



Análisis de costo-utilidad de la terapia endovascular comparada con la cirugía abierta convencional en pacientes con aneurisma de aorta abdominal infrarrenal electivos

Daniel Gómez Gómez

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Cirugía Vascolar

Asesores

Temático: Dr Rene Fernando Timaran Rodríguez - Director de postgrado en Cirugía Vascolar

Metodológicos: Daysi Johana Sanmartin Durango y Oscar Alonso Villada Ochoa

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Especialización en Evaluación Económica en Salud
Medellín, Antioquia, Colombia

2023

Cita	(Gomez-Gomez D, Timaran Rodriguez RF, Sanmartin Durango DJ & Villada Ochoa OA, 2023)
Referencia	Gomez-Gomez D., Timaran Rodriguez R.F., Sanmartin Durango D.J. & Villada Ochoa O.A. (2023). <i>Análisis de costo-utilidad de la terapia endovascular comparada con la cirugía abierta convencional en pacientes con aneurisma de aorta abdominal infrarrenal electivos</i> [Trabajo de grado especialización en cirugía vascular]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Especialización en Evaluación Económica en Salud, Cohorte II.



Centro de Documentación Economía

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Carlos Alberto Palacio Acosta

Jefe departamento: Rene Fernando Timaran Rodriguez

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi familia en especial a mi hijo Pablo

Agradecimientos

Tengo que agradecer a mi familia, mis amigos, profesores y colegas, que me apoyaron y me acompañaron en todo este proceso, en especial en los momentos más difíciles.

TABLA DE CONTENIDO

A. RESUMEN	4
B. ABSTRACT	5
C. INTRODUCCIÓN	6
D. METODOLOGÍA	7
a. MODELO DE DECISIÓN	8
i. INSUMOS DEL MODELO	8
ii. PROBABILIDADES	8
iii. PONDERACIONES DE UTILIDAD	9
iv. COSTOS	9
b. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	11
E. RESULTADOS	12
a. CASO BASE	12
b. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	13
c. DISCUSIÓN	17
d. CONCLUSIONES	19
F. ANEXOS	
a. PROBABILIDADES DE TRANSICIÓN COMPLICACIONES MÉDICAS Y QUIRÚRGICAS	21
b. UTILIDADES COMPLICACIONES MEDICAS Y QUIRURGICAS	21
c. COSTOS COMPLICACIONES MEDICAS Y QUIRURGICAS	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 Probabilidades, costos y utilidades incorporados al modelo	10
TABLA 2 Resultados del caso base	13
TABLA 3 Análisis determinístico de una vía: cambio en el horizonte temporal	15
TABLA 4 Análisis determinístico de una vía: cambio en precio de los insumos	15

Lista de Figuras

FIGURA 1 Modelo de decisiones	8
FIGURA 2 Plano de costo-efectividad resultados caso base	13
FIGURA 3 Análisis de sensibilidad determinístico multivariado: gráfico de tornado	14
FIGURA 4 Análisis de sensibilidad probabilístico: gráfico de dispersión	16
FIGURA 5 Análisis de sensibilidad probabilístico: curva de aceptabilidad	17

Lista de abreviaturas y siglas

AAA	Aneurisma de aorta abdominal
ACE	Análisis de costo-efectividad
ACU	Análisis de costo-utilidad
AIP	Análisis de Impacto de presupuestal
AVAC	Años de Vida Ajustados por calidad
AVG	Años de Vida ganados
CE	Costo-efectivo
CRD	Center for Reviews and Dissemination
EA	Eventos adversos
EE	Evaluación económica
EVAR	Corrección de aneurisma abdominal por vía endovascular
GPC	Guía de Práctica Clínica
IETS	Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud
MeSH	Medical Subject Headings
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSR	Cirugía abierta
RICE	Razón incremental de costo-efectividad
RSL	Revisión Sistemática de la Literatura
UCE	Umbral de costo-efectividad

Resumen

Introducción: Los pacientes con aneurisma de aorta abdominal infrarrenal electivos tienen un riesgo de ruptura por lo que se deben intervenir con el fin de evitar su ruptura y muerte. Hay dos formas de corrección que es la cirugía abierta convencional y el manejo endovascular con endoprótesis.

Objetivo: Determinar la costo-utilidad del manejo endovascular cuando se compara con la cirugía abierta convencional

Materiales y métodos: Evaluación económica tipo costo-utilidad con un diseño tipo Markov en el que se plantean diferentes escenarios en los cuales puede transitar un paciente: estado corregido, complicaciones quirúrgicas, complicaciones médicas y la muerte. La perspectiva es desde el punto de vista del pagador, tomando un horizonte temporal de 15 años.

Resultados

Se identifica que después de realizar los estudios del modelo de markov con 15 ciclos anuales se obtiene un costo incremental de \$36.647.506 pesos colombianos y una efectividad incremental (RICE) de 0.61 AVAC. Al evaluar la relación entre estos dos valores se identifica un costo diferencial entre el costo y el RICE de \$59.788.476 pesos por AVAC.

Conclusión: La terapia endovascular para la corrección de aneurisma de aorta abdominal infrarrenal de forma electiva es una tecnología potencialmente costo efectiva comparada con la cirugía abierta convencional.

Palabras clave: aneurisma de aorta abdominal, cirugía abierta, terapia endovascular, costo-utilidad

Abstract

Introduction: Infrarenal abdominal aortic aneurysm (AAA) have silent and progressive growth with a high risk of rupture related to its size. Intervention for this disease is mandatory to avoid rupture and death. There are two surgical alternatives for treatment: open surgical repair and endovascular repair with endoprosthesis.

Objective: To determine the cost-utility of the endovascular management compared with conventional open surgical repair (OSR).

Materials and methods: This is an economic evaluation with a Markov decision model where patients transit through different scenarios depending on their probability: corrected, medical complications, surgical complications and death. An insurance company perspective through a 15 year time horizon.

Results: After 15 annual cycles of the markov model it was determined that the incremental cost of the endovascular therapy is \$36.647.506 Colombian pesos and an incremental cost (ICER) of 0.61 quality adjusted life years (QALY). The evaluation between this two values determined an ICER of \$59.788.476 per QALY

Conclusión: Endovascular repair for elective infrarenal AAA is a potentially cost-effective technology compared to conventional open surgical repair.

Keywords: abdominal aortic aneurysm, open surgical repair, cost-effectiveness, Endovascular aneurysm repair

1. Introducción

El término aneurisma describe la dilatación de un vaso sanguíneo¹. Los aneurismas arteriales se pueden presentar en cualquier parte del cuerpo, siendo el aneurisma de aorta abdominal el más común de todos¹. Este último es una enfermedad de principal etiología degenerativa en la pared del vaso sanguíneo en la que se va debilitando hasta que hay una ruptura de la misma, siendo una catástrofe para el paciente.

Los pacientes que padecen un aneurisma de aorta abdominal (AAA) infrarrenal con un diámetro mayor a 5,5 cm tienen un riesgo aumentado de ruptura, incluso cuando son asintomáticos¹⁻⁴. El método convencional de corrección es la cirugía abierta (OSR, por sus siglas en inglés) cuando se tiene un riesgo quirúrgico bajo, sin embargo, a partir de los años 90 se comenzó a implementar nuevas técnicas mínimamente invasivas como lo es la corrección de aneurisma de aorta por vía endovascular (EVAR, por sus siglas en inglés) con endoprótesis^{2,3}. Algunos estudios aleatorizados como OVER⁵, DREAM⁶, EVAR-1⁷ y ACE⁸, han demostrado un cambio en la forma de tratar a los pacientes, en la medida que observaron mejoras en el postoperatorio inmediato con mayor tasa de éxito y menor morbilidad en los primeros 30 días de tratamiento con EVAR. Estos estudios, han tenido un seguimiento a lo largo del tiempo y han demostrado que a los 2 años no hay diferencia OSR y EVAR en cuanto a mortalidad, mientras que a los 8 años OSR comienza a tener mejores desenlaces en los pacientes.

A pesar de esto, algunos estudios reportan que EVAR continúa siendo la terapia más utilizada en el mundo para pacientes con adecuado riesgo quirúrgico^{9,10}. Este procedimiento mínimamente invasivo tiene una desventaja relacionada con el costo de los insumos, lo cual en el contexto colombiano, puede ser problemático debido a las limitaciones que tiene el sistema de salud colombiano. Es por esto que, ahora que se tienen estudios clínicos con seguimiento a 15 años, resulta necesario evaluar la costo-utilidad de EVAR con respecto a OSR.

2. Metodología

Esta es una evaluación económica que evalúa la costo-utilidad de la terapia endovascular (EVAR) comparada con la cirugía abierta (OSR) para el tratamiento de aneurisma de aorta abdominal infrarrenal en pacientes de buen riesgo quirúrgico. Como desenlace final de efectividad se tomaron los Años de Vida Ajustados por Calidad, como lo sugiere el manual del IETS¹¹.

Este análisis se llevó a cabo desde la perspectiva del tercer pagador e incluye solo los costos médicos directos, en el caso de Colombia, es la perspectiva del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS)¹¹. Adicionalmente, se consideró un horizonte temporal de 15 años con ciclos anuales. Dado que el horizonte temporal es mayor a un año, se aplicó una tasa de descuento común tanto a costos como a desenlaces de 5% para el caso base, según las recomendaciones metodológicas para Colombia¹¹.

