diabético.

REFERENCIAS

1. Pérez I. Iván Pérez-Díaz. Diabetes mellitus. Gaceta Médica de México. 2016; 152(1): 50–55.
2. Henao Ochoa C, Lasprilla Tovar JD, Escobar González AF, Jaramillo Arango C. Transplante de Células Madre Como Terapia en Diabetes Mellitus Tipo 1. Rev Esp Endocrinol Pediatr. 2018; 9(2): 27-37
3. González Tabares R, Aldama Leonard IY, Fernández Martínez L, Ponce Baños I, Rivero Hernández M del C, Jorin Castillo N. Hemoglobina glucosilada para el diagnóstico de diabetes mellitus en exámenes médicos preventivos. Revista Cubana de Medicina Militar. 2015; 44(1): 50–62.
4. Yovera Aldana M, Rodríguez A, Vargas M, Heredia P, Huamán Guerrero M, Vargas Vilca J, et al. Resistencia bacteriana y factores asociados en pacientes con pie diabético infectado sin desenlace de amputación mayor en un hospital nacional peruano. Acta Médica Peru. 2017; 34(3):173–81.
5. Orozco-Beltrán D, Mata-Cases M, Artola S, Conthe P, Mediavilla J, Miranda C. Abordaje de la adherencia en diabetes mellitus tipo 2: situación actual y propuesta de posibles soluciones. Aten Primaria. 2016; 48(6): 406–20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2015.09.001>
6. Altamirano L, Vásquez M, Cordero G, Álvares R, Añez R, Rojas J, et al. Prevalencia de la diabetes mellitus tipo 2 y sus factores de riesgo en individuos adultos de la ciudad de Cuenca- Ecuador. Av en Biomed [Internet]. 2017; 6(1): 10–21.
7. Sáenz-Talavera R, Flores-Ramírez C, Contreras-Rabelo SG. Frecuencia bacteriana y sensibilidad antibiótica in vitro en pacientes con diagnóstico de pie diabético en el Hospital Central del Estado de Chihuahua, Chihuahua. Rev Mex Angiol. 2017; 45(2): 57–63.
8. Segovia-Coronel N, Mereles E, Gottardi-Aguirre G, Marquez-Ramos W, Viana C, Pereira-Alves, et al. Infecciones bacterianas en pacientes con Pie Diabético. Hospital Regional de Ciudad del Este, Paraguay. Año 2015. Rev Salud Pública Parag. 2017; 7(2): 9–13.
9. Botas Velasco M, Cervell Rodríguez D, Rodríguez Montalbán AI, Vicente Jiménez S, Fernández de Valderrama Martínez I. Actualización en el diagnóstico, tratamiento y prevención de la neuropatía diabética periférica. Vol. 69, Angiología. SEACV; 2017: 174-181.
10. Díaz-Cárdenas C, Wong C, Vargas Catalán NA. Grado de control metabólico en niños

