



Evaluación neutrosófica de técnicas de cierre abdominal para prevenir hernias incisionales

Neutrosophic evaluation of abdominal closure techniques for incisional hernia prevention

Jonathan Luis Gonzabay Muñoz ¹, Mónica Gabriela Chachalo Sandoval ², and Oscar David Salazar Correa ³

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ibarra., Ecuador. ui.jonathangm18@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ibarra. Ecuador. monicacs48@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ibarra. Ecuador. docentettp115@uniandes.edu.ec

Resumen. El presente estudio tuvo como objetivo determinar las técnicas de cierre de la pared abdominal más efectivas para prevenir hernias incisionales, empleando un modelo neutrosófico multicriterio. Este enfoque integró datos clínicos con grados de incertidumbre, permitiendo una evaluación completa de las alternativas. Se realizaron revisiones bibliográficas sobre diversas técnicas quirúrgicas, seleccionando seis métodos ampliamente documentados. Un grupo de expertos evaluó estas técnicas según tres criterios: resistencia biomecánica, impacto en la recuperación del paciente y la incidencia de complicaciones postoperatorias. A través de la aplicación de la metodología neutrosófica, se calcularon los valores de los operadores para establecer una correlación entre las técnicas y los criterios de evaluación. Los resultados mostraron que la sutura continua con pequeñas tomas presentó la mayor efectividad. Se recomendó utilizar técnicas más efectivas en función de las condiciones del paciente y la experiencia del cirujano. El uso de la teoría neutrosófica resultó crucial para manejar la incertidumbre inherente a los datos clínicos, permitiendo una evaluación más precisa y flexible de las técnicas analizadas, lo que optimizó la toma de decisiones.

Palabras Claves: hernia incisional, lógica neutrosófica, toma de decisiones multicriterio, cierre abdominal, correlación SVNS.

Abstract. This study aimed to determine the most effective abdominal wall closure techniques for preventing incisional hernias using a neutrosophic multicriteria decision-making model. This approach integrated clinical data with uncertainty degrees, enabling a comprehensive evaluation of alternatives. A systematic literature review was conducted on various surgical techniques, identifying six well-documented methods. An expert panel assessed these techniques according to three criteria: biomechanical resistance, patient recovery impact, and postoperative complication rates. Through neutrosophic methodology, operator values were calculated to establish correlations between techniques and evaluation criteria. Results demonstrated that continuous small-bite suturing showed superior effectiveness. The study recommends selecting techniques based on patient conditions and surgical expertise. Neutrosophic theory proved essential for handling inherent clinical data uncertainty, enabling more precise and flexible technique assessments that optimized decision-making processes.

Keywords: incisional hernia, neutrosophic logic, multicriteria decision-making, abdominal closure, SVNS correlation

1 Introducción

La hernia incisional representa una de las complicaciones más frecuentes tras cirugías abdominales, con una incidencia reportada entre el 3% y el 13% de los pacientes intervenidos [1]. Esta condición no solo incrementa la morbilidad y los reingresos hospitalarios, sino que también genera costos sanitarios significativos, estimados en hasta un 20% adicional por paciente en comparación con aquellos sin complicaciones [2]. La prevención de esta complicación se ha convertido en un objetivo prioritario en cirugía, dado que su aparición compromete la calidad de vida de los pacientes y satura los servicios quirúrgicos.

Sin embargo, la indeterminación en la selección de técnicas quirúrgicas surge de la complejidad para balancear múltiples criterios clínicos. Estudios recientes proponen soluciones basadas en lógica neutrosófica, un marco teórico que permite manejar información imprecisa, inconsistente o incompleta, común en datos médicos y quirúrgicos [3], [4]. A diferencia de los métodos tradicionales, que suelen simplificar decisiones binarias, la neutrosofía

integra grados de verdad, falsedad e indeterminación [5], replicando así la naturaleza multifactorial de la práctica médica[6].

La lógica neutrosófica ha demostrado ser una herramienta valiosa para el análisis de problemas decisionales complejos, encontrando aplicación en múltiples ámbitos como el sector industrial [7], la gestión empresarial [8] y las ciencias [9]. Investigaciones preliminares en cirugía y oncología han demostrado que estos métodos pueden mejorar la reproducibilidad de las decisiones sin ignorar la incertidumbre inherente a los sistemas sanitarios. [10], [11,27]

Su relevancia radica en la particular capacidad para manejar escenarios caracterizados por altos niveles de incertidumbre, ambigüedad e incluso información aparentemente contradictoria, situaciones donde los enfoques tradicionales suelen mostrar limitaciones significativas[12]. El valor fundamental de este marco reside en su potencial para modelar la llamada "incertidumbre profunda", ofreciendo a los tomadores de decisiones un instrumento analítico más robusto y flexible que permite navegar la complejidad de contextos multifactoriales. [13]

Por otro lado, la integración de métodos multicriterio con lógica neutrosófica ofrece un enfoque nuevo para resolver problemas clínicos complejos. Técnicas como el *Analytic Hierarchy Process* (AHP) o TOPSIS han sido adaptadas para incorporar la neutrosofía, permitiendo ponderar no solo datos estadísticos, sino también la experiencia de equipos quirúrgicos [14], [15,28]. En tal marco, el presente estudio busca determinar las técnicas de cierre de pared abdominal más efectivas mediante un modelo neutrosófico multicriterio, para identificar aquella que maximice la prevención de hernias incisionales.

