



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

CAMPO DEL CONOCIMIENTO EN CIENCIAS SOCIOMÉDICAS

GESTIÓN Y POLÍTICAS EN SALUD

**COSTO-EFECTIVIDAD DEL USO DE ESPIROMETRÍA PREOPERATORIA Y
LA ESCALA ARISCAT EN PACIENTES QUIRÚRGICOS DEL HOSPITAL
GENERAL DE MÉXICO**

**TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORA EN CIENCIAS**

PRESENTA

MARÍA YOLANDA MARES GUTIÉRREZ

TUTOR PRINCIPAL:

DRA. YVONNE NICOLE FLORES LEONARD

Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud, Delegación Morelos, Instituto
Mexicano del Seguro Social, Cuernavaca, Morelos

INTEGRANTES DEL COMITÉ TUTOR:

DR. ADRIÁN ALEJANDRO MARTÍNEZ GONZÁLEZ

Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, UNAM

DR. GUILLERMO SALINAS ESCUDERO

Hospital Infantil de México Federico Gómez

Ciudad Universitaria, CDMX, diciembre del 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Firmas del comité tutor:

DIRECTOR DE TESIS: DRA. YVONNE NICOLE FLORES LEONARD



**INTEGRANTES DEL COMITÉ TUTOR:
DR. ADRIÁN ALEJANDRO MARTÍNEZ GONZÁLEZ**



DR. GUILLERMO SALINAS ESCUDERO



AGRADECIMIENTOS

A mis padres, los extraño todos los días.

A mis hijos, por su nobleza, paciencia, tolerancia y madurez, porque cada minuto de estudio se los tomé prestados, estoy orgullosa de ustedes.

Al extraordinario equipo de trabajo en el Departamento de Fisiología Pulmonar, Blanca, Julio, a los residentes de Fisiología Pulmonar, de Neumología y otras especialidades y a los estudiantes que sin cansancio luchan todos los días por dar lo mejor de ustedes.

A mis pacientes, porque son el motivo de estos estudios, siempre para mejorar su atención.

Al Dr. Luis Durán, por abrirme la puerta a este campo de estudio.

A mis tutores, he aprendido mucho de ustedes cada día, en lo personal y en lo académico.

Al Dr. Adrián Martínez por ser un tutor más allá de lo académico, un tutor de vida, por su apoyo tanto en los momentos más difíciles de la investigación como en los mínimos detalles. Por estudiar conmigo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi hogar, aquí inicié la licenciatura hace algunos años y aquí concluyo mi doctorado.

Porque el estudio no termina, es una continua evolución.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	4
1. CIRUGÍAS	4
1.1 COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS Y MORTALIDAD	5
1.2 ESTANCIA HOSPITALARIA Y COSTOS DE ATENCIÓN	7
2. EVALUACIÓN PREOPERATORIA	8
2.1 ESCALA DE RIESGO ARISCAT	10
2.2 LA ESPIROMETRÍA PREOPERATORIA	17
3. LA EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS EN SALUD (ETES)	19
3.1 TIPOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA	29
3.2 EL ANÁLISIS COSTO-EFECTIVIDAD	34
4. CONTEXTO EN EL HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO	45
5. JUSTIFICACIÓN	47
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	48
7. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	49
8. HIPÓTESIS DE TRABAJO	50
9. OBJETIVOS	50
9.1 OBJETIVO GENERAL	50
9.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	50
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS	52
2A. MÉTODO DEL ANÁLISIS COSTO-EFECTIVIDAD	52
POBLACIÓN, ALTERNATIVAS A COMPARAR Y DISEÑO DE ESTUDIO	52
PERSPECTIVA DEL ESTUDIO Y CÁLCULO DE COSTOS	53
HORIZONTE TEMPORAL	56
SELECCIÓN DE LOS DESENLACES EN SALUD Y MODELAJE	56
UMBRAL DE DISPONIBILIDAD A PAGAR	59
TASA DE DESCUENTO	60
ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA COSTO-EFECTIVIDAD	60
SUPUESTOS DEL MODELO ACE	60
RAZÓN COSTO-EFECTIVIDAD PROMEDIO E INCREMENTAL	62
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	62
ANÁLISIS PROBABILÍSTICO	63
2B. MÉTODO DE LOS DESENLACES EN SALUD	63
DISEÑO DE ESTUDIO	63
POBLACIÓN DE ESTUDIO	63
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	65
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	65

FUENTES DE INFORMACIÓN	65
PROCEDIMIENTO DE ESPIROMETRÍA PREOPERATORIA	65
VARIABLES	67
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DESENLACES EN SALUD	75
REVISIÓN DE LA LITERATURA	76
CONSIDERACIONES ÉTICAS	76
CAPÍTULO III RESULTADOS	77
3A. RESULTADOS DEL ANÁLISIS COSTO EFECTIVIDAD	77
RESULTADOS DEL ANÁLISIS COSTO EFECTIVIDAD CASO BASE.	77
TABLAS RCEP Y RCEI, COSTOS HGM.....	80
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, PLANO COSTO EFECTIVIDAD Y ACEPTABILIDAD POR NIVEL DE RIESGO.....	86
RESUMEN DEL MODELO DETERMINISTA.....	113
3B. RESULTADOS DE LOS DESENLACES EN SALUD.....	121
3C. VALIDEZ DE CONSTRUCTO DE LA ESCALA ARISCAT Y ESPIROMETRÍA	134
CAPÍTULO IV DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	139
4A. DISCUSIÓN SOBRE EL ANÁLISIS COSTO EFECTIVIDAD.....	140
CONCLUSIONES.....	149
RECOMENDACIONES	150
REFERENCIAS.....	152
ANEXO I SÍNTESIS DE ALGUNOS ARTÍCULOS REVISADOS.....	167
ANEXO II MODELOS DE ÁRBOLES DE DECISIÓN CON PROBABILIDADES.....	176
ANEXO III ÁLBUM FOTOGRÁFICO	181
ANEXO IV ARTÍCULO PUBLICADO.....	189

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Assess Risk Scale of CATalunia (ARISCAT)	12
Tabla 2. Factores de riesgo de Complicaciones Postoperatorias.....	13
Tabla 3. Factores que propician la evaluación y gestión de tecnologías en México.	24
Tabla 4. Características de los tipos de análisis económicos.	31
Tabla 5. Tipos de evaluación económica	32
Tabla 6. Operacionalización de las ecuaciones para cálculo de RCEP	39
Tabla 7. Operacionalización de las ecuaciones para cálculo de RCEI.....	40
Tabla 8. Tabla de congruencia	51
Tabla 9. Grupos de cirugía por sitio anatómico.....	69
Tabla 10. Caracterización de las principales variables.....	70
Tabla 11. Parámetros del Modelo Caso Base, según nivel de riesgo ARISCAT, con y sin espirometría. Probabilidades y Costos promedio del HGM, 2019, USD	78
Tabla 12. Análisis de Costo-Efectividad según grado de riesgo ARISCAT con y sin espirometría, USD\$.	85
Tabla 13. Variables que afectan o favorecen la RCEI de la alternativa Con Espirometría, en los 3 desenlaces evaluados.....	115
Tabla 14. Probabilidades de la alternativa con espirometría a 1 y 3 PIB per cápita, en CPO, DEH y sobrevida, según nivel de riesgo ARISCAT	116
Tabla 15. Resumen de costo efectividad en los desenlaces CPO, DEH y supervida, según nivel de riesgo ARISCAT	121
Tabla 16. Características clínicas de los grupos con y sin espirometría.	123
Tabla 17. Complicaciones postoperatorias (CPO) y mortalidad en pacientes clasificados por grupo de riesgo de ARISCAT con y sin espirometría.	125
Tabla 18. Complicaciones postoperatorias por tipo de complicación y grupo de riesgo ARISCAT con y sin espirometría	127
Tabla 19. Días de hospitalización por grupos de riesgo de ARISCAT, sitio de la cirugía, y presencia de complicaciones postoperatorias (CPO), en pacientes con y sin espirometría	131
Tabla 20. Modelos de regresión logística para predictores de complicaciones, estancia hospitalaria y mortalidad.....	133
Tabla 21. Prueba de KMO y Bartlett.....	135
Tabla 22. Varianza total explicada	136
Tabla 23. Matriz de componente rotado.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Incremento en cirugías según institución de salud, 2000-2015, DGIS	4
Figura 2. Algoritmo de evaluación en cirugía no cardiaca en el adulto.	16
Figura 3. Evaluación preoperatoria en cirugía no cardiaca en adulto con comorbilidad.....	17
Figura 4 Modelo de proceso de la Evaluación de Tecnologías para la Salud	25
Figura 5. Principios y valores éticos en cada nivel de repercusión de las Tecnologías en salud.	26
Figura 6. Modelo de Evaluación de tecnologías en salud y nivel de toma de decisiones.	27
Figura 7. Representación del plano costo-efectividad.....	41
Figura 8. Demanda total de estudios por grupos de especialidad en el DFP, HGM, 2009-2017	46
Figura 9. Árbol de decisiones para bajo riesgo de ARISCAT, con 2 grupos comparativos, ARISCAT con espirometría y sin espirometría, según costos del HGM	57
Figura 10. Árbol de decisiones para moderado riesgo de ARISCAT, con 2 grupos comparativos, ARISCAT con espirometría y sin espirometría	58
Figura 11. Árbol de decisiones para alto riesgo de ARISCAT, con 2 grupos comparativos, ARISCAT con espirometría y sin espirometría	59
Figura 12. Flujograma de selección de expedientes de los pacientes	64
Figura 13A. Análisis de sensibilidad univariado, según bajo riesgo, CPO	87
Figura 13B. Plano costo efectividad, según bajo riesgo, CPO	88
Figura 13C. Curvas de aceptabilidad, según bajo riesgo, CPO	89
Figura 14A. Análisis de sensibilidad univariado, según bajo riesgo, DEH.....	90
Figura 14B. Plano costo efectividad, según bajo riesgo, DEH	91
Figura 14C. Curvas de aceptabilidad, según bajo riesgo, DEH.....	92
Figura 15A. Análisis de sensibilidad univariado, según bajo riesgo, sobrevida.....	93
Figura 15B. Plano costo efectividad, según bajo riesgo, sobrevida	94
Figura 15C. Curvas de aceptabilidad, según bajo riesgo, sobrevida.....	95
Figura 16A. Análisis de sensibilidad univariado, según moderado riesgo, CPO	96
Figura 16B. Plano costo efectividad, según moderado riesgo, CPO.....	97
Figura 16C. Curvas de aceptabilidad, según moderado riesgo, CPO	98
Figura 17A. Análisis de sensibilidad univariado, según moderado riesgo, DEH	99
Figura 17B. Plano costo efectividad, según moderado riesgo, DEH	100
Figura 17C. Curvas de aceptabilidad, según moderado riesgo, DEH	101
Figura 18A. Análisis de sensibilidad univariado, según moderado riesgo, sobrevida	102
Figura 18B. Plano costo efectividad, según moderado riesgo, sobrevida	103
Figura 18C. Curvas de aceptabilidad, según moderado riesgo, sobrevida	104
Figura 19A. Análisis de sensibilidad univariado, según alto riesgo, CPO	105
Figura 19B. Plano costo efectividad, según alto riesgo, CPO	106
Figura 19C. Curvas de aceptabilidad, según alto riesgo, CPO	107
Figura 20A. Análisis de sensibilidad univariado, según alto riesgo, DEH.....	108

Figura 20B. Plano costo efectividad, según alto riesgo, DEH	109
Figura 20C. Curvas de aceptabilidad, según alto riesgo, DEH.....	110
Figura 21A. Análisis de sensibilidad univariado, según alto riesgo, sobrevida.....	111
Figura 21B. Plano costo efectividad, según alto riesgo, sobrevida	112
Figura 21C. Curvas de aceptabilidad, según alto riesgo, sobrevida.....	113
Figura 22. Costo efectividad de la espirometría para CPO según nivel de riesgo ARISCAT	117
Figura 23. Costo efectividad de la espirometría para DEH según nivel de riesgo ARISCAT	118
Figura 24. Costo efectividad de la espirometría para mejorar la sobrevida según nivel de riesgo ARISCAT	119
Figura 25. Resumen gráfico de los desenlaces en salud	134

SIGLARIO

ACE: Análisis Costo Efectividad

ARISCAT: Assess Risk Scale of CATalunia

CENETEC: Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud

CPO: Complicaciones Postoperatorias

DEH: Días de estancia hospitalaria

ETES: Evaluación de Tecnologías en Salud

HGM: Hospital General de México

OMS: Organización Mundial de la Salud

PIB: Producto Interno Bruto

RCEP: Razón costo efectividad promedio

RCEI: Razón costo efectividad incremental

COSTO-EFECTIVIDAD DEL USO DE ESPIROMETRÍA PREOPERATORIA Y LA ESCALA ARISCAT EN PACIENTES QUIRÚRGICOS DEL HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO

RESUMEN

Introducción. La evaluación preoperatoria debe identificar factores de riesgo y mejorar los resultados postoperatorios. Esta valoración preoperatoria mediante la espirometría junto con la escala de riesgo ARISCAT, puede ayudar a mejorar la atención de los pacientes quirúrgicos y fundamentar la toma de decisiones en la política de salud. Las guías actuales en México sólo recomiendan la espirometría preoperatoria en pacientes con enfermedad pulmonar. El propósito de este estudio fue evaluar en qué niveles de riesgo ARISCAT es más costo-efectiva la realización o no de la espirometría preoperatoria para la reducción de complicaciones postoperatorias, estancia hospitalaria y aumento de sobrevida en pacientes adultos sometidos a cirugía electiva.

Métodos. Se realizó un análisis costo-efectividad, comparando ARISCAT combinada con espirometría preoperatoria con un segundo grupo al que solo se le realizó escala ARISCAT, desde la perspectiva del proveedor de servicios de salud, considerando los costos médicos directos para 2019, en dólares americanos. Para lo cual se identificaron 2,059 pacientes del Hospital General de México sometidos a evaluación preoperatoria entre 2013 a 2017; clasificándose en dos grupos: ARISCAT con espirometría (n=1,306) y ARISCAT sin espirometría (n=753). Se utilizó un árbol de decisiones con un horizonte temporal de 8 meses. Los indicadores en salud utilizados fueron complicaciones postoperatorias, estancia hospitalaria y sobrevida. Para los desenlaces en salud, se utilizaron las pruebas chi-cuadrado, exacta de Fisher y t de Student para comparar los grupos y regresión logística para identificar factores asociados con un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias, hospitalización y mortalidad.

Resultados. En el grupo con espirometría, el 11% de los pacientes presentó complicaciones postoperatorias 0.4% de mortalidad. Y el grupo sin espirometría presentó el 48% de complicaciones postoperatorias y 18% de mortalidad. Los resultados de la regresión logística indican que la falta de espirometría preoperatoria aumenta la probabilidad de complicaciones posoperatorias, hospitalización y mortalidad.

Se observó que conforme aumenta el nivel de riesgo para disminuir complicaciones postoperatorias, la alternativa ARISCAT con espirometría pasa de ser costo-efectiva a costo-ahorradora. Para disminuir días de estancia hospitalaria, fue no costo efectivo para bajo riesgo, en moderado fue costo efectivo y en el alto riesgo fue costo-ahorradora. Para aumentar la sobrevida, fue no costo efectivo para bajo riesgo, en moderado fue costo efectivo y en el alto riesgo fue costo-ahorradora.

Conclusiones.

Las conclusiones del análisis de costo efectividad fueron:

- El ACE de la alternativa ARISCAT con espirometría para disminuir complicaciones postoperatorias, fue costo-efectiva en bajo y moderado riesgo y costo-ahorradora para alto riesgo.
- El ACE de la alternativa ARISCAT con espirometría para disminuir días de estancia hospitalaria, fue no costo-efectiva en bajo riesgo, para moderado fue costo-efectiva y para el nivel de alto riesgo fue costo-ahorradora.
- El ACE de la alternativa ARISCAT con espirometría para aumentar sobrevida, fue no costo-efectiva para bajo riesgo. Para moderado riesgo fue costo-efectiva y para el nivel de alto riesgo fue costo-ahorradora.
- El ACE de la alternativa ARISCAT con espirometría fue costo-efectiva en el moderado y costo-ahorradora en el alto riesgo para los 3 desenlaces en salud evaluados.
- El uso de la escala ARISCAT para identificar a los pacientes con alto riesgo preoperatorio y realización de espirometría como una estrategia costo-ahorradora para prevenir complicaciones postoperatorias, disminuir días de estancia hospitalaria e incrementar la sobrevida.

Las conclusiones del estudio de los desenlaces en salud fueron:

- La espirometría preoperatoria y ARISCAT ayudan a reducir las complicaciones postoperatorias, mortalidad y días de estancia hospitalaria.
- Los hallazgos del modelo de regresión logística indican que ser hombre, no realizar espirometría, tener un riesgo ARISCAT moderado o alto y ser sometido a cirugía mayor son factores que aumentan la probabilidad de complicaciones postoperatorias.
- Para estancia hospitalaria, el no realizar espirometría y realizar cirugía oncológica fueron los factores que aumentan el riesgo de estancia prolongada.
- No realizar espirometría, un riesgo ARISCAT moderado o alto y practicar cirugía oncológica fueron los factores de riesgo con mayor probabilidad de mortalidad.

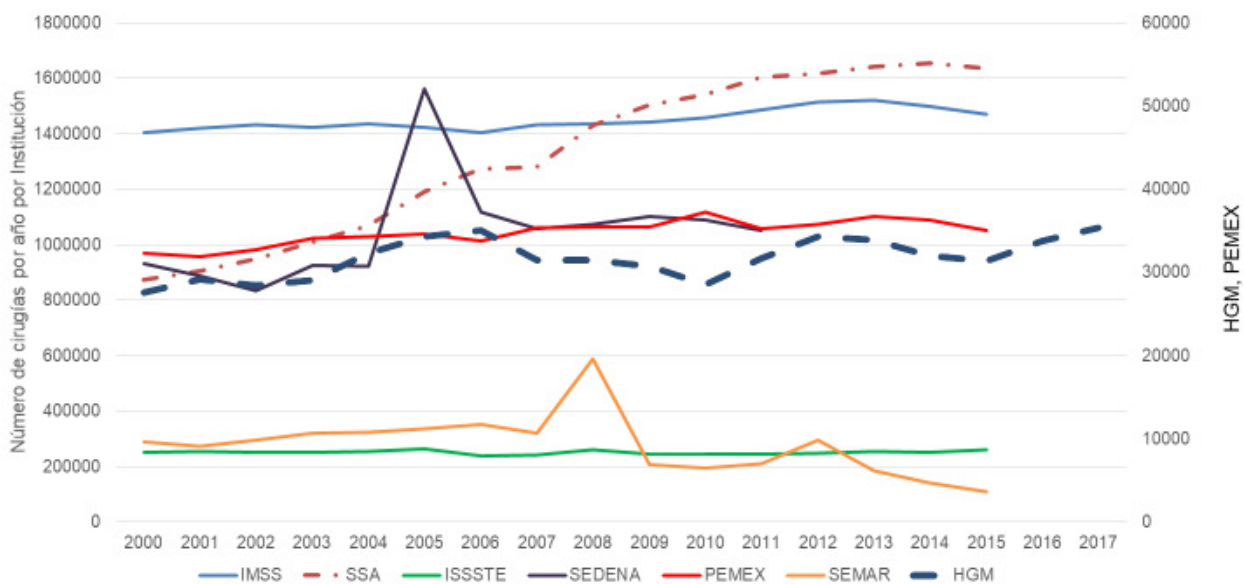
COSTO-EFECTIVIDAD DEL USO DE ESPIROMETRÍA PREOPERATORIA Y LA ESCALA ARISCAT EN PACIENTES QUIRÚRGICOS DEL HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1. CIRUGÍAS

Se estima que a nivel mundial se llevan a cabo 230 millones de cirugías mayores anualmente (Miskovic & Lumb, 2017). En México se realizan aproximadamente tres millones de cirugías al año, en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) realiza el 50% de éstas y la Secretaría de Salud (SSA) (Fernández-Cantón, 2005). Durante el periodo del 2000 al 2015 las intervenciones quirúrgicas aumentaron 4% en el IMSS, y llama la atención que en la SSA aumentaron en un 87% (Dirección General de Información en Salud, 2022) Véase Figura 1.

Figura 1. Incremento en cirugías según institución de salud, 2000-2015, DGIS



Elaboración propia, DGIS, 2000-2015, Anuario Estadístico HGM 2000-2017

Fuente: Elaboración propia con datos del DGIS, 2000-2015, anuario estadístico HGM, 2000-2017.

Muchas de estas cirugías son exitosas y de gran beneficio para el paciente, la familia, la sociedad y para el sistema de salud, sin embargo, también hay un número significativo de complicaciones.

1.1 COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS Y MORTALIDAD

Las complicaciones postoperatorias son eventos frecuentes y tienen efectos inmediatos en el periodo postoperatorio, con una respuesta local o sistémica que retrasa la recuperación del paciente y que pone en riesgo la función o la vida y en los efectos a largo plazo repercusión en la calidad de vida del paciente, así como en la mortalidad. Estas complicaciones abarcan el tiempo inmediato posterior a la cirugía (Martos-Benítez et al., 2016). Se reconoce que un número importante de complicaciones postoperatorias pueden prevenirse con el rastreo de factores de riesgo y estabilización de la morbilidad previa (Martos-Benítez et al., 2016) (Mazo et al., 2014).

También pueden ser locales al sitio de la herida y manifestarse en sangrados o hematomas, o incluso llegar a infecciones renales, cardiovasculares, pulmonares, gastrointestinales, neurológicas, hematológicas y dolor (Martos_Benítez et al., 2016).

Las complicaciones postoperatorias causan un incremento en la morbimortalidad postoperatoria e incluso prolongan la estancia hospitalaria, así mismo, se ha documentado que las complicaciones postoperatorias pulmonares son más frecuentes que las cardiovasculares (Gómez-Sánchez et al., 2016)(Canet et al., 2010) (Mazo et al., 2014) (Lakshminarasimhachar & Smetana, 2016) (Fernandez-Bustamante et al., 2015) (Fernandez-Bustamante et al., 2019). Las complicaciones postoperatorias aumentan la mortalidad del 15 al 30% en los primeros 30 días posteriores a la cirugía (Miskovic & Lumb, 2017).

La calidad de la actividad quirúrgica de una institución depende en gran medida de una adecuada preparación previa a la cirugía, especialmente en grupos con mayor riesgo de complicaciones postoperatorias (Morales-Orozco et al., 2005) (Elmer et al., 2017). En cada evento quirúrgico, entran en juego muchos factores, entre ellos el tipo de cirugía y la anestesia inducen cambios importantes en la

función respiratoria, aumentando el riesgo de sufrir complicaciones postoperatorias pulmonares, siendo incluso más frecuentes que las cardiovasculares (Miskovic & Lumb, 2017) (Gómez-Sánchez et al., 2016) (Mazo et al., 2014) (Degani-Costa et al., 2014) (Parodi et al., n.d.). De acuerdo con Agostini y cols, la incidencia de complicaciones postoperatorias pulmonares en cirugía torácica es del 19 al 59%, en cirugías de abdomen superior hasta del 16 al 17% y en cirugías de abdomen inferior menos del 5% (Agostini et al., 2010).

