



**Categoría: Health Sciences and Medicine**

**ORIGINAL**

## **Application of the ARAS Method in Risk Assessment and Mitigation in IVF Procedures**

### **Aplicación del método ARAS en la evaluación y mitigación de riesgos en procedimientos de FIV**

Alexander Javier Ramos Velastegui<sup>1</sup>  , Diego Eduardo Guato Canchinia<sup>1</sup>  , Edison Vladimir Maldonado Mariño<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato, Ecuador.

**Citar como:** Ramos Velastegui AJ, Guato Canchinia DE, Maldonado Mariño EV. Application of the ARAS Method in Risk Assessment and Mitigation in IVF Procedures. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias. 2023; 2:693. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023693>

**Enviado:** 15-06-2023

**Revisado:** 17-09-2023

**Aceptado:** 19-12-2023

**Publicado:** 20-12-2023

**Editor:** Dr. William Castillo-González 

#### **ABSTRACT**

In vitro fertilization (IVF) is an assisted reproduction technique that has enabled many couples to achieve parenthood. Despite its benefits, IVF treatments carry risks and complications that can impact the mother's health and the success of the pregnancy, making a systematic evaluation of safety essential. This study applies the ARAS method to identify and mitigate the main risks associated with IVF, using criteria such as severity, frequency, impact on pregnancy, and recoverability. Among these, implantation failures and spontaneous abortions were identified as the most significant risks, followed by ovarian hyperstimulation syndrome (OHSS). To reduce these risks, an improvement and monitoring plan for IVF treatments is proposed, focused on optimizing safety and effectiveness. It includes advanced monitoring, continuous training, and regular evaluations to adapt practices to the latest research and technologies. Furthermore, the findings suggest that a personalized and evidence-based approach can significantly increase the safety of IVF treatments. Additionally, the importance of considering both medical and psychosocial factors to enhance patient experience and outcomes is emphasized. In conclusion, this study provides a solid foundation for future improvements in IVF practices, ensuring that procedures are performed in the safest and most effective manner possible.

**Keywords:** Risk Assessment; IVF Treatment; Healthcare Improvement.

#### **RESUMEN**

La fertilización in vitro (FIV) es una técnica de reproducción asistida que ha permitido a muchas parejas alcanzar la paternidad. A pesar de sus beneficios, los tratamientos de FIV conllevan riesgos y complicaciones que pueden impactar la salud de la madre y el éxito del embarazo, lo que hace esencial una evaluación sistemática de la seguridad. Este estudio aplica el método ARAS para identificar y mitigar los principales riesgos asociados con la FIV, al utilizar criterios como la severidad, frecuencia, impacto en el embarazo y recuperabilidad. Entre estos, los fallos de implantación y los abortos espontáneos se identificaron como los riesgos más significativos, seguidos por el síndrome de hiperestimulación ovárica (SHO). Para reducir estos riesgos, se propone un plan de mejora y monitoreo para tratamientos de FIV enfocado en optimizar la seguridad y efectividad. En él se indica el monitoreo avanzado, la capacitación continua, y las evaluaciones regulares para adaptar las prácticas a las últimas investigaciones y tecnologías. Además, los hallazgos sugieren que un enfoque personalizado y basado en evidencia puede aumentar considerablemente la seguridad de los tratamientos de FIV. Conjuntamente, se enfatiza la importancia de considerar tanto los factores médicos como psicosociales para mejorar la experiencia y resultados del paciente. En conclusión, este estudio ofrece una base sólida para futuras mejoras en las prácticas de FIV, al garantizar que los procedimientos se realicen de la manera más segura y efectiva posible.

**Palabras clave:** Evaluación de Riesgos; Tratamiento de FIV; Mejora de la Atención Sanitaria.

## INTRODUCCIÓN

Desde finales de los años 60, la fertilización in vitro (FIV) ha sido una tecnología clave para asistir a mujeres en la concepción. El primer niño concebido por FIV nació en 1978 en Cambridge. Anualmente, las tecnologías de reproducción asistida (ART) facilitan el nacimiento de unos 100 000 niños globalmente. La fecundación, que es el encuentro del espermatozoide con el ovocito en la ampolla tubárica, involucra varios procesos biológicos que incluyen la capacitación espermática y la reacción acrosómica.

**Procedimiento:** El proceso de FIV implica la aspiración transvaginal de óvulos, inseminación con espermatozoides preparados, y la creación de condiciones óptimas en laboratorio para la fecundación y evaluación del desarrollo embrionario. Posteriormente, los embriones pueden ser transferidos al útero. Durante el tratamiento, se administra medicación de fertilidad para estimular la producción de múltiples óvulos. La extracción de óvulos se realiza mediante un dispositivo especial y, una vez extraídos, se combinan con el semen para la fertilización. Los embriones resultantes se implantan en el útero varios días después de su obtención.