Para llevar a cabo este análisis, se emplean técnicas de correlación neutrosófica [16]. Este enfoque posibilita una mejor representación de la incertidumbre inherente a los datos clínicos, integrando no solo valores numéricos exactos, sino también grados de falsedad e indeterminación. De este modo, la metodología propuesta no solo aporta rigor cuantitativo, sino que también incorpora el juicio experto en la ponderación de alternativas, lo que contribuye a la toma de decisiones más sólidas y fundamentadas en el contexto clínico.

2. Antecedentes

Definición 1. Sea X un espacio de puntos u objetos, cuyos elementos genéricos se representan como x . Un conjunto neutrosófico de valor único (SVNS, por sus siglas en inglés) A en X se caracteriza por tres funciones de membresía $T_A(x)$, que representa la membresía de verdad; $I_A(x)$, que describe la membresía de indeterminación; y $F_A(x)$, que indica la membresía de falsedad. Por lo tanto, un SVNS A puede expresarse como:

$$\tilde{A} = \{x, (T_A^+(x), I_A^+(x), F_A^+(x), T_A^-(x), I_A^-(x), F_A^-(x)) | x \in X\},$$

donde $T_A^+(x), I_A^+(x), F_A^+(x): X \rightarrow [0,1]$ para cada x en X . Además, estas funciones de membresía satisfacen la condición $0 \leq T_{A(x)} + I_{A(x)} + F_{A(x)} \leq 3$. [17]

Definición 2. [18] El complemento de un SVNS A se denota por A^c y se define como

$$A^c = \{x, F_A(x), 1 - I_A(x), T_A(x) | x \in X\}$$

Definición 3. [18] Un SVNS A se encuentra contenido dentro de otro SVNS B , $A \subseteq B$ si y solo si $T_A(x) \leq T_B(x)$, $I_A(x) \geq I_B(x)$, y $F_A(x) \geq F_B(x)$ para cada x en X .

Definición 4. [18] Dos SVNSs A y B son iguales, escrito como $A = B$, si y solo si $A \subseteq B$ y $B \subseteq A$

Coefficiente de correlación de SVNSs

Definición 5. [19] Para cualesquiera dos SVNSs A y B en el universo de discurso $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, el coeficiente de correlación entre dos SVNSs A y B se define como sigue:

$$M(A, B) = \frac{1}{3n} \sum_{i=1}^n [\phi_i(1 - \Delta T_i) + \varphi_i(1 - \Delta I_i) + \psi_i(1 - \Delta F_i)] \quad (1)$$

donde

$$\phi_i = \frac{3 - \Delta T_i - \Delta T_{max}}{3 - \Delta T_{min} - \Delta T_{max}},$$

$$\varphi_i = \frac{3 - \Delta I_i - \Delta I_{max}}{3 - \Delta I_{min} - \Delta I_{max}},$$

$$\psi_i = \frac{3 - \Delta F_i - \Delta F_{max}}{3 - \Delta F_{min} - \Delta F_{max}},$$

$$\Delta T_i = |T_A(x_i) - T_B(x_i)|,$$

$$\Delta I_i = |I_A(x_i) - I_B(x_i)|,$$

$$\Delta F_i = |F_A(x_i) - F_B(x_i)|,$$

$$\begin{aligned} \Delta T_{min} &= \min_i |T_A(x_i) - T_B(x_i)|, \\ \Delta I_{min} &= \min_i |I_A(x_i) - I_B(x_i)|, \\ \Delta F_{min} &= \min_i |F_A(x_i) - F_B(x_i)|, \\ \Delta T_{max} &= \max_i |T_A(x_i) - T_B(x_i)|, \\ \Delta I_{max} &= \max_i |I_A(x_i) - I_B(x_i)|, \\ \Delta F_{max} &= \max_i |F_A(x_i) - F_B(x_i)|, \end{aligned}$$

Para todo $x_i \in X$ and $i = 1, 2, \dots, n$

Las diferencias de importancia se consideran en los elementos del universo. Por lo tanto, se debe tener en cuenta el peso del elemento $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$. A continuación, se presenta un coeficiente de correlación ponderado entre los SVNS.