- y adolescentes con diabetes mellitus tipo 1. *Rev Chil Pediatr.* 2016; 87(1): 43–47.
11. Astasio-Picado A, Escamilla Martínez E, Gómez-Martín B. Influencia de los factores de riesgo cardiovascular en la aparición de pie de riesgo, previo al estudio complementario con termografía infrarroja. *Enfermería Glob.* 2019; 18(3): 35–57.
 12. Benavent E, Soldevila L, Murillo O. Protocolo diagnóstico de las infecciones de úlceras del pie diabético. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado.* 2018; 12(51): 2991–2999. <https://doi.org/10.1016/j.med.2018.03.008>
 13. Duarte J.M., Bertotti A. & Puchulu F. Neuropatía precoz. Importancia de la evaluación neurofisiológica en el síndrome metabólico con o sin disregulación glucémica. *Medicina Buenos Aires.* 2019; 79(3): 212–6.
 14. García-De la Torre JI, Rodríguez-Valdez A, Delgado-Rosas A. Risk factors for fetal macrosomia in patients without gestational diabetes mellitus. *Ginecol Obstet Mex.* 2016; 84(3): 164–171. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27424442>
 15. Botas Velasco M, Cervell Rodríguez D, Rodríguez Montalbán AI, Vicente Jiménez S, Fernández de Valderrama Martínez I. Actualización en el diagnóstico, tratamiento y prevención de la neuropatía diabética periférica. *Angiología.* 2017; 69(3): 174–181. <http://dx.doi.org/10.1016/j.angio.2016.06.005>
 16. Calderón D, Rivera A, Medina A. Diabetes mellitus y sus diferentes manifestaciones dermatológicas. Revisión de la literatura. *Rev Colomb Endocrinol Diabetes y Metab.* 2017; 4(5): 33–40.
 17. Navarro-Hernández CA, Soto-Ortiz JA, Solís-Ledesma G, Rodolfo B. Granuloma anular: un reto dermatológico. *Rev Mex Dermatología.* 2018; 62(3): 221–232.
 18. Navarro-Hernández CA, Soto-Ortiz JA, Solís-Ledesma G, Rodolfo B. Granuloma anular: un reto dermatológico Granuloma annulare: A dermatological challenge. 2018; 62(3): 221–232.
 19. Vivanco AL, Espinoza FM, Mayorga FC, Luna JS, Tandazo MC, Rueda EYR, et al. Bacteriological Profile in Diabetic Foot Patients. *J Diabetes Mellit.* 2017; 07(04): 265–274.
 20. Alba A, Verdaguer J, Vives-Pi M. Diabetes mellitus tipo 1: Autoinmunidad frente a la célula beta. *Revista Endocrinología y Nutrición.* 2004; 51(3): 121–125. [http://dx.doi.org/10.1016/S1575-0922\(04\)74595-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1575-0922(04)74595-7)
 21. Cervantes-villagrana RD, Presno-bernal JM. Fisiopatología de la diabetes y los mecanismos de muerte de las células β pancreáticas. *Revista Endocrinología y Nutrición.* 2013; 21(3): 98–106.
 22. Da Rocha RER, Nunes EA, Venera GD, Fernandes LC. Interval training is insufficient to attenuate metabolic disturbances in diabetic rats. *Rev Bras Med do Esporte.* 2016; 22(5): 393–397.
 23. Verdú Soriano, J; López- Casanova, P; Sánchez Romero. I; Segovia Gómez T. Toma de muestras para el laboratorio de microbiología. Procedimientos y recomendaciones. Serie Documentos Técnicos GNEAUPP no IV. Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas. Logroño. 2018; 2: 1–28.
 24. Silverio C. Microbiología general para Investigaciones de laboratorio. Univ Tec Machala [Internet]. Ediciones UTMACH, Machala, Ecuador. 2015; 1–142. Recuperado de: file:///F:/9 MICROBIOLOGIA GENERAL PARA INVESTIGACIONES DE LABORATORIO.pdf
 25. Gómez E, Levy AE, Díaz A, Cuesta M, Monta C. Pie diabético. *Seminarios de la Fundación Española de Reumatología Pie diabético.* 2012; 13(4): 119–29. doi: 10.1016/j.semreu.2012.06.003
 26. Barbero SG, Auad MM, Romagosa C, Funes SAD. Perfil Microbiológico de las Infecciones del Pie Diabético en Nuestro

- Medio y Sensibilidad Antibiotica in Vitro. 2009:1–12. Recuperado de <https://cobico.com.ar/wp-content/archivos/Pie-Diabetico-Dr-Barbero1.pdf>
27. Guillen C. Manejo de la Osteopenia en Pacientes con Artritis Idiopática Juvenil. *Acta Reum.* 2015; 1–7.
 28. Silva V, Marcoleta A, Silva V, Flores D, Aparicio T, Aburto I, et al. Prevalencia y perfil de susceptibilidad antimicrobiana en bacterias aisladas de úlceras crónicas infectadas en adultos. *Rev Chil infectología.* 2018; 35(2): 155-162.
 29. Canché-Aguilar Doris Licely, Zapata-Vázquez Rita Esther, Rubio-Zapata Héctor Armando C-VRM. Efecto de una intervención educativa sobre el estilo de vida, el control glucémico y el conocimiento de la enfermedad, en personas con diabetes mellitus tipo 2, Bokobá, Yucatán. *Rev Biomédica [Internet].* 2019; 30(1): 3–11. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v30i1.654>
 30. Al C. Tratamiento de úlceras infectadas por *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente con crema treatment of *Pseudomonas aeruginosa* multiresistente. *Farmacia Hospitalaria.* 2013; 37(4): 339-340.
 31. Montiel M. Simposio Uso adecuado y racional de los antibióticos. *Acta Med Per.* 2006; 23(1): 15–20.
 32. Junquera S, Loza E & Baquero F. Evolución del patrón de sensibilidad de aislados de *Escherichia coli* en urocultivos procedentes del medio hospitalario y extrahospitalario. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica.* 2005; 23(4): 197–201. doi: 10.1157/13073144
 33. Mosquito S, Ruiz J, Ochoa TJ. Mecanismos moleculares de resistencia antibiótica en *Escherichia coli* asociadas a diarrea *Escherichia coli* *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2011; 28(4): 648-656
 34. Medina-Ochoa E., García-González E., López-Ascencio R & Vásquez C. Tipos de Bacterias en Cultivos de Secreción de Pie Diabético en Pacientes de Manzanillo, Colima, México. *iMedPub Journals.* 2018; 14(2): 1-6. doi: 10.3823/1392
 35. Calisto Ulloa N., Gómez Fuentes C., Muñoz P. Resistencia a antibióticos en bacterias recolectadas en agua de mar en las proximidades de bases antárticas. *Anales Instituto Patagonia.* 2018; 46(3): 29-39. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2018000300029>.