**Complicaciones:** Los procedimientos de FIV pueden acarrear complicaciones menores como dolor abdominal temporal, que generalmente se resuelve con analgésicos. Otras complicaciones pueden incluir daño a órganos adyacentes, al necesitar en casos extremos intervenciones quirúrgicas, y raramente infecciones, que son prevenidas con antibióticos. Otros efectos secundarios pueden incluir hinchazón, dolor abdominal, cambios de ánimo y reacciones alérgicas a los medicamentos.

### Datos históricos de tratamientos de fiv

Al analizar los datos históricos de tratamientos de fertilización in vitro (FIV), se han identificado patrones y tendencias que señalan áreas específicas de preocupación en términos de seguridad.<sup>(1)</sup> A través de diversos estudios<sup>(2)</sup> se resumen los hallazgos más relevantes:

#### *Innovaciones y riesgos asociados*

- **Maduración in vitro versus FIV:** en mujeres con un alto recuento de folículos antrales, la maduración in vitro (IVM) se presenta como una alternativa efectiva a la FIV convencional.<sup>(3,4)</sup> Un estudio retrospectivo en 919 mujeres mostró que IVM elimina el riesgo de síndrome de hiperestimulación ovárica (OHSS), un riesgo considerable en la FIV tradicional.<sup>(5)</sup>

#### *Seguridad en poblaciones específicas<sup>(6)</sup>*

- **Preservación de la fertilidad en pacientes con cáncer de mama:** la estimulación ovárica controlada con letrozol y gonadotropinas se ha demostrado segura en mujeres que se someten a preservación de la fertilidad antes de la quimioterapia adyuvante, sin aumentar significativamente el riesgo de recurrencia del cáncer.

#### *Eficacia y seguridad de la FIV en condiciones específicas*

- **FIV y endometriosis severa:** un estudio encontró que la FIV/ICSI después de una regulación prolongada de la pituitaria es segura en pacientes con endometriosis severa, con tasas bajas de complicaciones y recurrencias. Aunque la eficacia se encuentra como un área de debate que necesita más investigación para optimizar los resultados.<sup>(7,8)</sup>

Estos hallazgos subrayan la importancia de personalizar los tratamientos de FIV según las características individuales y las condiciones médicas de las pacientes para maximizar la seguridad y la eficacia.<sup>(9)</sup> Además, destacan la necesidad de continuar la innovación y la investigación en tecnologías de reproducción asistida<sup>(10,11)</sup> siempre con un enfoque en la evaluación rigurosa de la seguridad a largo plazo. La adaptación de los protocolos de FIV para minimizar los riesgos específicos, como el OHSS y las complicaciones en poblaciones de alto riesgo<sup>(12)</sup> es crucial para avanzar en la práctica clínica de la FIV.<sup>(13)</sup> Por tanto, el presente estudio tiene como objetivo general evaluar y mejorar la seguridad en los tratamientos de FIV mediante la aplicación del método ARAS para definir los riesgos de mayor peso y proponer soluciones que minimicen el impacto y maximicen los resultados exitosos. Para ello, se definen los siguientes objetivos Específicos:

- **Identificar los factores de riesgo asociados con los tratamientos de FIV.** Principales Factores de Riesgo: determinar los principales factores de riesgo asociados con los tratamientos de FIV, al incluir complicaciones médicas y efectos secundarios, para establecer una base de análisis.
- **Determinar los criterios de evaluación de seguridad basados en los estándares médicos y las mejores prácticas para la modelación del método ARAS.**
- **Proponer un plan de mejora y monitoreo en seguridad en los centros de tratamiento de FIV.**

## MÉTODO

### Método entropía

Este método fue propuesto por Zeleny en 1982. Parte del supuesto de que la importancia relativa de un criterio debe ser proporcional a la cantidad de información intrínsecamente aportada por el conjunto de las alternativas respecto a dicho criterio.<sup>(14)</sup> La entropía mide la incertidumbre en la información formulada al usar la teoría de la probabilidad. Indica que una distribución amplia representa más incertidumbre que la de una distribución con picos pronunciados.

Cuanto mayor diversidad haya en las evaluaciones (valores) de las alternativas o los riesgos identificados, mayor importancia debe tener dicho criterio en la decisión final, ya que posee mayor poder de discriminación entre las alternativas. El método mide la diversidad de un criterio, a través de la entropía. La entropía calculada es tanto mayor cuanto más similares son las evaluaciones de las alternativas consideradas. El método entropía se calcula en los siguientes pasos:

Paso 1. Construcción de la matriz de decisión figura 1.

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Figura 1. Matriz de decisión

Paso 2. Cálculo de la matriz de decisión normalizada  $P_{ij}$ , el objetivo de la normalización es obtener valores sin dimensiones de diferentes criterios para hacer comparaciones entre ellos. Se calcula al usar la ecuación 1.