Las complicaciones postoperatorias pulmonares se pueden presentar en 2 a 12% de los pacientes sometidos a cirugía no cardíaca, elevándose hasta 38% en pacientes sometidos a cirugía torácica. La mortalidad en estos pacientes va de 17 a 38%. Menos de 26 puntos: 3.4% de riesgo, 26 a 44 puntos, 13% de riesgo, >45 puntos suben a 38% de complicaciones. La mortalidad aumenta un 8.3% si se presentó una CPP y se instaló en un promedio de 3 días (Mazo et al., 2014).

El impacto que las complicaciones postoperatorias pulmonares tienen en el incremento en la mortalidad de los pacientes a corto y largo plazo es elevado. Entre el 14 al 30% de los pacientes con una complicación postoperatoria pulmonar, se estima que va a morir en los 30 días siguientes a la cirugía mayor comparados con el .2 a 3% en pacientes sin CPP. Y la mortalidad a 90 días aumenta hasta el 24.4% vs 1.2% (Elmer et al., 2017) (Degani-Costa et al., 2014).

En Estados Unidos, las complicaciones postoperatorias pulmonares, tales como atelectasia, neumonía, insuficiencia respiratoria, neumotórax, broncoespasmo, neumonitis por aspiración y exacerbación de la enfermedad pulmonar crónica, incrementaron los costos de atención en salud por la cantidad de 3.4 millones de dólares, durante el 2014 (Mazo et al., 2014). En el 2017, la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias aumentó de 41 a 47% (Miskovic & Lumb, 2017)-elevando los costos de atención en salud entre 2 y 3 veces, e incrementando la mortalidad dentro de los primeros 30 días (Pradarelli et al., 2016). En México, no se cuenta con este tipo de información sobre la incidencia y el costo de las complicaciones postoperatorias.

Short et al identificaron un incremento del 28 al 37% en embolismo pulmonar o trombosis venosa profunda y 28 al 60% de incremento en úlceras de decúbito

para todos los procedimientos y un incremento en la mortalidad del 20 al 54% entre los pacientes con complicaciones severas (Short et al., 2014).

La transición epidemiológica que hemos sufrido en las últimas décadas ha convertido a las enfermedades crónicas no transmisibles en el foco de atención en salud, no solo por sus implicaciones clínicas sino por el alto incremento en los costos de los recursos en salud derivado del aumento en las complicaciones postoperatorias y días de estancia hospitalaria.

1.2 ESTANCIA HOSPITALARIA Y COSTOS DE ATENCIÓN

Las complicaciones postoperatorias son el mayor riesgo de morbilidad asociada al evento quirúrgico, Jiang et al estudiaron las complicaciones sistémicas, complicaciones infecciosas, complicaciones pulmonares, complicaciones cardiovasculares, complicaciones gastrointestinales y las reintervenciones. Con incremento del gasto a \$45,000 USD por caso complicado (Jiang et al., 2018).

Khan et al, demostraron un incremento en costos relativos por cada evento de complicación postoperatoria del 41 al 112% (Khan et al., 2006).

Las complicaciones pulmonares postoperatorias son el mayor riesgo de la cirugía, se asocian con una mayor estancia hospitalaria y mortalidad intrahospitalaria. En Estados Unidos, se reporta una carga económica de aproximadamente \$3.4 billones anuales (Mazo et al., 2014).

De acuerdo con Jean et al, la presencia de complicaciones postoperatorias en pacientes sometidos a cirugía de tórax aumentó el riesgo de reinternamiento en un 2.7% y costos de 100 billones anuales (Pépin et al., 2014).

Nathan et al estudiaron en 5 padecimientos oncológicos: prostatectomía, cistectomía, colectomía, lobectomía pulmonar y pancreatectomía, incrementos entre el 47 y 70% de los costos después de presentar complicaciones postoperatorias (Nathan et al., 2015).

Short et al confirmaron incrementos en los costos del 53 al 77% para insuficiencia respiratoria (Short et al., 2014). De ahí que la evaluación preoperatoria es una herramienta fundamental.

2. EVALUACIÓN PREOPERATORIA

La evaluación preoperatoria tiene como propósito identificar y minimizar los factores de riesgo, estabilizar las comorbilidades y vigilar los factores no modificables, para disminuir las complicaciones postoperatorias (Smetana et al., 2006).

En general, los procedimientos habituales de evaluación preoperatoria incluyen biometría hemática, química sanguínea, tiempos de coagulación y, si el paciente es mayor de 45 años, electrocardiograma. En algunos casos, los procedimientos de evaluación preoperatoria se extienden a la evaluación del estado funcional respiratorio.

La revisión de factores de riesgo neumotóxicos, datos clínicos, oximetría de pulso, funcionamiento pulmonar, y radiografía de tórax son los procedimientos básicos de la valoración preoperatoria (Kocabas et al., 1996) (Bapoje et al., 2007) (Whiteman et al., 2016). Finalmente, la meta de la evaluación preoperatoria pulmonar es identificar a los pacientes de alto riesgo de presentar complicaciones postoperatorias, detectar las causas prevenibles y susceptibles de tratamiento previo (enfermedad pulmonar crónica). Incluso en la actualidad, se apoya que los pacientes sean evaluados por equipos multidisciplinarios en el periodo preoperatorio para asegurar una mejor evaluación clínica, intervenciones oportunas y que brinden mejores resultados, sobre todo en poblaciones vulnerables (Whiteman et al., 2016).

La espirometría es el estándar de oro para definir obstrucción de la vía aérea, hasta el día de hoy sigue siendo la prueba diagnóstica por excelencia para definir obstrucción al flujo aéreo. En la actualidad su uso se ha generalizado en varios campos de estudio más allá de la enfermedad respiratoria, como lo es el campo del deporte, la fisiología, la evaluación preoperatoria como una prueba pronóstica, en el campo de la salud pública y otras más (Marina et al., 2018). En el ámbito de la evaluación preoperatoria, principalmente se reconoce como un predictor para complicaciones pulmonares, sin embargo, existe evidencia reciente que relaciona fuertemente a la enfermedad pulmonar con complicaciones cardiovasculares y vasculares (Morgan et al., 2018) (Agustí et al., 2020).

El reconocimiento del procedimiento anestésico es de suma relevancia, ya que se ha comprobado que, durante la anestesia general, se pierde el 65 al 70% de la CVF y VEF1 en cirugías de tórax y abdomen superior, y del 10 al 15 % en cirugías de abdomen inferior. (DeCleva et al., 2014), lo que puede influir en la aparición de complicaciones.

La identificación de riesgos prevenibles o la minimización de estos, es el propósito de cualquier evaluación preoperatoria. Existen múltiples protocolos que permiten identificar los riesgos; iniciar tratamiento cuando el riesgo lo amerita, modificar los factores ambientales o generales e intensificar la vigilancia de los riesgos no modificables. Toda esta información intenta establecer una aproximación objetiva de la probabilidad de efectos adversos. (Vaquero et al., n.d.) Hay varias estrategias de acercamiento para valorar los factores de riesgo que varían dependiendo de la perspectiva de cada especialidad, como la escala de riesgo ARISCAT.

Más allá de la evaluación preoperatoria también se prevendrían las cancelaciones de los procedimientos quirúrgicos. Un estudio de González y Aragón, demostró que en un hospital privado, al menos el 50% de las cancelaciones de procedimientos quirúrgicos eran prevenibles. El impacto en términos de costos de la no calidad de atención, las pérdidas para el proveedor de salud son irreversibles y en términos del impacto social, para el paciente la progresión de la enfermedad, la pérdida económica de los estudios realizados, la incapacidad laboral, etc. son aún mayores (González Avellaneda & Aragón Hernández, 2015). Estos autores reportan una tasa de 4.9% de cancelaciones con pérdidas de más de 30 millones por la cancelación de 103 cirugías en un periodo de tres meses. Las causas de cancelación que encontraron, en orden de frecuencia fueron motivos personales de los pacientes, factores del especialista, por salud desfavorable y los menos casos por causas administrativas.

2.1 ESCALA DE RIESGO ARISCAT

Existen diferentes estrategias para evaluar el riesgo del paciente preoperatorio: algunas asignan un puntaje de riesgo, pero no permiten una predicción individualizada de un efecto adverso concreto. Hay otras escalas de riesgo que hacen hincapié en algún riesgo particular dependiendo de la especialidad. Entre ellas la escala de riesgo anestésico de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA), la escala de Detsky modificada y GOLDMAN para el riesgo cardiovascular, la escala de riesgo tromboembólico perioperatorio entre las escalas más usadas (Vaquero et al., n.d.), pero ninguna de éstas aborda la situación funcional respiratoria de los pacientes.

Hay modelos de predicción del riesgo, que estiman una predicción individual tras incluir los datos del paciente en un modelo de riesgo multivariable; como la escala APACHE II, pero en la práctica diaria, son de uso complejo. También existen modelos de predicción del riesgo de complicaciones pulmonares concretas y modelos de riesgo de complicaciones asociadas al procedimiento quirúrgico específico. Y hay otros modelos de predicción del riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias, entre las que se encuentra la escala ARISCAT (Vaquero et al., n.d.). Una de las herramientas utilizadas para la evaluación es la escala de riesgo preoperatorio ARISCAT (Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia) la cual es muy práctica desde el punto de vista clínico.

Esta escala considera siete factores clínicos: edad, oximetría de pulso, infección respiratoria en los 30 días cercanos a la cirugía, anemia preoperatoria, sitio de la cirugía, duración de ésta y si la cirugía es electiva o de urgencia. El puntaje obtenido identifica la escala de clasificación, ≤ 25 puntos, se considera bajo riesgo, 26 a 44 puntos, moderado riesgo y mayor de 44 puntos alto riesgo. La escala tiene evidencia de validez suficiente demostrada en un estudio multicéntrico (Canet et al., 2010)

La validez es un concepto del cual pueden tenerse diferentes tipos de evidencia, relacionada con el contenido, con el criterio y con el constructo (Hernandez Sampieri et al., 2010):

- Validez de contenido: Se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Es el grado en el que la

medición representa al concepto o variable medida. La pregunta que se responde con la validez de contenido es: ¿el instrumento mide adecuadamente las principales dimensiones de la variable en cuestión? (Hernandez Sampieri et al., 2010).

- Validez de criterio: Se establece “al comparar sus resultados con los de algún criterio externo que pretende medir lo mismo. Cuanto más se relacionen los resultados del instrumento de medición con los de criterio, la validez será mayor” (Hernandez Sampieri et al., 2010).
- Validez de constructo: Desde una perspectiva científica es la más importante, “se refiere a qué tan bien un instrumento representa y mide un concepto teórico. A esta validez, le concierne en particular el significado del instrumento, es decir, qué está midiendo y cómo opera para medirlo” (Hernandez Sampieri et al., 2010).

Esta escala de ARISCAT fue probada con una cohorte llamada PERISCOPE (Prospective Evaluation of a Risk Score for postoperative pulmonary COMplications in Europe) (Mazo et al., 2014), que fue un estudio prospectivo, observacional, multicéntrico en 63 centros hospitalarios y en 21 ciudades europeas. Se reclutó una n=5,099 pacientes.

Identificaron 7 factores de riesgo descritos en el modelo ARISCAT (Canet et al., 2010), con base en una escala definieron 3 grupos de riesgo. Ver tabla 1.

En donde un puntaje mayor de 44 (se considera de alto riesgo y se asoció con 5 a 11 veces mayor riesgo de complicación postoperatoria pulmonar) y un puntaje igual o menor de 25 (bajo riesgo se asoció con 2 a 4 veces mayor riesgo de complicación postoperatoria pulmonar). El puntaje de 26 a 44 se considera de moderado riesgo. En los resultados del estudio encontraron una asociación entre el nivel de riesgo y complicación postoperatoria del 3.4% para el riesgo bajo, 13% para el moderado y 38% para el alto riesgo de ARISCAT.

Tabla 1. Assess Risk Scale of CATalunia (ARISCAT)

LOS SIETE PREDICTORES DE RIESGO ARISCAT	
FACTOR DE RIESGO	PUNTAJE
Edad en años	
≤50 años	0
51 a 79 años	3
≥80 años	13
SpO2 (%)	
≥96	0
90 a 95	8
<90	27
Infección respiratoria (0-30 días de la evaluación)	
-No	0
-Sí	17
Presencia de anemia preoperatoria	
->10 gr de Hb	0
-<10 gr de Hb	11
Sitio anatómico	
-Periférica	0
-Abdomen Superior	15
-Intratorácica	24
Duración de la cirugía	
-<2 hrs	0
-2-3 hrs	16
->3 hrs	23
Cirugía urgente	
-No	0
-Sí	8
Niveles de Riesgo	
Bajo riesgo	≤25 puntos
Moderado riesgo	26-44 puntos
Alto riesgo	>44 puntos

Tomado de Canet et al 2010.

Los autores concluyeron que esta escala de riesgo ARISCAT es muy práctica, accesible y resulta muy útil para diferenciar los tres grados de riesgo, con suficiente evidencia de validez, motivos por lo cual seleccionamos esta escala. También hay otras escuelas como el American College of Physicians que consideran prioritario otros factores de riesgo.

El American College of Physicians considera estudiar otros factores de riesgo preoperatorios, como la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), Apnea Obstructiva del Sueño (SAOS), Obesidad, Diabetes Mellitus, Insuficiencia cardiaca

congestiva (ICC), Cáncer, tabaquismo, alcoholismo, bajo peso entre otros (Smetana et al., 2006).

El American College of Physicians ha reconocido recientemente la inclusión de varios factores de riesgo, véase Tabla 2.

Tabla 2. Factores de riesgo de Complicaciones Postoperatorias

Relacionados con el paciente	Relacionadas con el procedimiento	Test preoperatorio
Factores de riesgo no modificables		
Dependencia funcional (A) ASA clase >2 (A) Deterioro sensorial (B) Edad avanzada (a) Enfermedades subyacentes: -EPOC (A), SAOS, RGE -HTA, DM, falla cardiaca (A) Enfermedad hepática, cáncer	Procedimientos de alto riesgo -Aneurisma aórtico -Cirugía torácica -Cirugía abdomen superior -Neuro-cirugía, cabeza y cuello	Variaciones genéticas Alteraciones en la radiografía de tórax (B) Urea en sangre (B)
Factores de riesgo modificables		
Bajo peso (B), obesidad <u>Tabaquismo (B), alcohol (B)</u> <u>Infección respiratoria < 1 mes</u> Sepsis	Cirugía prolongada >3 hr (A) Anestesia general (A) Hospitalización prolongada	Hipoalbuminemia (A) Anemia Hipoxemia Test de la tos positivo

Tomado de Vaquero y cols. 2017, p. 211. (Vaquero et al., n.d.)

Este grupo considera que, dentro de los factores de riesgo de los pacientes, la EPOC, Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño (SAOS), Reflujo gastroesofágico (RGE), HTA, DM son enfermedades tratables. Y el tabaquismo, alcoholismo, bajo peso, obesidad, sepsis e infección respiratoria son factores modificables, esto involucra a las especialidades de cuidados respiratorios para diagnosticar, estabilizar o modificar los riesgos mencionados.

Dentro del reconocimiento de estos factores de riesgo, los grupos siguientes son de atención especial por su creciente prevalencia en la población mexicana:

1. Pacientes con obesidad, de lo cual México ya ocupa el primer lugar a nivel mundial, incrementando el riesgo por obesidad central, hipertensión, dislipidemia aterogénica e hiperglucemia incrementan considerablemente los riesgos (Tzimas et al., 2015) Entre los efectos de la obesidad en los parámetros funcionales, debido a que el paciente obeso tiene una combinación de lesiones mecánicas e inflamatorias que producen daño pulmonar; el exceso de tejido graso, comprime la cavidad torácica; la infiltración grasa de los músculos accesorios de la respiración disminuye la distensibilidad de la pared torácica. La adiposidad central incrementa la presión intraabdominal, desplazando hacia arriba al diafragma disminuyendo los volúmenes pulmonares, a esto se suma el efecto derivado de los medicamentos relajantes musculares utilizados durante el tiempo quirúrgico (Davis et al., 2007) (Mares-gutiérrez & Sánchez-velázquez, 2015). También se ha observado en pacientes obesos un desequilibrio en la ventilación-perfusión pulmonar durante los eventos quirúrgicos, lo cual suma un factor de riesgo adicional debido al compromiso respiratorio generado durante el procedimiento (Rivas et al., 2015) Los pacientes obesos con síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) que son sometidos a cirugía, elevan el riesgo de complicaciones postoperatorias. (Organización Mundial de la Salud; & Organización Panamericana de la Salud, 2016).
2. Pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. Se le atribuye a la EPOC una prevalencia del 11.7% a nivel mundial y alrededor del 6% de los gastos totales en salud(GOLD BOARD, 2019).
En los últimos años la investigación epidemiológica, clínica, molecular a través de genes, proteínas y vías biológicas ha generado nuevos conocimientos para el entendimiento de la (EPOC), derivado de la exposición al tabaco y otros neumotóxicos y su relación con otras comorbilidades; primordialmente complicaciones cardiovasculares, vasculares, metabólicas también (Grosdidier et al., 2014) (Agustí et al., 2020). En la actualidad es más frecuente el estudio de morbilidad

asociada con EPOC, se ha encontrado que la enfermedad cardiovascular es la comorbilidad más frecuente con EPOC y SAOS, en particular la hipertensión la cardiopatía isquémica, insuficiencia cardiaca y la enfermedad cerebrovascular (Shah et al., 2022).

Esto pone de relevancia la tarea fundamental de diagnosticar, tratar y controlar padecimientos respiratorios como una de las prioridades dentro de la evaluación preoperatoria.

Algunos autores han demostrado una asociación según el grado de riesgo de ARISCAT con las complicaciones postoperatorias en un rango del 1.5 a 40% (Mazo et al., 2014) (Jeong et al., 2013) (Gupta et al., 2013) (Scholes et al., 2009) (McAlister et al., 2005) (Arozullah et al., 2001) (Hall et al., 2014) (DeAvila & Romero, 2017) (Fernandez et al., 2017) (Martos-Benítez et al., 2016) (Bugajski et al., 2019)(Spadaro et al., 2017) (Kara et al., 2020).

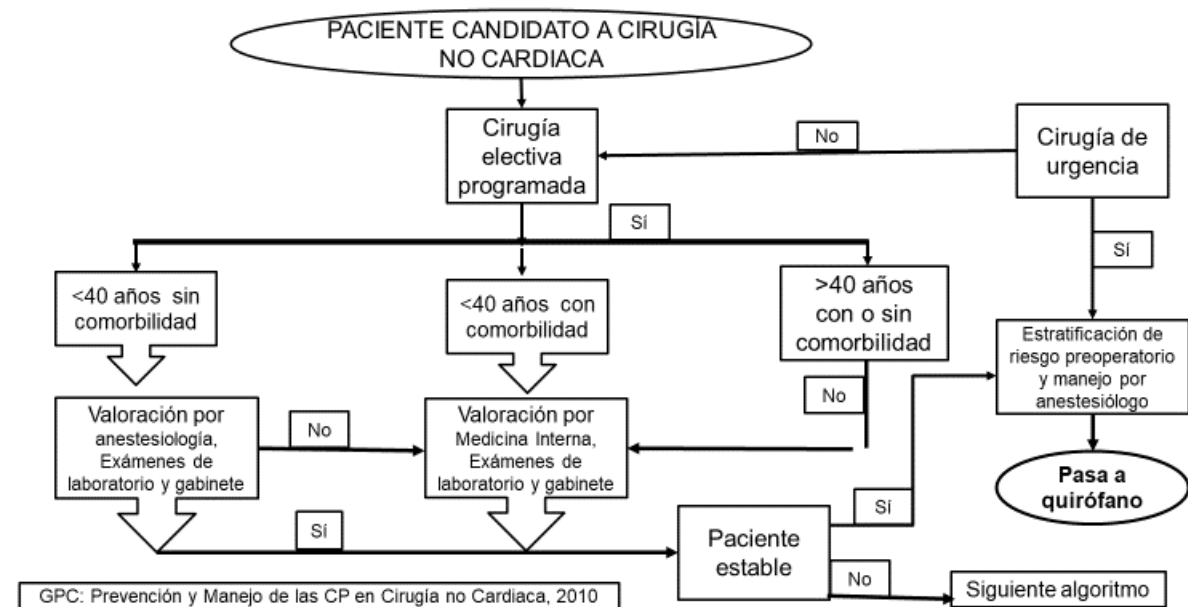
3. Tabaquismo ya que se reconoce como uno de los factores de mayor riesgo, Ohar y cols, determinaron la edad e índice tabáquico (IT) en anomalías funcionales y el riesgo de mortalidad. Documentaron la regla 20/40 (Índice tabáquico >20/Edad >40 años); como el punto de corte altamente sensible para obstrucción de la vía aérea 86%, 77% para anomalía en espirometría (obstructiva o restrictiva), con un VPP 74% en el grupo de medicina ocupacional. En el grupo de clínica preoperatoria el 38.3% fueron resultados con enfermedad obstructiva, el 28.4% con enfermedad restrictiva y 33.3% normales. Este grupo propone a la regla 20/40 como el criterio que promueva que se realicen más espirometrías a nivel primario de salud, tiene una buena sensibilidad (85% para obstrucción y 77% para restricción). (Ohar et al., 2016).

Esto pone en evidencia que la espirometría es una tecnología fundamental en el estudio preoperatorio y no solo es pronóstica para complicaciones pulmonares, también sugiere una alta correlación con las complicaciones cardiovasculares y vasculares.

De acuerdo con lo anterior son factores de riesgo de complicaciones postoperatorias la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, tabaquismo, obesidad, mayor edad y apnea obstructiva del sueño, entre otras (Walton, 2015) (Sankar et al., 2015). Por tanto, la evaluación preoperatoria tiene que seguir protocolos muy bien definidos y fundamentados en la evidencia como las guías de práctica clínica mexicana.

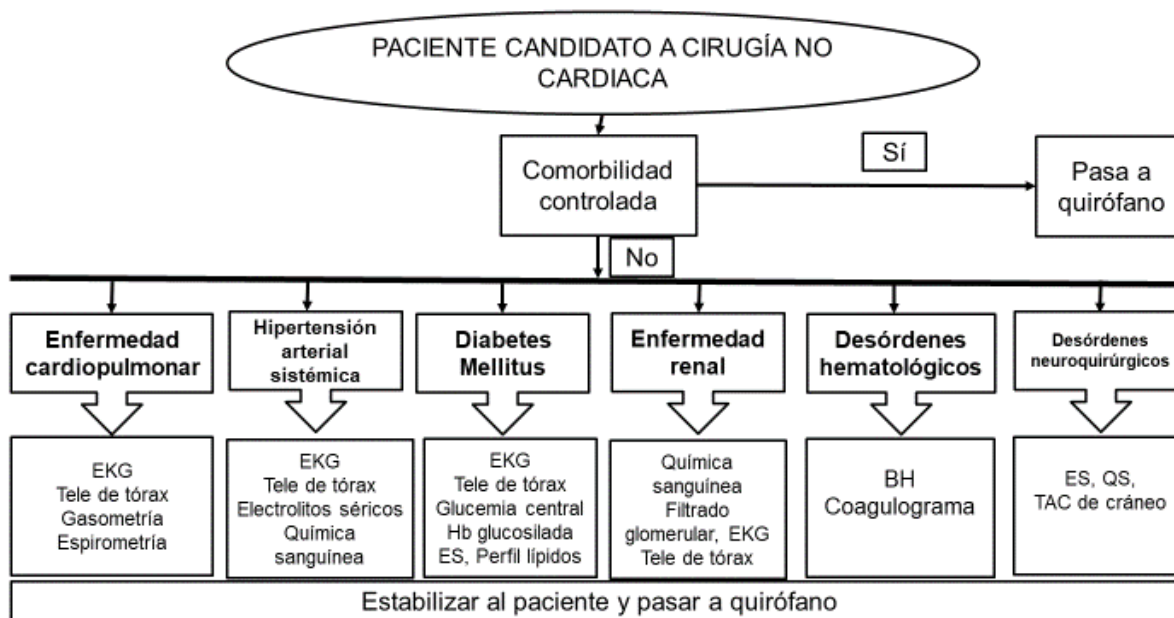
En México, las guías de práctica clínica reconocen la necesidad de realizar espirometría preoperatoria pero sólo en aquellos pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva ya diagnosticada (Camacho-Reyes et al., 2010). Estas guías utilizan algoritmos de evaluación preoperatoria; la espirometría y la telerradiografía serán utilizadas solamente en pacientes con alto riesgo de complicaciones pulmonares, es decir cirugía de alto riesgo Véanse Figuras 2 y 3.