Definición 6. [19] Sea w_i el peso de cada elemento $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$, $w_i \in [0, 1]$, y $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, entonces el siguiente coeficiente de correlación ponderado entre los SVNS A y B:

$$M_w(A, B) = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n w_i [\phi_i(1 - \Delta T_i) + \varphi_i(1 - \Delta I_i) + \psi_i(1 - \Delta F_i)] \tag{2}$$

2.1 Método de toma de decisiones utilizando el coeficiente de correlación de SVNSs

En el problema de toma de decisiones de atributos múltiples con información neutrosófica de un solo valor, la característica de una alternativa $A_i (i = 1, 2, \dots, m)$ en un atributo $C_j (j = 1, 2, \dots, n)$ está representado por el siguiente SVNS:

$$A_i = \{C_j, T_{Ai}(C_j), I_{Ai}(C_j), F_{Ai}(C_j) | C_j \in C, j = 1, 2, \dots, n\}$$

Donde $T_{Ai}(C_j), I_{Ai}(C_j), F_{Ai}(C_j) \in [0, 1]$ y $0 \leq T_{Ai}(C_j), I_{Ai}(C_j), F_{Ai}(C_j) \leq 3$ para $C_j \in C, j = 1, 2, \dots, n$, y $i = 1, 2, \dots, m$.

Por conveniencia, los valores de las tres funciones $T_{Ai}(C_j), I_{Ai}(C_j), F_{Ai}(C_j)$ se denotan por un valor neutrosófico de un solo valor (SVNV) $d_{ij} = \langle t_{ij}, i_{ij}, f_{ij} \rangle (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$, que suele derivarse de la evaluación de una alternativa A_i con respecto a un criterio C_j por parte del experto o decisor. Por lo tanto, se puede obtener una matriz de decisión neutrosófica de un solo valor $D = (d_{ij})_{m \times n}$.

En problemas de toma de decisiones de atributos múltiples, el concepto de punto ideal se ha utilizado para ayudar a identificar la mejor alternativa en el conjunto de decisiones. Aunque la alternativa ideal no existe en el mundo real, proporciona una construcción teórica útil contra la cual evaluar las alternativas [20].

En el método de toma de decisiones, un SVNV ideal se puede definir mediante $d_j^* = \langle t_j^*, i_j^*, f_j^* \rangle = \langle 1, 0, 0 \rangle (j = 1, 2, \dots, n)$ en la alternativa ideal A^* . Por tanto, aplicando la Ecuación (2) el coeficiente de correlación ponderado entre una alternativa $A_i (i = 1, 2, \dots, m)$ y la alternativa ideal A^* viene dado por:

$$M_w(A_i, A^*) = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^n w_j [\phi_{ij}(1 - \Delta t_{ij}) + \varphi_{ij}(1 - \Delta i_{ij}) + \psi_{ij}(1 - \Delta f_{ij})] \tag{3}$$

donde

$$\phi_{ij} = \frac{3 - \Delta t_{ij} - \Delta t_{i \max}}{3 - \Delta t_{i \min} - \Delta t_{i \max}},$$

$$\varphi_{ij} = \frac{3 - \Delta i_{ij} - \Delta i_{i \max}}{3 - \Delta i_{i \min} - \Delta i_{i \max}},$$

$$\psi_{ij} = \frac{3 - \Delta f_{ij} - \Delta f_{i \max}}{3 - \Delta f_{i \min} - \Delta f_{i \max}},$$

$$\Delta t_{ij} = |t_{ij} - t_j^*|,$$

$$\Delta i_{ij} = |i_{ij} - i_j^*|,$$

$$\Delta f_{ij} = |f_{ij} - f_j^*|,$$

$$\Delta t_{i \min} = \min_j |t_{ij} - t_j^*|,$$

$$\Delta i_{i \min} = \min_j |i_{ij} - i_j^*|,$$

$$\Delta f_{i \min} = \min_j |f_{ij} - f_j^*|,$$

$$\Delta t_{i \max} = \max_j |t_{ij} - t_j^*|,$$

$$\Delta i_{i \max} = \max_j |i_{ij} - i_j^*|,$$

$$\Delta f_{i \max} = \max_j |f_{ij} - f_j^*|,$$

para $i = 1, 2, \dots, m$ y $j = 1, 2, \dots, n$. Mediante el coeficiente de correlación $M_w(A_i, A^*)$ ($i = 1, 2, \dots, m$), se obtiene el orden de clasificación de todas las alternativas y la(s) mejor(es).

3. Resultados

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica con el propósito de identificar las técnicas de cierre de la pared abdominal que optimicen la prevención de hernias incisionales. Para ello, se analizaron estudios previos que evaluaron la efectividad de diversas estrategias quirúrgicas en términos de reducción de complicaciones postoperatorias. Los datos preliminares permitieron seleccionar seis técnicas ampliamente documentadas en la literatura científica, cada una con particularidades en su aplicación. La Tabla 1 muestra las técnicas consideradas para el estudio. [29]

Tabla 1: Técnicas de cierre de pared abdominal.

Técnica de cierre	Descripción
Sutura continua (<i>small bites</i>)	Técnica recomendada con material de absorción lenta o no absorbible; distribuye la presión y reduce la incidencia de hernias. <ul style="list-style-type: none"> • Puntos más cercanos (5-8 mm del borde y entre sí). • Relación SL:WL $\geq 4:1$, distribuida de forma homogénea.
Sutura continua (<i>large bites</i>)	Técnica recomendada con material de absorción lenta o no absorbible; distribuye la presión y reduce la incidencia de hernias. <ul style="list-style-type: none"> • Puntos separados 1 cm del borde de la aponeurosis y entre sí. • Menor relación SL:WL (generalmente $< 4:1$).
Cierre en dos planos	Realizado en dos capas (aponeurosis de la vaina posterior y anterior del recto).
Línea de tensión reforzada (RTL)	Incluye sutura longitudinal lateral para reforzar la pared abdominal.
Relación longitud sutura/herida 4:1	Demuestra menor incidencia de hernias en pacientes de alto riesgo quirúrgico.
Cierre secuencial	Útil en el manejo de pacientes con abdomen abierto.