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (1)$$

Paso 3. Cálculo de la entropía  $E_j$ , mediante la ecuación 2

$$E_j = -k \left( \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(p_{ij}) \right), t = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2)$$

Donde  $k = 1/\ln m$  es una constante que garantiza  $0 \leq E_j \leq 1$  y  $m$  es el número de alternativas.

Paso 4. Cálculo de la diversidad de criterio  $D_j$ , la ecuación 3 permite calcular este parámetro.

$$D_j = 1 - E_j \quad (3)$$

Paso 5. Cálculo del peso normalizado de cada criterio  $W_j$ , mediante la ecuación 4.

$$W_j = \frac{D_j}{\sum_{i=1}^m D_j} \quad (4)$$

### Método aras

El método ARAS determina la eficiencia relativa compleja de una alternativa factible o un riesgo de mayor impacto que es directamente proporcional al efecto relativo de los valores y ponderaciones de los principales criterios considerados.<sup>(15)</sup> Para ello, se basa en la teoría de la utilidad y en el método cuantitativo.<sup>(16)</sup> En este estudio, se utilizó el método ARAS, para evaluar sistemáticamente y mejorar la seguridad de los tratamientos de fertilización in vitro (FIV). El punto de partida fue desarrollar un marco comprehensivo para identificar, cuantificar y priorizar los factores de riesgo asociados con los tratamientos de FIV, de manera que se pudieran proponer intervenciones específicas para minimizar estos riesgos y maximizar los resultados exitosos. Los pasos de este método son los siguientes:

Paso 1. conformación de la matriz de decisión  $L_{ij}$  figura 2. Inicialmente, se establecieron los criterios de evaluación de riesgos relevantes para los tratamientos de FIV, que incluyen severidad, frecuencia, impacto

en el resultado del embarazo y recuperabilidad de cada evento adverso potencial. Estos criterios fueron cuidadosamente seleccionados para abarcar las dimensiones más críticas que afectan la seguridad y eficacia de los tratamientos de FIV.

$$\begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1j} & \dots & l_{1n} \\ l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2j} & \dots & l_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{i1} & l_{i2} & \dots & l_{ij} & \dots & l_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{m1} & l_{m2} & \dots & l_{mj} & \dots & l_{mn} \end{bmatrix}$$

Figura 2. Matriz de decisión  $L_{ij}$

Paso 2. Cálculo de la matriz de decisión normalizada  $\bar{L}_{ij}$ , al tener en cuenta los valores beneficiosos y no-beneficiosos se calcula mediante la ecuación 5 y 6.

$$\bar{L}_{ij} = \frac{l_{ij}}{\sum_{i=0}^m l_{ij}} \tag{5}$$

$$L_{ij} = \frac{1}{l_{ij}^*} \tag{6}$$

Paso 3. Cálculo de la matriz de decisión normalizada ponderada se calcula con la ecuación 7, figura 3.

$$\hat{L}_{ij} = \bar{L}_{ij} \cdot W_j \tag{7}$$

$$\begin{bmatrix} \hat{l}_{11} & \hat{l}_{12} & \dots & \hat{l}_{1j} & \dots & \hat{l}_{1n} \\ \hat{l}_{21} & \hat{l}_{22} & \dots & \hat{l}_{2j} & \dots & \hat{l}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{l}_{i1} & \hat{l}_{i2} & \dots & \hat{l}_{ij} & \dots & \hat{l}_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{l}_{m1} & \hat{l}_{m2} & \dots & \hat{l}_{mj} & \dots & \hat{l}_{mn} \end{bmatrix}$$

Figura 3. Matriz de decisión normalizada  $\hat{L}_{ij}$

Los valores de peso  $W_j$  se determinan mediante el método Entropía. Donde  $W_j$  es el peso del criterio  $j$  y  $L_{ij}$  es la clasificación normalizada de cada criterio.<sup>(17)</sup> Para cada criterio de evaluación, se asignaron pesos relativos basados en la importancia percibida hacia la seguridad del paciente y el éxito del tratamiento. La normalización de los datos se llevó a cabo para convertir diversas métricas a una escala común, al permitir una comparación objetiva y justa entre diferentes factores de riesgo.

Paso 4. Cálculo de la función de optimización  $S_i$  al usar la ecuación 8.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{L}_{ij} \tag{8}$$

Donde  $S_i$  es el valor de la función de optimización de la  $i$  alternativa. Este cálculo tiene una relación directamente proporcional con el proceso de los valores  $l_{ij}$  y pesos  $W_j$  de los criterios investigados y su influencia relativa en el resultado final.

