



Método para el control de perfiles epidemiológicos de las Infecciones Asociadas a la Atención Sanitaria y la resistencia antimicrobiana

Method for monitoring epidemiological profiles of Healthcare Associated Infections and antimicrobial resistance

Francisco Xavier Poveda Paredes¹, Carlos Gustavo López Barrionuevo², and Enrique Alexander Elizalde Enríquez³

¹ Profesor de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes. UNIANDES-Ecuador. E-mail: ua.franciscopoveda@uniandes.edu.ec;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2009-3502>

² Profesor de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes. UNIANDES-Ecuador. E-mail: carlosglopezb@uniandes.edu.ec;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3027-0936>

³ Estudiante de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes. UNIANDES-Ecuador. E-mail: ma.enriqueae57@uniandes.edu.ec;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4883-6195>

Resumen. Las Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS) es un problema de salud pública a nivel mundial. Son adquiridas por los pacientes en los procesos de atención médica, por lo que las infecciones intrahospitalarias ameritan la administración de antimicrobianos para su manejo atribuyendo un mayor porcentaje de generar resistencia antimicrobiana (RAM), aumento de los gastos económicos, mayor estadía hospitalaria, repercusión psicológica en los pacientes e incrementa las tasas de morbilidad y mortalidad. Uno de los mecanismos para frenar a este problema son las estrategias de bioseguridad como; higiene de manos, protocolos de asepsia y antisepsia correctamente realizados, los equipos reutilizables se deben encontrar esterilizados, aislamiento de pacientes diagnosticados precozmente. La presente investigación propone el desarrollo de un método para el control de perfiles epidemiológicos de las Infecciones Asociadas a la Atención Sanitaria y la Resistencia Antimicrobiana. Se identifica que los reportes epidemiológicos en Ecuador sobre las IAAS son escasos, por lo que se debe aumentar el esfuerzo por tener mayor vigilancia epidemiológica para tener gacetas actualizadas acerca de la incidencia de IAAS, de tal forma se brinde mayor importancia a este problema de salud pública para el manejo óptimo de los pacientes y el cumplimiento de los protocolos para evitar infecciones.

Palabras Claves: Perfil epidemiológico, Infecciones oportunistas, método, perfiles epidemiológico.

Abstract. Infections Associated with Health Care (IAAS) is a public health problem worldwide. They are acquired by patients in the processes of medical care, so hospital-acquired infections warrant the administration of antimicrobials for their management, attributing a higher percentage of generating antimicrobial resistance (AMR), increased economic costs, longer stay hospital, psychological impact on patients and increases morbidity and mortality rates. One of the mechanisms to curb this problem are biosafety strategies such as; hand hygiene, asepsis and antisepsis protocols correctly carried out, reusable equipment must be sterilized, isolation of patients diagnosed early. This research proposes the development of a method for the control of epidemiological profiles of Infections Associated with Health Care and Antimicrobial Resistance. It is identified that the epidemiological reports in Ecuador on the HAIs are scarce, for which the effort to have greater epidemiological surveillance must be increased to have updated gazettes about the incidence of HAIs, in such a way that greater importance is given to this public health problem for optimal patient management and compliance with protocols to prevent infections.

Keywords: Epidemiological profile, Opportunistic infections, method, epidemiological profiles.

1 Introducción

Las Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS), o antiguamente conocidas como infecciones nosocomiales, se definen según la Organización Mundial de la Salud (OMS) como: “Infecciones que se presentan

en un paciente internado en un hospital o que ha recibido atención en otro establecimiento de atención de salud, en quien la infección no se había manifestado ni estaba en período de incubación en el momento de la internación. Comprende las infecciones contraídas en el hospital, pero que se presentan después del alta hospitalaria y también las infecciones ocupacionales del personal del establecimiento”. Se establece que las IAAS son el problema más frecuente durante la atención médica y ninguna casa de salud ha logrado resolverlo pese a las mejoras en intervenciones realizadas por los profesionales de salud.