2.1. Modelo de decisión

Como se muestra en la Figura 1, para estimar los costos y efectividades esperados para cada alternativa se implementó un modelo de tipo Markov con cuatro estados de salud por los que puede transitar un paciente adulto con AAA: estado corregido después de la intervención; complicaciones médicas; complicaciones quirúrgicas; y la muerte.

Todos los pacientes ingresan en el estado de AAA infrarrenal en el cual se decide la opción terapéutica: OSR o EVAR. Una vez se hace la intervención el paciente puede presentar una complicación tanto médica como quirúrgica, quedar corregido o morir. En el estado de complicaciones médicas los pacientes tienen dos opciones: o quedarse en este estado o morir. En el estado de complicaciones quirúrgicas tienen la posibilidad de mejorar de su complicación y pasar a corregido, quedarse en la complicación, pasar a tener una complicación médica o morir. En el estado de corrección el paciente o se queda corregido o se muere y en el estado de muerte se queda permanentemente en ese estado.

Dado que el horizonte temporal es a 15 años se establece que los pacientes transiten por estos estados cada año para poder hacer un cálculo de su distribución respectiva.

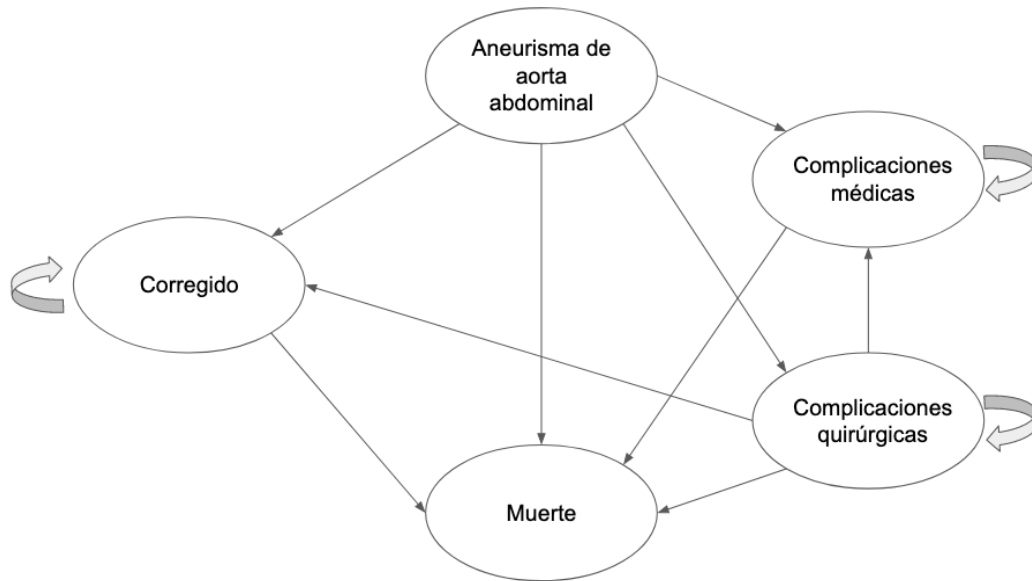


Figura 1. Modelo de decisiones

Fuente: Adaptado de Young et al¹².

2.2. Insumos del modelo

2.2.1. Probabilidades

Las probabilidades de transición se extrajeron a partir de una revisión de la literatura de artículos comparativos, revisiones sistemáticas, metaanálisis y evaluaciones económicas publicadas en algunos repositorios bibliográficos como el Center for Reviews and Dissemination (CRD) de la Universidad de York, International HTA Database (INAHTA), NICE y PubMed. Para esto, se emplearon términos libres y controlados relacionados con la condición combinados con algunos operadores booleanos como OR y AND como: "Aortic Aneurysm, Abdominal/surgery"[Mesh] OR "Aortic Aneurysm, Abdominal/therapy"[Mesh], "Aortic Aneurysm, Abdominal"[Mesh] AND Open repair, "Aortic Aneurysm, Abdominal"[Mesh] AND endovascular repair, "Aortic Aneurysm, Abdominal"[Mesh] AND complications, entre otros.

Adicionalmente, se realizó una búsqueda en bola de nieve encontrando los artículos relacionados y con títulos más relevantes para los diferentes escenarios de los estados del modelo.

En la Tabla 1 se presentan las probabilidades de transición utilizadas en el modelo de decisiones. Las probabilidades de complicaciones médicas y quirúrgicas se encuentran en el Anexo 1.

2.2.2. Ponderaciones de utilidad

El desenlace principal fueron los AVAC como lo recomienda el Manual para la elaboración de evaluaciones económicas en salud el IETS en la medida que se espera que la calidad de vida se vea afectada en los pacientes con aneurisma de aorta abdominal infrarrenal¹¹. Las ponderaciones de utilidad para valorar los diferentes estados de salud considerados en el modelo de decisiones se buscaron en el Center for the Evaluation of Value and Risk in Health (CEA Registry)¹³.

De esta forma, en la Tabla 1 se presentan las ponderaciones de utilidad extraídas de la literatura para alimentar el modelo de decisiones. Las ponderaciones de utilidad de las complicaciones médicas y quirúrgicas se encuentran en el Anexo 2.

2.2.3. Costos

Con el propósito de determinar el costo de las alternativas y los eventos en salud incluidos en el modelo de decisiones se llevó a cabo el proceso de identificación, medición y valoración usando la metodología recomendada por el IETS ¹¹. Para la identificación y medición de los recursos inherentes tanto a la intervención como a los comparadores, se consultaron GPC para el manejo de aneurisma de aorta abdominal, evaluaciones económicas encontradas en la literatura y consulta a expertos clínicos.

Para los costos de los procedimientos se consultó el manual del Instituto de Seguros Sociales (ISS 2001) y se realizó un ajuste del 25% para el valor mínimo 35% para el valor promedio y 50% para el valor máximo ¹¹. Por su parte, para el cálculo del costo del dispositivo de la terapia endovascular y los dispositivos para manejo de complicaciones, se utilizó la información recolectada por *precios de Medtronic, Gore, Cook, entre otras casas comerciales*, quienes son los encargados de la venta y distribución del dispositivo en el país.

La información sobre los medicamentos se consultó en el Sistema de Información de Precios de Medicamentos (SISMED) año 2022. Se obtuvieron los reportes de ventas del canal

institucional correspondientes a los 4 trimestres del año de análisis. Para esto, se tomó la transacción primaria institucional y se realizó un análisis de valores atípicos teniendo en cuenta la participación de mercado. Con esta información se procedió a calcular el precio mínimo, promedio y máximo ponderado por unidad mínima de concentración para los medicamentos en sus distintas presentaciones. Adicionalmente, se consultó la circular de regulación de precios de medicamentos 013 de 2022 para identificar si existe un precio regulado para los medicamentos considerados en el análisis.

En la Tabla 1 se presentan los costos de cada evento incluido en el modelo. Los costos de las complicaciones médicas y quirúrgicas se encuentran en el Anexo 3.

Tabla 1. Probabilidades, costos y utilidades incorporados al modelo

	Caso base	Rango	Distribución	Referencias
Probabilidades				
<i>EVAR</i>				
Corrección AAA	0,870	0,652; 1	Beta	
Promedio complicaciones médicas	0,048	0,009; 0,093	Beta	
Promedio complicaciones quirúrgicas	0,045	0,004; 0,32	Beta	
Muerte a 30 días	0,015	0,010;0,018	Beta	DREAM ⁶ ; EVAR-1 ⁷ , ACE ⁸
Muerte anual	0,037	0,027; 0,045	Beta	OVER ⁵
<i>OSR</i>				
Corrección AAA	0,861	0,646; 1	Beta	
Promedio complicaciones médicas	0,083	0,025; 0,174	Beta	
Promedio complicaciones quirúrgicas	0,019	0,004; 0,064	Beta	
Muerte a 30 días	0,047	0,035;0,058	Beta	DREAM ⁶ ; EVAR-1 ⁷ , ACE ⁸
Muerte anual	0,037	0,0278; 0,046	Beta	OVER ⁵
Costos				
AAA - OSR	\$ 5.530.950	\$ 5.127.803; \$ 6.187.792	Gamma	ISS 2001; SISMED 2022
AAA - EVAR	\$ 44.755.859	\$ 41.724.940; \$ 48.104.357	Gamma	ISS 2001; SISMED 2022
Corregido	\$ 3.039.875	\$ 2.821.251; \$ 3.419.931	Gamma	ISS 2001; SISMED 2022

Promedio complicaciones médicas	\$ 40.986.311	\$ 37.950.929; \$ 45.539.372	Gamma	ISS 2001; SISMED 2022
Promedio complicaciones quirúrgicas	\$ 22.138.556	\$ 20.050.687; \$ 24.559.958	Gamma	ISS 2001; SISMED 2022
Muerte	\$ 0	\$ 0; \$ 0	Gamma	ISS 2001; SISMED 2022
Utilidades				
AAA - EVAR	0,7530	0,5648; 0,0960	Beta	Epstein et al ²⁰ , 2008
AAA - OSR	0,6860	0,5145; 0,0875	Beta	Epstein et al. ²⁰ , 2008
Corregido - EVAR	0,7700	0,5775; 0,0982	Beta	Stroupe et al ²³
Corregido - OSR	0,7100	0,5325; 0,090	Beta	Stroupe et al ²³
Promedio complicaciones médicas	0,7225	0,5500; 0,0918	Beta	Promedio
Promedio complicaciones quirúrgicas	0,7429	0,5000; 0,1148	Beta	Promedio

Nota: el detalle de los cálculos de los costos para cada evento puede ser solicitado al autor.