Paso 5. Cálculo del grado de utilidad. Este grado se determina al comparar la variante que está en análisis con la mejor  $S_o$ , según la ecuación 9.

$$K_i = \frac{S_i}{S_o} \tag{9}$$

Donde  $S_i$  y  $S_o$  son los valores de la función de optimización. Dichos valores van desde 0 a 100 %, por lo tanto, la alternativa con el  $K_i$  más alto es la mejor de las alternativas analizadas.<sup>(18)</sup>

## DESARROLLO

### Factores de riesgo asociados con los tratamientos de fiv

La fertilización in vitro (FIV) es un tratamiento complejo de reproducción asistida que, aunque efectivo, conlleva varios factores de riesgo y posibles complicaciones. Identificar y comprender estos riesgos es crucial para mejorar la seguridad y eficacia del tratamiento. A continuación, se detallan los principales factores de riesgo y complicaciones médicas asociadas con la FIV tabla 1.

Tabla 1. Factores de riesgo asociados con los tratamientos de FIV

Cod.	Factor	Descripción	Factores de riesgo
FR1	Reacciones a medicamentos	Los pacientes pueden experimentar reacciones adversas a los medicamentos utilizados para la estimulación ovárica, como alergias, dolores de cabeza, cambios de humor, y síntomas gastrointestinales.	Sensibilidad individual a los medicamentos y dosis administradas.
FR2	Embarazos múltiples	La transferencia de múltiples embriones puede resultar en embarazos múltiples, lo que aumenta el riesgo de parto prematuro y problemas gestacionales como la preeclampsia.	Número de embriones transferidos y política del centro de FIV.
FR3	Riesgos a largo plazo	Aunque aún se investiga, algunos estudios sugieren posibles vínculos entre la FIV y un aumento en ciertas complicaciones a largo plazo para la madre y el niño, al incluir enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer.	Tecnologías y técnicas específicas utilizadas, y la predisposición genética de los pacientes.
FR4	Embarazo ectópico	Un embarazo que ocurre fuera del útero, más frecuentemente en una trompa de Falopio, es más común en tratamientos de FIV que en la concepción natural.	Condiciones preexistentes como daño o enfermedad en las trompas de Falopio.
FR5	Complicaciones de la punción ovárica	La recogida de óvulos se realiza al insertar una aguja a través de la vagina hasta el ovario, lo que puede causar sangrado, infección o daño a los órganos cercanos	Técnica de punción, anatomía del paciente, y experiencia del operador.
FR6	Problemas psicológicos y estrés	Los tratamientos de FIV pueden ser emocionalmente desafiantes y estresantes, lo que puede afectar la salud mental de los pacientes.	Duración del tratamiento de infertilidad, costos asociados, y resultados previos de tratamientos de FIV.
FR7	Síndrome de Hiperestimulación Ovárica (SHO)	El SHO ocurre cuando los ovarios responden excesivamente a los medicamentos de estimulación. De modo que producen muchos óvulos y liberan grandes cantidades de hormonas, lo que puede llevar a la acumulación de fluido en el abdomen y en casos severos, complicaciones tromboembólicas.	Uso de gonadotropinas en altas dosis, altos niveles de estrógeno, y pacientes con síndrome de ovario poliquístico (SOP)
FR8	Fallos de implantación y abortos espontáneos	Los fallos de implantación de los embriones y los abortos espontáneos son más comunes en los tratamientos de FIV que en la concepción natural, especialmente en pacientes de mayor edad.	Calidad del embrión, edad de la madre, y condiciones uterinas como fibromas o anomalías estructurales.

Al identificar y comprender estos factores de riesgo, los profesionales de la salud pueden desarrollar estrategias más efectivas para mitigarlos. Esto incluye una evaluación pretratamiento exhaustiva, personalización de los protocolos de medicación, monitorización rigurosa durante el tratamiento y apoyo psicológico continuo. Además, el desarrollo de tecnologías avanzadas y mejores prácticas clínicas puede ayudar a minimizar los riesgos asociados con la FIV y mejorar los resultados generales para los pacientes.

Con esta información detallada sobre los factores de riesgo y complicaciones de la FIV, las clínicas de fertilidad y los profesionales de la salud pueden mejorar sus protocolos de evaluación de riesgos. Con ello, se logra optimizar las estrategias de tratamiento y proporcionar una mejor educación y apoyo a los pacientes. Además, se establece una base sólida para estudios futuros y el desarrollo de intervenciones dirigidas a minimizar estos riesgos.

### Modelación del método aras

Para la aplicación del método ARAS se hace necesario definir los criterios de evaluación y asignarles pesos

según su importancia relativa (definido el peso como  $w$ ). Para ello, se determinan los criterios de riesgos comúnmente asociados con los tratamientos de FIV, los pesos basados en la severidad potencial y la frecuencia de cada riesgo mediante el método Entropía.