Para la evaluación de las alternativas, un grupo de expertos en cirugía abdominal estableció tres criterios fundamentales. El primero de ellos fue la resistencia biomecánica de la técnica, definida como la capacidad de la sutura para soportar la presión intraabdominal sin predisponer a la dehiscencia. El segundo criterio correspondió al impacto en la recuperación del paciente. Este criterio considera el tiempo de cicatrización, la presencia de dolor postoperatorio y la limitación funcional. El tercer criterio fue la incidencia de complicaciones postoperatorias, que consideró la aparición de infecciones, eventración, dehiscencia, etc.

Se consideró que la incidencia de complicaciones postoperatorias resultó el criterio con un mayor peso de importancias (0.40), mientras que los otros dos criterios fueron considerados igualmente importantes (0.30). Para la evaluación de cada técnica en relación con estos criterios, los expertos completaron un formulario en el que se solicitó una valoración específica basada en su experiencia y en la literatura disponible. Se les pidió asignar una evaluación que indicara en qué medida cada alternativa era favorable (Tx), desfavorable (Fx) o incierta (Ix) con respecto a cada criterio, lo que permitió establecer una matriz de decisión para la aplicación del análisis neutrosófico. Ver Tabla 2.

Tabla 2: Matriz de decisión D.

Alternativas	Resistencia bio-mecánica	Recuperación del paciente	Complicaciones postoperatorias
Sutura continua (<i>small bites</i>)	0.5; 0.2; 0.2	0.4; 0.2; 0.3	0.1; 0.2; 0.1
Sutura continua (<i>large bites</i>)	0.1; 0.2; 0.5	0.7; 0.1; 0.2	0.6; 0.2; 0.3
Cierre en dos planos	0.4; 0.3; 0.2	0.5; 0.2; 0.3	0.2; 0.1; 0.2
Línea de tensión reforzada (RTL)	0.4; 0.1; 0.2	0.4; 0.2; 0.3	0.3; 0.3; 0.2
Relación longitud sutura/herida 4:1	0.5; 0.3; 0.2	0.6; 0.1; 0.2	0.5; 0.2; 0.3
Cierre secuencial	0.7; 0.1; 0.1	0.1; 0.2; 0.5	0.4; 0.2; 0.2

En concordancia con la metodología establecida para el desarrollo del análisis y la obtención de los resultados, se procedió a calcular los valores de los operadores ϕ , μ y ψ , para determinar los coeficientes de correlación dentro del modelo propuesto. Estos valores permitieron la aplicación efectiva del método y la posterior interpretación de los datos en función de los criterios de evaluación definidos. Los resultados obtenidos a partir de estos cálculos se presentan en las Tablas 3 y 4, donde se sintetizan las relaciones identificadas entre las variables analizadas.

Tabla 3: Valores mínimos y máximos de variación en las funciones de pertenencia a la verdad, falsedad e indeterminación.

	ΔT_{min}	ΔI_{min}	ΔF_{min}	ΔT_{max}	ΔI_{max}	ΔF_{max}
Sutura continua (<i>small bites</i>)	0.5	0.1	0.1	0.6	0.2	0.2
Sutura continua (<i>large bites</i>)	0.3	0.2	0.1	0.9	0.5	0.2
Cierre en dos planos	0.5	0.2	0.1	0.8	0.3	0.3
Línea de tensión reforzada (RTL)	0.6	0.2	0.1	0.7	0.3	0.3
Relación longitud sutura/herida 4:1	0.4	0.2	0.1	0.5	0.3	0.3
Cierre secuencial	0.3	0.1	0.2	0.9	0.4	0.3

Tabla 4: Valores de ϕ , μ y ψ para cada alternativa de selección.

Delitos	Resistencia biomecánica			Impacto en la recuperación del paciente			La incidencia de complicaciones postoperatorias		
	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	μ_1	μ_2	μ_3	ψ_1	ψ_2	ψ_3
Sutura continua (small bites)	1	1	0.8	1	0.96	0.87	1	1	1
Sutura continua (large bites)	0.67	1	0.94	0.87	1	0.96	0.96	1	1
Cierre en dos planos	0.9	0.95	1	1	0.96	1	0.92	0.96	1
Línea de tensión reforzada (RTL)	1	0.67	0.83	1	0.83	0.96	1	0.96	1
Relación longitud sutura/herida 4:1	0.78	1	0.83	0.87	1	0.96	0.92	1	1
Cierre secuencial	1	0.95	1	1	0.96	1	1	0.96	1

A partir de la aplicación de la ecuación (3), se determinaron los valores de los coeficientes de correlación, los cuales permitieron establecer el grado de asociación entre cada alternativa evaluada y la opción óptima dentro del modelo propuesto. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 1, donde se detallan los coeficientes calculados y su respectivo ordenamiento, facilitando así la identificación de la técnica de cierre de pared abdominal más efectiva según los criterios establecidos.