Figura 2. Algoritmo de evaluación en cirugía no cardíaca en el adulto.



FUENTE: GPC EN CIRUGIA NO CARDIACA, 2010, p. 50. (Camacho-Reyes et al., 2010)

Figura 3. Evaluación preoperatoria en cirugía no cardíaca en adulto con comorbilidad.



FUENTE: GPC EN CIRUGIA NO CARDIACA. 2013, p. 52.(Camacho-Reyes et al., 2010).

Dentro de las guías de práctica clínica, la espirometría preoperatoria, se indica únicamente a pacientes que ya tienen la enfermedad, y en las guías de la American College of Physicians la espirometría se indica a todo paciente con factores de riesgo alto.

2.2 LA ESPIROMETRÍA PREOPERATORIA

La espirometría preoperatoria mide con exactitud el volumen de aire pulmonar y es el estándar de oro para diagnosticar obstrucción al flujo de la vía aérea. En los pacientes con restricción, la espirometría ofrece información valiosa al anestesiólogo para planear el manejo ventilatorio durante el procedimiento quirúrgico. En una cirugía de tórax y abdomen superior se puede perder hasta el 70% de la capacidad vital durante la cirugía y las primeras horas posteriores a ésta (DeCleva et al., 2014) (Aparecida et al., 2013). Es una prueba diagnóstica del padecimiento pulmonar y es la herramienta fundamental para calificar la respuesta al tratamiento en el tiempo (Guirguis-Blake et al., 2016) (Hudson et al., 2018).

Existen estudios que han encontrado que la espirometría ayuda a predecir las complicaciones postoperatorias (Tajima Y, Tsuruta M, Yahagi M, Hasegawa H,

Okabayashi K, Shigeta K, 2017), los pacientes con bajo volumen espiratorio forzado en el primer segundo derivado del estudio espirométrico tienen un mayor ingreso a unidades de cuidados intensivos (Sze et al., 2015) (B. Shin et al., 2017) y conforme avanza el grado de obstrucción aumentan las complicaciones postoperatorias (H. Kim et al., 2016).

Otros autores reportan que el tratamiento adecuado para asma bronquial y EPOC es fundamental para disminuir las complicaciones postoperatorias (Numata et al., 2018). La frecuencia de complicaciones postoperatorias en pacientes con EPOC y espirometría anormal puede aumentar hasta un 30%, en comparación con los pacientes con espirometría normal (Jeong et al., 2013) (Verbanck et al., 2012) (E. S. Kim et al., 2016).

En países desarrollados, sobre todo en la cirugía torácica la espirometría es incluso el estudio preoperatorio más rutinario, la capacidad pulmonar total, capacidad de difusión, y las pruebas de ejercicio cardiopulmonar son incluso los estudios a realizar (Bobbio et al., 2005)

En México, ante la escasez de recursos disponibles, es importante identificar las características de los pacientes a los cuales se les debe indicar la espirometría preoperatoria y evitar evaluaciones innecesarias que resulten en el uso inadecuado de recursos que podrían ser utilizados más eficientemente (Puente Maestú & García de Pedro, 2012) (Montaño & Nava, 2006). El uso ineficiente de los recursos de espirometría preoperatoria aumenta el riesgo del retraso o la suspensión de cirugías.

En relación con la suspensión de cirugías se ha encontrado que las alteraciones cardiovasculares, la infección de vías respiratorias, y la preparación preoperatoria inadecuada son las primeras causas clínicas de suspensión de la cirugía (F. Torres et al., 2016) (Montaño & Nava, 2006), lo cual incurre en gastos mayores, afecta la calidad de la atención y provoca la insatisfacción del paciente (Montaño & Nava, 2006).

En Perú, León y cols. reportaron una sobreutilización de estudios preoperatorios en pacientes de los servicios de traumatología, oftalmología, cirugía

general, documentando hasta un 60% de solicitudes de exámenes preoperatorios no justificados (León-Jiménez et al., 2014)

La espirometría en la evaluación preoperatoria bien indicada tiene muchas ventajas, por ejemplo, no es un estudio invasivo, es muy accesible, se puede realizar unas horas antes del evento quirúrgico, los resultados son prácticamente inmediatos, no interfiere en el plan quirúrgico de ninguna patología, y aporta información clínica relevante para el evento quirúrgico, ya que permite diagnosticar a la población con restricción u obstrucción de la vía aérea e iniciar de manera inmediata el tratamiento necesario.

Lo más importante es que al finalizar la prueba, el paciente recibe su evaluación funcional respiratoria con el tratamiento clínico especializado correspondiente en caso de confirmar obstrucción al flujo aéreo y la calificación de riesgo preoperatorio de acuerdo con la escala de ARISCAT. Hasta donde tenemos conocimiento, no se ha demostrado si es costo-efectiva en nuestro medio; por lo que en este estudio consideramos el costo y la valoración de las cirugías, la frecuencia de las complicaciones, la estancia hospitalaria y la mortalidad como consecuencias postoperatorias.

3. LA EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS EN SALUD (ETES)

La atención de la salud depende en gran medida de la tecnología en salud; la gestión y evaluación de ésta es un campo de conocimiento fundamental, multi e interdisciplinario, que requiere de la participación del personal de distintas disciplinas: técnica, clínica, financiera, administrativa, entre otras.

En la actualidad se reconoce que la atención a la salud tiene costos elevados, uno de esos elementos que contribuyen al aumento del costo son las tecnologías y los sistemas de salud tienen cada vez una mayor demanda para solucionar los problemas de salud de la población y cuentan con recursos limitados.

La utilización de la tecnología en salud requiere de profesionales capacitados en el manejo y gestión apropiados del equipo médico bajo su cargo. Esto, junto con una evaluación adecuada favorece un mejor uso de las tecnologías, así como una mayor eficiencia y efectividad dentro de los hospitales. El tema de evaluación y gestión de la tecnología en salud se debe impulsar en América Latina; debido a que muchos equipos se encuentran subutilizados, averiados o abandonados por falta de personal capacitado que los utilice, evalúe y gestione correctamente, algunos otros, se encuentran sobre utilizados por una demanda cada vez más creciente.

Jiménez en 2004 definió “que en el ámbito de la salud el servicio central es el bien humano máspreciado; la natural escasez de recursos debe conducir a una posición más realista. Una posición que refleje la necesidad de alcanzar la mayor calidad en la prestación de servicios con el mínimo de recursos debe conducir a una posición que favorezca el uso más eficiente de los recursos disponibles en límites aceptables de calidad. Por lo tanto, la búsqueda de la calidad de atención, debe ser siempre la búsqueda del mejor balance entre calidad y eficiencia” (Jiménez, 2004).

El gran avance tecnológico y el aumento en su complejidad y costo hacen indispensable que el Sistema de Salud se encuentre preparado para evaluar la tecnología en salud, cuáles tecnologías se deben incorporar, o bien, excluir, para brindar la mejor atención médica posible.

La evaluación tiene el propósito de tomar decisiones fundamentadas para incorporar y financiar con recursos del estado la tecnología pertinente y adecuada para la atención de problemas de salud de la población buscando su costo-efectividad. Por supuesto, la gestión de tecnologías para la salud entendida como “el conjunto interrelacionado de elementos (métodos, procedimientos, instrucciones, formatos), mediante los que la organización planifica, ejecuta y controla determinadas actividades relacionadas con los objetivos que se desea alcanzar” (Heras et al., 2008). Tiene una función también muy importante, pues el uso correcto de la tecnología persigue la obtención de los resultados en la solución y mejora de los problemas de salud a nivel individual, poblacional y en la seguridad de los pacientes.

Se considera que la evaluación es un proceso sistemático y reflexivo para recopilar información cuantitativa y cualitativa sobre un objeto, “la gestión de la calidad es una oportunidad para examinar críticamente, identificar fortalezas y debilidades, así como las áreas de oportunidad de mejora” (Heras et al., 2008).

“La evaluación de tecnologías en salud suele formar parte de la toma de decisiones para la asignación de recursos y de la práctica de los servicios de salud” (Martínez-González & Pacheco-López, 2018) y es un análisis dirigido a emitir un juicio de su valía o mérito y tomar decisiones fundamentadas para optimizar los procesos en los sistemas de salud.

La evaluación y gestión de tecnologías para la salud inició formalmente en México en 1978 con el Dr. José Laguna García; su trabajo impulsó la elaboración, actualización y difusión de los cuadros básicos y catálogos de insumos para la salud (CENETEC, 2013).

Para realizar la evaluación de las tecnologías en salud es necesario un análisis multidisciplinario con implicaciones clínicas, económicas, organizacionales, éticas y sociales para el desarrollo, la introducción, la difusión y el uso de éstas con el fin de fundamentar la toma de decisiones y elaborar políticas en salud (ANM, 2014)

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Evaluación de Tecnologías en Salud es “el proceso sistemático de valoración de las propiedades, los efectos y/o los impactos de la tecnología sanitaria. Puede abordar tanto las consecuencias directas y deseadas de las tecnologías como las indirectas y no deseadas. Su objetivo principal es informar la toma de decisiones en atención sanitaria. La evaluación de tecnologías es realizada por grupos multidisciplinarios utilizando marcos analíticos explícitos basados en diversos métodos” (Organización Mundial de la Salud, 2012) Para fines de este trabajo, utilizaremos la definición de la OMS.

Para la Red Internacional de Agencias para la Asesoría de Tecnologías en Salud (INAHTA por sus siglas en inglés), la evaluación de tecnologías en salud es un campo multidisciplinario e interdisciplinario de “análisis e investigación sistemática de las propiedades, efectos, influencias de las tecnologías en salud, que

conducen a las consecuencias directas del uso de éstas y sus resultados no intencionales” (Asernip-s & His, 2014).

Esto constituye un marco de referencia que provee indicaciones en los distintos tipos de influencias que esta investigación puede brindar en sus distintas dimensiones: clínicas, sociales, económicas, legales y éticas que se producen a corto y largo plazos, así como los efectos directos e indirectos, deseados e indeseados, derivados de la introducción, desarrollo, difusión, vigilancia y uso de una tecnología sanitaria (Martínez-González & Pacheco-López, 2018).

Algunos autores clasifican las tecnologías en salud de acuerdo con su naturaleza, en medicamentos, productos sanitarios, dispositivos, equipos y suministros, aparatos biomédicos, procedimientos médicos y quirúrgicos, técnicas diagnóstico-terapéuticas, sistemas de información clínica, telemedicina y teleasistencia, sistemas de apoyo y sistemas organizacionales y de administración (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017).

En 1994 la Fundación Mexicana para la Salud (FUNSALUD), publicó varias recomendaciones sobre evaluación y gestión de tecnologías en salud, (Gómez-Dantés & Frenk, 2009) conceptos que retoma el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) y resalta las siguientes:

- 1) “Elaborar y mantener un registro nacional de tecnologías médicas,
- 2) Diseñar un conjunto mínimo de procedimientos para la evaluación de tecnologías médicas en el sector público que deberían ser aplicados como un requisito para la adquisición de cualquier innovación tecnológica.
- 3) Promover la creación de áreas de ingeniería biomédica en hospitales de segundo y tercer nivel para evaluar la adquisición, instalación, operación, mantenimiento y baja de equipo médico y
- 4) Discutir la creación de una agenda pública dedicada a la evaluación de tecnologías en salud (ETES)” (CENETEC, 2013).

Además de priorizar y evaluar las tecnologías, es necesario administrar, asegurar el uso adecuado, monitorear y analizar el impacto en la salud, fomentar la generación de datos e información, minimizar el subregistro, promover la

investigación para generar evidencia, vincular la investigación a la toma de decisiones y cuidar la inversión en salud (ANM, 2014).

En ese contexto, el CENETEC considera que en México la fragmentación de los servicios de salud genera dificultades para su prestación y acceso, así como el uso eficiente de los recursos disponibles, generando ineficiencia en el gasto para brindar atención a la salud. Nuestro país está rezagado en el empleo de la evidencia científica para la elaboración de políticas públicas para la toma de decisiones con respecto a la investigación, desarrollo, adquisición y utilización de tecnologías para la salud (CENETEC, 2013).

Con lo anteriormente dicho, la ETES tiene el objetivo de establecer las consecuencias clínicas, económicas, organizacionales, éticas y sociales de su introducción y uso y por lo tanto tener la evidencia para fundamentar la toma de decisiones, en función de tecnologías para la salud costo-efectivas considerando su contexto (Unidad de Desarrollo de Políticas y Sistemas de Salud OPS/OMS, 2012).

La ETES es importante, al igual que una adecuada gestión de tecnologías para la salud que promueva el uso correcto, seguro y costo-efectivo de las tecnologías en salud. Por esto, favorecer una adecuada gestión de la tecnología y monitorizar los resultados y el impacto en salud, es indispensable para tomar decisiones en diversos niveles, vinculando todos los elementos participantes que tienen que desarrollar la capacidad, las herramientas y las políticas necesarias en el Sistema Nacional de Salud (SNS) para tomar mejores decisiones en el ámbito clínico, técnico y administrativo, para el beneficio de la salud de la población.

Los factores que hacen necesario fortalecer la evaluación y gestión de tecnologías en México se presentan en la tabla 1.

Tabla 3. Factores que propician la evaluación y gestión de tecnologías en México.

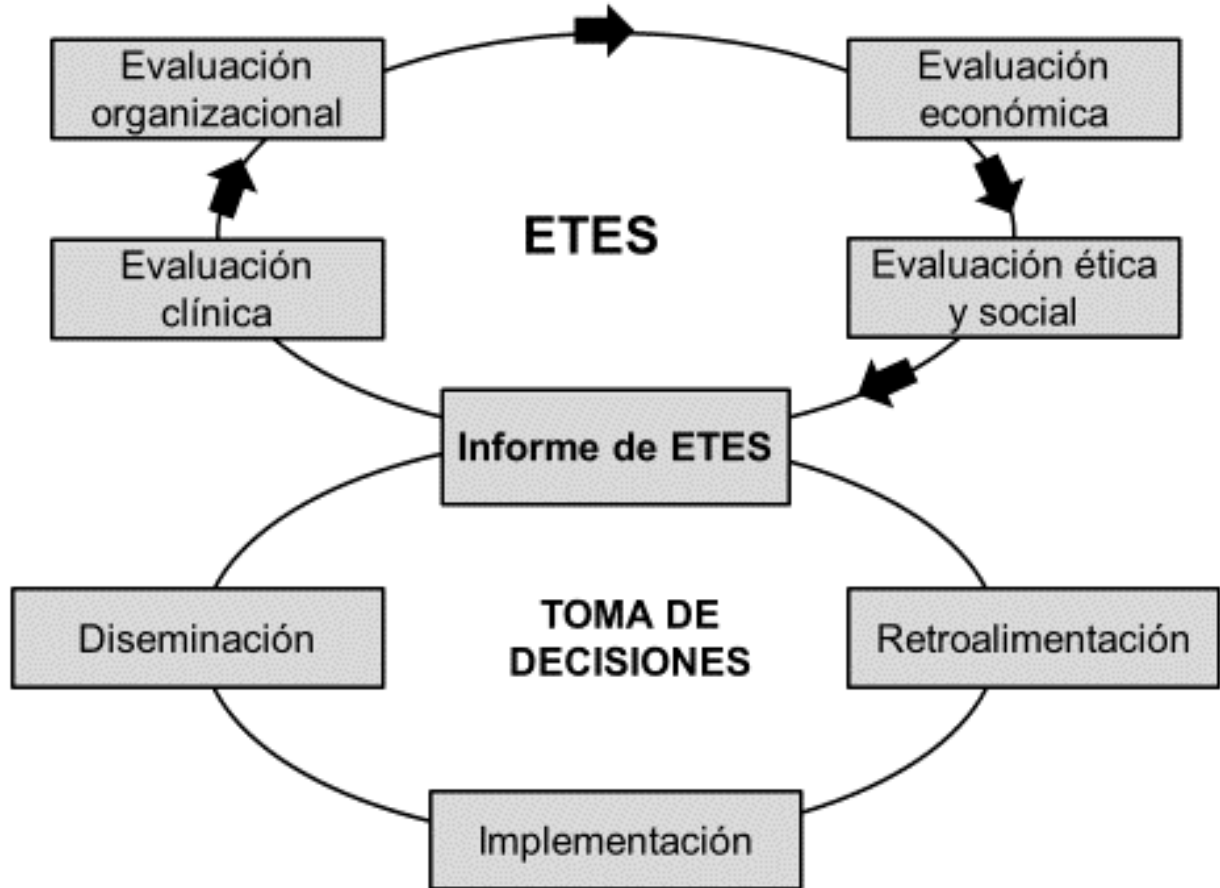
1. Introducción y uso de nuevas tecnologías que incrementan los costos de atención a la salud.
2. La globalización y modernización de la mercadotecnia que favorece que grupos de interés induzcan el uso de nuevas tecnologías generalmente costosas.
3. La incertidumbre sobre el verdadero efecto que tienen muchas intervenciones de prevención, diagnóstico y tratamiento.
4. La escasez de recursos humanos, infraestructura, equipamiento y medicamentos.
5. La variabilidad en el uso de tecnologías para la salud, la cual refleja la sobreutilización o subutilización de tecnologías.

Elaborado con base en el Programa de Acción Específico CENETEC, p.p.15 (CENETEC, 2013)

Considerando los factores anteriores, el alcance de la ETES en la actualidad, incluye todos los insumos considerados dentro del concepto Tecnologías para la Salud, el CENETEC toma el concepto de la Organización Mundial de la Salud, incluyendo: “la aplicación de conocimientos y habilidades, en forma de dispositivos, medicamentos, vacunas, procedimientos y sistemas empleados para resolver problemas de salud y mejorar la calidad de vida de las personas” (Ceballos et al., 2010).

La ETES es un proceso de rápida evolución que abarca diferentes etapas de evaluación que fundamentan la toma de decisiones en el ejercicio de las ciencias de la salud acerca de los beneficios, riesgos y costos sociales e individuales del uso de una tecnología innovadora o ya existente (Ceballos et al., 2010). Este proceso es una interconexión secuencial entre las diversas etapas como un proceso de interacción simultáneo, como se describe en la figura 4.

Figura 4 Modelo de proceso de la Evaluación de Tecnologías para la Salud



Fuente: CENETEC Unidad de Análisis económico, 2010, p. 12. (Ceballos et al., 2010)

Las dimensiones para evaluar de las tecnologías en salud son: “seguridad de la tecnología, su efectividad clínica, las implicaciones económicas y la evaluación de los aspectos sociales, organizacionales y éticos que pueden derivarse de la incorporación y uso de las tecnologías” (Ceballos et al., 2010). La información proveniente de algunas categorías es de gran utilidad para los otras. Por ejemplo, la efectividad clínica de una tecnología es un insumo para el análisis económico y por tanto son complementarios, el estudio de las implicaciones sociales y éticas, con el conocimiento de los aspectos de seguridad, efectividad clínica e implicaciones económicas de la tecnología (Ceballos et al., 2010).

En relación con la evaluación de los aspectos éticos y sociales, se lleva a cabo debido a que la incrustación de la tecnología tiene consecuencias en la sociedad a 3 niveles: Nivel macro o de política pública, el nivel meso o de administración de servicios y el nivel micro o de práctica clínica (Figura 5) (Ceballos et al., 2010).

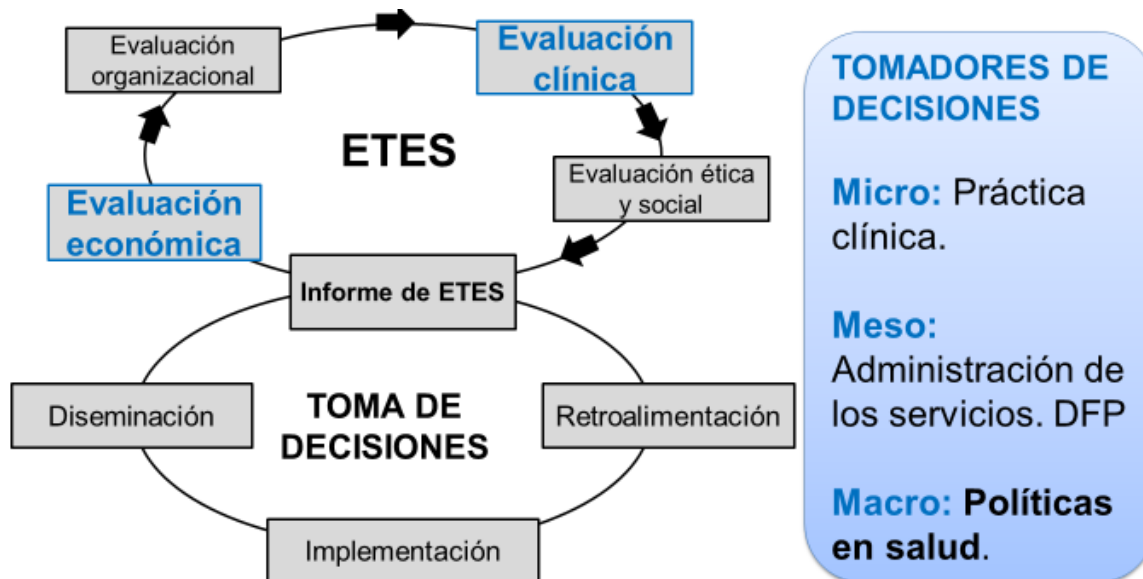
Figura 5. Principios y valores éticos en cada nivel de repercusión de las Tecnologías en salud.



Fuente: Elaboración propia. CENETEC Unidad de Análisis económico (Ceballos et al., 2010)

Al integrar el modelo de evaluación de tecnologías en salud en cada una de sus dimensiones y su relación con la toma de decisiones en los distintos niveles se observa su paralelismo en la figura 6.

Figura 6. Modelo de Evaluación de tecnologías en salud y nivel de toma de decisiones.



Nivón-Bolán (Nivón, 2010) definió a las políticas públicas como: “acciones de los Estados y los gobiernos para atender estos problemas que se derivan de los mandatos legales establecidos en las leyes fundamentales y secundarias de un proceso técnico de planeación”. En este sentido, las políticas públicas deben funcionar como un análisis permanente entre el gobierno y diversos actores de la sociedad para solucionar problemas públicos.