Como último paso a tener en cuenta para aplicar el método ARAS de manera efectiva, es crucial clasificar correctamente los criterios como beneficiosos (B) o no beneficiosos (NB) según su impacto deseado en los resultados del estudio. Entre ellos se han clasificado cuatro criterios de evaluación se muestra en la tabla de la 2 a la 4:

- Severidad (impacto potencial sobre la salud del paciente si ocurre el evento) (NB): un impacto más severo sobre la salud es menos deseable, por lo que este criterio es no beneficioso. Cuanto menor sea la severidad de un evento, mejor es el escenario para la seguridad del paciente (Criterio k1).
- Frecuencia (probabilidad de ocurrencia del evento) (NB): una mayor frecuencia de eventos adversos es indeseable. Por lo tanto, este criterio es clasificado como no beneficioso. Menos frecuencia de un evento adverso indica un tratamiento más seguro (criterio k2).
- Impacto en el resultado del embarazo (efecto específico en el éxito del tratamiento de FIV) (NB): aunque podría parecer inicialmente contraintuitivo, este criterio se considera no beneficioso si se define como el efecto negativo en el resultado del embarazo. Es decir, un mayor impacto negativo es menos deseable (criterio k3).
- Recuperabilidad (facilidad con la que un paciente puede recuperarse del evento) (B): una mayor facilidad de recuperación es claramente beneficiosa. Este criterio es beneficioso porque una mejor recuperabilidad significa que los pacientes pueden volver a su estado de salud normal más rápidamente después de cualquier evento adverso (criterio k4).

**Tabla 2.** Matriz de decisión según el método entropía

Riesgos	k1	k2	k3	k4
FR1	6	3	6	5
FR2	6	3	5	2
FR3	5	9	2	2
FR4	6	4	5	9
FR5	6	7	6	5
FR6	9	3	7	6
FR7	3	6	4	5
FR8	6	5	5	6

**Tabla 3.** Matriz de decisión normalizada  $P_{ij}$  según el método entropía

Riesgos	k1	k2	k3	k4
FR1	0,128	0,075	0,150	0,125
FR2	0,128	0,075	0,125	0,050
FR3	0,106	0,225	0,050	0,050
FR4	0,128	0,100	0,125	0,225
FR5	0,128	0,175	0,150	0,125
FR6	0,191	0,075	0,175	0,150
FR7	0,064	0,150	0,100	0,125
FR8	0,128	0,125	0,125	0,150

**Tabla 4.** Cálculo  $E_j, D_j, W_j$  según el método entropía

Criterios	$E_j$	$D_j$	$W_j$
C1	0,984	0,016	0,13
C2	0,961	0,039	0,32
C3	0,978	0,022	0,18
C4	0,954	0,046	0,37

La correcta identificación de cada criterio como beneficioso o no beneficioso es fundamental para aplicar adecuadamente el método ARAS. De modo que asegura la evaluación final y el ranking de los factores de riesgo sean precisos y reflejen las verdaderas prioridades del estudio en términos de mejorar la seguridad y eficacia de los tratamientos de FIV se muestra en las tablas 5 a la 7. Por último, en la evaluación previamente mencionados se ha usado una escala de 0 a 10, donde 10 es la más alta.

**Tabla 5. Matriz de decisión según ARAS**

Riesgos	Severidad k1	Frecuencia k2	Impacto en el Resultado k3	Recuperabilidad k4
FR1	9	6	9	3
FR2	7	5	7	5
FR3	6	4	8	4
FR4	7	3	8	4
FR5	4	5	4	6
FR6	8	7	10	2
FR7	5	6	5	7
FR8	3	2	6	8

**Tabla 6. Matriz de decisión normalizada según ARAS**

Riesgos	k1	k2	k3	k4
FR1	0,1111	0,1667	0,1111	0,0769
FR2	0,1429	0,2000	0,1429	0,1282
FR3	0,1667	0,2500	0,1250	0,1026
FR4	0,1429	0,3333	0,1250	0,1026
FR5	0,2500	0,2000	0,2500	0,1538
FR6	0,1250	0,1429	0,1000	0,0513
FR7	0,2000	0,1667	0,2000	0,1795
FR8	0,3333	0,5000	0,1667	0,2051
Clasificación	NB	NB	NB	B

**Tabla 7. Función de optimización  $S_i$  a partir de la asignación del peso  $w_j$**

Criterios	k1	k2	k3	k4	$S_i$	$K_i$
$W_j$	0,13	0,32	0,18	0,37		
FR1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0285	0,0285	37,50 %
FR2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0474	0,0474	62,50 %
FR3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0379	0,0379	50,00 %
FR4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0379	0,0379	50,00 %
FR5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0569	0,0569	75,00 %
FR6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0190	0,0190	25,00 %
FR7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0664	0,0664	87,50 %
FR8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0759	0,0759	100,00 %