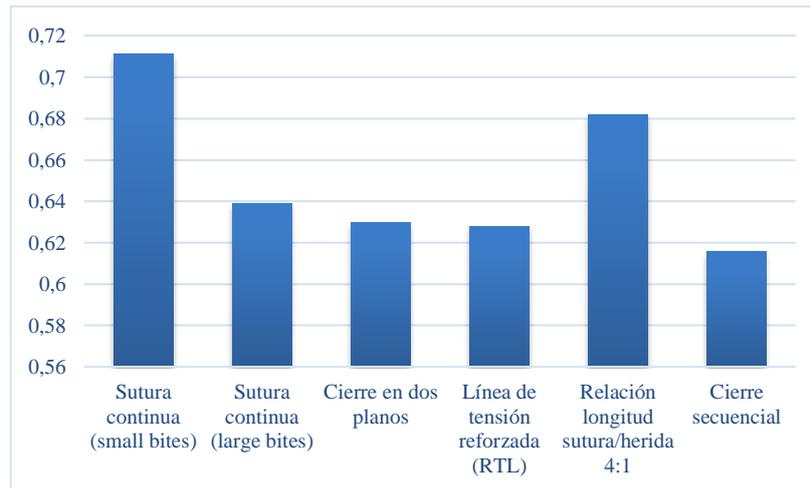


Figura 1. Coeficientes de correlación ponderado de cada alternativa

El análisis realizado evidenció que la sutura continua con pequeñas tomas presentó el mayor grado de asociación con los criterios de evaluación propuestos en este estudio. La sutura continua con grandes tomas y la técnica basada en la relación entre la longitud de la sutura y la herida mostraron resultados cercanos, lo que indicó que también podrían considerarse opciones viables en escenarios clínicos específicos. El cierre en dos planos, la línea de tensión reforzada y el cierre secuencial reflejaron niveles de preferencia inferiores, aunque se estimó que su aplicación continuaría siendo pertinente en situaciones quirúrgicas concretas, sobre todo cuando las condiciones del paciente o la experiencia del cirujano influyeran en la elección de la técnica.

Unido a esto, se realizó un análisis bibliográfico para validar los resultados obtenidos mediante el estudio. En este sentido, la Tabla 5 muestra un resumen de los principales estudios analizados y los resultados más relevantes en cada caso.

Tabla 5: principales estudios analizados y los resultados más relevantes en cada caso.

Estudio analizado	Resultados principales	Técnica de cierre
Evaluación del cierre de laparotomía media en cirugía de urgencias tras la introducción de la técnica de cierre fascial small bites [21]	Se incluyeron 182 pacientes, divididos en 72 con sutura <i>large bites</i> y 110 con <i>small bites</i> . El grupo <i>small bites</i> mostró menor infección de herida, mientras que la tasa de eventración fue ligeramente superior que en el grupo <i>large bites</i> .	<i>Small bites</i> frente a <i>large bites</i> utilizando material de sutura continuo.
Cierre secuencial de la pared abdominal en el manejo del abdomen abierto. Una nueva técnica quirúrgica [22]	Se incluyeron 24 pacientes con abdomen abierto, 16 por cuadro abdominal agudo y 8 por trauma. El cierre secuencial de la pared abdominal se llevó a cabo en un promedio de 29 días y 3 pacientes desarrollaron hernia incisional.	<i>Cierre secuencial</i> como alternativa gradual para el manejo de abdomen abierto.
Resultados del cierre de pared abdominal utilizando técnica longitud sutura/herida 4:1 [23]	Se seleccionaron 86 pacientes, 48 con la técnica 4:1 y 38 con técnicas convencionales. Hubo una disminución en la dehiscencia y se observó un menor riesgo de complicaciones en el grupo que cumplió con la relación sutura/herida 4:1.	<i>Relación longitud sutura/herida 4:1</i> , considerada factor protector frente a dehiscencias y hernias.

Estudio analizado	Resultados principales	Técnica de cierre
Cierre de la laparotomía electiva y urgente. Importancia de protocolizar la técnica [24]	Se incluyeron 127 pacientes, de los cuales 41 fueron sometidos a una sutura corta con proporción 4:1. Aquellos casos mostraron una menor incidencia de hernias incisionales, destacando la relevancia de aplicar protocolos estandarizados.	<i>Sutura continua</i> con relación 4:1 en un número significativo de pacientes.
Consenso para la apertura y cierre de laparotomía media supra-umbilical utilizando metodología Delphi [25]	Se aplicó una encuesta a cirujanos de varios centros docentes. El consenso general estableció que el paso clave es cerrar la fascia de la línea alba con puntos continuos o interrumpidos, separados aproximadamente 0,8-1 cm, y respetando una relación >4:1.	<i>Sutura continua o interrumpida</i> con separación entre puntos de 0,8-1 cm y una proporción sutura/herida mayor de 4:1.
Cierre de pared abdominal más adecuado en laparotomías [26]	Se incluyeron 60 pacientes con laparotomía exploratoria. Se observó una menor tasa de dehiscencia en el grupo que aplicó la técnica <i>small bites</i> , donde se respetó la distancia entre puntos y se alcanzó una relación de longitud sutura/herida >4:1.	<i>Small bites</i> respetando distancias específicas entre puntos y un índice sutura/herida superior a 4:1.