Fuente: elaboración propia con base en referencias mencionadas.

2.3. Interpretación de resultados y análisis de sensibilidad

Para determinar la relación entre los costos y los beneficios en salud esperados se utilizará la razón de costo efectividad incremental (RICE), la cual será comparada con el umbral de costo efectividad (UCE), con el fin de establecer si la intervención puede denominarse costo-efectiva (CE) para el país¹¹. En la RICE, el numerador representa el costo incremental de la intervención respecto a su comparador y el denominador la efectividad incremental. Esta razón indicaría el costo adicional por cada unidad de beneficio en salud.

$$\text{Relación incremental de costo – efectividad: } \frac{\Delta C}{\Delta E} = \frac{C_i - C_j}{E_i - E_j}$$

Para establecer el UCE se tomó como referencia la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) adoptada por el Manual metodológico del IETS, la cual determina un umbral entre uno y tres veces el producto interno bruto (PIB) per cápita en Colombia. Para efectos de interpretación, se realizará la comparación del RICE denominando la intervención como “costo-efectiva” en caso de que sea inferior a 1 PIB per cápita y como “potencialmente costo-efectiva” si es inferior a 3 veces el PIB per cápita. Para el año 2022 en Colombia se tuvo un PIB per cápita de 6,659 dólares que a precios corrientes corresponde a \$28.338.255 pesos, lo que

implica que 3 veces el PIB per cápita asciende a \$85.014.765¹⁴. Es importante anotar que Espinosa et al¹⁵ recomienda el uso del 86% de 1 PIB per cápita como UCE, sin embargo, este valor aún no se ha acogido a las recomendaciones del IETS pero tiende a ser el valor usado para futuras valoraciones

De esta forma, una nueva intervención se considera CE si los beneficios en salud de la nueva intervención son mayores que los beneficios en salud perdidos como consecuencia del desplazamiento de otras intervenciones, es decir, si la RICE < UCE ¹⁶. Los resultados se compararon con estudios similares realizados en otros países.

Por otra parte, se realizaron análisis de sensibilidad determinísticos univariados y multivariados sobre las variables más importantes del modelo la tasa de descuento, UCE y el horizonte temporal. Las variables que más incertidumbre aporten al modelo se mostrarán mediante gráficos de tornado.

Adicionalmente se realizaron análisis probabilísticos mediante simulaciones Monte Carlo con el objetivo de evaluar la incertidumbre conjunta en torno a las variables del modelo. Los resultados de este análisis probabilístico serán presentados en gráficos de dispersión y curvas de aceptabilidad. Para ello es necesario asignar distribuciones de probabilidad a las variables del modelo, se propone utilizar una distribución beta para las probabilidades de transición y ponderaciones de utilidad, y una distribución gamma o triangular para los costos.

Todos los análisis se realizaron en Microsoft® Excel.

3. Resultados

3.1. Caso base

En la Tabla 2 y la Figura 2, se presentan los resultados del caso base ordenando las alternativas de menor a mayor costo. Se identifica el manejo con cirugía abierta como el manejo con el menor costo de los dos, identificando la cirugía terapia endovascular con un costo incremental de \$36.647.506 pesos colombianos. Por otro lado, al comparar la efectividad de los dos manejos se tiene una efectividad esperada mayor con EVAR de 4,63 AVAC y para OSR de 4,02 AVAC a los 15 años. Esto nos muestra una efectividad incremental de 0,61 AVAC a favor de EVAR.

Al calcular la RICE se obtiene un costo de \$59.788.476 pesos por AVAC ganado con EVAR en comparación con OSR. El valor umbral que se había determinado para este estudio es de \$28.338.255 pesos¹⁴, lo que evidencia que la RICE está entre 1 y 3 PIB, lo que nos permite afirmar que es un tratamiento *potencialmente* costo efectivo.

Tabla 2. Resultados del caso base

Alternativas	AVAC esperados	Efectividad Incremental	Costos Esperados	Costo Incremental	RICE
OSR	4,02		\$ 33.382.662		
EVAR	4,63	0,61	\$ 70.030.168	\$ 36.647.506	\$ 59.788.476

Fuente: elaboración propia.

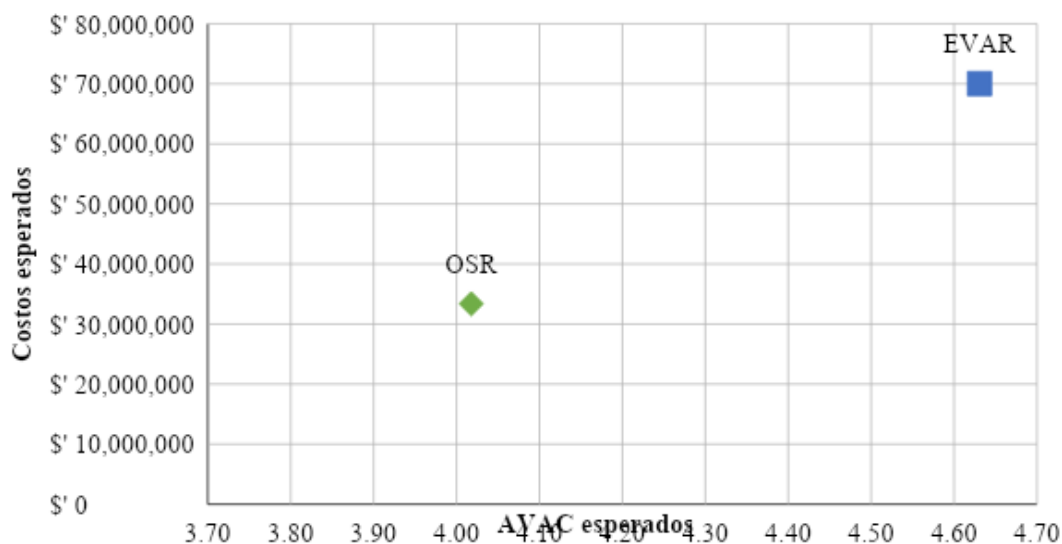


Figura 2. Plano de costo-efectividad resultados caso base

Fuente: elaboración propia.

3.2. Análisis de sensibilidad

En la Figura 3 se presentan los resultados del análisis de sensibilidad determinístico el cual permite observar el impacto que tiene la modificación de las distintas variables sobre la estimación de la razón incremental de costo-efectividad. En términos generales, se evidencia que la incertidumbre no modifica los resultados del caso base en la mayoría de los

casos, a excepción de algunas variables que se identifican como las más sensibles como la utilidad del estado de corregido con OSR y la probabilidad de corrección de AA con EVAR y OSR que modifican el signo de la RICE.

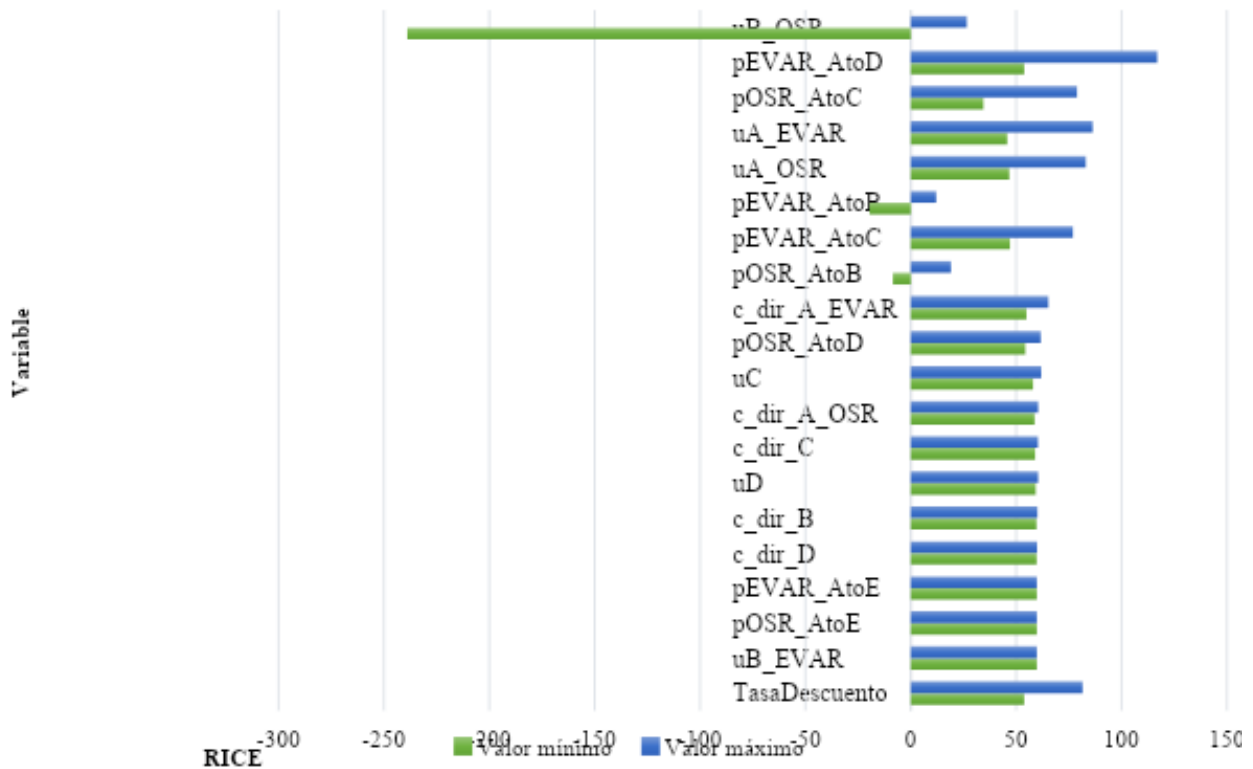


Figura 3. Análisis de sensibilidad determinístico multivariado: gráfico de tornado