Su origen se debe al uso inadecuado de equipos médicos, problemas postoperatorios, transmisión de un paciente a otro, efecto de un consumo excesivo de antibióticos. Los agentes que inciden en su apareamiento son; bacterias, hongos, virus y parásitos. Las causas que provocan su apareamiento son; población de pacientes que sobrepasa la capacidad de la entidad sanitaria, deficiencia del sistema inmunológico, aparición de nuevos microorganismos con resistencia antimicrobiana. La resistencia a los antimicrobianos RAM, es un proceso natural que los microorganismos poseen la capacidad de neutralizar y/o resistir el efecto biocida del antimicrobiano la cuál puede ser natural o adquirida. El mecanismo de resistencia adquirida es el más problemático ya que es la causante de la dispersión de la resistencia favoreciendo a la aparición de brotes a nivel hospitalario.

La OMS asevera que las IAAS, son el problema más frecuente durante la atención médica y ninguna institución, ni país, ha logrado resolverlo, la implementación de políticas de control de infecciones es de suma importancia para prevenir las por lo que se disminuiría la administración de antibióticos. Un gran ejemplo son el grupo de bacterias clasificadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como de prioridad crítica conocidas con el acrónimo de “ESKAPE” en las cuales se encuentran (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter spp*) caracterizadas por ser resistentes a múltiples fármacos.

Este grupo de microorganismo 2 se encuentra en gran porcentaje en casos de IAAS en Ecuador, como es el caso del *Staphylococcus aureus* el cuál se encuentra en las infecciones de torrente sanguíneo en pacientes que están con vía central, *Klebsiella pneumoniae* se encuentra en pacientes con neumonía que están con ventilación mecánica.

Por esta razón la vigilancia de las IAAS tiene gran relevancia ya que es una herramienta epidemiológica valiosa para disminuir las tasas de infección en los entornos de atención de la salud y mejorar la seguridad del paciente, según los datos de varios países se calcula que cada año cientos de millones de pacientes de todo el mundo se ven afectados por IAAS, la investigación sobre la prevención y el control de infecciones ha llevado a mejorar estrategias, protocolos, capacitaciones a los servidores de salud para que se realicen de manera más efectiva y prevenir las IAAS, disminuyendo de manera indirecta la RAM y pudiendo implementar medidas rigurosas siempre y cuando sean detectadas en un tiempo prudente.

El objetivo principal de esta investigación desarrollar un método para determinar el perfil epidemiológico de las IAAS conociendo el mecanismo de las bacterias patógenas para aumentar la tasa de Resistencia antimicrobiana así como analizar las formas preventivas para poder reducir el riesgo de tener una IAAS.

2 Materiales y métodos

Se realizó un estudio analítico observacional de carácter retrospectivo donde se prioriza la recopilación de datos de artículos científicos de alto impacto, meta-análisis y estudios de cohorte. La búsqueda arrojó un total de 50 artículos de los cuales se escogieron 18 estudios primarios, que se concentran en las infecciones asociadas a la atención sanitaria y resistencia antimicrobiana. Se evaluó y correlacionó el perfil epidemiológico de IAAS en Latinoamérica. Los artículos científicos de opinión fueron descartados puesto que ellos no tienen evidencia científica.

Los criterios de inclusión fueron artículos seleccionados de acuerdo al título y al resumen, se incluyeron algunos estudios de cohorte, además, se realizó una síntesis cualitativa de los resultados y se correlacionó los determinantes sociales con los problemas que se generan en el Sistema Sanitario de Ecuador.

Con los criterios de exclusión se rechazó los artículos regionales y de revisión publicados antes del año 2011, artículos que no determinen la pobreza, cultura y calidad de vida de la población, además de libros digitales publicados antes del 2011, información no verificada por organismos correspondientes.

La investigación estuvo limitada por los valores epidemiológicos y tasas de resistencia antimicrobiana por parte del Ministerio de Salud Pública (MSP) por lo que solo publicaron un gaceta de IAAS y una gaceta de RAM, añadiendo el “Plan Nacional para la prevención y control de la resistencia antimicrobiana” y por parte de la Asociación Panamericana de Salud (OPS) al no tener valores de los IAAS y de la RAM actualizados, por lo que se tuvo que recurrir a revisar tesis de grados acerca de temas de IAAS y de RAM, las cuales tenían como lugares de estudios a unidades de salud del MSP y del IESS.

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica en buscadores bibliográficos: Scopus, PubMed, Gacetas epidemiológicas del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

Se utilizaron las siguientes palabras clave como estrategia de búsqueda utilizada: “IAAS”, “RAM”, “Perfil epidemiológico”, “Infecciones intrahospitalarias”, la búsqueda comenzó el 01 de febrero del 2022 y finalizó el 01 de Abril del 2022.