4. Discusión

La revisión bibliográfica mostró una inclinación clara hacia el uso de técnicas que optimizan la relación entre la longitud de la sutura y la herida, destacando especialmente la técnica *small bites* y la proporción 4:1. Estos métodos estuvieron relacionados con una menor incidencia de complicaciones, lo que apunta a una mayor estabilidad en la reparación de la fascia y una mejor recuperación postoperatoria. Aunque no todos los estudios coincidieron en la magnitud de estos beneficios, la tendencia general sugiere que estas estrategias pueden marcar una diferencia en los resultados quirúrgicos. [30]

El análisis de los datos permitió confirmar que la relación entre la longitud de la sutura y la herida jugó un papel clave en la reducción de complicaciones [23]. Se encontró una correspondencia significativa entre los hallazgos empíricos y lo reportado en la literatura, especialmente en lo que respecta a la efectividad de la técnica *small bites* para disminuir la incidencia de problemas postquirúrgicos [21]. Sin embargo, algunos matices en los estudios indicaron que otros factores, como el tipo de material de sutura, la experiencia del cirujano y las características individuales de cada paciente, pueden influir en los resultados, lo que hace que no sea posible generalizar estos hallazgos de manera absoluta. [31,32]

Desde una perspectiva más amplia, la lógica neutrosófica resultó ser una herramienta valiosa para manejar la incertidumbre inherente a la toma de decisiones en este campo. Su capacidad para integrar múltiples variables con diferentes grados de certeza y ambigüedad permitió evaluar las técnicas de cierre de manera más estructurada. Al combinarse con los métodos de decisión multicriterio, este enfoque facilitó la ponderación de diversos factores, no solo los resultados clínicos, sino también aspectos operativos y la viabilidad a largo plazo. En este sentido, su mayor aporte fue la reducción de la subjetividad en la evaluación, proporcionando una base más sólida para elegir la técnica quirúrgica más adecuada en cada caso.

En definitiva, los resultados obtenidos refuerzan la idea de que combinar la evidencia empírica con herramientas analíticas avanzadas puede mejorar significativamente la toma de decisiones en cirugía. Al aplicar estos enfoques, es posible optimizar tanto los resultados clínicos como la eficiencia de los procedimientos, asegurando una mejor calidad en la atención a los pacientes. [33]

5. Conclusión

Se realizó una revisión bibliográfica y un análisis empírico que permitió identificar las técnicas de cierre de la pared abdominal con mayor efectividad en la prevención de hernias incisionales. Se evaluaron diferentes métodos, de los cuales la sutura continua con *small bites* y la técnica basada en la proporción 4:1 se destacaron por su desempeño en la reducción de complicaciones postoperatorias. Este enfoque integró tanto datos numéricos como

el juicio experto, lo que facilitó una evaluación más completa y ajustada a la realidad clínica.

La aplicación de un modelo multicriterio basado en coeficientes de correlación neutrosóficos se consolidó como una herramienta valiosa para manejar la incertidumbre inherente a los datos clínicos. Este enfoque permitió determinar con mayor precisión la asociación entre cada técnica evaluada. La integración de estos métodos avanzados en el análisis contribuyó a una toma de decisiones más sólida y fundamentada, lo que representa un avance significativo en la optimización de los procedimientos de cierre de la pared abdominal. La investigación aportó conocimiento sobre la efectividad comparativa de las técnicas estudiadas y subrayó la importancia de considerar múltiples variables en la evaluación clínica. Este estudio abre la posibilidad de futuras investigaciones orientadas a perfeccionar los modelos de decisión y a extender su aplicación a otros campos de la cirugía, favoreciendo la mejora de los resultados y la atención al paciente.