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se realizaron análisis de sensibilidad determinísticos univariados. Al modificar el horizonte temporal, en la Tabla 3 se evidencia una diferencia importante tanto en costos como en efectividad esperada. Si se analiza un horizonte temporal de 1 año, se observa una diferencia importante en costos y pequeña en efectividad, por lo que la RICE supera el UCE, por lo tanto no es CE. Por su parte, cuando se define un horizonte temporal a 10 años, la RICE se ubica entre 1 y 3 PIB per cápita por lo que EVAR continúa siendo potencialmente CE. Esto

demuestra que a mayor cantidad de años de seguimiento mejor beneficio tiene la terapia endovascular.

Tabla 3. Análisis determinístico de una vía: cambio en el horizonte temporal

<i>Horizonte temporal: 1 año</i>					
Alternativas	AVAC esperados	Efectividad Incremental	Costos Esperados	Costo Incremental	RICE
OSR	1,33		\$ 11.643.133		
EVAR	1,47	0,140	\$ 50.181.517	\$ 38.538.383	\$ 275.248.372
<i>Horizonte temporal: 10 años</i>					
Alternativas	AVAC esperados	Efectividad Incremental	Costos Esperados	Costo Incremental	RICE
OSR	3,73		\$ 31.444.930		
EVAR	4,26	0,53	\$ 68.062.229	\$ 36.617.298	\$ 68.844.080

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, dado que los costos que más contribuyen a en EVAR son los insumos de los procedimientos, se realizó un análisis univariado reduciendo únicamente el precio de los insumos en 20, 40 y 60% como se evidencia Tabla 4. Los resultados muestran que, entre menor es el costo de los insumos, más CE resulta EVAR en comparación con OSR. Específicamente, en el caso en que los costos de los insumos se reducen al 60% se observa que la RICE se ubica por debajo de 1 PIB per cápita.

Tabla 4. Análisis determinístico de una vía: cambio en precio de los insumos

<i>Se reduce costo de los insumos al 20%</i>					
Alternativas	AVAC esperados	Efectividad Incremental	Costos Esperados	Costo Incremental	RICE
OSR	4,02		\$ 33.331.317		
EVAR	4,63	0,61	\$ 62.407.145	\$ 29.075.828	\$ 47.435.682
<i>Se reduce costo de los insumos al 40%</i>					
Alternativas	AVAC esperados	Efectividad Incremental	Costos Esperados	Costo Incremental	RICE
OSR	4,02		\$ 33.279.971		

EVAR	4,63	0,61	\$ 54.784.121	\$ 21.504.150	\$ 35.082.888
<i>Se reduce costo de los insumos al 60%</i>					
Alternativas	AVAC esperados	Efectividad Incremental	Costos Esperados	Costo Incremental	RICE
OSR	4,02		\$ 33.228.626		
EVAR	4,63	0,61	\$ 47.161.098	\$ 13.932.472	\$ 22.730.094

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4 y la Figura 5 se presentan los resultados del análisis de sensibilidad probabilístico. En el caso del gráfico de dispersión se observa que los resultados son consistentes con los del caso base donde la nube de puntos de EVAR está muy por encima de OSR, mientras que en la efectividad no se observa tanta diferencia. Por otra parte, en la curva de aceptabilidad se observa que a medida que aumenta la disponibilidad a pagar o el UCE aumenta la probabilidad de que EVAR sea CE, mientras que para OSR disminuye a medida que aumenta el UCE.

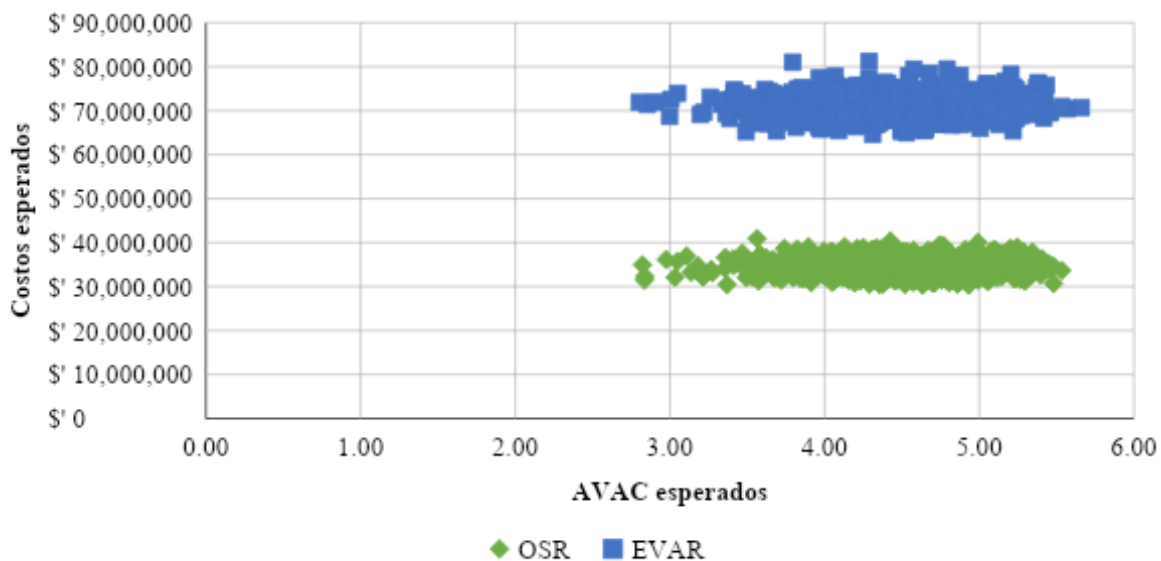


Figura 4. Análisis de sensibilidad probabilístico: gráfico de dispersión

Fuente: elaboración propia.

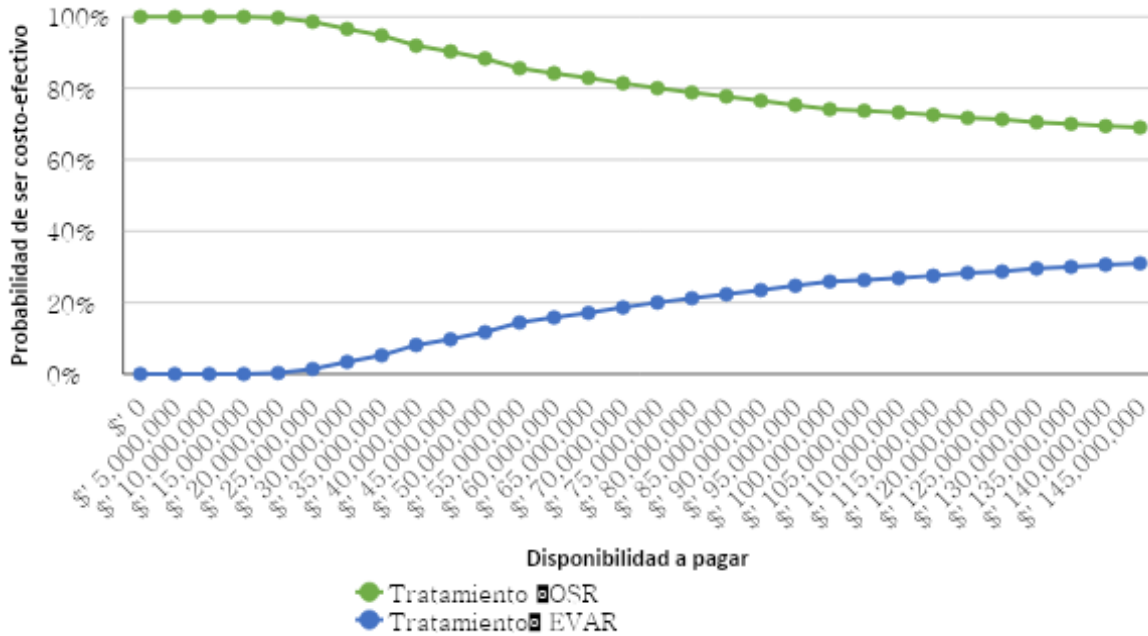


Figura 5. Análisis de sensibilidad probabilístico: curva de aceptabilidad

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión

El mundo actual avanza en sus tecnologías tratando de resolver los mismos problemas del pasado por medio de métodos menos invasivos, y la corrección de AAA no ha sido la excepción con la terapia EVAR. Como todas las nuevas tecnologías, tienen el problema que tanto el procedimiento como los insumos son de alto valor y esto genera una limitante para su uso, en especial en países en desarrollo como Colombia. Es por esto, que este estudio resulta relevante para evaluar este procedimiento con los precios locales.