Para mejorar los resultados de la búsqueda se utilizaron los operadores booleanos en Scopus, Pubmed, con la estrategia: " Infecciones intrahospitalarias" AND " Perfil epidemiológico ", " Infecciones intrahospitalarias " OR " IAAS", "RAM "

Existe bastante información acerca de las IASS y su relación con la RAM. Ecuador tiene información desactualizada para poder establecer su epidemiología por esto no le dan importancia en el abordaje del paciente con IASS. Esta investigación fue desarrollada con el fin de promover la concientización de mejorar el perfil epidemiológico de las IASS.

2.1 Lógica neutrosófica

La lógica neutrosófica (NL) es un armazón general para unificación de muchas lógicas existentes. Generaliza la lógica borrosa (especialmente la lógica intuicionista borrosa). La idea importante de NL es caracterizar cada declaración lógica en un espacio 3D neutrosófico, donde cada dimensión del espacio representa la verdad (T) respectivamente, la falsedad (F), y indeterminancia (I) de la declaración baja consideración, donde T, I, F son estandarte o no estandarte real subconjunto de [-0, 1+] [[1], [2].

La unidad de intervalo clásico [0,1] se puede usado. T,I,F son componentes independientes dejando espacio para información incompleta (cuando la suma superior <1); para consecuente e información contradictoria; (cuando el suma superior >1) o información completa (suma de componentes =1)[3], [4], [2].

Los conjuntos neutrosóficos son una generalización de conjunto borroso (especialmente de conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F) y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F [5], [6].

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependiente de muchos parámetros desconocidos o conocidos [3], [7].

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a un problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [8] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [9] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea X un universo de discurso.Un SVNSA sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{x, u_A(x), r_A(x), v_A(x): x \in X\}d \tag{1}$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x): X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) \leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, $y + b + c \leq 3$.

3. Diseño del método para el control de perfiles epidemiológico

El método propuesto consta de tres procesos principales, selección de perfiles, evaluación de las alternativas y selección de la base de conocimiento del perfil de semejanza. La Figura 1 muestra un esquema con el funcionamiento general del método propuesto.

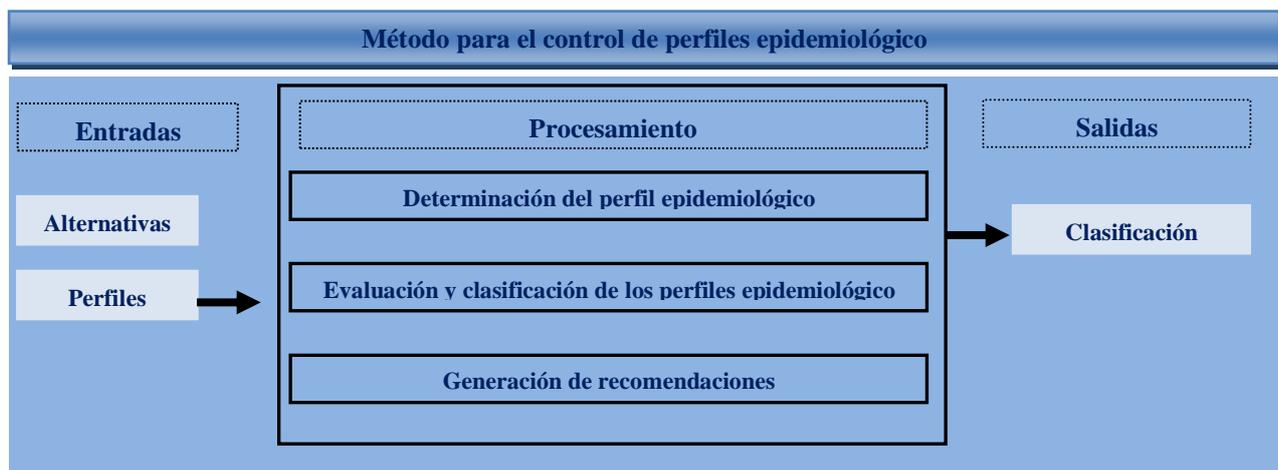


Figura1: Esquema general del funcionamiento del método para el control de perfiles epidemiológico.

A continuación, se presenta el flujo de trabajo. Está basado fundamentalmente en la propuesta de Cordón [10, 11], [12] para sistemas de recomendación basados en conocimiento permitiendo representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN [13-15].