Referencias

- [1] A. M. C. Herrera and J. P. V. Carrillo, "Hernia incisional en puerto laparoscópico como complicación de apendicectomía," *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 7, no. 4, pp. 2622–2637, 2023, [Online]. Available: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7130.
- [2] J. M. Vila y Blanco and E. J. G. de Buitrago, "Cirugía de las hernias: efectividad y coste para el sostenimiento del sistema sanitario," *Rev. Cir. (Mex.)*, vol. 72, no. 4, pp. 301–310, 2020, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.35687/s2452-45492020004506%0A>.
- [3] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, S. D. Álvarez Gómez, J. E. Alfonso Manzanet, and O. E. Velázquez-Soto, "La aplicación de la neutrosófica en las ciencias médicas: una revisión bibliográfica narrativa," *Rev. Cuba. Inf. en Ciencias la Salud*, vol. 34, 2023, [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2307-21132023000100048&script=sci_arttext.
- [4] M. Aslam, O. H. Arif, and R. A. K. Sherwani, "New diagnosis test under the neutrosophic statistics: an application to diabetic patients," *Biomed Res. Int.*, vol. 2020, 2020. [Online]. Available: https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1155/2020/2086185&hl=es&sa=T&oi=gsb&ct=res&cd=0&d=17868844517264388415&ei=V3HjZ72cDcuZieoPkc6U4Qw&scisig=AFWwaeZf1fXT-366jmcehMuT45DY
- [5] J. Best, "Ambiguity, uncertainty, and risk: Rethinking indeterminacy," *Int. Polit. Sociol.*, vol. 2, no. 4, pp. 355–374, 2008, [Online]. Available: <https://academic.oup.com/ips/article-abstract/2/4/355/1826711>.
- [6] S. Habib, A. Ashraf, M. A. Butt, and M. Ahmad, "Medical diagnosis based on single-valued neutrosophic information," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 42, pp. 302–323, 2021, [Online]. Available: https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=MFxCEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA302&dq=indeterminati on+nutrosophic+data+diagnosis&ots=3VsohhuauR&sig=ei77DSSmfGT_GyKc55kxj9fXtY.
- [7] M. A. Khan and N. S. Alghamdi, "A neutrosophic WPM-based machine learning model for device trust in industrial internet of things," *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.*, vol. 14, no. 4, pp. 3003–3017, 2023, [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-021-03431-2>.
- [8] A. R. Fernández, L. V. M. Rosales, O. G. A. Paspuel, W. B. J. López, and A. R. S. León, "Neutrosophic Statistics for Project Management. Application to a Computer System Project," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 44, pp. 308–314, 2021, [Online]. Available: <https://fs.unm.edu/NSS2/index.php/111/article/view/1589>.
- [9] A. Q. Ansari, R. Biswas, and S. Aggarwal, "Proposal for applicability of neutrosophic set theory in medical AI," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 27, no. 5, pp. 5–11, 2011, [Online]. Available: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=21b5b0198a69fc90f74874ac0e4f75fa04ba3881>.
- [10] M. U. Farooq and M. Saqlain, "The selection of LASER as surgical instrument in medical using neutrosophic soft set with generalized fuzzy TOPSIS, WSM and WPM along with MATLAB coding," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 40, no. 1, p. 3, 2021, [Online]. Available: https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1756&context=nss_journal.
- [11] M. A. Devi, J. I. Sheeba, and K. S. Joseph, "Neutrosophic graph cut-based segmentation scheme for efficient cervical cancer detection," *J. King Saud Univ. Inf. Sci.*, vol. 34, no. 1, pp. 1352–1360, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.09.014>.
- [12] A. Awang, A. T. A. Ghani, L. Abdullah, and M. F. Ahmad, "A DEMATEL method with single valued neutrosophic set (SVNS) in identifying the key contribution factors of Setiu Wetland's coastal erosion," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1974, 2018, doi: 10.1063/1.5041542.
- [13] G. N. Nguyen, L. H. Son, A. S. Ashour, and N. Dey, "A survey of the state-of-the-arts on neutrosophic sets in biomedical diagnoses," *Int. J. Mach. Learn. Cybern.*, vol. 10, pp. 1–13, 2019, [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13042-017-0691-7>.