En esta revisión de la literatura se evaluó los dos tipos de corrección de aneurisma de aorta abdominal infrarrenal, que es la cirugía abierta y la terapia endovascular⁵⁻⁸. Lo primero que hay que aclarar es que la terapia endovascular tiene unos desenlaces superiores que la cirugía abierta en cuanto a complicaciones que la cirugía abierta y estos desenlaces se empiezan a igualar a los 2 años. Después de los 8 años de seguimiento los desenlaces de los dos procedimientos se invierten y se vuelven a favor de OSR⁵⁻⁸. Sin embargo, es importante anotar que es diferente que los desenlaces de complicaciones sean mejores a largo plazo con OSR y otra

muy diferente es cual es la utilidad de un paciente que es sometido a este tipo de intervenciones¹⁷⁻²⁴.

De esta forma, cuando se analiza la utilidad de los pacientes después de ser sometidos a estos procedimientos, se identifica que la terapia endovascular tiene una efectividad incremental de 0,61 AVAC. A pesar de esto se evidencia que el manejo endovascular tiene un mayor costo diferencial. Al calcular la RICE se evidencia que el costo por AVAC ganado con EVAR es de \$59.788.476, lo cual indica que EVAR es potencialmente costo-efectiva ya que está entre 1 y 3 PIB per cápita.

En la literatura se han realizado diferentes estudios que han demostrado la costo-efectividad del manejo endovascular a corto plazo. El estudio de Bosch et al.²⁵, evaluó pacientes con AAA mayores de 5-6 cm evaluando las complicaciones médicas del procedimiento. En este estudio se encontró que la costo-efectividad era de \$9.905 dólares por AVAC ganado, encontrando una diferencia de 0,22 AVAC en un seguimiento a 12 meses a favor de EVAR. Burgers et al.²⁶ hizo una evaluación en Holanda con pacientes mayores de 70 años y aneurisma de aorta abdominal infrarrenal >5.5 cm donde se evaluaron complicaciones médicas, amputaciones y laparotomías por reintervención. En este seguimiento a 2 años encontraron una efectividad incremental de 0,035 AVAC y un ahorro en cuanto a la terapia endovascular de US\$1 218 a favor de EVAR. Canning et al.²⁷, evaluó los costos de los dos procedimientos en 494 pacientes con un seguimiento a 3 años en un centro de alto volumen de aneurisma de aorta abdominal en Irlanda. En esta evaluación identificaron una efectividad incremental de 0.11 AVAC y un ahorro de € 2 522 a favor EVAR.

En contraste, otros estudios han demostrado que EVAR no es CE. Blackhouse et al.²⁸ en Ontario, Canadá realizó un estudio de costo-efectividad con un seguimiento a 10 años donde evidencia que el costo incremental relacionado al RICE es de \$268.337 dólares el cual sobrepasa el umbral establecido. La efectividad incremental del manejo endovascular fue de 0,05 AVAC. En este estudio se tuvieron en cuenta las complicaciones médicas y en la terapia endovascular también se incluyeron las endofugas.

Es importante destacar que este estudio tuvo en cuenta las complicaciones quirúrgicas tempranas y tardías, diferente a lo evaluado en otros estudios que solamente tuvieron en cuenta las complicaciones médicas. Se realizó así particularmente porque muchas de estas

intervenciones se realizan por vía endovascular y sus insumos son de gran valor lo que eleva los costos de tratamiento. Independiente de esto, se logra ver como el paciente que es sometido a una terapia endovascular tiene una mejor calidad de vida y es más útil a la sociedad que el manejo abierto. Es por esto que a pesar de que los desenlaces del seguimiento a largo plazo de estos pacientes pudieran ser menos eficientes que OSR, en términos de utilidad favorece al manejo endovascular.

Por otro lado, se evidencia que los insumos utilizados en EVAR tienen unos costos elevados que alcanzan unas 10 veces los honorarios médicos. Al realizar una simulación de un tener un costo de los insumos menor al 60% la RICE se ubica por debajo del UCE. En ese sentido, se espera que en el tiempo, cuando los costos de estos dispositivos bajen, sus costos pueden bajar a tal punto que la CE de EVAR sea determinante.

La gran limitación de este estudio es que se utilizaron datos de Estados Unidos y Europa para determinar las frecuencias de cada una de las complicaciones. Los estudios tienen una validez externa confiable debido a la consistencia en diferentes partes del mundo, por lo que se pueden extrapolar estos datos a nuestro medio. Así, la revisión de estudios no permite utilizar datos con seguimientos a 15 años de evolución y por medio del uso de los precios colombianos permite tener unos resultados confiables para tomar decisiones en el contexto colombiano. Sin embargo, es importante hacer un llamado a generar más conocimiento local en términos epidemiológicos lo que permitirá tener datos mucho más precisos con una validez interna mucho más alta.

5. Conclusiones

Esta evaluación económica determina que el manejo endovascular para la corrección de AAA infrarrenal en pacientes electivos es potencialmente costo-efectiva. Uno de los factores más importantes para determinar esta elevación en el costo son los insumos que con el tiempo se espera que disminuyan su precio. Además, se logró evidenciar que a pesar de que los desenlaces en cuanto a morbilidad parecieran estar a favor de la OSR en el seguimiento a largo plazo, la utilidad favorece al manejo endovascular. Es importante realizar estudios de epidemiología

local para determinar frecuencias y probabilidades propias del contexto colombiano y así tener datos más precisos.

Declaración de originalidad, conflictos de interés y financiación

Los autores del presente manuscrito declaramos que este es un trabajo original, que se ha desarrollado como parte de la especialidad en Cirugía Vascular de la Universidad de Antioquia. Ninguno de los autores tiene conflicto de intereses que declarar y el trabajo se financió por medio de recursos propios. No hubo una financiación externa.

Anexos

Anexo 1. Probabilidades de transición complicaciones médicas y quirúrgicas

	EVAR	OSR	Referencias
<i>Complicaciones médicas</i>			
Infarto agudo de miocardio (IAM)	0,081	0,079	*
Complicaciones pulmonares	0,093	0,174	**
Falla renal	0,011	0,055	***
Isquemia medular	0,010	0,026	Young et al. ¹² , 2009
<i>Complicaciones quirúrgicas</i>			
Infección	0,016	0,061	+
Sangrado	0,020	0,028	++
Fístula aortoentérica	0,004	0,004	§
Colitis isquémica	0,036	0,018	§§
Ruptura de aneurisma	0,005	0,001	a
Isquemia extremidades	0,042	0,030	aa
Hernia abdominal	0,000	0,064	☒
Obstrucción intestinal	0,000	0,040	☒☒
Endofuga tipo Ia	0,085	0,000	ε
Endofuga tipo Ib	0,018	0,000	‡
Endofuga tipo II	0,320	0,000	#

Endofuga tipo III	0,033	0,000	ß
Endofuga tipo V	0,010	0,000	æ

Fuente: elaboración propia con base en referencias mencionadas.

Referencias: *²⁹⁻³⁶, **³⁶⁻³⁹, ***^{36,40-43}, +^{36,44-51}, ++^{36,52}, §^{36,53,54}, §§^{36,55-60}, a^{17,36}, aa^{36,61,62}, ☒⁶³, ☒☒⁶⁴, €^{36,65-71}, ‡^{36,72-75}, †^{36,76-80}, ß^{36,81-83}, æ³⁶

Anexo 2. Utilidades complicaciones médicas y quirúrgicas

	Valor	Referencias
Complicaciones médicas		
Infarto agudo del miocardio (IAM)	0,790	Young et al. ¹² , 2009
Complicaciones pulmonares	0,910	Young et al. ¹² , 2009
Falla renal	0,640	Young et al. ¹² , 2009
Isquemia medular	0,550	Young et al. ¹² , 2009
Complicaciones quirúrgicas		
Infección	0,690	Talmor et al. ²⁴ , 2008
Sangrado	0,950	Huber et al. ²² , 1997
Fistula aortoenterica	0,670	Aitken et al. ¹⁸ , 2020
Ruptura de aneurisma	0,760	Improve trial ¹⁷ , 2015
Isquemia extremidades	0,500	Brothers et al., 1999
Hernia abdominal	0,750	Fischer et al. ²¹ , 2016
Obstrucción intestinal	0,830	Bellamkonda et al. ¹⁹ , 2020
Endofuga tipo Ia	0,753	
Endofuga tipo Ib	0,753	
Endofuga tipo II	0,753	Se asumió que es igual a la
Endofuga tipo III	0,753	utilidad del estado AAA con EVAR
Endofuga tipo V	0,753	