La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta es presentada a continuación.

3.1 Creación de la base de datos con los perfiles de control epidemiológico

Cada una de las infecciones a_i será descrita por un conjunto de características que conformarán el perfil de control epidemiológico.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \quad (2)$$

Este perfil puede ser obtenido de forma directa a partir de los algoritmos computacionales utilizados para la captura de datos de las Infecciones Asociadas a la Atención Sanitaria y la Resistencia Antimicrobiana [16, 17]:

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots, v_l^j\}, j = 1, \dots, n \quad (3)$$

Las valoraciones de las características de las infecciones, a_j , serán expresadas utilizando la escala lingüística S , $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos [18, 19].

Una vez descritas el conjunto infecciones asociadas a la atención sanitaria y la resistencia antimicrobiana que representan las alternativas:

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (4)$$

Los perfiles son guardados en una base de datos para su posterior recuperación.

3.2 Obtención del perfil de control epidemiológico

En esta actividad se determina la información de los perfiles de control epidemiológico sobre las preferencias de estos almacenándose en un perfil de modo que:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \quad (5)$$

El perfil estará integrado por un conjunto de atributos que caracterizan a las infecciones:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \quad (6)$$

Donde $c_k^e \in S$

Este puede ser obtenido mediante ejemplo o mediante el llamado enfoque conversacional y mediante ejemplos los cuales pueden ser adaptados [20].

3.3 Filtrado de los perfiles de control epidemiológico

En esta actividad se filtran los perfiles de control epidemiológico de acuerdo al perfil almacenado para encontrar cuáles son las más adecuadas según las características presentes [21-23].

Con este propósito se calcula la similitud entre el perfil de los pacientes, P_e y cada perfil disponible a_j registrado en la base de datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la siguiente expresión:

$$S_i = 1 - \left(\left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^n \{(|a_{ij}-a_j^*|)^2 + (|b_{ij}-b_j^*|)^2 + (|c_{ij}-c_j^*|)^2\} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \quad (7)$$

La función S calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil de control epidemiológico y los almacenados, a_j [24].

3.4 Generación de recomendaciones

Una vez calculada la similitud entre el perfil de control epidemiológico y los almacenados en la base de datos, cada uno de los perfiles se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida representados por el siguiente vector de similitud [25, 26].

$$D = (d_1, \dots, d_n) \tag{8}$$

La mejor recomendación serán aquellas que mejor satisfagan las necesidades del perfil del paciente, o sea, que presente mayor similitud.

4 Implementación del método propuesto

La presente sección describe la implementación del método propuesto para el control de perfiles epidemiológico de las Infecciones Asociadas a la Atención Sanitaria y la Resistencia Antimicrobiana. La herramienta permite la obtención de datos confiables de los socios en las reuniones beneficiando y facilitando el trabajo manual al personal administrativo de la institución. A continuación se presenta un ejemplo demostrativo a partir del cual se parte de la base de datos que posee:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$$

Descrito por el conjunto de atributos

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$$

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tabla 1). Estas valoraciones serán almacenadas para nutrir la base de datos.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [27].

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0.15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

La Tabla 2 muestra una vista con los datos utilizado en este ejemplo.

Tabla 2: Base de datos de perfiles epidemiológicos.

	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	B	MB	M	MD
a_2	MMB	M	B	B
a_3	MMB	M	B	M
a_4	M	MMB	B	B
a_5	B	MB	B	MDB
a_6	B	MDB	M	MMB
a_7	MDB	MMB	B	M

Si un especialista del sistema de salud u_e , desea recibir las recomendaciones del sistema deberá proveer información al mismo expresando sus perfiles epidemiológicos. En este caso:

$$P_e = \{B, MB, B, MDB\}$$

El siguiente paso en nuestro ejemplo es el cálculo de la similitud entre el perfil epidemiológico y los perfiles almacenada en la base de datos.