Otros autores la definen como “un proceso integrador de decisiones, acciones, inacciones, acuerdos e instrumentos, adelantado por las autoridades con la participación eventual de los particulares y encaminado a solucionar o prevenir una situación definida como problemática. La política pública hace parte de un ambiente determinado del cual se nutre y al cual pretende modificar o mantener” (Velásquez-Gavilanes, 2009).

Las políticas públicas en salud constituyen un capítulo de las políticas públicas sociales y pueden ser definidas como un esfuerzo sistemático entre gobierno y sociedad para reducir los problemas de salud, dentro de un marco de valores. Problemas que sólo existen cuando se les reconoce, cuando se asumen e

incorporan en la agenda de cuestiones públicas que requieren de respuestas colectivas, en las que el Estado asume un rol activo y explícito (Tobar, 2012).

En este contexto, el desarrollo tecnológico en salud ofrece alternativas de solución para hacer frente a los distintos problemas de salud individual y poblacional, por lo que los tomadores de decisiones deben tener como principal fuente la información y el conocimiento derivado de la evaluación y con ello analizar con más evidencia las mejores opciones. Sin embargo, existen estimaciones que indican que más del 90% de los procedimientos de los cuidados de salud, no han sido evaluados desde el punto de vista costo-efectividad (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012) (Martínez-González & Pacheco-López, 2018).

En 2007, la Asamblea Mundial de la Salud, trataron los aspectos de evaluación económica en salud entre otros temas referentes a las tecnologías sanitarias, considerando el uso inadecuado de las mismas y la necesidad de priorizar la gestión de las tecnologías sanitarias y de los dispositivos médicos (Organización Mundial de la Salud, 2012) . A partir de esta asamblea, los Estados Miembros reconocieron que era de vital importancia para alcanzar los objetivos de desarrollo en salud. Y se recomendó que emprendieran acciones para asegurar la mejora en el acceso, la calidad y el uso adecuado de los productos médicos y tecnologías sanitarias.

Este evento fue el fundamento para establecer la Iniciativa mundial sobre tecnologías sanitarias (GIHT) por sus siglas en inglés; con el objetivo de lograr el acceso de tecnologías sanitarias en lugares con pocos recursos. Sus dos objetivos principales fueron alentar a la formación de un marco para desarrollar programas nacionales de tecnologías en salud con impacto positivo en los problemas sanitarios y eficacia en el manejo de los recursos (Organización Mundial de la Salud, 2012).

“En México, existen esfuerzos de evaluación económica en salud, aunque pocos cuentan con el enfoque de ETES, donde el análisis del impacto económico de una tecnología se suma a la evaluación de su efectividad clínica y a la determinación de su impacto ético y social” (Ceballos et al., 2010).

CENETEC es colaborador de la OPS-OMS desde 2009; ha impulsado la evaluación de las tecnologías en salud en todas sus dimensiones: clínicas,

económicas, organizacionales, éticas y ha estado desarrollando información para la toma de decisiones y elaboración de políticas públicas (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017). Siempre en un contexto que permita con base en la evidencia elaborar recomendaciones a los tomadores de decisiones en los distintos niveles en la introducción, permanencia, modificación del uso o retiro de tecnologías en beneficio de la seguridad de los pacientes.

Las evaluaciones económicas de tecnologías en salud son un tipo de análisis cuantitativo al comparar los costos y los desenlaces de las intervenciones en salud, lo que identifica si es costo-efectiva o no la intervención de tal manera que los recursos sean utilizados de manera eficiente (Chisholm & Evans, 2007) (Kernick, 2003).

3.1 TIPOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Las evaluaciones económicas iniciaron en el s. XIX, aunque su aplicación inició en la primera mitad del s. XX en áreas como ingeniería, transporte, políticas públicas y su uso en la evaluación de intervenciones en salud comenzó en las últimas décadas del s. XX (Drummond et al., 2015). Su propósito esencial es utilizar los recursos de la manera más eficiente en ambientes de escasez donde el financiamiento generalmente es público.

La OMS en 1998 estableció el Programa Global de Evidencias para las Políticas en Salud, destinado a la elección de las intervenciones en costos, efectividad, calidad y ética. Este fue un resultado de sus esfuerzos para dirigir los retos para proveer información oportuna a los tomadores de decisiones, sobre las características técnicas y éticas (Murray et al., 2000).

Cabo et al, define a la evaluación económica “como el análisis comparativo de diferentes alternativas en términos de costos y consecuencias o efectos sobre el estado de salud de los individuos”. En la actualidad, el análisis económico en salud intenta ofertar una atención de la salud con eficacia, efectividad y eficiencia (Cabo et al., 2018). Los conceptos de eficacia, efectividad y eficiencia varían de acuerdo

con el ámbito económico en que se estudien; para el presente trabajo, tomaremos el enfoque de estos términos en salud, como a continuación se menciona:

- **Costo:** son todos los gastos considerados para la producción de un bien o servicio, e incluye todo el dinero invertido en las distintas materias primas y actividades para la generación del producto final; por lo tanto, costo en salud son los gastos ligados a la producción del servicio (Vargas González & Aída, 2004). Y representan los recursos consumidos y aplicados a las actividades de un periodo determinado y producción de un bien (Ministerio Salud, 2009).
- **Eficacia:** es la medida del resultado obtenido por una intervención en salud en condiciones ideales de actuación al compararse con otras alternativas. Mide la capacidad potencial de una intervención sanitaria para conseguir un resultado positivo sobre un estado de salud. (Cabo et al., 2018)
- **Efectividad:** es la medida del resultado obtenido por una intervención en un problema de salud concreto, pero en condiciones reales, compara una o más alternativas generalmente utilizadas en la práctica clínica. Mide la capacidad real de la intervención sanitaria para obtener un resultado positivo en el estado de salud de una población (Cabo et al., 2018)
- **Eficiencia:** es el grado en que el sistema de salud efectúa la máxima contribución a las metas sociales definidas dados los recursos disponibles del sistema de salud (Lam & Hernández, 2008).

De acuerdo con Drummond en la evaluación económica de tecnologías para la salud, hay cuatro tipos de análisis básicos: costo minimización, costo efectividad, costo utilidad y costo beneficio; en la Tabla 4, se presentan los tipos de análisis económicos en función de la respuesta a las dos características básicas de cualquier evaluación económica (Drummond et al., 2015):

Tabla 4. Características de los tipos de análisis económicos.

¿Existe comparación de dos o más alternativas?	NO	NO	NO	SI
		Examina solo las consecuencias	Examina sólo los costos	
		1A Evaluación parcial Descripción de los resultados	1B Evaluación parcial Descripción de costos	2 Evaluación parcial Descripción de costos y resultados
	SI	3A Evaluación parcial Evaluación de la eficacia o efectividad	3B Evaluación parcial Análisis de costos	4 Evaluación económica completa Análisis de: costo-minimización; costo-efectividad; costo-utilidad; costo-beneficio.

Fuente: Tomado de Drummond et al. 2015, p. 22 (Drummond et al., 2015)

Los estudios en los cuadros 1A, 1B y 2 no comparan alternativas de acción, consisten en la descripción de la intervención; los estudios en los cuadros 3A y 3B, si comparan alternativas de acción, pero, o examinan los costos o los resultados. Y en el cuadro 4 están los tipos de evaluación económica completa que incluyen el análisis de costo minimización, análisis de costo-utilidad, análisis de costo-beneficio y análisis de costo-efectividad.

En la tabla 5 se describen los tipos de evaluación económica completa y la medida de evaluación de costos y los resultados de las alternativas utilizadas.

Tabla 5. Tipos de evaluación económica

Tipo de estudio	Medida/Evaluación de costos en ambas alternativas	Identificación de las consecuencias	Medida/Evaluación de consecuencias
Análisis de costos	Unidades monetarias	Ninguna	Ninguna
Análisis de costo-efectividad	Unidades monetarias	Un solo efecto de interés, común a ambas alternativas, pero alcanza diferentes grados	Unidades naturales (años de vida ganados, años de discapacidad salvadas, puntos de presión sanguínea disminuida, etc.)
Análisis de costo-utilidad	Unidades monetarias	Único o múltiples efectos, no necesariamente común a ambas alternativas	Años saludables, típicamente QALYs
Análisis de costo-beneficio	Unidades monetarias	Único o múltiples efectos, no necesariamente común a ambas alternativas	Unidades monetarias

Fuente: Tomado de Drummond et al. 2015, p. 11 (Drummond et al., 2015)

Estos tipos de evaluación económica tienen un método similar en la estimación de costos que siempre son monetarios, pero que se diferencian entre sí por la forma en que se miden o cuantifican las consecuencias o beneficios.

Estas evaluaciones económicas son un tipo de análisis cuantitativo que tienen como objetivo comparar los costos y las consecuencias de las intervenciones en salud, lo cual permite identificar si los beneficios logrados hacen que merezca la pena invertir en los recursos que cuestan.

- **Análisis Costo-Minimización (ACM):** Es un método parcial de análisis económico en donde se comparan tecnologías alternativas que ofrecen una efectividad equivalente con el objetivo de identificar la alternativa menos costosa. En este caso se tendrá que justificar adecuadamente la equivalencia, así como la validez de la medida de resultado empleada y su aceptación (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017) (Dickson et al., 2003). En la práctica es muy difícil que dos intervenciones logren exactamente los mismos beneficios.

- **Análisis Costo-Beneficio (ACB):** Este análisis es un proceso de optimización en el que tanto los beneficios en salud como los costos de dos o más tecnologías en salud se miden en unidades monetarias, para determinar cuál ofrece una mayor rentabilidad (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017) (Dickson et al., 2003). Es muy complejo convertir los beneficios de una intervención en salud en términos monetarios.
- **Análisis Costo-Utilidad (ACU):** Compara los costos de una tecnología en salud con sus beneficios en forma de valores de utilidad representados a través de un indicador relacionado con el bienestar personal y la calidad de vida del paciente. El indicador de utilidad más utilizado es Años de Vida Salvados Ajustados por Calidad (AVAC) (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017) (Dickson et al., 2003). La utilidad así es entendida como el beneficio en salud obtenido percibido al utilizar una tecnología en salud, por lo que se considera como una variante del análisis costo efectividad.
- **Análisis Costo-Efectividad (ACE):** Este análisis es un proceso de optimización en el que los resultados de dos o más tecnologías en salud se miden en mejoras de salud, como años de vida ganados, sobrevida, complicaciones evitadas, muertes evitadas, entre otras, mientras que los costos se miden en términos monetarios. (Dickson et al., 2003) (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017) (Murray et al., 2000). Sus resultados se presentan como una razón entre los costos de la intervención y los beneficios obtenidos en ese desenlace (van der Werf, 2020). Este tipo de estudio es el que se eligió en la presente investigación.

3.2 EL ANÁLISIS COSTO-EFECTIVIDAD

El ACE se considera una valoración completa, porque considera costos, identifica consecuencias y las valora, puede ser aplicado en el sector salud con el fin de fundamentar la toma de decisiones en la política de salud y en la asignación de los recursos para que sean utilizados de manera más eficiente. Esto se logra a través de intervenciones que pueden tener diversas aplicaciones:

Primero: los ACE tienen un amplio rango de intervenciones que culminan en informes específicos en la toma de decisiones y que pueden llevar a reasignar el presupuesto, esto con base en la infraestructura física, recursos humanos y políticas imperantes del lugar.

Segundo: los ACE pueden proveer la información sobre los costos y beneficios en salud de estrategias o tecnologías para contribuir a mejorar la colocación de los recursos en las prioridades fundamentadas (Murray et al., 2000).

Tercero: El ACE puede realizarse tanto en modelos teóricos de transición de los diferentes estadios de la enfermedad, o ser desarrollado junto a diseños de estudios clínicos, en donde se consideran el uso de los recursos en salud y los desenlaces de salud de los pacientes los insumos que se integran en el modelo, siendo la tecnología evaluada como práctica habitual, el comparador (van Boven et al., 2019).

Cuarto: “El ACE tiene como principal ventaja que la medida de resultado puede ser la empleada en la práctica clínica habitual y/o la variable principal de beneficio clínico que garantizó la aprobación de comercialización del insumo para la salud.” (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017). Considerando la multidimensionalidad inherente al uso de los dispositivos médicos en la provisión de servicios de salud, la Comisión Interinstitucional del Cuadro Básico y Catálogo de Insumos el Sector Salud (CICBCBISS) recomienda que en la evaluación de tecnologías auxiliares, en estudios de prevención y diagnóstico, el ACE es el más adecuado (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017).

Quinto: Se ha usado el ACE “como una herramienta para abordar los temas relacionados con la racionalidad en la asignación de los escasos recursos del sector salud, ya que es un método que permite comparar los costos relativos, así como los

beneficios a la salud de las diferentes intervenciones” (Comité Regional de la OMS para las Américas, 2012).

Países como Australia, Canadá e Inglaterra han implementado la metodología económica como el pilar en la toma de decisiones en salud desde hace muchos años. Estos países han creado organismos gubernamentales que desde su formación y con base en criterios de costos efectividad, han aconsejado la adopción de nuevas tecnologías o medicamentos (Zarate, 2010) (The National Institute for Health and Care, 2018).

En Latinoamérica, Chile inició este proceso en 1990, en 2004 formaron el “Régimen General de Garantías en Salud” para definir las prioridades de los problemas de salud en su país, entre 2006 y 2008 generaron un programa gubernamental con el propósito de identificar las áreas prioritarias de intervención para los siguientes años con reportes a mediano y largo plazo y plantearon la necesidad de realizar el Estudio de Costo-Efectividad incluyendo 80 problemas de salud (Gobierno de Chile Ministerio de Salud, 2010)

En 2003, la OMS estableció lineamientos para realizar los análisis de costo-efectividad de distintas intervenciones para reducir las causas principales de la carga de la enfermedad por los tomadores de decisiones; impulsando el proyecto WHO-CHOICE (CHOosing Interventions that are Cost-Effective) (Hutubessy, Chisholm, Tan-Torres Edejer, et al., 2003).

Esto ha generado un gran impulso para que la mayoría de los estudios de costo-efectividad informen la eficiencia técnica de las intervenciones en salud, refiriéndose al uso óptimo de los recursos. A pesar de ello, los ACE son realizados en su mayoría en un ejercicio único, esto trae la desventaja de que los resultados no son generalizables, sobre todo por inconsistencias metodológicas, datos no disponibles, limitaciones técnicas o capacidad para su implementación (Hutubessy, Chisholm, & Edejer, 2003).

En un esfuerzo por mejorar estas desventajas, se promueve el uso de información precisa, para lo cual se han publicado listas de estándares para las evaluaciones económicas en salud. En 2013, la guía CHEERS “Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards” orienta la realización de este tipo de

estudios de evaluación económica (Augustovski et al., 2013). Y en una actualización de 2016 se revisaron estas recomendaciones (Sanders et al., 2016). En el presente estudio seguimos las recomendaciones de esta guía.

Dentro de la metodología del análisis de costo efectividad, se deben reconocer los elementos clave que lo caracterizan y, que son los que permitirán elegir las características del estudio a saber: las alternativas a comparar; la medición de costos; la perspectiva del estudio; el horizonte temporal; la medición de resultados costo-efectividad; el modelo; la incertidumbre y análisis de sensibilidad.

-Alternativas a comparar: Se establecen de manera clara cada una de las alternativas a comparar con sus costos y efectividad de estas.

-Medición de costos:

Se identifican 3 tipos de costos principales: Directos que son los costos que se atribuyen directamente a la tecnología médica evaluada. Indirectos que se refieren a la pérdida de productividad resultante de la morbilidad y mortalidad relacionada con el padecimiento analizado. Y los costos intangibles que son los equivalentes monetarios al dolor, ansiedad y sufrimiento causados por una enfermedad, su diagnóstico o tratamiento (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017).

Al realizar un ACE es importante definir que los costos que se consideran están estrechamente relacionados con la perspectiva adoptada para el análisis. Debido a que hemos definido la perspectiva del proveedor de servicios para el presente estudio, incluiremos los costos directos.

- Costos directos: se utilizan cuando no existen bases de costos, tarifas, precios del mercado y estudios publicados para estimar el valor monetario de un servicio en particular. Hay 3 acercamientos principales:
 - Acercamiento “top-down” en donde primero se calculan los costos totales del servicio a nivel organizacional, proveedor o nivel departamental; después se desagrega ese costo en los departamentos o unidades de servicio o por producto dependiendo de la riqueza o disponibilidad de datos y de la homogeneidad de los servicios evaluados. Se pueden clasificar

los servicios y manejar los costos en “centros de costos”; posteriormente se divide el total de costos de los centros entre el número de unidades. Este tipo de acercamiento es útil para servicios homogéneos, ya que asume una distribución equivalente de los recursos entre los pacientes (Mogyorosy & Smith, 2005).

- Acercamiento “Bottom-up” o micro-costeo o costeo basado en actividades: Se registran los recursos utilizados por el paciente a nivel de un servicio individual o de varios, se identifican los tipos de recursos y la medida de utilización de éstos para calcular los costos. Este acercamiento es útil cuando los costos no están disponibles. Es la técnica más utilizada y se aplica en el registro primario de datos, ensayos clínicos y estudios observacionales. También se utiliza para calcular costos estandarizados por servicio.
 - Ventajas: Es más detallado y exacto que el acercamiento top-down. El sistema de facturación puede ser utilizado como una fuente de datos de recursos utilizados. Es más fácil de aplicar cuando existen tabuladores de costos de servicios. Y puede ser más accesible cuando se trata de servicios de salud no homogéneos (Mogyorosy & Smith, 2005). Debido a estas ventajas utilizaremos esta metodología.
 - Desventajas: Puede ser muy larga su realización, especialmente en servicios de salud complejos, puede no ser exacto el cálculo si las fuentes administrativas de pago no son completas o si las fuentes de información de costos unitarios no están disponibles. Los estudios comparativos necesitan registros similares de costos. Las fuentes de recursos consumidos pueden no existir, entre otros (Mogyorosy & Smith, 2005).

En este estudio utilizamos el micro-costeo por las ventajas arriba señaladas.

Acercamiento "Case-mix": Es una combinación de las dos previas.

-Perspectiva del estudio: Se debe definir la perspectiva del estudio, esto significa quien está implicado en el pago de servicios puede ser el paciente, el proveedor de servicios de salud (Secretaría de Salud, Instituciones de salud), o social. La perspectiva del estudio junto con el tipo de evaluación económica determinará los costos de quienes serán incluidos en el análisis de costo efectividad (Mogyorosy & Smith, 2005).

Desde la perspectiva del proveedor de servicios de salud "se considera dentro de las alternativas de insumos que pueden ser utilizados por las instituciones públicas de salud, que en el sistema mexicano se refiere a las instituciones responsables del financiamiento de los servicios de salud (SS, IMSS; ISSSTE; etc.) (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017). En este estudio utilizamos esta perspectiva.

-Horizonte temporal: Refleja el periodo sobre el cual las principales diferencias en los efectos de salud y el uso de los recursos entre las intervenciones comparadas se espera que sucedan (The National Institute for Health and Care, 2018). Los economistas distinguen entre periodos cortos y largos en los que los costos se pueden comportar de maneras diferentes.

Un periodo corto es el periodo de observación en el que se instala el primer desenlace en salud, cuando el periodo máximo de internamiento de los pacientes hospitalizados es menor a un año, el periodo corto es el recomendable. Se deben anualizar los costos de periodos anteriores al valor monetario del momento del estudio, para lo cual se recomienda utilizar el índice inflacionario anual establecido para cada país. Este es el periodo de tiempo que utilizamos para el presente estudio.

Por otro lado, en el periodo largo todos los costos varían y el valor del dinero, por lo que periodos mayores a un año obligan a realizar ajustes externos para traer estos costos al valor presente del estudio. (Mogyorosy & Smith, 2005). En estos casos, se aplica la tasa de descuento, es decir, los costos y beneficios al momento

actual generalmente se evalúan más altos que los costos y beneficios en el futuro (The National Institute for Health and Care, 2018).

-Medición de resultados de costo efectividad:

- Se presentan como una razón entre costos y efectividad promedio (RCEP). La RCEP permite ordenar las alternativas analizadas de acuerdo con su magnitud para ser comparadas entre ellas y en su caso contra un umbral de costo efectividad previamente acordado (Ceballos et al., 2010).
 - La RCEP se define con la ecuación:
 - $RCEP = C_1 / E_1$
... en donde:
 - RCEP: Razón Costo-Efectividad Promedio
 - C_1 : Costo de la intervención
 - E_1 : Medida de efectividad de la intervención
 - Los costos de la intervención son todos los gastos en que se debe incurrir al elegir tal alternativa (Aponte-González et al., 2011).

En nuestro trabajo la fórmula se operacionalizó de la siguiente manera: Ver tabla 6.

Tabla 6. Operacionalización de las ecuaciones para cálculo de RCEP

Ecuaciones para cálculo de RCEP, en ACE ARISCAT con y sin espirometría	
RCEP de CPO sin espirometría	$= \frac{\text{Costo según nivel de ARISCAT sin espirometría}}{\text{Disminución de CPO sin espirometría}} \text{ VS}$
RCEP de CPO con espirometría	$= \frac{\text{Costo según nivel de ARISCAT con espirometría}}{\text{Disminución de CPO con espirometría}}$
RCEP de DEH sin espirometría	$= \frac{\text{Costo según nivel de ARISCAT sin espirometría}}{\text{Disminución de DEH sin espirometría}} \text{ VS}$
RCEP de DEH con espirometría	$= \frac{\text{Costo según nivel de ARISCAT con espirometría}}{\text{Disminución de DEH con espirometría}}$
RCEP de Sobrevida sin <i>espirometría</i>	$= \frac{\text{Costo según nivel de ARISCAT sin espirometría}}{\text{Aumento de sobrevida sin espirometría}} \text{ VS}$
RCEP de Sobrevida con <i>espirometría</i>	$= \frac{\text{Costo según nivel de ARISCAT con espirometría}}{\text{Aumento de sobrevida con espirometría}}$

- En estudios comparativos, se calcula la razón costo efectividad incremental (RCEI) que facilita la identificación de los beneficios de usar una alternativa versus otra (Ceballos et al., 2010). El formato estándar de medición del ACE se describe en la ecuación:

- **RCEI = (C₁-C₂) / (E₁-E₂)**

... en donde:

- RCEI: Razón Costo-Efectividad Incremental
- C₁: Costo de la alternativa evaluada (sin espirometría)
- C₂: Costo de la alternativa comparada (intervención con espirometría)
- E₁: Efectividad de la alternativa evaluado
- E₂: Efectividad de la alternativa comparada (intervención con espirometría)

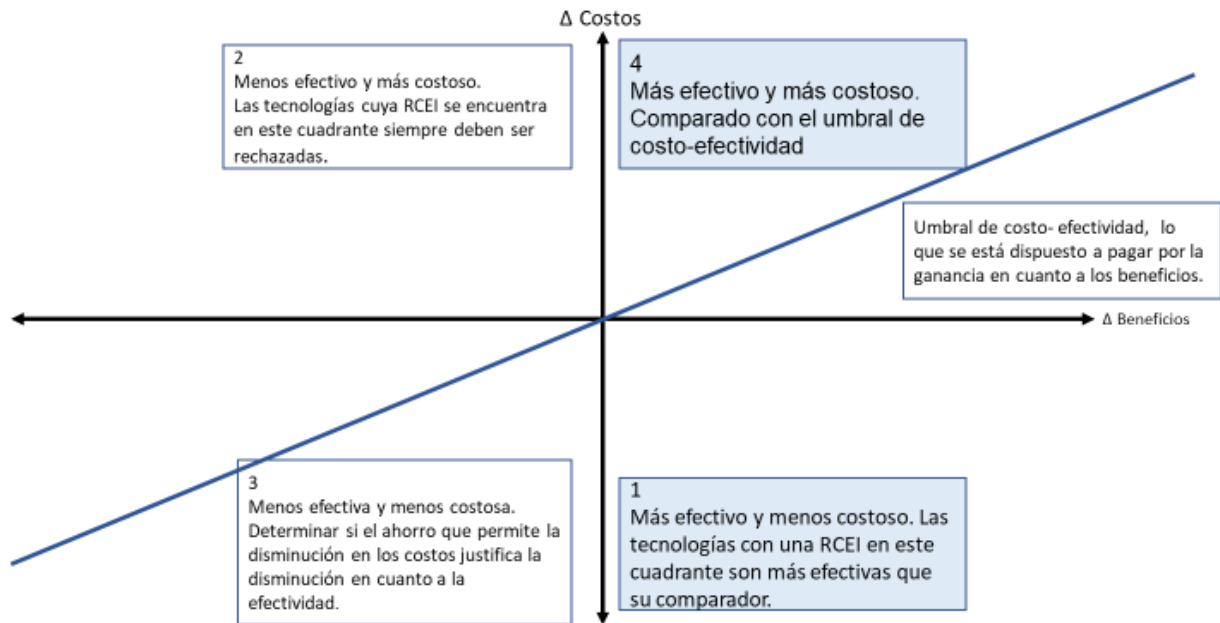
Para nuestro trabajo, se operacionalizaron las fórmulas. Ver tabla 7.