Anexo 3. Costos complicaciones médicas y quirúrgicas

	Caso base	Rango	Referencias
Complicaciones médicas			
Infarto agudo del miocardio (IAM)	\$ 8.094.579	\$7.501.053; \$8.986.892	
Complicaciones pulmonares	\$ 2.630.239	\$2.431.895; \$2.925.675	
Falla renal	\$ 151.388.845	\$ 140.174.856; \$ 168.209.828	ISS 2001; SISMED 2022
Isquemia medular	\$ 1.831.583	\$ 1.695.910; \$ 2.035.092	
Complicaciones quirúrgicas			

	\$	
Infección	54.527.522	\$ 49.558.104; \$ 60.380.168
Sangrado	\$ 7.478.126	\$ 6.917.112; \$ 8.329.261
	\$	
Fistula aortoenterica	67.052.316	\$ 60.947.728; \$ 74.207.717
Colitis isquemica	\$ 8.761.452	\$ 8.110.970; \$ 9.736.119
	\$	
Ruptura de aneurisma	12.667.986	\$ 11.729.616; \$ 14.075.540
Isquemia extremidades	\$ 8.448.005	\$ 7.825.014; \$ 9.394.177
Hernia abdominal	\$ 1.468.658	\$ 1.359.869; \$ 1.631.843
Obstrucción intestinal	\$ 1.091.786	\$ 1.010.913,125; \$ 1.213.096
	\$	
Endofuga tipo Ia	16.677.818	\$ 14.851.869; \$ 18.714.243
	\$	
Endofuga tipo Ib	19.423.590	\$ 16.821.843; \$ 22.226.211
Endofuga tipo II	\$ 7.778.328	\$ 7.046.600; \$ 8.575.920
	\$	
Endofuga tipo III	41.212.822	\$ 37.239.650; \$ 45.397.580
	\$	
Endofuga tipo V	41.212.822	\$ 37.239.650; \$ 45.397.580

Nota: el detalle de los cálculo de los costos para cada evento puede ser solicitado al autor.

Fuente: elaboración propia con base en referencias mencionadas.

Bibliografía

1. Tracci MC, Roy RA, Upchurch GR, History. Aortoiliac aneurysms: Evaluation, decision making, and medical management. rutherford. .
2. Chaikof EL, Dalman RL, Eskandari MK, et al. The society for vascular surgery practice guidelines on the care of patients with an abdominal aortic aneurysm. *Journal of vascular surgery*. 2018;67(1):2-77.e2. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2017.10.044>. doi: 10.1016/j.jvs.2017.10.044.
3. Wanhainen A, Verzini F, Van Herzelee I, et al. Editor's choice – european society for vascular surgery (ESVS) 2019 clinical practice guidelines on the management of abdominal aorto-iliac

artery aneurysms. *European journal of vascular and endovascular surgery*. 2019;57(1):8-93.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.09.020>. doi: 10.1016/j.ejvs.2018.09.020.

4. Schanzer A, Oderich GS. Management of abdominal aortic aneurysms. *The New England journal of medicine*. 2021;385(18):1690-1698. <https://nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMcp2108504>.
doi: 10.1056/NEJMcp2108504.

5. Lederle FA, Kyriakides TC, Stroupe KT, et al. Open versus endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *The New England journal of medicine*. 2019;380(22):2126-2135.
<https://nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1715955>. doi: 10.1056/NEJMoa1715955.

6. van Schaik TG, Yeung KK, Verhagen HJ, et al. Long-term survival and secondary procedures after open or endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *Journal of vascular surgery*. 2017;66(5):1379-1389. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2017.05.122>. doi: 10.1016/j.jvs.2017.05.122.

7. Rajesh Patel, Michael J Sweeting, Janet T Powell, Roger M Greenhalgh, for the EVAR trial investigators*. Endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm in 15-years' follow-up of the UK endovascular aneurysm repair trial 1 (EVAR trial 1): A randomised controlled trial. *The Lancet*; 2016;388(10058).

8. Becquemin J, MD, Pillet J, MD, Lescalie F, MD, et al. A randomized controlled trial of endovascular aneurysm repair versus open surgery for abdominal aortic aneurysms in low- to moderate-risk patients. *Journal of Vascular Surgery*. 2011;53(5):1167-1173.e1.
<https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521410026224>. doi: 10.1016/j.jvs.2010.10.124.

9. Varkevisser RRB, Carvalho Mota MT, Swerdlow NJ, et al. Long-term age-stratified survival

- following endovascular and open abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of vascular surgery*. 2022;76(4):899-907.e3. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2022.03.867>. doi: 10.1016/j.jvs.2022.03.867.
10. Li B, BHSc, Khan S, BHSc, Salata K, MD, et al. A systematic review and meta-analysis of the long-term outcomes of endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm. *Journal of vascular surgery*. 2019;70(3):954-969.e30. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521419303507>. doi: 10.1016/j.jvs.2019.01.076.
11. Manual_evaluacion_economica. .
12. Young KC, PhD, Awad NA, MD, Johansson M, NP, Gillespie D, MD, Singh MJ, MD, Illig KA, MD. Cost-effectiveness of abdominal aortic aneurysm repair based on aneurysm size. *Journal of Vascular Surgery*. 2010;51(1):27-32. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521409016176>. doi: 10.1016/j.jvs.2009.08.004.
13. CAE tufts. <https://cear.tuftsmedicalcenter.org/>.
14. Banco de la republica: Producto interno bruto. <https://totoro.banrep.gov.co/analytics/saw.dll?Go>. Updated 2023.
15. Oscar Espinosa and others. Estimating cost-effectiveness thresholds under a managed healthcare system: Experiences from colombia, health policy and planning, volume 37, issue 3, march 2022, pages 359–368, <https://Doi.org/10.1093/heapol/czab146>. *Health Policy and Planning*. 2022:359–368. doi: 10.1093/heapol/czab146.
16. Drummond MF, Sculpher MJ, Torrance GW, Stoddart GL, J. O, Bernie. *Methods for the*

economic evaluation of health care programmes. 3. ed. ed. Oxford: Oxford Univ. Pr; 2015:xv.
<http://www.econis.eu/PPNSET?PPN=493506632>.

17. IMPROVE Trial Investigators, IMPROVE Trial Investigators, Braithwaite B, Cheshire NJ, Greenhalgh RM, Grieve R, Hassan TB, Hinchliffe R, Howell S, Moore F, Nicholson AA. Endovascular strategy or open repair for ruptured abdominal aortic aneurysm: one-year outcomes from the IMPROVE randomized trial. *European heart journal*. 2015 Aug 14;36(31):2061-9.

18. Aitken E, Kearns R, Gaiuanu L, et al. Long-term functional patency and cost-effectiveness of arteriovenous fistula creation under regional anesthesia: A randomized controlled trial. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2020;31(8):1871-1882.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32709710>. doi: 10.1681/ASN.2019111209.

19. Bellamkonda N, Motwani G, Wange AH, et al. Cost-effectiveness of exploratory laparotomy in a Regional referral hospital in eastern uganda. *The Journal of surgical research*. 2020;245:587-592. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2019.07.037>. doi: 10.1016/j.jss.2019.07.037.

20. Epstein DM, Sculpher MJ, Manca A, et al. Modelling the long-term cost-effectiveness of endovascular or open repair for abdominal aortic aneurysm. *British journal of surgery*. 2008;95(2):183-190. <https://api.istex.fr/ark:/67375/WNG-H42JWVCL-G/fulltext.pdf>. doi: 10.1002/bjs.5911.

21. Fischer J, Basta M, Krishnan N, Wink J, Kovach S. A cost-utility assessment of mesh selection in clean-contaminated ventral hernia repair. *Plastic and reconstructive surgery (1963)*. 2016;137(2):647-659.

<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&#amp;NEWS=n&#amp;CSC=Y&#amp;PA>

GE=fulltext&D=ovft&AN=00006534-201602000-00050. doi:
10.1097/01.prs.0000475775.44891.56.

22. Huber TS, McGorray SP, Carlton LC, et al. Intraoperative autologous transfusion during elective infrarenal aortic reconstruction: A decision analysis model. *Journal of Vascular Surgery*. 1997;25(6):984-994. [https://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(97\)70121-6](https://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(97)70121-6). doi:
10.1016/S0741-5214(97)70121-6.

23. Stroupe KT, PhD, Lederle FA, MD, Matsumura JS, MD, et al. Cost-effectiveness of open versus endovascular repair of abdominal aortic aneurysm in the OVER trial. *Journal of Vascular Surgery*. 2012;56(4):901-909.e2. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521412007215>. doi:
10.1016/j.jvs.2012.01.086.

24. Talmor D, Greenberg D, Howell M, Lisbon A, Novack V, Shapiro N. The costs and cost-effectiveness of an integrated sepsis treatment protocol. *Critical care medicine*. 2008;36(4):1168-1174.

<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&NEWS=n&CSC=Y&PA>
GE=fulltext&D=ovft&AN=00003246-200804000-00020. doi:
10.1097/CCM.0b013e318168f649.