Tabla 3: Similitud entre los perfiles almacenados y el perfil epidemiológico

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
0.50	0.25	0.35	0.75	0.98	0.65	0.30

En la fase de recomendación se recomendará aquel perfil que más se acerquen al perfil epidemiológico. Un ordenamiento de los perfiles basado en esta comparación sería el siguiente.

$$\{a_5, a_4, a_6, a_1, a_3, a_3, a_2\}$$

En caso de que el sistema recomendará los dos casos más cercanos, estas serían las recomendaciones:

$$a_5, a_4$$

La aplicación de las recomendaciones provee una vecindad lo más cercano al perfil comparativo para el ejemplo en cuestión la solución es:

$$a_5$$

4.1 Análisis de los resultados

Las infecciones intrahospitalarias representan un problema de salud a nivel mundial, problema que es y será latente en tanto y en cuanto existan clínicas y hospitales, este tipo de infecciones no podrán ser eliminadas en su totalidad, a pesar de la aplicación estricta de procedimientos creados para evitarlas y tratarlas. El componente ambiental de las IAAS dentro del cual están los pacientes hospitalizados que padecen de diferentes tipos de infecciones o el simple hecho que están a la exposición a antibióticos a largo plazo, puede alterar la microbiota del paciente y reducir significativamente la resistencia a la colonización y aquellos que son portadores de patógenos que al transmitirlos a otras personas constituyen un foco de infección importante por ejemplo; el personal de salud juega el rol más importante, el estetoscopio se ha identificado como potencial vector de IAAS, se adhieren bacterias como cepas de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina y cepas de *Enterococcus* resistente a vancomicina.

De acuerdo con los datos de la OMS, las infecciones intrahospitalarias se presentan con mayor prevalencia en adultos mayores, pacientes con dispositivos médicos invasivos.

Dentro de los principales efectos que producen las infecciones intrahospitalarias se encuentran:

1. Muerte de los pacientes (siendo ésta la principal causa)
2. Discapacidades (fisiológicas y psicológicas) que afectan la calidad de vida de los pacientes y por ende de su entorno familiar.
3. Agravamiento de las discapacidades funcionales preexistentes en los afectados.
4. Incremento significativo del costo del tratamiento para este tipo de infecciones (considerando el potencial incremento de la resistencia bacteriana a los tratamientos antimicrobianos convencionales).

Tabla 4. Tabla tomada de: Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Subsistema de vigilancia epidemiológica para las Infecciones Asociadas a la Atención en Salud. Subsistema de Vigilancia Epidemiológica. 2019

Servicio de riesgo vigilado	Infección Asociada a la Atención en Salud (eventos vigilados)	Chile 2018	Perú 2018	Ecuador 2018
Cuidados Intensivos Adultos y Pediátricos	Infección del Torrente sanguíneo asociado a vía central	1,67 (adultos) 2.31 (pediátricos)	1.55	2.40
	Neumonía Asociada a ventilación mecánica	6,06 (adultos) 2.56 (pediátricos)	7.52	8.40
	Infección del tracto urinario asociado a catéter urinario permanente	2.92	2.50	1.80
Cuidados Intensivos y Cuidados Intermedios Neonatales	Infección del Torrente sanguíneo asociado a vía central	2.01	4.92	4.03
	Neumonía Asociada a ventilación mecánica	7.29	3.44	5.01
	Conjunctivitis	S/D	S/D	0.89
	Meningitis	S/D	S/D	0.14
	Enterocolitis	0.1	S/D	1.96
	Onfalitis	S/D	S/D	0.24
Obstetricia	Endometritis parto vaginal	0.25	0.12	0.30
	Endometritis parto cesárea	0,13 (sin labor de parto)	0.24	0.17
	Infección superficial post cesárea	0.79	1.16	0.34
	Infección profunda post cesárea			0.10

A nivel mundial, las infecciones asociadas a la atención sanitaria se consideran una carga sanitaria y económica importante, en estados desafortunados tienden a presentar cuadros serios de respuestas desreguladas a las infecciones, lo que se conoce como sepsis, reportándose alrededor 30 millones de pacientes afectados y 5.3 millones muertes anualmente, sumando al aumento inmensurable de bacterias resistentes a los antibióticos, donde se han reportado hasta 170 muertes por cada 100 000 habitantes, el 74.9% (127 muertes) eran IAAS en la Unión Europea (UE) en el 2015. Por este motivo es ideal desarrollar guías clínicas que ofrecen información acerca de la

resistencia local a los antibióticos.

Actualmente, no está muy bien establecida la tasa epidemiológica de IAAS a nivel mundial, según las estimaciones de la OMS, entre un 6% y 19% afecta a países de bajos y medianos ingresos, mientras que en países de ingresos altos la tasa varía entre el 6% y 8%.