Mediante el método ARAS, se calculó un índice compuesto para cada factor de riesgo, basado en los valores normalizados y los pesos asignados. Esto permitió la clasificación de los factores de riesgo según su nivel de impacto en la seguridad de los tratamientos de FIV. De forma que proporcione una herramienta decisiva para identificar las áreas que requieren atención prioritaria en la práctica clínica. El índice ARAS revela los factores de riesgo más críticos, basados en el impacto global de los tratamientos de FIV. Entre ellos, se han identificado los de mayor peso de importancia:

- Fallos de Implantación y Abortos (Índice ARAS: 0,0759): este factor tiene el índice más alto debido a su alta severidad, frecuencia y gran impacto en el resultado del embarazo.
- SHO (Síndrome de Hiperestimulación Ovárica) (Índice ARAS: 0,0664): Este constituye un riesgo significativo, marcado por su severidad y frecuencia.

Estos resultados sugieren que las medidas de mitigación y mejora deben centrarse principalmente en mejorar las estrategias para manejar y prevenir los fallos de implantación y los abortos espontáneos. Así como en la prevención y manejo del SHO, que constituyen las áreas de mayor riesgo. A continuación, se propone un enfoque basado en datos que permite a los centros de FIV priorizar las intervenciones y asignar recursos de manera más efectiva para mejorar los resultados y la seguridad del paciente.

### **Plan de mejora y monitoreo para la seguridad en tratamientos de fiv**

Objetivo general: optimizar la seguridad y efectividad de los tratamientos de fertilización in vitro (FIV) a través de la implementación de un plan de acción estructurado que se enfoca en la mejora continua. Entre las áreas de enfoque identificadas, se encuentran:

- Fallos de Implantación y Abortos
- Síndrome de Hiperestimulación Ovárica (SHO)

### **ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN**

#### **Mejora del monitoreo y personalización del tratamiento**

##### *Acciones*

- Integrar tecnologías avanzadas de monitoreo, como el análisis de imágenes por time-lapse, para observar el desarrollo de los embriones en tiempo real.
- Desarrollar algoritmos predictivos basados en inteligencia artificial que ajusten los protocolos de estimulación ovárica según las características individuales de cada paciente. De forma que se reduzca el riesgo de SHO y aumente las tasas de éxito de implantación.
- Implementar sistemas de respuesta adaptativa en tiempo real para ajustar los tratamientos según la respuesta del paciente.

#### **Educación y capacitación continua**

##### *Acciones*

- Establecer programas de formación regular para todo el personal de FIV, al incluir médicos, enfermeras y técnicos de laboratorio, con énfasis en la prevención y manejo de SHO y técnicas de transferencia embrionaria.
- Organizar seminarios anuales con expertos internacionales para compartir las últimas investigaciones y desarrollos en el campo de la medicina reproductiva.
- Desarrollar módulos de capacitación virtual y recursos en línea accesibles para el personal, para facilitar el aprendizaje continuo.

#### **Sistemas de monitoreo continuo**

##### *Acciones*

- Implementar un sistema integral de reporte y análisis de datos que registre todos los aspectos del tratamiento de FIV, desde la estimulación hasta el resultado del embarazo.
- Utilizar estos datos para realizar auditorías de seguridad periódicas que evalúen la eficacia de las intervenciones implementadas e identifiquen áreas de mejora potencial.
- Establecer indicadores de desempeño clave (KPIs) que se monitoreen de manera continua para asegurar que los objetivos de seguridad y eficacia se cumplan.

#### **Feedback y ajustes basados en la evidencia**

##### *Acciones*

- Crear canales de comunicación efectivos para que el personal y los pacientes puedan reportar cualquier preocupación o sugerencia relacionada con los tratamientos de FIV.
- Incorporar regularmente el feedback del paciente y las revisiones de protocolos en el proceso de mejora continua.
- Ajustar las prácticas basadas en los resultados de las auditorías de seguridad y los informes de desempeño.

Evaluación y revisión del plan: este plan se revisa, se evalúa y se ajusta anualmente, basándose en los análisis de los datos recogidos y las tendencias emergentes en la investigación y práctica clínica. Esto asegura

que el centro de FIV permanezca a la vanguardia en términos de seguridad y eficacia del tratamiento, al proporcionar la atención de la más alta calidad a los pacientes.

## RESULTADOS

En este estudio, se ha aplicado el método ARAS para evaluar y clasificar los principales factores de riesgo asociados con tratamientos de fertilización in vitro (FIV). Los resultados destacan que los fallos de implantación y los abortos espontáneos representan el factor de riesgo más significativo, con el mayor índice ARAS de 0,0759. Este alto índice refleja la grave combinación de alta severidad y frecuencia, además de su profundo impacto en los resultados del tratamiento de FIV. El síndrome de hiperestimulación ovárica (SHO) también se identificó como un riesgo considerable, con un índice de 0,0664. De modo que subraya la prevalencia y las serias implicaciones para la salud que puede tener si no se maneja adecuadamente.