25. Johanna L. Bosch, John A. Kaufman, Molly T. Beinfeld, Miraude E. A. P. M. Adriaensen, David C. Brewster, G. Scott Gazelle. Abdominal aortic aneurysms: Cost-effectiveness of elective endovascular and open surgical Repair1. *Radiology*. 2002;225(2):337. <http://radiology.rsna.org/content/225/2/337.abstract>. doi: 10.1148/radiol.2252011687.

26. Burgers LT, Vahl AC, Severens JL, et al. Cost-effectiveness of elective endovascular aneurysm repair versus open surgical repair of abdominal aortic aneurysms. *European journal of vascular*

and endovascular surgery. 2016;52(1):29-40.

<https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S1078588416001209>. doi:

10.1016/j.ejvs.2016.03.001.

27. Canning P, Tawfick W, Whelan N, Hynes N, Sultan S. Cost-effectiveness analysis of endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm in a high-volume center. *Journal of vascular surgery.* 2019;70(2):485-496. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2018.11.018>. doi:

10.1016/j.jvs.2018.11.018.

10.1016/j.jvs.2018.11.018.

28. Blackhouse, Gord, MSc, MBA, BCom, Hopkins, Robert, BA, BSc, MA, Bowen, James M., BScPhm, MSc, et al. A cost-effectiveness model comparing endovascular repair to open surgical repair of abdominal aortic aneurysms in Canada. *Value in Health.* 2009;12(2):245-252.

<https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S1098301510607012>. doi:

10.1111/j.1524-4733.2008.00446.x.

29. Ennis LA. AccessEmergency medicine: A review. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries.* 2014;11(3):134-137.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15424065.2014.939001>. doi:

10.1080/15424065.2014.939001.

30. Kurzencwyg D, Filion KB, Pilote L, et al. Cardiac medical therapy among patients undergoing abdominal aortic aneurysm repair. *Annals of vascular surgery.* 2006;20(5):569-576.

<https://dx.doi.org/10.1007/S10016-006-9078-z>. doi: 10.1007/S10016-006-9078-z.

31. Lindenauer PK, Pekow P, Mamidi DK, Gutierrez B, Benjamin EM. Perioperative beta-blocker therapy and mortality after major noncardiac surgery. *Le Praticien en Anesthésie Réanimation.* 2006;10(1):64. doi: 10.1016/s1279-7960(06)75567-x.

2006;10(1):64. doi: 10.1016/s1279-7960(06)75567-x.

32. On D, Oldermans P, PHD, et al. EFFECT OF BISOPROLOL ON MORBIDITY AND MORTALITY IN PATIENTS UNDERGOING VASCULAR SURGERY THE EFFECT OF BISOPROLOL ON PERIOPERATIVE MORTALITY AND MYOCARDIAL INFARCTION IN HIGH-RISK PATIENTS UNDERGOING VASCULAR SURGERY A BSTRACT background cardiovascular complications are the . . ;341.

33. Qanadli SD, Mesurrolle B, Coggia M, et al. Abdominal aortic aneurysm: Pretherapy assessment with dual-slice helical CT angiography. *American journal of roentgenology (1976)*. 2000;174(1):181-187. <http://www.ajronline.org/cgi/content/abstract/174/1/181>. doi: 10.2214/ajr.174.1.1740181.

34. Sandoval Y, Jaffe AS. Type 2 myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology*. 2019;73(14):1846-1860. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2019.02.018>. doi: 10.1016/j.jacc.2019.02.018.

35. Schermerhorn ML, O'Malley AJ, Jhaveri A, Cotterill P, Pomposelli F, Landon BE. Endovascular vs. open repair of abdominal aortic aneurysms in the medicare population. *The New England Journal of Medicine*. 2008;358(5):464-474. <http://content.nejm.org/cgi/content/abstract/358/5/464>. doi: 10.1056/NEJMoa0707348.

36. Björck M, Earnshaw JJ, Acosta S, et al. Editor's choice – european society for vascular surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of acute limb ischaemia. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2020;59(2):173. doi: 10.1016/j.ejvs.2019.09.006.

37. Le CD, Lehman E, Aziz F. Development of postoperative pneumonia after endovascular aortic aneurysm repair is associated with an increased length of intensive care unit stay. *Cureus*. 2019;11(4):e4514. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31259123>. doi: 10.7759/cureus.4514.

38. Nathan DP, MD, Brinster CJ, MD, Jackson BM, MD, et al. Predictors of decreased short- and long-term survival following open abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of Vascular Surgery*. 2011;54(5):1237-1243.
<https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521411011529>. doi: 10.1016/j.jvs.2011.05.028.
39. Schermerhorn ML, O'Malley AJ, Jhaveri A, Cotterill P, Pomposelli F, Landon BE. Endovascular vs. open repair of abdominal aortic aneurysms in the medicare population. *The New England Journal of Medicine*. 2008;358(5):464-474.
<http://content.nejm.org/cgi/content/abstract/358/5/464>. doi: 10.1056/NEJMoa0707348.
40. Allen BT, Anderson CB, Rubin BG, Flye MW, Baumann DS, Sicard GA. Preservation of renal function in juxtarenal and suprarenal abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of vascular surgery*. 1993;17(5):948-959. [https://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(93\)90045-N](https://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(93)90045-N). doi: 10.1016/0741-5214(93)90045-N.
41. Green RM, Ricotta JJ, Ouriel K, DeWeese JA. Results of supraceliac aortic clamping in the difficult elective resection of infrarenal abdominal aortic aneurysm. *Journal of vascular surgery*. 1989;9(1):124-134. doi: 10.1067/mva.1989.vs0090124.
42. O'Donnell TFX, Boitano LT, Deery SE, et al. Factors associated with postoperative renal dysfunction and the subsequent impact on survival after open juxtarenal abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of vascular surgery*. 2019;69(5):1421-1428.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2018.07.066>. doi: 10.1016/j.jvs.2018.07.066.
43. Tallarita T, Sobreira ML, Oderich GS. Results of open pararenal abdominal Aortic Aneurysm repair: Tabular review of the literature. *Annals of vascular surgery*. 2011;25(1):143-149.

<https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0890509610004437>. doi:

10.1016/j.avsg.2010.10.005.

44. Chakfé N, Diener H, Lejay A, et al. Editor's choice – european society for vascular surgery (ESVS) 2020 clinical practice guidelines on the management of vascular graft and endograft infections. *European journal of vascular and endovascular surgery*. 2020;59(3):339-384.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.10.016>. doi: 10.1016/j.ejvs.2019.10.016.

45. Heyer KS, MD, Modi P, BA, Morasch MD, MD, et al. Secondary infections of thoracic and abdominal aortic endografts. *Journal of vascular and interventional radiology*.

2009;20(2):173-179. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S1051044308010026>. doi:

10.1016/j.jvir.2008.10.032.

46. Katsargyris A, Lenhardt. Michael Florian C, Marques de Marino P, Botos B, Verhoeven EL. Reasons for and outcomes of open abdominal aortic repair in the endovascular era. *Annals of vascular surgery*.

2021;73:417-422. <https://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2020.11.012>. doi:

10.1016/j.avsg.2020.11.012.

47. Langenberg JCM, Kluytmans JAJW, De Groot HGW, et al. Surgical site and graft infections in endovascular and open abdominal aortic aneurysm surgery. *Surgical Infections*. 2018;19(4):424.

doi: 10.1089/sur.2017.302.

48. Murphy EH, MD, Szeto WY, MD, Herdrich BJ, MD, et al. The management of endograft infections following endovascular thoracic and abdominal aneurysm repair. *Journal of Vascular Surgery*.

2013;58(5):1179-1185.

<https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521413008628>. doi:

10.1016/j.jvs.2013.04.040.

49. Neyt M, Chalon PX. Search MEDLINE for economic evaluations: Tips to translate an OVID strategy into a PubMed one. *Pharmacoeconomics*. 2013;31(12):1087-1090. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40273-013-0103-0>. doi: 10.1007/s40273-013-0103-0.
50. O'Connor S, Andrew P, Batt M, Becquemin JP. A systematic review and meta-analysis of treatments for aortic graft infection. *Journal of Vascular Surgery*. 2006;44(1):38-45.e8. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2006.02.053>. doi: 10.1016/j.jvs.2006.02.053.
51. Sharif MA, FRCS, Lee B, FRCS, Lau LL, MD, et al. Prosthetic stent graft infection after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of Vascular Surgery*. 2007;46(3):442-448. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521407009457>. doi: 10.1016/j.jvs.2007.05.027.
52. Schermerhorn ML, O'Connell AJ, Jhaveri A, Cotterill P, Pomposelli F, Landon BE. Endovascular vs. open repair of abdominal aortic aneurysms in the medicare population. *The New England Journal of Medicine*. 2008;358(5):464-474. <http://content.nejm.org/cgi/content/abstract/358/5/464>. doi: 10.1056/NEJMoa0707348.
53. Bergqvist, David, MD, PhD, FRCS, Björck, Martin, MD, PhD, Nyman, Rickard, MD, PhD. Secondary aortoenteric fistula after endovascular aortic interventions: A systematic literature review. *Journal of vascular and interventional radiology*. 2008;19(2):163-165. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S1051044307013711>. doi: 10.1016/j.jvir.2007.10.013.
54. Chung, Jayer, MD, MSc. Management of aortoenteric fistula. *Advances in surgery (Chicago)*. 2018;52(1):155-177. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0065341118300071>. doi: 10.1016/j.yasu.2018.03.007.