A nivel regional, los programas de control y seguimiento establecidos en Estados Unidos por el Centro de Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), reporta más de 1.7 millones de IAAS, mientras que la CDC europea estipula que al menos 3,2 millones de pacientes adquieren al menos una infección intrahospitalaria cada año con 16 millones de días adicionales de hospitalización, con costos que superan los 7 mil millones de euros anuales y 37.000 muertes atribuibles, solamente las IAAS son responsables de más muertes en la Unión Europea.

A pesar de las estrategias para disminuir la incidencia de IAAS, estudios recientes informan que, por cada 100 pacientes ingresados en el hospital, 7 pacientes de altos ingresos y diez en desarrollo y de bajos ingresos adquieren al menos un tipo de infección intrahospitalaria (IAH).

En Sudamérica los estudios de control y seguimiento de IAAS son bastante limitados, mientras que Chile en 2018 se evidencia que las neumonías asociadas a ventilación mecánica invasiva son la séptima infección más frecuente. La OPS en 2008 publicó un estudio acerca de los costos de la atención médica en unidades de cuidados intensivos (UCI) por concepto de día/cama atribuibles a infecciones nosocomiales se estimaron que hubo un gasto de 40.500, 51.678 y 147.600 dólares en tres hospitales diferentes de Ecuador.

Ecuador es uno de los países que más tardó en implementar un sistema de vigilancia epidemiológica de IAAS, y que hasta el año 2018 reportó las tasas más elevadas en comparación con otros países de la región como Perú, y Chile (Tabla 4), a partir del año 2016, se fortaleció el Subsistema de vigilancia epidemiológica para las IAAS, el cual recoge información de las infecciones asociadas a la atención sanitaria en forma selectiva, integrada y oportuna, generada en las unidades de salud con servicio de internación, es decir un grupo seleccionado de fuentes de notificación del Sistema Nacional de Salud denominadas unidades centinela, cuyas unidades aumentaron de 13 en el 2016, 35 en el 2017 y 50 en el año 2018.

El mismo subsistema reconoce la imposibilidad de fijar un canal epidemiológico de IAAS debido a que no se realizó un seguimiento en años anteriores. El aumento en la captación de información es proporcional a unidades de salud indexadas en los años posteriores al 2016. Se determina que los eventos más frecuentes de IAAS se relacionan a dispositivos médicos invasivos: ventilador mecánico, catéter venoso central y catéter urinario permanente, principalmente en los servicios de atención crítica. Ecuador reporta una alta tasa de IAAS especialmente de Neumonía asociada a la ventilación mecánica 8.40/1000 el cual se da por la colonización de microorganismos patógenos de la orofaringe, llegando al epitelio de vías respiratorias bajas, se adhieren a la mucosa y causan infección a través de diversos mecanismos.

En pacientes con infección del torrente sanguíneo asociada a catéter venoso central - 2.40/1000 (componente UCI Adulto-pediátrico) los patógenos más comunes son cocos grampositivos siendo *Staphylococcus aureus* el que se aísla con mayor frecuencia, seguidos de los bacilos gramnegativos, la formación de biopelículas en los catéteres forman un factor importante involucrado en la infección relacionada con el dispositivo y aumentan la tasa de resistencia al tratamiento antimicrobiano, las bacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido es una preocupación importante que son *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, tienen una elevada resistencia a varios antibióticos, excepto carbapenémicos y cefamicinas, la enterocolitis necrotizante - 1.96/1000 (componente neonatal) y endometritis posterior al parto vaginal - 0.30/100 (componente obstétrico), lo que representa un gran reto para nuestro país en seguir fortaleciendo este subsistema y acciones para la prevención y control.

En estudios particulares como uno realizado en el Hospital Vicente Corral Moscoso de la provincia de Azuay que tuvo un mes de duración, reportaron una tasa de 14,8 casos por 100 pacientes hospitalizados, encontrando bacterias: *Escherichia coli* (27%), *Klebsiella pneumoniae* (18.9%), *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas (17.6%) y *Staphylococcus epidermidis* (13.5%). Según los resultados del estudio, las IAAS tuvieron un aumento notable de 4,8% en un periodo de 4 años, en los cuales la infección del torrente sanguíneo tuvo mayor prevalencia.