Tabla 7. Operacionalización de las ecuaciones para cálculo de RCEI

Ecuaciones para cálculo de RCEP, en ACE ARISCAT con y sin espirometría
<p style="text-align: center;">RCEI de CPO con espirometría =</p> $\frac{\text{Costo según nivel de ARISCAT sin espirometría} - \text{Costo según nivel de ARISCAT con espirometría}}{\text{Disminución de CPO sin espirometría} - \text{Disminución de CPO con espirometría}}$
<p style="text-align: center;">RCEI para DEH con espirometría =</p> $\frac{\text{Costo según nivel de ARISCAT sin espirometría} - \text{Costo según nivel de ARISCAT con espirometría}}{\text{Disminución de DEH sin espirometría} - \text{Disminución de DEH con espirometría}}$
<p style="text-align: center;">RCEI para Sobrevida con espirometría =</p> $\frac{\text{Costo según nivel de ARISCAT sin espirometría} - \text{Costo según nivel de ARISCAT con espirometría}}{\text{Aumento de sobrevida sin espirometría} - \text{Aumento de sobrevida con espirometría}}$

Para la interpretación de los posibles resultados de RCEI se ha propuesto el cuadrante o plano costo-efectividad (Black, 1990). Véase figura 7.

Figura 7. Representación del plano costo-efectividad.



Tomado de Black, (Black, 1990)

También la RCEI permite estructurar la curva de incorporación tecnológica en términos de costo efectividad, es decir, proporciona un orden de incorporación de las alternativas analizadas considerando las RCEI de menor a mayor (Ceballos et al., 2010).

-Modelo: Entre los marcos de modelaje utilizados está el modelo de Markov y el árbol de decisiones, el primero permite modelar los estadios de la enfermedad con el paso del tiempo y generalmente puede proyectarse en largos periodos del estudio de la enfermedad, incluso puede modelar la enfermedad desde el momento del diagnóstico y seguirla hasta la muerte. Se recomienda para análisis de largo plazo.

Y el segundo modelo, árbol de decisiones, es para enfermedades de corto plazo, en donde la transición de los estadios de salud se da en un periodo muy corto de tiempo y su uso es amplio en el ámbito de la toma de decisiones bajo incertidumbre (Gestiondeoperaciones.net, 2020). Para este tipo de estudios los árboles de decisión son los de elección, como en nuestro estudio (The National Institute for Health and Care, 2018).

La técnica del árbol de decisiones se aplicó inicialmente en la gerencia financiera para contribuir a disminuir los costos y optimizar los recursos disponibles hacia las prioridades en la atención en salud; ya que aporta información para fundamentar la toma de decisiones y lograr el objetivo o estrategia adecuada en beneficio de la salud (Calancha et al., 2010).

Este autor se refiere al árbol de decisiones “como una técnica enmarcada dentro del desarrollo de métodos y sistemas de razonamiento utilizados en investigaciones de inteligencia artificial y programación de aplicaciones”, que debido a su estructura son prácticos de desarrollar y su uso cotidiano puede aplicarse en múltiples ámbitos (Calancha et al., 2010). Para su construcción se consideran las distintas alternativas o cursos de acción y los posibles eventos asociados a cada uno de ellos.

Se han desarrollado softwares que permiten el diseño de estos modelos para un cálculo automático y de ajuste de los cambios estructurales al modelo en particular en el ámbito de la salud como es el programa de software TreeAge Pro; su ventaja es que es una plataforma de modelaje con flexibilidad en su estructura (Software, 2020).

-Incertidumbre y Análisis de sensibilidad: Los estudios de evaluación económica se desarrollan con incertidumbre y/o imprecisiones, puede ser en relación con los verdaderos valores en los parámetros, de los costos y efectividad o por la necesidad de extrapolar información, o para generalizar resultados en otros escenarios.

Para disminuir la incertidumbre, se recomienda realizar un análisis de sensibilidad sobre los mismos, de tal manera que se evalúa la robustez del resultado ante las posibles variaciones. Para ello, se someten los resultados iniciales con variación de los parámetros que pueden afectar los resultados ya sea de las estimaciones de costos o bien de los resultados de efectividad y finalmente en las RCEP y RCEI (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017) (The National Institute for Health and Care, 2018).

- Las distribuciones de las probabilidades se asignan para ciertos parámetros que se incorporan en la evaluación de los modelos, basado en la decisión de la técnica analítica, como los siguientes:

- Análisis de sensibilidad multivariado en el que dos parámetros se modifican a la vez y se observa el efecto en el resultado evaluado (van Boven et al., 2019).
- Análisis probabilístico de sensibilidad: El análisis de sensibilidad de simulación de Monte Carlo realiza múltiples variaciones en los parámetros a la vez (van Boven et al., 2019).
- Análisis de sensibilidad univariado o análisis determinístico, se modifica un parámetro a la vez, el impacto de la incertidumbre gira en torno a parámetros individuales y se puede aislar la consecuencia resultante en el estudio (The National Institute for Health and Care, 2018) (van Boven et al., 2019).
- Umbral del análisis de sensibilidad: Es el valor crítico contra el cual se comparan los resultados obtenidos, establecido por el umbral presupuestal, como puede ser el Producto Interno Bruto (PIB).

Los dos últimos son los que aplicamos en nuestro análisis de costo-efectividad.

“Varias experiencias de los países han demostrado que se puede usar la información sobre costo-efectividad con otro tipo de información para facilitar diversas decisiones políticas. Por ejemplo, se ha empleado para decidir qué medicamentos se deben reembolsar con fondos públicos en Australia” (Taylor & Jan, 2017) y en varios países europeos (Drummond & Rutten, 1997) (Pinyol & Sacristán, 2019) (Elsinga & Rutten, 1997) (LePen, 1997) (Hutubessy, Chisholm, & Edejer, 2003).

En el presente trabajo, utilizamos el ACE por las ventajas ya comentadas, y que en concreto son: en la evaluación de la espirometría preoperatoria junto con una herramienta clínica de práctica habitual como lo es la escala de riesgo ARISCAT como una intervención combinada, debido a que permitirá obtener información más

completa para la toma de decisiones en los niveles micro, meso y macro y mejorar la atención quirúrgica de los pacientes.

-Umbral de disponibilidad a pagar: Existen múltiples metodologías. Desde 2001 la Comisión de Macroeconomía en Salud y la OMS a través de la iniciativa WHO-CHOICE estudiaron los umbrales de costo-efectividad más adecuados (Tan-Torres Edejer et al., 2003) (Sachs, 2003). Ellos estudiaron:

- el índice de precios al consumidor,
- el producto interno bruto,
- la tasa de inflación salarial y
- el índice de inflación de grupos específicos de productos (Marseille et al., 2015).

Estos grupos de trabajo encontraron que se debería recomendar un solo indicador de tasas de inflación en las guías de costeo. La medida inflacionaria más apropiada para ajustar los costos en los ACE es el que más refleje el nivel de precios generales de los recursos usados para producir intervenciones en salud (Tan-Torres Edejer et al., 2003) (Hutubessy, Chisholm, Tan-Torres Edejer, et al., 2003). Este debe ser el PIB per cápita y en países en donde este no esté disponible el índice de precios al consumidor debería ser la segunda mejor alternativa.

Posterior a estas guías en Chile se probaron 49 servicios en salud, el mejor indicador que ajustó para definir los umbrales de costo efectividad fue el PIB. Este estudio fue para todo el paquete de servicios en salud del gobierno, comprobando que el PIB era el indicador que mejor se ajustaba para medir los resultados de costo efectividad (Gobierno de Chile Ministerio de Salud, 2010).

En la actualidad estos grupos de trabajo buscan la comparabilidad de los estudios de evaluación económica, y recomiendan el uso del PIB como umbral de costo efectividad (Hutubessy, Chisholm, & Edejer, 2003) (Sachs, 2002) (I. de E. T. en Salud et al., 2014) (Atehortúa et al., 2013) (Mould et al., 2009) (Rely et al., 2012) (Contreras-Hernández et al., 2008).

En México, no existe un consenso nacional, sin embargo, las guías de CENETEC, modelo que implementamos en nuestro estudio recomiendan utilizar en

los ACE y ACU al PIB per cápita como umbral de costo efectividad (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017). Su recomendación es la siguiente:

De $0 < RCEI \leq 1$ PIB per cápita entonces se considera Muy costo-efectiva.

$1 < RCEI \leq 3$ PIB per cápita entonces se considera Costo-efectiva.

$RCEI > 3$ PIB per cápita entonces se considera No costo-efectiva.

Considerando que el Hospital General de México es un hospital de concentración a nivel nacional y sumado a la recomendación del modelo que se ha elegido, este es el umbral de disponibilidad a pagar que implementaremos en esta investigación.

4. CONTEXTO EN EL HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO

El Hospital General de México (HGM) inició labores el 5 de febrero de 1905, iniciando una etapa extraordinaria en el desarrollo de la medicina mexicana. Desde su inicio, ha experimentado regeneraciones, tanto en el crecimiento de construcciones, como en la infraestructura, en equipo tecnológico, calidad científica, administrativa, médica y de atención (Guerrero, 2019).

Desde sus inicios, el Hospital General de México significó para la población de nuestro país, y particularmente para los estratos de más bajos ingresos, un espacio de alivio para algunas de sus enfermedades (Guerrero, 2019).

En 2009, con el Dr. Francisco P. Navarro Reynoso, como Director, se presentó el proyecto maestro médico arquitectónico del hospital, en el que se inició la verticalización de la infraestructura hospitalaria, dando lugar a 8 nuevas torres de atención médica y que no solo dan la nueva imagen de la Institución, sino que propició una nueva organización de atención médica, permitiendo la renovación de varios departamentos, entre ellos el Departamento de Fisiología Pulmonar (Guerrero, 2019).

Los cambios del HGM se dieron en respuesta a la necesidad de atención de la población con menor ingreso. En relación con la demanda de atención, la saturación de los servicios en 2016 y 2017, fue de más de 800,000 consultas externas y 700,000 consultas de urgencias. El índice de concentración en la

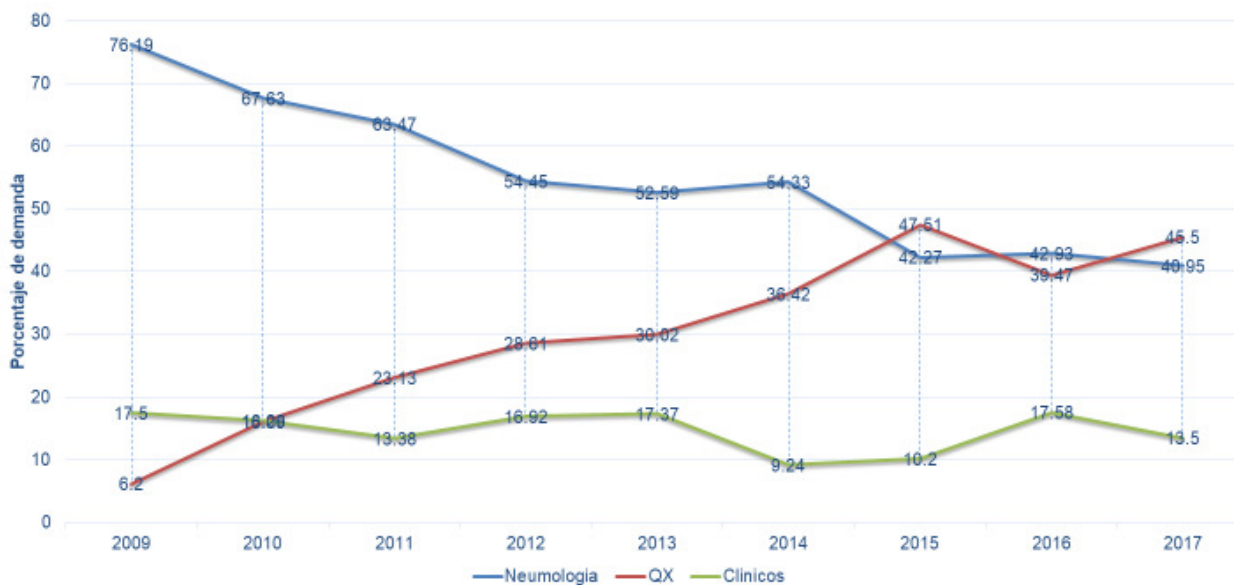
atención de la consulta externa por especialidad, sólo en el turno matutino, muestra que en el 90% de los servicios, se atiende a más de un paciente por unidad de tiempo establecidos, algunas especialidades entre 5 y 10 pacientes (Guerrero, 2019).

En la atención quirúrgica, entre cirugías mayor, menor y procedimientos, en 2016 se realizaron 137,076 y en 2017, 173,599 procedimientos (Vargas, 2019).

Actualmente, el promedio de días de estancia de hospitalización por servicio es el único indicador que se utiliza en el HGM para valorar la calidad de atención en los pacientes quirúrgicos (F. Torres et al., 2016) (Vargas, 2019).

En la Figura 8 se describe el incremento en la demanda de estudios espirométricos para evaluación preoperatoria, sobre utilizando esta tecnología, lo que disminuye la capacidad de atención en otros grupos de enfermedad.

Figura 8. Demanda total de estudios por grupos de especialidad en el DFP, HGM, 2009-2017



Fuente: Elaboración propia, DFP.

En el HGM se realizan aproximadamente 170,000 procedimientos quirúrgicos y no quirúrgicos al año y se estima que 40,000 son cirugías mayores. Sin embargo,

el laboratorio de fisiología pulmonar sólo tiene la capacidad de atender a 6,000 pacientes por año. Esta evidente escasez de recursos genera largas listas de espera, la sobresaturación del servicio, la duplicación innecesaria de estudios preoperatorios, la sobreutilización de algunas tecnologías y la cancelación de cirugías por una preparación preoperatoria inadecuada.

Las poblaciones con un alto riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias incluyen a las personas con un diagnóstico previo de enfermedad pulmonar como asma y EPOC, con exacerbaciones previas, y los fumadores con un índice tabáquico >10 paquetes/año. (Numata et al., 2018) Desde hace varias décadas se ha enfatizado la necesidad de identificar oportunamente a los pacientes de alto riesgo en la evaluación preoperatoria. Sin embargo, en el HGM no se cuenta con un sistema que permita que la espirometría preoperatoria se utilice de la manera más costo-efectiva.

5. JUSTIFICACIÓN

El análisis de costo-efectividad tiene como beneficiarios directos a los pacientes quirúrgicos, sin embargo, se beneficia también a la familia en virtud de reducir los gastos catastróficos que implican las complicaciones, al convertir el uso racional de la tecnología como en un proceso que promueve la disminución de estas últimas, disminuir los riesgos, la disminución de costos, considerando la seguridad del paciente quirúrgico adulto. Y para la institución representa un beneficio directo al optimizar sus recursos en calidad de atención quirúrgica y en la carga al presupuesto.

Hay varios beneficios que se obtendrán al realizar este estudio:

En el nivel micro aportar información al médico en áreas quirúrgicas para identificar a los pacientes con ciertas características (el nivel de riesgo quirúrgico) y solicitar con mayor precisión el estudio espirométrico preoperatorio, conlleva un trato digno y respeto a los derechos y principios de beneficencia y no maleficencia.

En el nivel meso aportar información en la gestión de los recursos en los distintos servicios del HGM, en particular en el DFP, al utilizar con indicaciones precisas y adecuadas la espirometría preoperatoria para no sobre utilizarla con

casos en los que no se encuentra indicada y utilizar los recursos del DFP del HGM de la mejor manera.

En el nivel macro brindar información a los tomadores de decisiones para un mejor uso costo efectivo de la espirometría preoperatoria que derive en una Política de Salud que impacte en la Guía de Práctica Clínica Preoperatoria, en cuanto a la evaluación y selección e identificación de pacientes de alto riesgo de acuerdo con los resultados que se obtengan en este estudio, combinado con la escala de riesgo ARISCAT: Lo que permitirá una mejor justicia distributiva y gestión de los recursos mediante la identificación de la población de riesgo, disminuir las complicaciones postoperatorias, la mortalidad, los días de estancia hospitalaria prolongada y la minimización de costos de atención, lo que conlleva una mejor equidad y efectividad.

En los últimos años de trabajo en el DFP, hemos presenciado que la espirometría preoperatoria se indica a pacientes que no la requieren y vemos como los pacientes que si la requieren no son enviados o la saturación del departamento dificulta su atención.

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Hospital General de México está considerado como un Hospital de Referencia del tercer nivel de atención, sin embargo, la atención quirúrgica se extiende desde cirugías sencillas que pueden realizarse en el segundo nivel de atención médica hasta la cirugía de alta complejidad.

En el HGM no se cuenta con un protocolo único de evaluación preoperatoria, ni se identifican sistemáticamente a los pacientes que requieren de espirometría preoperatoria lo que dificulta la identificación de los factores de riesgo. El único indicador de desempeño que se obtiene de dichos pacientes es el promedio de días de estancia hospitalaria por servicio.

El aumento constante en la demanda del servicio de espirometría preoperatoria podría ocasionar el colapso de los recursos y la productividad del DFP. Es imperativo asegurar una gestión adecuada de los recursos que están

destinados para la evaluación preoperatoria de los pacientes y sean utilizados de la manera más costo efectiva en el HGM.

Para lograr esa gestión, es una necesidad ingente la evaluación de tecnologías, debido a que se requiere información sobre aspectos clínicos de la tecnología en diferentes áreas, entre ellas, la evaluación preoperatoria y su papel para identificar el riesgo de complicaciones postoperatorias, así como de la mortalidad; y su impacto para reducir los días de hospitalización y los costos médicos directos de atención al paciente quirúrgico.

El uso de la espirometría para la evaluación preoperatoria de pacientes con diagnóstico previo de enfermedad pulmonar permite ajustar el tratamiento, limitar el daño, y mejorar la calidad de vida de estos pacientes. Sin embargo, no se cuenta con información que nos permita saber si el uso de la espirometría para la evaluación preoperatoria junto con la escala de riesgo ARISCAT en la población general es costo-efectiva, para disminuir complicaciones postoperatorias en el HGM; además de que la capacidad de atención del DFP está muy limitada.

Como propósito de este proyecto se valorarán los desenlaces quirúrgicos finales en cuanto a la disminución de complicaciones postoperatorias, la disminución en los días de hospitalización y la mortalidad y se determinará la manera más costo-efectiva de utilizar la espirometría en la evaluación preoperatoria con la escala de riesgo ARISCAT en el HGM.

7. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿En qué niveles de riesgo de ARISCAT resulta más costo-efectiva la espirometría preoperatoria para la reducción de complicaciones postoperatorias, la disminución de estancia hospitalaria y la mortalidad en pacientes adultos sometidos a cirugía electiva en el Hospital General de México en el lapso de 2013 a 2017?

8. HIPÓTESIS DE TRABAJO

En pacientes adultos con ARISCAT de moderado y alto riesgo, la espirometría preoperatoria, resulta más costo-efectiva para la reducción de complicaciones postoperatorias, disminución de estancia hospitalaria y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía electiva.

9. OBJETIVOS

9.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar en qué niveles de riesgo de ARISCAT es más costo-efectiva la espirometría preoperatoria para la reducción de complicaciones postoperatorias, disminución de estancia hospitalaria y mortalidad en pacientes adultos sometidos a cirugía electiva.

9.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparar las complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y mortalidad en los pacientes adultos sometidos o no a espirometría preoperatoria, según el nivel de riesgo ARISCAT.
2. Evaluar el impacto y costo efectividad que tiene la escala de riesgo ARISCAT con espirometría para evitar complicaciones.
3. Evaluar el impacto y costo efectividad que tiene la escala de riesgo ARISCAT con espirometría para disminuir días de estancia hospitalaria.
4. Evaluar el impacto y costo efectividad que tiene la escala de riesgo ARISCAT con espirometría para evitar mortalidad.

Tabla 8. Tabla de congruencia

PREGUNTA	HIPÓTESIS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
<p>¿En qué niveles de riesgo de ARISCAT resulta más costo-efectiva la espirometría preoperatoria para la reducción de complicaciones postoperatorias, la disminución de estancia hospitalaria y la mortalidad en pacientes adultos sometidos a cirugía electiva en el Hospital General de México en el lapso de 2013 a 2017?</p>	<p>En pacientes adultos con ARISCAT de moderado y alto riesgo, la espirometría preoperatoria, resulta más costo-efectiva para la reducción de complicaciones postoperatorias, disminución de estancia hospitalaria y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía electiva.</p>	<p>Evaluar en qué niveles de riesgo de ARISCAT es más costo-efectiva la espirometría preoperatoria para la reducción de complicaciones postoperatorias, disminución de estancia hospitalaria y mortalidad en pacientes adultos sometidos a cirugía electiva.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comparar las complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y mortalidad en los pacientes adultos sometidos o no a espirometría preoperatoria, según el nivel de riesgo ARISCAT. 2. Evaluar el impacto y costo efectividad que tiene la escala de riesgo ARISCAT con espirometría para evitar complicaciones. 3. Evaluar el impacto y costo efectividad que tiene la escala de riesgo ARISCAT con espirometría para disminuir días de estancia hospitalaria. 4. Evaluar el impacto y costo efectividad que tiene la escala de riesgo ARISCAT con espirometría para evitar mortalidad.

CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS

2A. MÉTODO DEL ANÁLISIS COSTO-EFECTIVIDAD

POBLACIÓN, ALTERNATIVAS A COMPARAR Y DISEÑO DE ESTUDIO

Se revisaron 9,139 expedientes de pacientes del Departamento de Fisiología Pulmonar del Hospital General de México (HGM) del periodo de enero de 2013 a diciembre de 2017. Los criterios de inclusión fueron adultos de 20 años o más, cirugía electiva, cualquier sexo, clasificación de riesgo de ARISCAT y si habían sido sometidos o no a espirometría preoperatoria. Los criterios de exclusión fueron que no tuvieran evaluación preoperatoria, no tuvieran la calidad suficiente de la espirometría y que la cirugía se haya suspendido, lo que resultó finalmente en 2,059 pacientes que fueron clasificados para su comparación en dos grupos, pacientes con ARISCAT y espirometría preoperatoria (Grupo 1, n=1,306) y pacientes con ARSISCAT sin espirometría preoperatoria (Grupo 2, n=753) para su comparación a través del ACE.

La escala de riesgo ARISCAT está validada para asignar un riesgo de complicaciones postoperatorias pulmonares. Por otro lado, la espirometría es la tecnología considerada en la actualidad como el estándar de oro para definir obstrucción de la vía aérea. La espirometría es uno de los criterios de evaluación preoperatoria en la práctica clínica habitual. Sin embargo; es una tecnología que en México aún es poco disponible y en muchos lugares está limitada a los servicios de salud ubicados en el tercer nivel de atención. Hasta el momento no se ha explorado si la combinación de estas dos tecnologías es costo-efectiva, por lo tanto realizaremos un diseño de análisis de costo-efectividad (Schraufnagel et al., 2014) (Mogyorosy & Smith, 2005) (Hernandez Sampieri et al., 2010) (Drummond et al., 2015) (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017).

PERSPECTIVA DEL ESTUDIO Y CÁLCULO DE COSTOS

El Análisis de costo-efectividad se desarrolló siguiendo la guía de Estándares de Consolidación de Evaluación Económica en Salud (CHEERS) (Augustovski et al., 2013). La perspectiva del estudio es desde el proveedor de servicios de salud, por lo que se consideraron los costos médicos directos correspondientes a las fases de la evaluación preoperatoria, procedimiento quirúrgico y cuidados de atención hospitalaria hasta el momento de su egreso.

Se estimaron los costos médicos directos empleando la técnica de microcosteo. Se dividió la información por centros de costos: costos hospitalarios, consulta de especialidad, cirugía, estudio histológico y hemoderivados, medicamentos, reactivos de laboratorio, estudios de gabinete, del personal quirúrgico, del personal de hospitalización y costos del personal de cuidados intensivos.

-Costos hospitalarios (Costo unitario día-cama proveniente del tabulador de costos de HGM 2018, costo unitario día-cama-unidad de cuidados intensivos proveniente del tabulador de costos de HGM 2018).

-Costos Interconsultas (Se contempló el costo unitario de consultas de especialidad de nutrición, especialidades médicas y consulta preanestésica) proveniente del tabulador de costos de HGM 2018. Adicionalmente, solo para el grupo 1 ARISCAT con espirometría, se sumó el costo de la espirometría preoperatoria que fue de \$427.00. (US\$22.27).

-Costos cirugía(s), se tomó el costo del tabulador de costos unitarios de HGM 2018 y se asignó a la cirugía realizada.

-Costos complementarios, se consideró 1 estudio histopatológico de acuerdo con el tabulador de costos de HGM 2018. También se consideró el consumo de hemoderivados consignados en el expediente.

-Costos medicamentos y laboratorio, se consideró el consumo de número de dosis de medicamentos, número de reactivos de estudios de laboratorio solicitados durante el internamiento del paciente.

-Costos de gabinete, se consideró el costo unitario para cada estudio de imagen solicitado para cada caso durante el periodo de internamiento. Se tomaron los costos unitarios provenientes del tabulador de costos de HGM 2018.

-Costos del personal quirúrgico, el costo se tomó del tabulador de sueldos de la rama médica, paramédica y grupos afines de 2018, de la Dirección General de Recursos Humanos, de la Secretaría de Gobernación (DGRH, 2018). Para este equipo se consideró dos médicos cirujanos de base, 1 anestesiólogo, 1 enfermera instrumentista, 1 residente de 4º año, 1 residente de 1er año, 1 camillero.

1. El salario mensual del médico cirujano fue dividido para una productividad promedio de 6 cirugías por semana, este costo se dividió por hora de cirugía y por último se multiplicó por el número de horas que duró la cirugía en cada caso. Este mismo costo se consideró para los dos cirujanos de base.

2. En el caso del salario mensual de anestesiólogo, se dividió por día de trabajo y por 8 hrs de jornada laboral. Este costo se multiplicó por el número de horas que duró la cirugía en cada caso +1. Esto en consideración a que el tiempo anestésico total es mayor que el tiempo quirúrgico.

3. El salario de los residentes de 4º y 1er año fue dividido entre el número promedio de horas laborables en 1 mes, considerando jornadas laborales de 8 hrs y guardias de 24 hrs 3 veces por semana, por lo tanto; se consideraron 448 hrs de trabajo mensual. Este costo fue multiplicado por el número de hrs que duró la cirugía.

4. El salario de la enfermera instrumentista, se dividió por día de trabajo y por 8 horas de jornada laboral. Este costo se multiplicó por el número de horas que duró la cirugía en cada caso.

5. Por último el salario del camillero, se dividió por día de trabajo y por 8 horas de jornada laboral. Este costo se multiplicó por el número de horas que duró la cirugía en cada caso.

-Costos del personal de salud en hospitalización, para este equipo de trabajo se consideró 1 médico de base, 1 enfermera, 1 administrativo y 1 trabajadora social.

1. En los casos del médico de base y enfermera, se consideró el salario mensual, se dividió entre 20 días laborables, cada día se dividió entre 10 camas y el costo

final se dividió entre 3 turnos diarios. Se multiplicó por el número de días que cada paciente permaneció en hospitalización.

2. El personal administrativo y trabajo social, se consideró su salario mensual por día, por hora de trabajo y se calculó que a cada paciente le dedique una hora por semana de trabajo e indicaciones.

-Costos del personal de salud en hospitalización en unidades de cuidados intensivos. Para este equipo de trabajo se consideró 1 médico intensivista, 1 enfermera intensivista, 1 residente de 4º año y uno de 2º año.

1. En el caso del médico de base, se consideró el salario mensual, se dividió entre 20 días laborables, cada día se dividió entre 5 camas y el costo final se multiplicó por 3 turnos diarios. Se multiplicó por el número de días que cada paciente permaneció en hospitalización en unidad de cuidados intensivos.

2. En el caso de la enfermera, se consideró el salario mensual, se dividió entre 20 días laborables, cada día se dividió entre 3 camas y el costo final se multiplicó por 3 turnos diarios. Se multiplicó por el número de días que cada paciente permaneció en hospitalización en unidad de cuidados intensivos.

3. El salario de los residentes de 4º y 1º año fue dividido entre el número promedio de horas laborables en 1 mes, considerando jornadas laborales de 8 hrs y guardias de 24 hrs 3 veces por semana, por lo tanto; se consideraron 448 hrs de trabajo mensual. Se multiplicó por el número de días que cada paciente permaneció en hospitalización en unidad de cuidados intensivos.

Las fuentes de información de los costos unitarios de servicios fueron tomadas del tabulador de costos del HGM del 2018, costos de medicamentos y salarios del personal de salud publicados en el DOF en el tabulador de sueldos de la rama médica, paramédica y grupos afines de la Secretaría de Salud.

Los tabuladores del HGM representan una riqueza en la obtención de los datos, dado que los costos se calcularon considerando los recursos humanos, ya que en el HGM los salarios de los trabajadores son parte del costo fijo con el fin de no subestimarlos.

Los costos fueron monetizados en pesos mexicanos, y se anualizaron de acuerdo con el Índice Nacional de Precios al Consumidor; Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en donde la tasa anual de inflación de enero de 2018 a diciembre de 2019 del INEGI fue de 4.37% (INEGI, 2020) y fueron convertidos en dólares norteamericanos, al tipo de cambio de diciembre de 2019.

HORIZONTE TEMPORAL

Se contempló un horizonte temporal de 8 meses, ya que solo se analizó el tiempo de internamiento por la cirugía consignada, desde el momento posterior inmediato a su cirugía hasta el alta hospitalaria; al ser un tiempo de análisis menor de un año, no se requirió tasa de descuento.

SELECCIÓN DE LOS DESENLACES EN SALUD Y MODELAJE

Los desenlaces en salud que se utilizaron para medir los resultados fueron la presencia de complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y sobrevida.

El Análisis de costo-efectividad se desarrolló siguiendo la guía de Estándares de Consolidación de Evaluación Económica en Salud (CHEERS) (Augustovski et al., 2013).

El caso base del análisis se fundamentó en un modelo determinista representado por un árbol de decisiones el cual comparó 2 diferentes grupos:

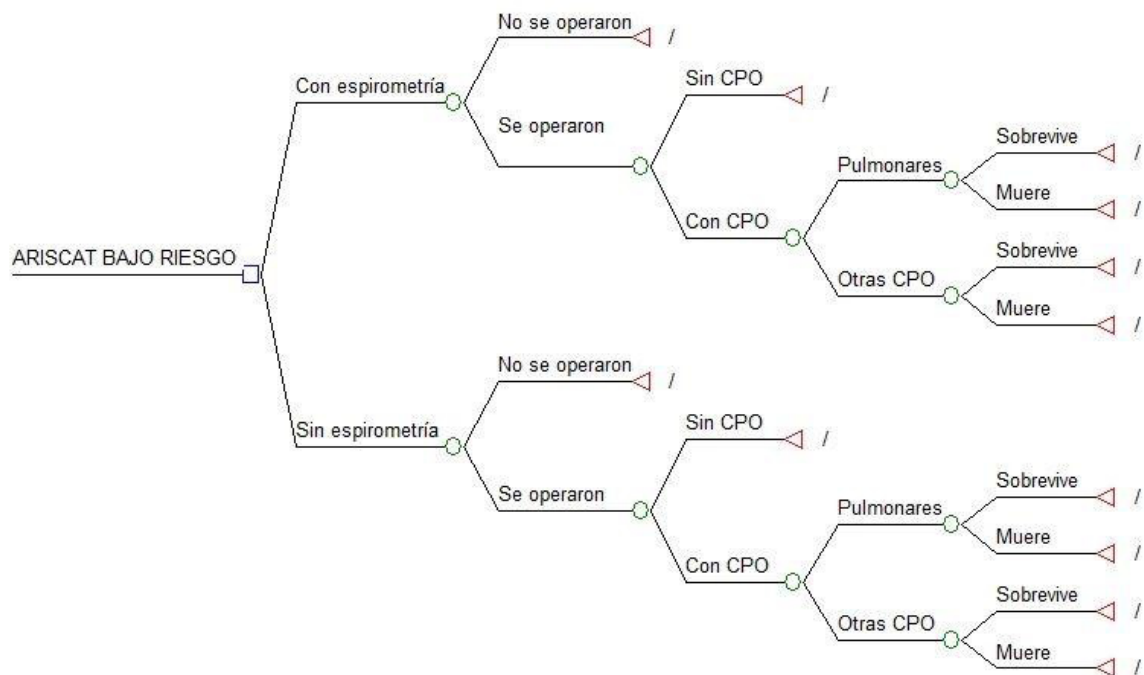
- El grupo 1 fue evaluado de acuerdo con la escala de riesgo ARISCAT, en bajo, moderado y alto riesgo con espirometría preoperatoria.
- El grupo 2 fue evaluado de acuerdo con la escala de riesgo ARISCAT, en bajo, moderado y alto riesgo, sin espirometría preoperatoria.

El modelo parte de que una cohorte hipotética de pacientes con ARISCAT de bajo, moderado o alto riesgo tienen que operarse y se les realizó o no la espirometría preoperatoria (intervención), a partir de ese momento, la cirugía de los pacientes se puede cancelar por cuestiones ajenas a la espirometría o realizarse. En caso de realizarse, el paciente puede no presentar ninguna complicación postoperatoria,

presentar alguna complicación postoperatoria que puede ser pulmonar u otra; y en ambos casos el paciente puede sobrevivir a la complicación postoperatoria o fallecer. Y se miden los días de estancia hospitalaria en los grupos.

Para el modelo se desarrollaron 3 árboles de decisión, uno para cada grado de riesgo ARISCAT y a su vez para cada desenlace en salud, es decir, 9 árboles de decisión, figuras 9-11.

Figura 9. Árbol de decisiones para bajo riesgo de ARISCAT, con 2 grupos comparativos, ARISCAT con espirometría y sin espirometría, según costos del HGM



- En donde hay tres tipos diferentes de nodos:
Nodos de decisión: Representa las ramas de las alternativas a evaluar.
- Nodos de probabilidad: Son nodos de suceso u ocurrencia. Se refiere a la probabilidad de ocurrencia de los resultados o eventos. De ellos se desprenden las ramas que muestran los posibles eventos o resultados.
- ◁ Nodos terminales: Señala un evento o resultado final de una ruta de decisión (Software, 2008).

Figura 10. Árbol de decisiones para moderado riesgo de ARISCAT, con 2 grupos comparativos, ARISCAT con espirometría y sin espirometría

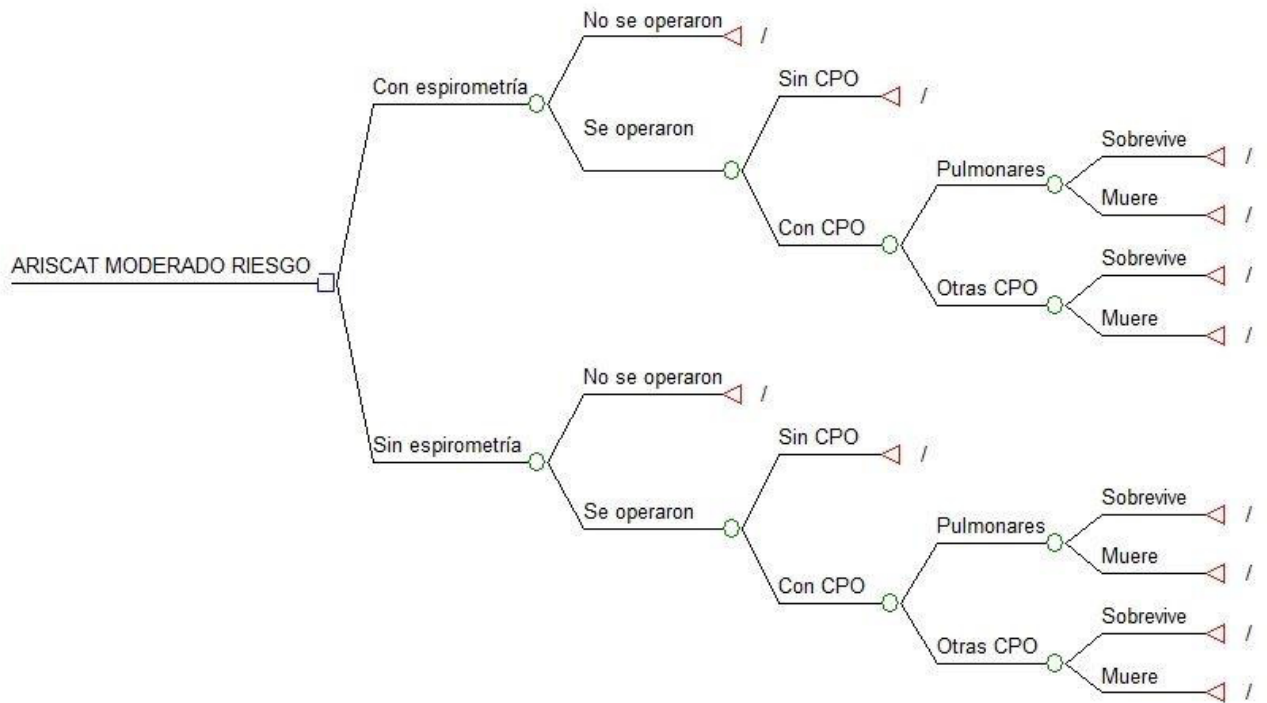
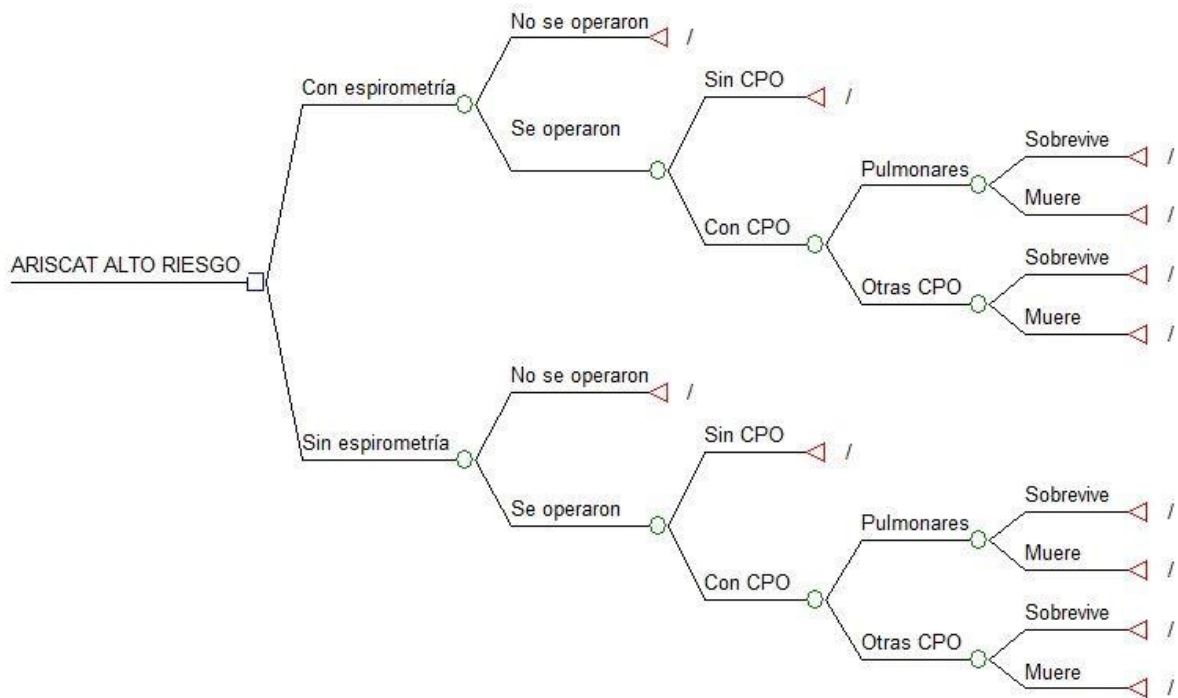


Figura 11. Árbol de decisiones para alto riesgo de ARISCAT, con 2 grupos comparativos, ARISCAT con espirometría y sin espirometría



UMBRAL DE DISPONIBILIDAD A PAGAR

La estimación del ingreso per-cápita (Producto interno bruto per cápita) en dólares americanos se obtuvo para diciembre de 2019 (Expansión Datosmacro.com, 2019).

La disponibilidad a pagar fue determinada considerando el monto de un producto interno bruto (PIB) en diciembre de 2019 para México (Expansión Datosmacro.com, 2019), que de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, el monto entre 1 a 3 PIB se considera costo-efectivo, menos de un PIB muy costo-efectivo o costo ahorrador y más de 3 PIB nada costo-efectivo (Sachs, 2002) (Hutubessy, Chisholm, Tan-Torres Edejer, et al., 2003).

De acuerdo con las guías de CENETEC, que es el modelo que implementamos en nuestro estudio, en donde recomiendan utilizar en los ACE y

ACU al PIB per cápita como umbral de costo efectividad (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017).

Su recomendación es la siguiente:

De $0 < RCEI \leq 1$ PIB per cápita entonces se considera Muy costo-efectiva.

$1 < RCEI \leq 3$ PIB per cápita entonces se considera Costo-efectiva.

$RCEI > 3$ PIB per cápita entonces se considera No costo-efectiva.

Por lo tanto, en nuestro estudio, el umbral de disponibilidad a pagar será considerado en el monto a un PIB per cápita.

TASA DE DESCUENTO

Debido a que solo se considera el periodo de hospitalización derivado del evento quirúrgico, y el desenlace inmediato del procedimiento ya sea presencia de complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y sobrevida o mortalidad, que es un periodo de seguimiento menor a un año, no se requiere aplicar tasa de descuento a los costos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA COSTO-EFECTIVIDAD SUPUESTOS DEL MODELO ACE

Los desenlaces en salud fueron: complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y sobrevida, cada uno de ellos evaluado en cada nivel de riesgo ARISCAT (bajo, moderado y alto).

Se consideró dentro del modelo para cada rama del árbol de decisiones la distribución de las probabilidades:

-Cirugía cancelada: todo caso en donde se realizó valoración preoperatoria pero no se sometió al procedimiento quirúrgico, por cualquier otra causa independiente de la espirometría preoperatoria.

-Cirugía sin complicaciones postoperatorias: todo caso en donde hubo registro de cirugía, pero no se documentaron complicaciones postoperatorias.

-Cirugía con complicaciones postoperatorias pulmonares: todo caso en donde después del evento quirúrgico se documentó complicación pulmonar, pero dentro del internamiento.

-Cirugía con supervivencia posterior a complicaciones postoperatorias pulmonares: todo caso en donde el motivo de egreso hospitalario fue por mejoría posterior al procedimiento quirúrgico y la complicación postoperatoria pulmonar.

-Cirugía con desenlace de muerte posterior a complicaciones postoperatorias pulmonares: todo caso en donde el motivo de defunción fue secundario a la complicación postoperatoria pulmonar.

-Cirugía con supervivencia posterior a otras complicaciones postoperatorias: todo caso en donde el motivo de egreso hospitalario fue consignado por mejoría posterior al procedimiento quirúrgico y otra complicación postoperatoria.

-Cirugía con desenlace de muerte posterior a otra complicación postoperatoria: todo caso en donde el motivo de defunción fue por secundario a otra complicación postoperatoria.

-Días de estancia hospitalaria: todo caso quirúrgico en el que se consideró el número de días de permanencia hospitalaria.

Las probabilidades de transición del modelo corresponden a las probabilidades de ocurrencia de los diferentes eventos para cada grupo: intervención y no intervención de los grupos de pacientes de los cuales se realizó la revisión de expedientes sometidos a evaluación preoperatoria en el grupo 1 ARISCAT con espirometría y en el grupo 2 ARISCAT sin espirometría, en el periodo de 2013 a 2017 en el Hospital General de México, en el Departamento de Fisiología Pulmonar.

Dichas probabilidades fueron incorporadas al modelo determinístico del caso base y posteriormente se incluyeron en el modelo probabilístico, pero incorporando una distribución asociada a cada una de ellas. Cada resultado potencial dentro del evento está determinado por las probabilidades condicionales de ocurrencia de los diferentes eventos dentro del modelo, así como por los costos asociados a dicho resultado.

Los costos asociados provienen de las estimaciones de costos de los recursos utilizados en la atención de los pacientes de acuerdo con los costos de los

tabuladores de los servicios del Hospital General de México y del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Para la estimación de los resultados de costo efectividad de cada alternativa de tratamiento evaluada, se incluyeron los resultados de cada uno de los 12 nodos por cada alternativa de tratamiento, con sus respectivas probabilidades y costos. Lo que nos generó el resultado de los promedios de costos y efectividades para el modelo.