55. Detection of ischemic colitis on routine lower endoscopy and its implications after repair of ruptured abdominal aortic aneurysm. .
56. Becquemin J, MD, Majewski M, MD, Fermani N, MD, et al. Colon ischemia following abdominal aortic aneurysm repair in the era of endovascular abdominal aortic repair. *Journal of Vascular Surgery*. 2008;47(2):258-263. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521407015959>. doi: 10.1016/j.jvs.2007.10.001.
57. Björck M, Troëng T, Bergqvist D. Risk factors for intestinal ischaemia after aortoiliac surgery: A combined cohort and case-control study of 2824 operations. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 1997;13(6):531-539. [https://dx.doi.org/10.1016/S1078-5884\(97\)80061-5](https://dx.doi.org/10.1016/S1078-5884(97)80061-5). doi: 10.1016/S1078-5884(97)80061-5.
58. Gurakar M, MPH, Locham S, MD, Alshaikh HN, MD, Malas, Mahmoud B., MD, MHS. Risk factors and outcomes for bowel ischemia after open and endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of vascular surgery*. 2019;70(3):869-881. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521419301326>. doi: 10.1016/j.jvs.2018.11.047.
59. Jayaraj A, DeMartino RR, Bower TC, et al. Outcomes following inferior mesenteric artery reimplantation during elective aortic aneurysm surgery. *Annals of vascular surgery*. 2020;66:65-69. <https://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2019.12.035>. doi: 10.1016/j.avsg.2019.12.035.
60. Lee KB, Lu J, Macsata RA, et al. Inferior mesenteric artery replantation does not decrease the risk of ischemic colitis after open infrarenal abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of vascular surgery*. 2019;69(6):1825-1830. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2018.09.046>. doi:

10.1016/j.jvs.2018.09.046.

61. Behrendt CA, Dayama A, Debus ES, et al. Lower extremity ischemia after abdominal aortic aneurysm repair. *Annals of vascular surgery*. 2017;45:206-212.

<https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0890509617307318>. doi:

10.1016/j.avsg.2017.05.037.

62. Deery SE, O'Donnell TFX, Bodewes TCF, et al. Early reintervention after open and endovascular abdominal aortic aneurysm repair is associated with high mortality. *Journal of vascular surgery*. 2018;67(2):433-440.e1. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2017.06.104>. doi:

10.1016/j.jvs.2017.06.104.

63. Simons MP, Aufenacker T, Bay-Nielsen M, et al. European hernia society guidelines on the treatment of inguinal hernia in adult patients. *Hernia*. 2009;13(4):343-403.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10029-009-0529-7>. doi: 10.1007/s10029-009-0529-7.

64. ten Broek R, Krielen P, Di Saverio S, et al. Bologna guidelines for diagnosis and management of adhesive small bowel obstruction (ASBO): 2017 update of the evidence-based guidelines from the world society of emergency surgery ASBO working group. . 2018;13(1).

<https://doi.org/10.1186/s13017-018-0185-2>. doi: 10.1186/s13017-018-0185-2.

65. Katsargyris A, Yazar O, Oikonomou K, Bekkema F, Tielliu I, Verhoeven ELG. Fenestrated stent-grafts for salvage of prior endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2013;46(1):49-56.

<https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S1078588413002293>. doi:

10.1016/j.ejvs.2013.03.028.

66. Major M, Long GW, Eden CL, Studzinski DM, Callahan RE, Brown OW. Long-term outcomes

and interventions of postoperative type 1a endoleak following elective endovascular aortic aneurysm repair. *Journal of vascular surgery.* 2022;75(1):136-143.e1.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2021.07.122>. doi: 10.1016/j.jvs.2021.07.122.

67. O'Donnell TF, McElroy IE, Mohebbi J, et al. Late type 1A endoleaks: Associated factors, prognosis and management strategies. *Annals of vascular surgery.* 2022;80:273-282.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2021.08.057>. doi: 10.1016/j.avsg.2021.08.057.

68. Qazi AA, Jaber A, Mironov O, et al. Conservative management of type 1A endoleaks at completion angiogram in endovascular repair of infra-renal abdominal aortic aneurysms with current generation stent grafts. *Vascular.* 2019;27(2):168-174.

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1708538118811206>. doi: 10.1177/1708538118811206.

69. Reddy NP, Ham SW, Weaver FA, Rowe VL, Ziegler KR, Han SM. Repair of delayed type 1a endoleak using fenestrated and parallel endografts. *Annals of vascular surgery.*

2018;49:309.e7-309.e15. <https://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2018.01.070>. doi: 10.1016/j.avsg.2018.01.070.

70. Rusius VC, Davies RSM, Hopkins JD, Duddy MJ, Smith SRG. Successful glue embolization of a late type 1a endoleak causing abdominal aortic aneurysm rupture. *Vascular and endovascular surgery.* 2011;45(2):198-201. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1538574410391821>.

doi: 10.1177/1538574410391821.

71. Zamir M, Jenkins M, Burfitt N, Bicknell C, Gibbs R, Hamady M. Short-term and midterm results of fenestrated anaconda endograft in patients with previous endovascular aneurysm repair. *Journal of vascular and interventional radiology.* 2019;30(4):546-553.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2018.11.038>. doi: 10.1016/j.jvir.2018.11.038.

72. Gray D, Shahverdyan R, Reifferscheid V, Gawenda M, Brunkwall JS. EVAR with flared iliac limbs has a high risk of late type 1b endoleak. *European journal of vascular and endovascular surgery*. 2017;54(2):170-176. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.05.008>. doi: 10.1016/j.ejvs.2017.05.008.

73. Jasinski PT, Adrahtas D, Monastiriotis S, Tassiopoulos AK. Early and late endograft limb proximal migration with resulting type 1b endoleak following an EVAR for ruptured AAA. *Case Reports in Vascular Medicine*. 2017;2017:4931282-5. <https://dx.doi.org/10.1155/2017/4931282>. doi: 10.1155/2017/4931282.

74. Mouawad NJ, Quarrie R, Starr J. Acute aortocaval fistula secondary to chronic type 1 B abdominal aortic aneurysm endoleak. *Int J Angiol*. 2018;29(01):052. doi: 10.1055/s-0038-1669455.

75. Nakai M, Sato H, Sato M, et al. Clinical significance of endoleaks characterized by computed tomography during aortography performed immediately after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: Prediction of persistent endoleak. *Jpn J Radiol*. 2013;31(1):16-23. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11604-012-0137-9>. doi: 10.1007/s11604-012-0137-9.

76. Mulay S, Geraedts ACM, Koelemay MJW, et al. Type 2 endoleak with or without intervention and survival after endovascular aneurysm repair. *European journal of vascular and endovascular surgery*. 2021;61(5):779-786. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.01.017>. doi: 10.1016/j.ejvs.2021.01.017.

77. Mursalin R, Sakamoto I, Nagayama H, et al. Imaging-based predictors of persistent type II endoleak after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *American journal of*

roentgenology (1976). 2016;206(6):1335-1340. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27043183>.
doi: 10.2214/AJR.15.15254.

78. Seike Y, Matsuda H, Shimizu H, et al. Nationwide analysis of persistent type II endoleak and late outcomes of endovascular abdominal aortic aneurysm repair in japan: A propensity-matched analysis. *Circulation (New York, N.Y.)*. 2022;145(14):1056-1066. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35209732>. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.121.056581.

79. Sidloff DA, Stather PW, Choke E, Bown MJ, Sayers RD. Type II endoleak after endovascular aneurysm repair. *British journal of surgery*. 2013;100(10):1262-1270. <https://api.istex.fr/ark:/67375/WNG-8LQ4444W-L/fulltext.pdf>. doi: 10.1002/bjs.9181.

80. Wang Y, Yuan F, Bai Y, et al. Natural history and influence on long-term outcomes of isolated type II endoleak after endovascular aneurysm repair: A 10-year experience at a single center. *Rev Cardiovasc Med*. 2022;23(3). doi: 10.31083/j.rcm2303099.

81. Lemmon GW. Observations on the food and drug administration advisory panel endovascular aortic repair report of type III endoleaks and the call for increased surveillance. *Journal of vascular surgery*. 2022;76(1):40-41. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2022.01.147>. doi: 10.1016/j.jvs.2022.01.147.

82. Maleux, Geert, MD, PhD, Poorteman L, MD, Laenen A, PhD, et al. Incidence, etiology, and management of type III endoleak after endovascular aortic repair. *Journal of vascular surgery*. 2017;66(4):1056-1064. <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0741521417303671>. doi: 10.1016/j.jvs.2017.01.056.

83. Zoethout AC, Ketting S, Zeebregts CJ, et al. An international, multicenter retrospective observational study to assess technical success and clinical outcomes of patients treated with an

endovascular aneurysm sealing device for type III endoleak. *Journal of endovascular therapy*.
2022;29(1):57-65.

<https://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:pure.rug.nl:publications%2F107ca33b-a4ea-4b45-b7a9-b0fc4a593035>. doi: 10.1177/15266028211031933.