La adecuada vigilancia de las IAAS, se notificaría como primer punto, lo que incluye su registro, el flujo de la información y análisis de la misma, para utilizarla en la planificación, implementación y evaluación de su prevención, lamentablemente no existe un sistema de notificación automatizado, para un mejor ingreso de los datos del paciente, el reporte se realiza en una matriz Excel, que es enviada por el MSP, en la cual mensualmente se reportan los datos de los casos que el hospital califique como IAAS.

En Ecuador se describió el primer caso de resistencia antimicrobiana en el 2010 *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas. La Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica lidera esta vigilancia, con el soporte del Centro Nacional de Referencia de Resistencia a los antimicrobianos (CRN-RAM) del Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública- INSPI. La red del sistema de vigilancia RAM la conforman los laboratorios de cada uno de los hospitales que cumplen con los criterios de inclusión, que han sido analizados entre esta Dirección y el CRN-RAM del INSPI, institución que inició sus actividades para la vigilancia de la RAM en el 2014.

Los microorganismos de más preocupación son *Escherichia coli* con más del 50% por presentar el gen de resistencia *mcr-1*, seguido por *Klebsiella pneumoniae* con porcentajes de resistencia para carbapenémicos como imipenem y meropenem en UCI de 40-55% por la producción de carbapenemasas KPC, NDM e IMP y el gen *mcr-1* *Staphylococcus aureus* con un porcentaje de resistencia a oxacilina partiendo desde el 2014 con 37% hasta el 2017 con 26% y *Pseudomonas aeruginosa* con resistencia hasta el 30% para carbapenémicos como imipenem y meropenem por sus resistencias intrínsecas y adquirida y la presencia de carbapenemasas como VIM, IMP, *Proteus mirabilis*, *Enterococcus faecalis*, *Serratia marcescens*.

Ecuador tiene la hipótesis de tener uso inapropiado de antibióticos en la administración en la salud humana y animal por lo que no tiene datos del consumo de antibióticos usados en enfermedades infecciosas. De acuerdo al Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2006), las infecciones asociadas a la atención en salud mantienen importantes costos en la atención médica, que pueden llegar a incrementarse hasta cuatro veces más de lo que se gasta en el tratamiento de alguna enfermedad, el número de infecciones no fueron favorables hasta el año 2009, en donde se acreditaron alrededor de 40 hospitales, de los cuales, únicamente 13 emitían reportes de las IAAS. Datos estadísticos revelan que en los meses de enero y febrero de 2017 se registró 2,05 casos de pacientes con neumonía asociada a las IAAS por cada 1000 pacientes. En el caso de las bacteriemias se registró un total de 1,33 casos y para las infecciones del tracto urinario 1,05 casos. Asimismo el índice de mortalidad por estas causas se coloca entre 11% y 29%

4.2 Discusión de los resultados

Las Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS) es un problema global las cuales los pacientes adquieren en los procesos de atención médica dentro de las instituciones de salud. Ecuador no tiene una prevalencia establecida estadísticamente significativa por algunos factores en los cuales destacan en la carencia de un sistema automatizado para añadir la IAAS, el Ministerio de Salud Pública no comparte datos suficientes, considerándose que la información obtenida no se la divulga de forma completa. En la investigación de Análisis de las estrategias aplicadas en el manejo de las infecciones asociadas a la atención en salud en el servicio de Medicina Interna del Hospital General Santo Domingo, establecieron la estrategia para la prevención. La tarea más importante fue la entrega de reportes al área de epidemiología con el fin de mantener actualizada la información sobre los casos de infecciones asociadas a la atención en salud y tomar las medidas necesarias para contrarrestar esta realidad.

En el proyecto Mejora del sistema de notificación de infecciones asociadas a la atención sanitaria (IAAS) en el Hospital General Docente de Calderón, Quito, los autores recalcaron que la prevención y manejo de las IAAS están en fases iniciales, por lo que sistemas relacionados como el sistema de vigilancia de resistencia de antimicrobianos todavía no se implementan por este motivo es necesario establecer un perfil epidemiológico de las Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS) para diseñar estrategias de prevención para poder enfrentar este gran problema de salud en las unidades de atención de salud.

Las IAAS aumentan los porcentajes de mortalidad entre 11%-29%, por lo que el paciente tiene mayor estancia intrahospitalaria, malestar emocional significativo, mayores gastos económicos. Una técnica de prevención que concluyó el Perfil epidemiológico de las infecciones respiratorias intrahospitalarias en el Hospital Dr. Verdi Cevallos Balda, que la descontaminación digestiva selectiva tiene un mecanismo de prevención para infección al momento de que el paciente este con mecanismos invasivos aplicados la ventilación mecánica y el sondaje nasogástrico, por lo que las acciones de prevención deben estar dirigidas a cada uno de los eslabones de dicha cadena.