RAZÓN COSTO-EFECTIVIDAD PROMEDIO E INCREMENTAL

Se obtuvieron la razón de costo/efectividad promedio y la razón de costo/efectividad incremental de las alternativas para cada desenlace en salud y según nivel de riesgo ARISCAT, y para los costos del Hospital General de México.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para el análisis determinístico y con la finalidad de determinar si variaciones en los parámetros con cierto grado de incertidumbre en el modelo, cambian los resultados y las conclusiones del análisis, se realizó un análisis de sensibilidad univariado, en el cual se plantearon diferentes escenarios hipotéticos y se modificaron al $<10\%$ y $>10\%$, la media y los valores máximos y mínimos de cada variable para cada grupo y cada modelo (Augustovski et al., 2013) (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017) (Consejo de Salubridad General, 2017). Se aplicó una distribución triangular para las probabilidades, log normal para los días de estancia y gamma para los costos.

Para cada modelo se obtuvieron 48 distintos escenarios, por cada árbol de decisión. En cuanto a los desenlaces en salud, se eligieron las 5 variables que más favorecieron la RCEI y las 5 variables que más perjudicaron la RCEI, considerando que éstas son las que resultaron más sensibles para modificar la RCEI del modelo.

ANÁLISIS PROBABILÍSTICO

Posteriormente se realizaron las simulaciones de Monte Carlo (10,000 simulaciones) para el modelo probabilístico y conocer su distribución en los planos de costo efectividad y las curvas de aceptabilidad identificando el comportamiento del modelo en los diferentes umbrales de disponibilidad a pagar (1 y 3 PIB) (S. de S. C. N. de E. T. en Salud., 2017) (Tan-Torres Edejer et al., 2003) (Gobierno de Chile Ministerio de Salud, 2010)(Sachs, 2003)(Atehortúa et al., 2013).

SOFTWARE UTILIZADO

Todo el análisis de costo efectividad se realizó con el software TreeAge Pro v. 2009.

2B. MÉTODO DE LOS DESENLACES EN SALUD

Para evaluar las efectividades interpretadas como medidas de que tanto la escala de riesgo ARISCAT junto con la espirometría pueden reducir las complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía electiva se realizó los siguiente:

DISEÑO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y analítico (Hernandez Sampieri et al., 2010).

Observacional debido a que no se controló la asignación del paciente, la intervención se realizó de acuerdo con la práctica clínica habitual y no hay manipulación de variables(Manterola & Otzen, 2014).

Retrospectivo debido a que el estudio se centró en hechos pasados.

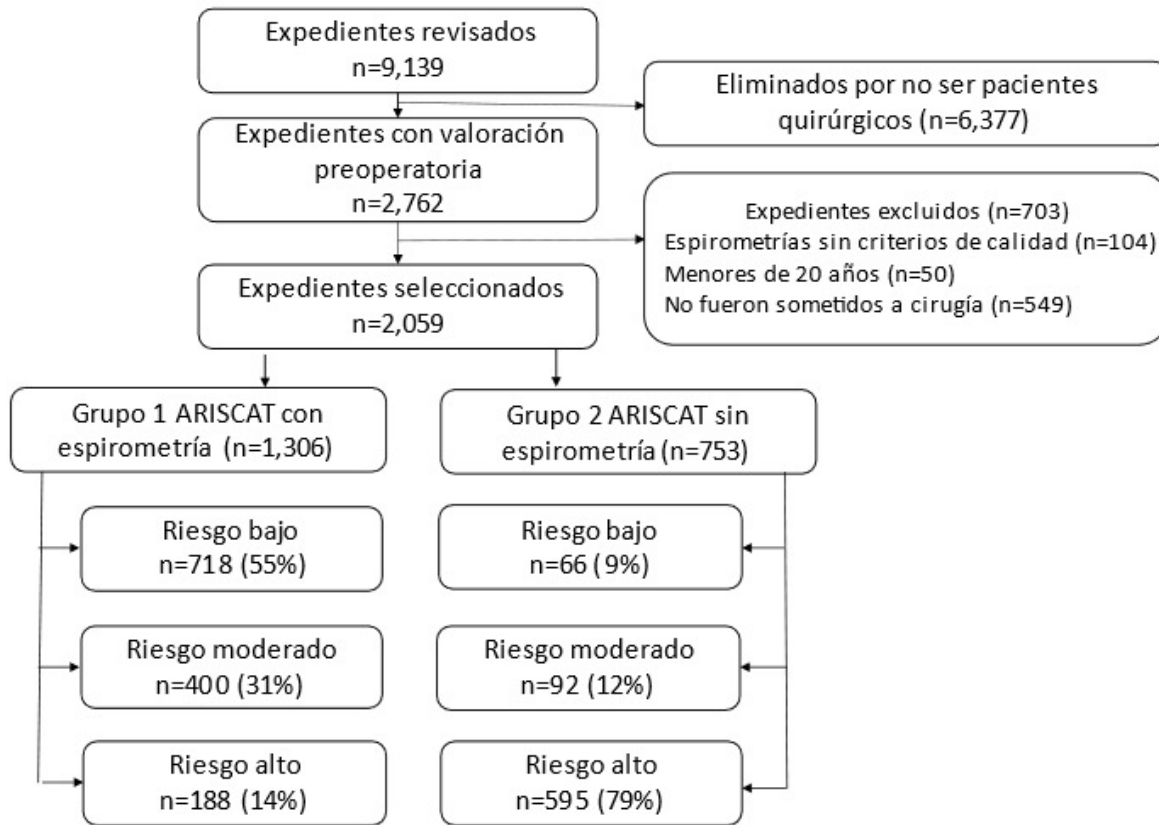
Analítico; analiza comparativamente grupos de sujetos.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Se revisaron 9,139 expedientes de pacientes del DFP del HGM del periodo de enero de 2013 a diciembre de 2017. Se seleccionaron 2,059 expedientes. los pacientes fueron clasificados en dos grupos, el grupo 1 incluye a 1,306 pacientes

con espirometría preoperatoria y ARISCAT y el grupo 2, conformado por 753 pacientes sin espirometría y ARISCAT. Ver figura 12, flujograma de selección.

Figura 12. Flujograma de selección de expedientes de los pacientes



Para realizar las comparaciones entre el grupo 1 con espirometría y ARISCAT y el grupo 2 sin espirometría y ARISCAT, en cuanto a complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria, mortalidad, así como los modelos de regresión bivariados y multivariados se trabajó con todos los expedientes seleccionados (n=2,059).

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se incluyeron todos los expedientes de solicitudes completas, de pacientes adultos de 20 años o más, cirugía electiva, clasificación de riesgo ARISCAT y con o sin espirometría preoperatoria.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se excluyeron los casos de pacientes sin evaluación preoperatoria. Los casos de pacientes con menos de 20 años. Los casos con estudio espirométrico que no cumplieron con los criterios de calidad para una adecuada interpretación de la prueba. Y los pacientes que no fueron intervenidos quirúrgicamente.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de obtención de información fueron los expedientes clínicos de los pacientes durante el periodo 2013 a 2017 en el DFP del HGM.

PROCEDIMIENTO DE ESPIROMETRÍA PREOPERATORIA

La espirometría preoperatoria se realizó utilizando un equipo Vmax22, Vyasis Healthcare, Yorba Linda, CA, USA. Los estudios se realizaron de acuerdo con los lineamientos técnicos de calidad avalados por la Sociedad Americana de Tórax (ATS) y la Sociedad Europea Respiratoria (ERS) en el departamento de fisiología pulmonar del Hospital General de México (Miller et al., 2005). Todos los pacientes fueron sometidos a la espirometría inicial y prueba de reto con broncodilatador. La evaluación preoperatoria consistió en la realización de la solicitud correspondiente, espirometría por un equipo de trabajo, conformado por 3 técnicos y por 3 residentes del curso de posgrado de alta especialidad en fisiología respiratoria; quienes fueron capacitados previamente mediante un curso-taller impartido por la médica de base del servicio de Neumología; se registró edad, oximetría de pulso, presencia de infección respiratoria en el mes de la evaluación, registro de hemoglobina, sitio de la cirugía, duración de esta y que fuera una cirugía electiva; se calificó su grado de riesgo ARISCAT. Los pacientes con resultado obstructivo recibieron su diagnóstico y se les inició tratamiento al momento de la evaluación, los pacientes con

padecimientos restrictivos susceptibles de tratamiento se les inició en ese momento y se realizaron las recomendaciones oportunas para cada caso. Además de ser integrados en la consulta de la especialidad, las patologías pulmonares más frecuentes fueron:

1. Obstrucción por EPOC, se iniciaron líneas de tratamiento específicas para cada grado de severidad de la obstrucción con los lineamientos de GOLD.
2. Asma, se inició tratamiento específico para cada grado de obstrucción y si la exacerbación era aguda.
3. Neumopatías intersticiales, son múltiples las causas, ante causas secundarias se trató la patología primaria y se realizaron recomendaciones sobre el manejo de soporte respiratorio, si las secuelas eran avanzadas, el tratamiento fue en lo general las recomendaciones del manejo anestésico y vigilancia.
4. Enfermedad restrictiva por secuela cicatricial o deformación musculoesquelética congénita, traumática, etc. Múltiples causas, algunas de ellas no modificables, se realizaron las recomendaciones del manejo anestésico y vigilancia.
5. Entre muchas causas más.

En ningún caso se canceló la cirugía por el resultado de la espirometría, la probabilidad de cancelación es similar en ambos grupos y no se asoció al resultado de la espirometría en sí; sino a las condiciones de carácter personal (paciente) y los recursos humanos y administrativos.

La postura que tomamos en el laboratorio es que, por ejemplo, no tenemos derecho a pedirle a un paciente que no se realice una cirugía sólo por ser de alto riesgo, lo que siempre intentamos fue entender el riesgo, prevenirlo hasta donde fuera posible y lo más importante controlar la enfermedad pulmonar. La prioridad del laboratorio fue mejorar la calidad de la atención.

En muy pocos casos se explica en el expediente la causa de cancelación, motivo por el que no se pudo recuperar la información, pero en los casos que esto sucedió, se debió a circunstancias como las siguientes: -los estudios de laboratorio caducaron y el servicio de anestesiología solicitó repetirlos,

-el quirófano fue ocupado por alguna urgencia y esto provocó la cancelación del turno quirúrgico,

-otro grupo de pacientes dejan de asistir al hospital por cuestiones económicas, trabajan y si la enfermedad de base se agudiza, entonces el paciente regresa al hospital,

-paciente con derecho a servicios de salud de otras instituciones acudieron al hospital para realizar los estudios preoperatorios y de imagen pero se van a operar a su institución, entre otras causas que no se lograron documentar, en el flujograma de selección se incluyeron solo los pacientes que fueron intervenidos, para el análisis de costo-efectividad si se incluyeron 549 pacientes.

En el caso de las efectividades, sólo se incluyeron los pacientes operados, en el caso del análisis de costo efectividad si se incluyeron los casos de cirugías canceladas.

En el anexo II se muestra un álbum fotográfico con los procesos realizados.

VARIABLES

Las variables incluidas en el estudio consideran variables sociodemográficas, clínicas, días de estancia y costos. Se registraron las siguientes variables: el sexo, la edad e índice de masa corporal (IMC), además su historia de tabaquismo, exposición a biomasas. La Diabetes Mellitus se registró como comorbilidad y los resultados espirométricos anormales como enfermedad pulmonar. Se clasificó el riesgo ARISCAT como bajo, mediano y alto (Canet et al., 2010). También se consideró el diagnóstico quirúrgico y cirugía realizada, así como presencia de complicaciones postoperatorias que fueron clasificadas en pulmonar (Mazo et al., 2014), quirúrgica, metabólica, cardiovascular, neurológica y vascular.

Los pacientes se clasificaron de acuerdo con los grupos de edad (20-39 años, 40-59 años y >60 años); el estado nutricional se clasificó de acuerdo con el índice de masa corporal, para lo cual se dividió el peso del paciente entre la estatura en metros al cuadrado; y se clasificó en estados nutricionales conforme a la clasificación de la Organización Mundial de la Salud. Los factores de riesgo se

clasificaron en variables dicotómicas que refieren la presencia o ausencia de tabaquismo y exposición a biomasas.

Las complicaciones postoperatorias pulmonares se definieron de acuerdo con los mismos criterios utilizados por el estudio PERISCOPE (Mazo et al., 2014) (atelectasias, broncoespasmo, derrame pleural, neumonía, insuficiencia respiratoria, neumotórax, embolismo pulmonar), definidas como:

-Derrame pleural confirmado por el hallazgo radiológico de borramiento de los ángulos costo diafragmáticos; pérdida de la silueta del hemidiafragma afectado.

-Neumonía confirmada por la presencia de esputo, opacidades en telerradiografía de tórax, temperatura $>38^{\circ}\text{C}$.

-Atelectasias confirmada por opacificación pulmonar con desplazamiento del mediastino, hilio o hemidiafragma hacia el lado afectado y sobre insuflación compensatoria contralateral.

-Neumotórax (confirmada por la presencia de aire en espacio pleural, en caso de presencia de sonda pleural por la imagen radiológica de niveles hidroaéreos y persistencia de aire en espacio pleural).

-Crisis asmática con presencia de sibilancias espiratorias tratadas con broncodilatadores.

-Tromboembolia pulmonar confirmada por estudio de laboratorio y angiotomografía con confirmación de trombo en grandes vasos.

-Insuficiencia respiratoria confirmada por gasometría arterial con $\text{PaO}_2 <60$ mm Hg, $\text{SpO}_2 <88\%$ y que haya requerido manejo ventilatorio mecánico.

Las otras complicaciones postoperatorias fueron:

-Las complicaciones postoperatorias quirúrgicas fueron: choque hipovolémico, sepsis, dolor abdominal, fístula, sangrado, íleo paralítico, lesión vascular, perforación.

-Las complicaciones postoperatorias metabólicas fueron descontrol glucémico, insuficiencia hepática o renal.

- Las complicaciones postoperatorias cardiovasculares choque cardiogénico e infarto agudo al miocardio.
- La complicación postoperatoria neurológica (eventos vasculares agudos).
- La complicación postoperatoria vascular fue trombosis venosa profunda.

Los diagnósticos quirúrgicos se clasificaron en patologías oncológicas y no oncológicas, se agruparon por regiones anatómicas que a su vez determinaron si se trataba de una cirugía mayor o menor. Se registraron las fechas de ingreso y egreso de hospitalización para calcular la estancia hospitalaria, para clasificarla como prolongada, ésta debió superar la media de días de estancia más una desviación estándar del grupo de diagnóstico,

Los 199 diagnósticos quirúrgicos, se agruparon por sitio anatómico, ver tabla 9.

Tabla 9. Grupos de cirugía por sitio anatómico.

Sitio anatómico	Grupo de diagnóstico quirúrgico
Tórax	-cirugía cardiovascular, -cáncer de esófago, -cáncer de tórax, -cáncer de mama, -cirugías por secuelas infecciosas de tórax, -cirugía no oncológica de tórax,
Abdomen superior	-cirugía no oncológica de abdomen superior, -cirugía oncológica de abdomen superior, -reparación de hernia hiatal, -cirugía no oncológica de abdomen inferior,
Periféricas	-cánceres de cabeza y cuello, -cirugía ocular, -cánceres de sistema nervioso central, -cirugías vasculares de cuello, -cirugías de tiroides y timo, -cáncer de tiroides, -cirugías reconstructivas de cara, -cirugía oncológica de abdomen inferior, -reparación de hernia inguinal y escrotal, -cirugía ortopédica, -cirugía oncológica de extremidades, -cirugía vascular periférica y -cirugía reconstructiva.

Estos grupos de diagnóstico quirúrgico a su vez fueron clasificados como cirugía mayor, cuando la cirugía fue en cavidad y cirugía menor. Y por último en cirugía oncológica y no oncológica.

Los días de estancia hospitalaria fueron calculados con las fechas de ingreso y egreso hospitalario, considerando el periodo de seguimiento abarca el tiempo inmediato posterior a la cirugía hasta el momento del alta hospitalaria.

Para considerar días de estancia hospitalaria prolongada, se consideraron los grupos de diagnóstico y se utilizó como criterio la media de días de estancia más una desviación estándar para considerar hospitalización prolongada.

Por último, se registró la mortalidad, siempre y cuando estuviera relacionada directamente con la complicación secundaria a la cirugía realizada. Ver tabla 10. Caracterización de variables.

Tabla 10. Caracterización de las principales variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	VALORES
Género	Características fenotípicas	Cualitativa	Nominal Dicotómica	0=Femenino 1=Masculino
Edad	Años cumplidos	Cuantitativa	Discreta	20-99
Peso	Peso en Kilogramos al ingreso	Cuantitativa	Discreta	24-220
Talla	Estatura al ingreso	Cuantitativa	Continua	0.90-2.00
Índice de masa corporal	Peso / Talla ²	Cuantitativa	Discreta	12-90
Índice de masa corporal	Categorías menor o mayor de 25 Kg/m	Cualitativa	Nominal	0 = <25 kg/m 1 = >25 kg/m
Tabaquismo	Tabaquismo	Cualitativa	Nominal dicotómica	1=Sí 2= No
Número de cigarrillos fumados diario	Número de cigarrillos fumados diario	Cuantitativa	Discreta	1-200
Número de años fumados	Número de años fumados	Cuantitativa	Discreta	0-100
Índice tabáquico	Índice tabáquico	Cuantitativa	Discreta	0-200

Exposición a humo de leña o biomasas	Exposición a humo de leña o biomasas	Cualitativa	Nominal dicotómica	1=Sí 2= No
Número de años de exposición a humo de leña	Número de años expuesto a humo de leña	Cuantitativa	Discreta	1-100
Número de horas diarias de exposición a humo de leña	Número de horas diarias expuesto a humo de leña	Cuantitativa	Discreta	0-24
Índice de biomasas	IB años*hrs/día de exposición	Cuantitativa	Discreta	0-1200
Dx previo de asma	Dx previo de asma	Cualitativa	Cualitativa dicotómica	0 =No 1 = Sí
Diabetes Mellitus	Presencia de diabetes mellitus	Cualitativa	Nominal	0 =No 1 = Sí
Enfermedad pulmonar	Presencia de enfermedad pulmonar	Cualitativa	Nominal	0 = Sin enfermedad 1 = Asma controlada 2= Asma descontrolada 3= EPOC 4 =Enfermedad restrictiva
Valoración preoperatoria	Valoración preoperatoria	Cualitativa	Cualitativa dicotómica	1=Sí 2= No
Diagnóstico	Diagnóstico	Cualitativa	Cualitativa nominal	De acuerdo con CIE-10
Sitio anatómico de la cirugía	Sitio anatómico de la cirugía	Cualitativa	Cualitativa nominal	1 = Tórax 2 = Abdomen superior 3= Periférica
Diagnóstico quirúrgico	Agrupación de diagnósticos Clasificación del 1 al 7 y del 19 al 22 como cirugía periférica. Del 8 al 15 cirugías de tórax. Del 16 al 18 cirugías de abdomen superior.	Cualitativa	Nominal	1.-cánceres de cabeza y cuello, 2.-cirugía ocular, 3.-cánceres de sistema nervioso central, 4.-cirugías vasculares de cuello, 5.-cirugías de tiroides y timo, 6.-cáncer de tiroides, 7.-cirugías reconstructivas de cara, 8.-cirugía cardiovascular, 9.-cáncer de esófago, 3.-cáncer de tórax, 10.-cáncer de mama,

				11.-cirugías por secuelas infecciosas de tórax, 12.-cirugía no oncológica de tórax, 13.-cirugía no oncológica de abdomen superior, 14.-cirugía oncológica de abdomen superior, 15.-reparación de hernia hiatal, 16.-cirugía no oncológica de abdomen inferior, 17.-cirugía oncológica de abdomen inferior, 18.-reparación de hernia inguinal y escrotal, 19.-cirugía ortopédica, 20.-cirugía oncológica de extremidades, 21.-cirugía vascular periférica y 22.-cirugía reconstructiva.
--	--	--	--	---

Variables de estudios funcionales pulmonares:

Capacidad vital forzada	Volumen exhalado 6 a 10 segundos posterior a una inhalación máxima	Cuantitativa	Continua	0.2 – 7.64 litros
Volumen espirado forzado en el primer segundo	Volumen exhalado al 1er segundo de la maniobra espiratoria forzada	Cuantitativa	Continua	0.11 – 5.50
Relación VEF1/CVF	Relación en porcentaje del valor de VEF1 dividido entre la CVF	Cuantitativa	Discreta	20 – 150 %
Saturación periférica de oxígeno por pulsoximetría	Saturación de oxígeno a nivel capilar expresada en porcentaje	Cuantitativa	Discreta	40-99%
Resultado espirométrico	Resultado funcional	Cualitativa	Nominal	0 = Normal 1 = Anormal

Patrón funcional establecido por resultado de la espirometría y volúmenes pulmonares de acuerdo con el límite inferior normal establecido	Determinación de daño pulmonar o no	Cualitativa	Nominal	0= Normal 1= Obstrutivo 2= Restrictivo
Gravedad del daño funcional de acuerdo con la sociedad americana de tórax	Determinación del grado de gravedad del daño funcional	Cualitativa	Nominal	1=leve 2=moderado 3=moderadamente severo 4=severo 5=muy severo
Escala de riesgo ARISCAT				
Edad	Definida por grupos de edad	Cualitativa	Nominal	1= ≤50 años 2= 51 a 79 años 3= ≥ 80 años
Saturación periférica O ₂	Definida por rangos de saturación	Cualitativa	Nominal	1=>96% 2=90-95% 3=<90
Infección respiratoria	Infección respiratoria en el último mes	Cualitativa	Nominal dicotómica	1= Sí 2 = No
Anemia preoperatoria	Hemoglobina menor de 10 gr/dl	Cualitativa	Nominal dicotómica	1= >10 2 = <10
Sitio anatómico	Sitio anatómico de la cirugía Periférico Abdomen superior Tórax	Cualitativa	Nominal	1 = Tórax 2 = Abdomen superior 3 = Periférica
Duración de la cirugía	Duración de la cirugía en rangos de horas <2 hrs 2-3 hrs >3 hrs	Cualitativa	Nominal	1 = <2 hrs 2 = 2-3 hrs 3 = >3 hrs
Cirugía electiva	Cirugía electiva o urgente	Cualitativa	Nominal dicotómica	1= Sí 2 = No
Sumatoria del puntaje	Sumatoria del puntaje ARISCAT	Cuantitativa	Discreta	0-90
Nivel de riesgo	Bajo Moderado	Cualitativa	Ordinal	1= 0 a 25 2 = 26 a 44

	Alto			3 = >44
Hospitalización18				
Días de internamiento	Días de hospitalización	Cuantitativa	Discreta	0-180
Motivo de alta		Cualitativa	Nominal	1 Mejoría 2 Defunción 3 Alta voluntaria 4 No se internó 5 Qx suspendida 6 Curación 7 Máximo beneficio 8 Otro motivo 9 Fuga
Complicaciones postoperatorias	Tipo de complicación	Cualitativa	Nominal	1 Pulmonares 2 Quirúrgicas 3 Metabólicas 4 Cardiovasculares 5 Neurológicas 6 Vasculares
Dificultad de la cirugía	Si se trata de cirugía menor o mayor	Cualitativa	Nominal	0 = Cirugía menor 1 = Cirugía mayor
Tipo de cirugía	Si se trata de cirugía oncológica o no oncológica	Cualitativa	Nominal	0 = Cirugía no oncológica 1 = Cirugía oncológica
Mortalidad	Si el paciente sobrevive o muere	Cualitativa	Nominal	0 = Sobrevive 1 = Muere
Centros de costos				
Costo de hospitalización	Costo del paquete quirúrgico	Cuantitativa	Continua	0 – 1,000,000
Costo de las cirugías	Intervenciones quirúrgicas derivadas de complicación	Cuantitativa	Continua	0 – 1,000,000
Costo de interconsultas	Interconsulta nutrición	Cuantitativa	Continua	0 – 1,000,000
Costo estudio histopatológico y transfusiones	Costo estudio histopatológico	Cuantitativa	Continua	0 – 1,000,000
Costo de medicamentos	Costos de medicamentos	Cuantitativa	Continua	0 – 1,000,000
Costo estudios de laboratorio	Costo estudios de laboratorio	Cuantitativa	Continua	0 – 1,000,000

Costo estudios de gabinete	Costo estudios de gabinete	Cuantitativa	Continua	0 – 1,000,000
Costo de recursos en personal de salud	Costos de atención por personal de salud	Cuantitativa	Continua	0 – 1,000,000

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DESENLACES EN SALUD

Se obtuvieron medidas de tendencia central y de dispersión. Los resultados obtenidos en los grupos 1 y 2 fueron comparados usando las pruebas de Chi-cuadrada y exacta de Fisher ($n < 5$) para las variables categóricas y t de Student para comparar las variables continuas. Las pruebas de Chi cuadrada también se usaron para la comparación de las complicaciones postoperatorias y mortalidad; se usó la prueba exacta de Fisher para comparar los grupos con n menor de 5 y t de Student para la comparación de medias de días de estancia hospitalaria entre los dos grupos, con y sin espirometría.