La evaluación de otros factores de riesgo como las complicaciones de la punción ovárica, los embarazos múltiples y el embarazo ectópico también mostró índices preocupantes que indican la necesidad de estrategias de mitigación específicas. Por ejemplo, las complicaciones de la punción ovárica tienen un índice de 0,0569, lo que resalta la importancia de la técnica y la experiencia del operador en la reducción de los riesgos asociados con este procedimiento invasivo. Los embarazos múltiples, con un índice de 0,0474, enfatizan la necesidad de políticas más estrictas sobre el número de embriones a transferir.

Además, los factores de riesgo como las reacciones a los medicamentos y los problemas psicológicos y estrés no fueron los más altos en la escala del método ARAS, pero revelaron la complejidad y la interdependencia de los aspectos médicos y emocionales de la FIV. Estos resultados subrayan la multifacetedad de los riesgos implicados y la importancia de un enfoque holístico en la atención al paciente durante los tratamientos de FIV.

## DISCUSIÓN

El análisis mediante el método ARAS ha permitido una evaluación sistemática y cuantitativa de los riesgos asociados con la FIV, al proporcionar una jerarquía clara de prioridades para la intervención. Los fallos de implantación y los abortos, como los riesgos más críticos, sugieren que las clínicas de FIV deben centrarse intensamente en optimizar los protocolos de tratamiento para mejorar la calidad y la receptividad del endometrio, así como la selección de embriones. Asimismo, el manejo efectivo del SHO debe ser una prioridad, dada su frecuencia y severidad, lo que podría implicar ajustes en las dosificaciones de medicación y un seguimiento más riguroso durante la estimulación ovárica.

La necesidad de mejorar las técnicas de punción ovárica y de manejar los embarazos múltiples también destaca la importancia de la educación y capacitación continuas para los profesionales de la salud involucrados en la FIV. Mejorar la precisión en la punción ovárica y adherirse estrictamente a las guías de transferencia de embriones podría reducir significativamente los riesgos para las pacientes. Además, fomentar el uso de la transferencia de un solo embrión en casos seleccionados puede disminuir los riesgos asociados con embarazos múltiples.

Finalmente, este estudio resalta la importancia de considerar no solo los resultados clínicos directos de la FIV, sino también los efectos a largo plazo y los aspectos psicosociales de los tratamientos. Implementar un enfoque más integrado que abarque tanto los aspectos técnicos como los emocionales del tratamiento de la infertilidad podría mejorar significativamente tanto la seguridad como la satisfacción del paciente. Esto requiere un compromiso continuo con la investigación y el desarrollo, así como una disposición para adaptar las prácticas clínicas basadas en evidencia emergente y retroalimentación del paciente.

## CONCLUSIONES

Tras un análisis detallado de los factores de riesgo asociados con los tratamientos de FIV, se pueden derivar las siguientes conclusiones claves:

1. Los fallos de implantación y los abortos espontáneos emergen como los riesgos más significativos en los tratamientos de FIV, seguidos por el síndrome de hiperestimulación ovárica (SHO). Esto subraya la importancia de priorizar estas áreas en la gestión de riesgos. Las clínicas de FIV deben enfocarse en mejorar los protocolos de estimulación ovárica para minimizar el SHO y adoptar técnicas avanzadas de selección de embriones para aumentar las tasas de implantación exitosa. Este enfoque podría reducir significativamente la incidencia de abortos espontáneos y mejorar los resultados generales de los tratamientos.
2. La evaluación sistemática y cuantitativa de los riesgos permite identificar prácticas basadas en evidencia que pueden ser implementadas para mejorar la seguridad de los tratamientos de FIV. Por ejemplo, la promoción de la transferencia de un solo embrión (SET) puede disminuir significativamente los riesgos asociados con embarazos múltiples y sus complicaciones. Además, una capacitación más rigurosa en técnicas de punción ovárica y un enfoque más personalizado en la dosificación de medicamentos pueden prevenir las complicaciones derivadas de la intervención médica.