En el estudio de la caracterización epidemiológica de las infecciones nosocomiales en pacientes del IESS en la ciudad de Machala afirmaron que la RAM aumenta en los casos de IAAS por la utilización de dispositivos invasivos como la ventilación mecánica y catéter venoso por la formación de biopelículas por parte de los microorganismos en las cuales los antibióticos no tienen su función biocida y aumentan a la tasa de resistencia. Los principales mecanismos para disminuir el porcentaje de las IAAS son:

- La creación de una directiva por cada institución sanitaria la cuál tenga capacitaciones por tiempos determinados.
- Realización de evaluaciones periódicas con la finalidad de generar cambios de comportamiento por el personal sanitario frente a una IAAS.
- Implementar técnicas de gestión del conocimiento para registrar el adecuado manejo de desinfección de áreas con alto impacto infeccioso.
- El aislamiento oportuno del paciente potencialmente virulento.

Como se menciona en el proyecto de investigación en el Hospital Vicente Corral Moscoso, al momento de implementar prácticas de prevención, disminuiríamos la morbimortalidad, logrando la disminución a la RAM y costos en el cuidado de salud.

Conclusión

Los reportes epidemiológicos de IASS, son muy escasos por lo que se debe mejorar en un programa automatizado para registrar su porcentaje real. Contar con registros reales y actualizados incide en la realización sistemática de las capacitaciones a todos los trabajadores de salud y que estén al día de cómo realizar un procedimiento en condiciones de asepsia y antisepsia. A partir de lo cual la presente investigación desarrolló de un método para el control de perfiles epidemiológico de las Infecciones Asociadas a la Atención Sanitaria y la Resistencia Antimicrobiana.

Las IASS aumentan la resistencia antimicrobiana para los pacientes que tienen un dispositivo médico invasivo, de esta manera los microorganismos tienen la capacidad de generar biopelículas y al mismo tiempo se administran antibióticos en un periodo largo de tiempo con un promedio de 12.5 días. Los mecanismos para disminuir la IASS se basan en mejorar los procedimientos médicos con mejor asepsia y antisepsia, y notificarlas en un tiempo prudente para que no se pueda diseminar la infección.

Referencias

- [1] F. Smarandache, "A unifying field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141: American Research Press, 1999.
- [2] F. Smarandache, and S. Pramanik, *New trends in neutrosophic theory and applications*: Infinite Study, 2016.
- [3] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosophía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
- [4] F. Smarandache, and M. Leyva-Vázquez, *Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial*: Infinite Study, 2018.
- [5] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico," *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, vol. 8, pp. 4-11, 2019.
- [6] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosophia ca reflectarea a realității neconvenționale*: Infinite Study, 2012.
- [7] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oi_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.
- [8] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
- [9] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingeniería y Universidad: Engineering for Development*, vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.
- [10] L. G. P. Córdón, "Modelos de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico," Universidad de Jaén, 2008.
- [11] M. R. M. Arroyave, A. F. Estrada, and R. C. González, "Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing with words]," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 15, no. 1, pp. 80, 2016.
- [12] O. Mar-Cornelio, I. Santana-Ching, and J. González-Gulín, "Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control," *Revista científica*, vol. 3, no. 36, 2019.
- [13] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.
- [14] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.
- [15] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado*, vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.
- [16] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [17] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [18] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado*, vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

- [19] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suintaxi, and F. N. O. Castro, “La perspectiva ambiental en el desarrollo local,” *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [20] L. Pérez, “Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico,” Tesis doctoral. Universidad de Jaén, 2008.
- [21] B. B. Fonseca, and O. Mar, “Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño,” *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.
- [22] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, “Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos,” *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.
- [23] O. Mar, and B. Bron, “Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso,” *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [24] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, “Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words,” *Ingeniería y Universidad*, vol. 19, no. 1, pp. 7-22, 2015.
- [25] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, “Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software,” *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [26] M. Cornelio, “Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia,” *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [27] R. Sahin, and M. Yigider, “A Multi-criteria neutrosophic group decision making method based TOPSIS for supplier selection,” *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

Recibido: Mayo 18, 2022. **Aceptado:** Junio 07, 2022