- [14] N. Bilandi, H. K. Verma, and R. Dhir, "AHP–neutrosophic decision model for selection of relay node in wireless body area network," *CAAI Trans. Intell. Technol.*, vol. 5, no. 3, pp. 222–229, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1049/trit.2020.0059>.
- [15] M. Riaz, K. Naeem, I. Zareef, and D. Afzal, "Neutrosophic N-soft sets with TOPSIS method for multiple attribute decision making," *Neutrosophic sets Syst.*, vol. 32, pp. 146–170, 2020, [Online]. Available: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA624420585&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&isn=23316055&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon-f7e85ac4&aty=open-web-entry>.
- [16] R. M. Zulqarnain, X. L. Xin, B. Ali, S. Broumi, S. Abdal, and M. I. Ahamad, "Decision-making approach based on correlation coefficient with its properties under interval-valued neutrosophic hypersoft set environment," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 40, pp. 12–28, 2021. [Online]. Available: https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://books.google.com/books%3Fhl%3Des%26lr%3D%26id%3DGNiIEAAQBAJ%26oi%3Dfnd%26pg%3DPA19%26dq%3D%25E2%2580%259CDecision-making%2Bapproach%2Bbased%2Bon%2Bcorrelation%2Bcoefficient%2Bwith%2Bbits%2Bproperties%2Bunder%2Binterval-valued%2Bneutrosophic%2Bhypersoft%2Bset%2Benvironment%26ots%3DN7QmshTyvt%26sig%3DWLGQjuU1M-jdp51pdxfaxmPxdV4&hl=es&sa=T&oi=gsb&ct=res&cd=0&d=17732575102409061873&ei=0nHjZ_TpCdmlieoP8JCG8AI&scisig=AFWwaeZLQJ8nfYdp3X9KrQF810Tf
- [17] J. L. Salmeron and F. Smarandache, "Redesigning Decision Matrix Method with an indeterminacy-based inference process," *Int. J. Appl. Math. Stat.*, vol. 13, no. M 08, pp. 4–11, 2008, [Online]. Available: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=c6b6024f4464e582d3e5aebfbb853876de194ac>.
- [18] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Rev. Air Force Acad.*, vol. 17, no. 1, pp. 10–14, 2010, [Online]. Available: <https://philpapers.org/archive/SMACPV.pdf#page=411>.
- [19] J. Ye, "Improved correlation coefficients of single valued neutrosophic sets and interval neutrosophic sets for multiple attribute decision making," *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 27, no. 5, pp. 2453–2462, 2014, [Online]. Available: <https://content.iospress.com/articles/journal-of-intelligent-and-fuzzy-systems/ifs1215>.
- [20] J. Ye, "Multicriteria decision-making method using the correlation coefficient under single-valued neutrosophic environment," *Int. J. Gen. Syst.*, vol. 42, no. 4, pp. 386–394, 2013, [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03081079.2012.761609>.
- [21] A. Lizarazu, Í. A. Ponce, L. Carballo, L. G. Otaegui, M. Osorio, and I. Goena-Iglesias, "Evaluación de los resultados del cierre de una laparotomía media en cirugía de urgencias tras la introducción de la técnica de cierre fascial small bites," *Rev. Hispanoam. Hernia*, vol. 10, no. 2, pp. 64–69, 2022, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8403902>.
- [22] E. Flores-Álvarez, J. Cruz De la Torre-González, V. Rivera-Barragán, and L. D. Cruz-Álvarez, "Cierre secuencial de la pared abdominal en el manejo del abdomen abierto. Una nueva técnica quirúrgica," *Cir. Cir.*, vol. 88, no. 5, pp. 624–629, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.24875/ciru.20000760>.
- [23] C. A. Córdova-Velázquez, E. J. Rodríguez-Espino, J. M. Martín-Bufajer, E. Servín-Torres, and N. G. Lerma-López, "Resultados del cierre de pared abdominal utilizando técnica longitud sutura/herida 4: 1," *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.*, vol. 61, no. 3, p. 289, 2023, [Online]. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10437231/>.
- [24] S. Valverde, J. L. S. García, J. A. Pereira, M. Armengol, and M. López-Cano, "Cierre de la laparotomía electiva y urgente. Importancia de protocolizar la técnica," *Cirugía Española*, vol. 97, no. 2, pp. 97–102, 2019, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2018.09.011>.
- [25] R. Díaz, C. Ortiz, B. Marinkovic, Ó. Jerez, N. D'Aguzan, and M. Turu, "Consenso para la apertura y cierre de laparotomía media supra-umbilical utilizando metodología Delphi," *Rev. Cir. (Mex.)*, vol. 71, no. 4, pp. 307–317, 2019, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.4067/S2452-45492019000400307%0A>.
- [26] D. O. Vásquez-Hernández, C. A. Mejía-Picasso, and G. G. Oropeza-Rodríguez, "Cierre de pared abdominal más adecuado en laparotomías," *Salud en Tabasco*, vol. 29, no. 3, pp. 113–119, 2023, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Gisela-Oropeza-Rodriguez-2/publication/389631956_Cierre_de_pared_abdominal_mas_adecuado_en_laparotomias/links/67ca567ecc055043ce6eb51f/Cierre-de-pared-abdominal-mas-adecuado-en-laparotomias.pdf.
- [27] de León, E. R., Marqués, L. L., Poleo, A., & von Feigenblatt, O. F. "El estilo del liderazgo educativo en el proceso de enseñanza: una revisión de la literatura". In *Anales de la Real Academia de Doctores*. vol. 9, num. 2, pp. 289-308, 2024

- [28] Márquez Carriel, D. C., Oña Garcés, L., Vergara Romero, A., & Márquez Sánchez, F. “Assessing the need for a feminist foreign policy in Ecuador through a sentiment analysis based on neutroAlgebra”. *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 71, num. 1, pp. 16, 2024.
- [29] Romero, A. V., Sánchez, F. M., & Estupiñán, C. P. “Inteligencia artificial en gestión hotelera: aplicaciones en atención al cliente”. *El patrimonio y su perspectiva turística*, pp. 409-423, 2024.
- [30] von Feigenblatt, O. F. “Research Ethics in Education. In *Ethics in Social Science Research: Current Insights and Practical Strategies*”, pp. 97-105. Singapore: Springer Nature Singapore, 2025.
- [31] von Feigenblatt, O. F. “Immediacy and Sustainable Development: The Perspective of Youth”. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, vol. 19, num 2, 2024
- [32] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. “Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes”. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2024.
- [33] Vergara-Romero, A., Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., & Arencibia-Montero, O. “Child Labor, Informality, and Poverty: Leveraging Logistic Regression, Indeterminate Likert Scales, and Similarity Measures for Insightful Analysis in Ecuador”. *Neutrosophic Sets and Systems*, vol 66, pp 136-145, 2024

Recibido: febrero 28, 2025. Aceptado: marzo 21, 2025