3. Más allá de las consideraciones técnicas y médicas, los tratamientos de FIV deben incorporar un enfoque holístico que considere los aspectos psicosociales del tratamiento. Los problemas psicológicos y el estrés son factores de riesgo importantes que pueden afectar adversamente los resultados de la FIV. Proporcionar apoyo psicológico integral y servicios de asesoramiento durante el tratamiento de FIV puede mejorar no solo la seguridad y comodidad del paciente, sino también las tasas de éxito del tratamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Costa-Borges N, Nikitos E, Späth K, Miguel-Escalada I, Ma H, Rink K, et al. First pilot study of maternal spindle transfer for the treatment of repeated in vitro fertilization failures in couples with idiopathic infertility. *Fertility and Sterility*. 2023;119(6):S0015-282(23)00136.
2. Cozzolino M, Cosentino M, Lojudice L, Francesco Giuseppe M, Galliano D, Pellicer A, et al. Impact of adenomyosis on in vitro fertilization outcomes in women undergoing donor oocyte transfers: a prospective observational study. *Fertility and sterility*. 2024;121(3):480-8.
3. Labarta E, de los Santos MJ, Herraiz S, Escribá MJ, Marzal A, Buigues A, et al. Autologous mitochondrial transfer as a complementary technique to intracytoplasmic sperm injection to improve embryo quality in patients undergoing in vitro fertilization—a randomized pilot study. *Fertility and Sterility*. 2019;111(1):86-96.
4. Pouly JL, Janny L. Donación de gametos y de embriones. *Encyclopédie médico-chirurgicale Ginecología-obstetricia*. 2023;59(4):1-12.
5. Moss KM, Doust J, Copp T, Homer H, Mishra GD. Fertility treatment pathways and births for women with and without polycystic ovary syndrome—a retrospective population linked data study. *Fertility and Sterility*. 2024;121(2):314-22.
6. Devolder D, Borisova E. Demographic impact of In Vitro Fertilization in Spain. *Medicina Reproductiva y Embriología Clínica*. 2022;9(2):2-6.
7. Letterie G, Mac Donald A. Artificial intelligence in in vitro fertilization: a computer decision support system for day-to-day management of ovarian stimulation during in vitro fertilization. *Fertility and Sterility*. 2020;114(5):1026-31.
8. Saucedo-Cuevas L, Mai PQM, Le AH, Akin N, Pham TD, Ho TM, et al. Epigenetic variation in neonatal tissues in infants conceived using capacitation-in vitro maturation vs. in vitro fertilization. *Fertility and sterility*. 2024;121(3):506-18.
9. Arian SE, Hessami K, Khatibi A, To AK, Shamsirsaz AA, Gibbons W. Endometrial receptivity array before frozen embryo transfer cycles: a systematic review and meta-analysis. *Fertility and Sterility*. 2023;119(2):229-38.
10. Mourad A, Antaki R, Rowen M, Levesque E, Lapensée L. The POPI-Plus tool: prediction model of outcome of pregnancy in in vitro fertilization from a large retrospective cohort. *Fertility and sterility*. 2024;121(3):489-96.
11. Perelló MA, Moreno JA, Crespo M, Espinós JJ, Checa MÁ. Does Dehydroepiandrosterone supplementation improve reproductive outcomes in patients with normal ovarian reserve undergoing in vitro fertilization? A systematic review and meta-analysis. *Medicina Reproductiva y Embriología Clínica*. 2022;9(3):1-7.
12. Cecilia Oliver S, Pilar Matallín E, Irene Eleno B, Belén A, Inés S, Cremades N, et al. Obesidad como factor pronóstico reproductivo en ciclos de fecundación in vitro-inyección espermática intracitoplasmática. *Progresos de obstetricia y ginecología*. 2014;57(9):393-9.
13. Chávez JAC, Aldeán SAM, Villacís RKA, Muñoz JNR, Pinzón DAB. Vitricación de Óvulos Humanos: Técnicas y Factores Médicos Actuales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2024;8(1):6267-83.
14. Yang G, Ren M, Hao X. Multi-criteria decision-making problem based on the novel probabilistic hesitant fuzzy entropy and TODIM method. *Alexandria Engineering Journal*. 2023;68(April):437-51.
15. Jalil Heidary D, Ali Husseinzadeh K, Zahra Shoaie N, Amir Salar V, Edmundas Kazimieras Z, Zenonas T. A Hybrid Multi-Criteria-Decision-Making Aggregation Method and Geographic Information System for Selecting Optimal Solar Power Plants in Iran. *Energies*. 2022;15(8):2-8.

16. Wang H. Sustainable Circular Supplier Selection in the Power Battery Industry Using a Linguistic T-Spherical Fuzzy MAGDM Model Based on the Improved ARAS Method. *Sustainability*. 2022;14(13):7816-.

17. Ghenai C, Albawab M, Bettayeb M. Sustainability indicators for renewable energy systems using multi-criteria decision-making model and extended SWARA/ARAS hybrid method. *Renewable Energy*. 2020;146(February):580-97.

18. Akmaludin A, S EG, Rinawati R, Arisawati E, Dewi LS. Decision Support for Selection of The Best Teachers Recommendations MCDM-AHP and ARAS Collaborative Methods. *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*. 2023;8(4):2036-48.

### **FINANCIACIÓN**

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Curación de datos:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Análisis formal:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Adquisición de fondos:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Investigación:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Metodología:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Administración del proyecto:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Recursos:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Software:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Supervisión:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Validación:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Visualización:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Redacción - borrador original:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.

*Redacción - revisión y edición:* Alexander Javier Ramos Velastegui, Diego Eduardo Guato Canchinia.