Se realizaron análisis con modelos de regresión logística multivariada, para identificar correlaciones independientes para los tres desenlaces: complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y mortalidad. Las variables incluidas en el modelo multivariado fueron seleccionadas con base en la significancia estadística del modelo bivariado ($p < 0.05$), pruebas de multicolinealidad y la importancia conceptual de las variables predictoras (edad, sexo, índice de masa corporal, historia de tabaquismo, historia de exposición a biomasas, grado de riesgo de ARISCAT, si se practicó espirometría preoperatoria, cirugía mayor, cirugía oncológica, y la región anatómica en que se practicó la cirugía).

Se reporta el odd ratio (OR) no ajustado y ajustado con 95% de intervalo de confianza (95% CI) y para todos los análisis, el valor de $p < 0.05$ a dos colas, fue considerado estadísticamente significativo. Todo el análisis estadístico se realizó con el software SPSS IBM Statistics v.19.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

- Identificación de literatura: Se realizó una revisión de los principales artículos sobre análisis económicos en salud, análisis de costo-efectividad, evaluación de la tecnología, la espirometría preoperatoria, la escala de riesgo ARISCAT, las complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria, entre otros aspectos.
- Los términos de búsqueda utilizados fueron los siguientes: Economic Evaluation in Health care costs/ Economic assessment/ Cost-effectiveness analysis/ Spirometry/Technology assessment/Function test/ARISCAT risk/ ARISCAT assessment/Risk factors/ Surgical complication/cost of complication/
- Estrategias de búsqueda: Se realizaron diferentes combinaciones de términos con los operadores booleanos “AND” y “OR” mediante los Medical Subject Headings (MeSH). Búsqueda avanzada.
- Bases de datos utilizadas: Metabuscador de Dirección General de Bibliotecas, descubridor de información de DGB, PubMed, Medline, Clinical trials.gov, Clase, Science Direct, Scopus, EMBASE, Lilacs, Biomed, Librería Cochrane, World Health Organization (WHO) International Clinical Trials Registry Platform (ICTRP).
- Los idiomas de búsqueda fueron inglés y español.

Se presenta en el anexo I las tablas del 1 al 3 con la síntesis de algunos de los artículos revisados.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este protocolo se realizó siguiendo la Declaración de Helsinki (Mundial & Introducción, 2008), Reglamento de Investigación para la Salud de México (SEGOB, 2014) y la Declaración de los Derechos Humanos de la UNESCO (UNESCO, 2005). cuenta con aprobación del comité de Investigación y ética del Hospital General de México con registro DIR/18/503F/3/030.

CAPÍTULO III RESULTADOS

3A. RESULTADOS DEL ANÁLISIS COSTO EFECTIVIDAD

RESULTADOS DEL ANÁLISIS COSTO EFECTIVIDAD CASO BASE.

La tabla 11 muestra las probabilidades y los costos para el manejo del caso base en los dos posibles grupos: ARISCAT con espirometría y ARISCAT sin espirometría, según su nivel de riesgo. Se observan las distribuciones y los costos promedio. Para los propósitos del modelo las distribuciones de probabilidades de complicaciones postoperatorias y días de estancia se presentan con costos del HGM, se muestran en dólares americanos.

En relación con la probabilidad de complicaciones postoperatorias hay mayor número de cirugías canceladas en el grupo sin espirometría.

Respecto a los días de estancia hospitalaria la media de días fue mayor para los pacientes sin espirometría en comparación con los pacientes con espirometría.

Los costos promedio para la alternativa con espirometría fueron menores conforme aumentó el nivel de riesgo ARISCAT, en comparación con la alternativa sin espirometría en donde los costos promedio de atención en los diferentes resultados para complicaciones postoperatorias fueron aumentando conforme aumentó el nivel de riesgo y los costos de los resultados de otras complicaciones fueron más elevados en bajo riesgo en comparación con moderado y alto riesgo.

Tabla 11. Parámetros del Modelo Caso Base, según nivel de riesgo ARISCAT, con y sin espirometría. Probabilidades y Costos promedio del HGM, 2019, USD

		Nivel de Riesgo ARISCAT n=2,608			
		Bajo n=1,066	Moderado n=646	Alto n=896	Distribución
Desenlaces		Media (min-max)	Media (min-max)	Media (min-max)	
Probabilidad de CPO					
Con Espirometría	QX Cancelada	0.163 (0.146-0.179)	0.161 (0.123-0.198)	0.233 (0.209-0.256)	Triangular 10%
Con Espirometría	QX sin CPO	0.915 (0.823-1.006)	0.867 (0.111-1.622)	0.871 (0.783-0.958)	Triangular 10%
Con Espirometría	QX con CPO Pulmonar	0.54 (0.486-0.594)	0.132 (0.027-0.236)	0.791 (0.711-0.870)	Triangular 10%
Con Espirometría	Supervivencia QX con CPO Pulmonar	0.727 (0.654-0.799)	0.75 (0.158-1.341)	0.789 (0.710-0.867)	Triangular 10%
Con Espirometría	Supervivencia QX con Otras CPO	0.535 (0.481-0.588)	0.571 (0.342-0.799)	0.4 (0.3-0.4)	Triangular 10%
Sin Espirometría					
Sin Espirometría	QX Cancelada	0.679 (0.611-0.746)	0.455 (0.123-0.494)	0.086 (0.077-0.094)	Triangular 10%
Sin Espirometría	QX sin CPO	0.910 (0.819-0.999)	0.815 (0.464-1.165)	0.43 (0.387-0.473)	Triangular 10%
Sin Espirometría	QX con CPO Pulmonar	0.6660 (0.5994-0.699)	0.603 (0.259-0.946)	0.569 (0.512-0.625)	Triangular 10%
Sin Espirometría	Supervivencia QX con CPO Pulmonar	0.95 (0.855-0.999)	0.75 (0.297-1.203)	0.604 (0.543-0.664)	Triangular 10%
Sin Espirometría	Supervivencia QX con Otras CPO	0.50 (0.45-0.599)	0.571 (0.242-0.899)	0.576 (0.518-0.633)	Triangular 10%
Días de Estancia Hospitalaria					
Con Espirometría	DEH Probabilidad QX Cancelada	0 (±0)a	0 (±0)a	0 (±0)a	Log normal
Con Espirometría	DEH QX sin CPO	2 (±3)a	3 (±3)a	4 (±7)a	Log normal
Con Espirometría	DEH Supervivencia QX con CPO Pulmonar	10 (±10)a	13 (±13)a	28 (±22)a	Log normal
Con Espirometría	DEH Muerte QX con CPO Pulmonar	12 (±11)a	17 (±10)a	19 (±14)a	Log normal
Con Espirometría	DEH Supervivencia QX con Otras CPO	13 (±13)a	6 (±8)a	38 (±3)a	Log normal

Con Espirometría	DEH Muerte QX con Otras CPO	6 (±7)a	9 (±10)a	7 (±9)a	Log normal
Sin Espirometría	DEH Probabilidad QX Cancelada	0 (±0)a	0 (±0)a	0 (±0)a	Log normal
Sin Espirometría	DEH QX sin CPO	8 (±13)a	15 (±23)a	19 (±16)a	Log normal
Sin Espirometría	DEH Supervivencia QX con CPO Pulmonar	0 (±0)a	26 (±11)a	35 (±22)a	Log normal
Sin Espirometría	DEH Muerte QX con CPO Pulmonar	0 (±0)a	102 (±26)a	28 (±19)a	Log normal
Sin Espirometría	DEH Supervivencia QX con Otras CPO	29 (±0)a	72 (±0)a	32 (±26)a	Log normal
Sin Espirometría	DEH Muerte QX con Otras CPO	0 (±0)a	52 (±0)a	19 (±16)a	Log normal
Costos HGM USD\$					
HGM					
Con Espirometría	Probabilidad QX Cancelada	4.73 (4.26-5.20)	4.73 (4.26-5.20)	4.73 (4.26-5.20)	Gamma
Con Espirometría	QX sin CPO	2,132.92 (1,919.63-2,346.21)	2,162.92 (1,946.63-2,378.21)	1,880.58 (1,692.58-2,068.64)	Gamma
Con Espirometría	Supervivencia QX con CPO Pulmonar	2,362.42 (2,126.18-2,598.66)	1,816.92 (1,646.63-1,998.66)	2,691.29 (2,422.58-2,960.42)	Gamma
Con Espirometría	Muerte QX con CPO Pulmonar	3,602.84 (3,242.56-3,963.13)	1,791.92 (1,612.40-1,970.71)	1,218.41 (1,096.96-1,340.25)	Gamma
Con Espirometría	Supervivencia QX con Otras CPO	2,254.01 (2,028.61-2,479.41)	2,974.92 (2,676.78-3,271.62)	2,797.14 (2,517.41-3,076.86)	Gamma
Con Espirometría	Muerte QX con Otras CPO	1,477.04 (1,329.33-1,624.74)	1,791.92 (1,612.40-1,970.71)	1,583.32 (1,424.63-1,741.65)	Gamma
Sin Espirometría	Probabilidad QX Cancelada	3.76 (3.38-4.13)	3.76 (3.38-4.13)	3.76 (3.38-4.13)	Gamma
Sin Espirometría	QX sin CPO	2,918.77 (2,626.89-3,210.65)	3,106.92 (2,796.23-3,417.61)	4,214.00 (3,792.58-4,635.40)	Gamma
Sin Espirometría	Supervivencia QX con CPO Pulmonar	2,663.86 (2,397.48-2,930.25)	5,397.92 (4,857.31-5,936.71)	4,660.70 (4,194.98-5,126.76)	Gamma
Sin Espirometría	Muerte QX con CPO Pulmonar	2,663.86 (2,397.48-2,930.25)	5,623.92 (5,061.23-6,185.95)	4,811.88 (4,330.98-5,293.07)	Gamma
Sin Espirometría	Supervivencia QX con Otras CPO	9,643.51 (8,679.16-10,607.87)	3,754.92 (3,379.15-4,130.07)	5,191.27 (4,672.6-5,710.39)	Gamma
Sin Espirometría	Muerte QX con Otras CPO	9,175.09 (8,257.59-10,092.60)	1,591.92 (1,432.61-1,750.97)	3,369.43 (3,032.9-3,706.38)	Gamma

a: media (desv. std)

TABLAS RCEP Y RCEI

En la tabla 12 se reportan los resultados obtenidos del análisis determinístico de costo-efectividad según grado de riesgo de ARISCAT entre las alternativas con y sin espirometría en términos de costos, efectividades, razón de costo-efectividad promedio (RCEP) y la razón costo-efectividad incremental (RCEI), para los escenarios de costos del HGM, presentados en dólares al tipo de cambio de diciembre de 2019. Los resultados para las alternativas se muestran de acuerdo con la alternativa de menor costo en cada nivel de riesgo.

TABLAS RCEP Y RCEI, COSTOS HGM

ARISCAT de bajo riesgo.

En la tabla 12, se muestran las razones costo efectividad promedio (RCEP) y costo efectividad incremental RCEI). Bajo el escenario de costos HGM, la alternativa sin espirometría reportó el menor costo promedio de US\$999.55 seguida por la alternativa con espirometría con un costo de US\$1,800.89, representando un diferencial de US\$801.34.

COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS

Para el nivel de bajo riesgo, la alternativa sin espirometría reportó el menor costo promedio de US\$999.5 y la alternativa con espirometría US\$1,800.8, representando un diferencial de US\$801.3.

Para el desenlace de complicaciones postoperatorias, la alternativa con espirometría obtuvo la mayor efectividad (76.13%) en contraste con la alternativa sin espirometría (29.09%), representando una diferencia de efectividad del 47.03%

El costo por caso para la alternativa con espirometría fue de US\$2,365.7 y para la alternativa sin espirometría fue de US\$3,435.6, más cara. La RCEI (costo por evitar una complicación postoperatoria) de la alternativa con espirometría manteniendo todos los factores constantes, se ubicó en US\$1,703.8, lo cual la representa como una alternativa costo-efectiva.

DÍAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA

La alternativa que obtuvo el menor número promedio de días de estancia hospitalaria corresponde al grupo con espirometría con 2.29 días en tanto que la alternativa sin espirometría reportó un mayor número de días (2.47) representando una diferencia de 0.18 días de estancia hospitalaria más con la alternativa sin espirometría.

El costo por día de estancia hospitalaria fue de US\$785.23 para la alternativa con espirometría y de \$404.16 para la alternativa sin espirometría.

Finalmente, la RCEI (costo por evitar un día de estancia hospitalaria) de la alternativa con espirometría manteniendo todos los factores constantes, se ubicó en US\$4,451.89, lo cual la ubica como una alternativa costo efectiva.

SOBREVIDA

Para el desenlace de sobrevida, la alternativa sin espirometría reportó una efectividad de (99.4%), en contraste con la alternativa con espirometría que reportó una menor efectividad (97.26%) representando una diferencia de -2.13%.

El costo por vida salvada fue de US\$1,836.65 para la alternativa con espirometría y de US\$1,011.76 para la alternativa sin espirometría, resultando la alternativa con espirometría no costo efectiva o dominada US-\$36,654.60.

ARISCAT de moderado riesgo

Bajo el escenario de costos HGM, la alternativa con espirometría reportó el menor costo promedio de US\$1,839.90 seguida por la alternativa sin espirometría, con un costo de US\$ 1,899.67 representando un diferencial de US\$59.77.

COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS

La alternativa que obtuvo la mayor efectividad para disminuir complicaciones postoperatorias corresponde a la alternativa con espirometría con 72.7% en tanto

que la alternativa sin espirometría reportó que solo el 44.45%, representando una diferencia de 28.33% menor que en la alternativa con espirometría.

El costo por caso para la alternativa sin espirometría fue de US\$4,111.98 (más cara) y de US\$2,528.44 (menos cara) para la alternativa con espirometría.

Finalmente, la RCEI (costo por evitar una complicación postoperatoria) de la alternativa con espirometría manteniendo todos los factores constantes, se ubicó en US\$43.77, lo cual la ubica como una alternativa costo-efectiva.

DÍAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA

La alternativa que obtuvo el menor número promedio de días de estancia hospitalaria corresponde a la alternativa con espirometría con 3.1 días, en tanto que la alternativa sin espirometría reportó un mayor número de días (11.9) representando una diferencia de 8.9 días de estancia hospitalaria más con la alternativa sin espirometría. El costo por día de estancia hospitalaria fue de US\$153.00 para la alternativa sin espirometría (menos cara) y de US\$596.49 para la alternativa con espirometría (más cara).

Por lo tanto, la RCEI (costo por evitar un día de estancia hospitalaria) de la alternativa con espirometría manteniendo todos los factores constantes, se ubicó en US\$1.38, lo cual las ubica como estrategias no dominantes o indeterminadas.

SOBREVIDA

Para el moderado riesgo, la alternativa sin espirometría obtuvo la mayor efectividad de pacientes con sobrevida 97.18% en tanto que la alternativa con espirometría reportó una menor efectividad (96.35%) representando una diferencia de 0.83% menos de supervivencia respecto a la alternativa sin espirometría.

El costo por sobrevida fue de US\$1,920.71 para la alternativa con espirometría y de US\$1,947.42 para la alternativa sin espirometría.

Por lo tanto, la RCEI (costo por evitar una muerte) de la alternativa sin espirometría manteniendo todos los factores constantes, se ubicó en US\$ 5,076.55, lo cual la ubica como una alternativa costo efectiva.

ARISCAT de alto riesgo

La alternativa con espirometría reportó el menor costo promedio de US\$1,485.74 seguida por la alternativa sin espirometría, con un costo de US\$ 3,986.83 representando un diferencial de US\$2,501.09.

COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS

Para el desenlace de complicaciones postoperatorias, en alto riesgo, la alternativa con espirometría obtuvo la mayor efectividad para disminuir complicaciones postoperatorias (66.81%) en contraste con la alternativa sin espirometría que reportó una efectividad del 39.30%, representando una diferencia de -27.50% menor que en la alternativa con espirometría.

El costo por caso sin complicaciones postoperatorias fue de US\$10,129.93 para la alternativa sin espirometría y de \$2,218.95 para la alternativa con espirometría. La RCEI (costo por evitar una complicación postoperatoria) de la alternativa con espirometría manteniendo todos los factores constantes, se ubicó en US\$-9,078.94, lo cual la ubica como una alternativa dominante desde el punto de vista de la economía de la salud, es decir, costo-ahorradora.

DÍAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA

En el nivel de alto riesgo, para el escenario de días de estancia hospitalaria, la alternativa con espirometría obtuvo el menor promedio de días de estancia con 5.2 días en tanto que la alternativa sin espirometría reportó un mayor número de días (21.3) representando una diferencia de -16.1 días de estancia hospitalaria.

El costo por día de estancia hospitalaria fue de US\$186.77 para la alternativa sin espirometría y de \$286.39 para la alternativa con espirometría. Finalmente, la RCEI (costo por evitar un día de estancia hospitalaria) de la alternativa sin

espirometría manteniendo todos los factores constantes, se ubicó en US-\$155.21, lo cual la ubica como una alternativa dominante desde el punto de vista de la economía de la salud y costo ahorradora.

SOBREVIDA

Para el desenlace de sobrevida y alto riesgo, la alternativa con espirometría obtuvo la mayor efectividad (97.11%) en contraste con la alternativa sin espirometría reportó una menor efectividad (75.30%) representando una diferencia de -21.80%.

El costo por sobrevida fue de US\$1,510.04 para la alternativa con espirometría y de US\$5,297.18 para la alternativa sin espirometría. La RCEI (costo por evitar una muerte) de la alternativa con espirometría manteniendo todos los factores constantes, se ubicó en US\$-11,568.33, lo cual la ubica como una alternativa dominante desde el punto de vista de la economía de la salud, es decir costo-ahorradora.

Tabla 12. Análisis de Costo-Efectividad según grado de riesgo ARISCAT con y sin espirometría, USD\$

COSTOS HGM, USD\$							
Estrategia	Costo	Costo incremental	Efectividad	Efectividad incremental	RCEP USD\$	RCEI USD\$	Resultado
BAJO RIESGO, COSTOS HGM							
CPO							
Con espirometría	\$ 1,800.89	\$ 801.34	76.13%	-47.03%	\$ 2,365.70	-\$ 1,703.83	Dominada
Sin espirometría	\$ 999.55		29.09%		\$ 3,435.68		Dominante
DEH							
Con espirometría	\$ 1,800.89	\$ 801.34	2.29	0.18	\$ 785.23	\$ 4,451.89	Dependiente de la DAP
Sin espirometría	\$ 999.55		2.47		\$ 404.16		No dominada
SOBREVIDA							
Con espirometría	\$ 1,800.89	\$ 801.34	97.26%	-2.13%	\$ 1,838.65	-\$ 36,654.60	Dominada
Sin espirometría	\$ 999.55		99.40%		\$ 1,011.76		Dominante
MODERADO RIESGO, COSTOS HGM							
CPO							
Con espirometría	\$ 1,839.90		72.77%		\$ 2,528.44		Dominante
Sin espirometría	\$ 1,899.67	\$ 59.77	44.45%	-28.33%	\$ 4,111.98	-\$ 43.77	Dominada
DEH							
Con espirometría	\$ 1,839.90		3.1		\$ 596.45		Dominante
Sin espirometría	\$ 1,899.67	\$ 59.77	11.9	-8.9	\$ 153.00	-\$ 1.38	Dominada
SOBREVIDA							
Con espirometría	\$ 1,839.90		96.35%		\$ 1,920.71		No dominada
Sin espirometría	\$ 1,899.67	\$ 59.77	97.18%	0.83%	\$ 1,947.42	\$ 5,076.55	Dependiente de la DAP
ALTO RIESGO, COSTOS HGM							
CPO							
Con espirometría	\$ 1,485.74		66.81%		\$ 2,218.95		Dominante
Sin espirometría	\$ 3,986.83	\$ 2,501.09	39.30%	-27.50%	\$ 10,129.93	-\$ 9,078.94	Dominada
DEH							
Con espirometría	\$ 1,485.74		5.2		\$ 286.39		Dominante
Sin espirometría	\$ 3,986.83	\$ 2,501.09	21.3	-16.1	\$ 186.77	-\$ 155.21	Dominada
SOBREVIDA							
Con espirometría	\$ 1,485.74		97.11%		\$ 1,510.04		Dominante
Sin espirometría	\$ 3,986.83	\$ 2,501.09	75.30%	-21.80%	\$ 5,297.18	11,568.33	Dominada

**DDAP: Dependiente de la Disponibilidad a pagar

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, PLANO COSTO EFECTIVIDAD Y ACEPTABILIDAD POR NIVEL DE RIESGO

Las figuras 13A-13C a 21A-21C muestran los resultados del análisis de sensibilidad univariado, plano de costo efectividad y curvas de aceptabilidad, para los niveles bajo, moderado y alto riesgo.

En el análisis univariado se presentan las variables que tuvieron mayor impacto en los resultados del basal los valores extremos que tienen impacto sobre la RCEI, en este sentido se observan en los gráficos de barras las principales variables que tienen el mayor impacto positivo y las principales variables que tienen el mayor impacto negativo.

En los gráficos de dispersión de puntos se muestra el plano costo efectividad de las alternativas comparadas, con espirometría vs sin espirometría de acuerdo con el modelo probabilístico.

Finalmente, en los gráficos de las curvas de aceptabilidad se muestran los resultados finales de las probabilidades de ser costo efectivas las alternativas comparadas de acuerdo con el umbral de disponibilidad a pagar a 1 y 3 PIB per cápita.

FIG. 13A, 13B, 13C. ARISCAT BAJO RIESGO, CPO, COSTOS HGM.

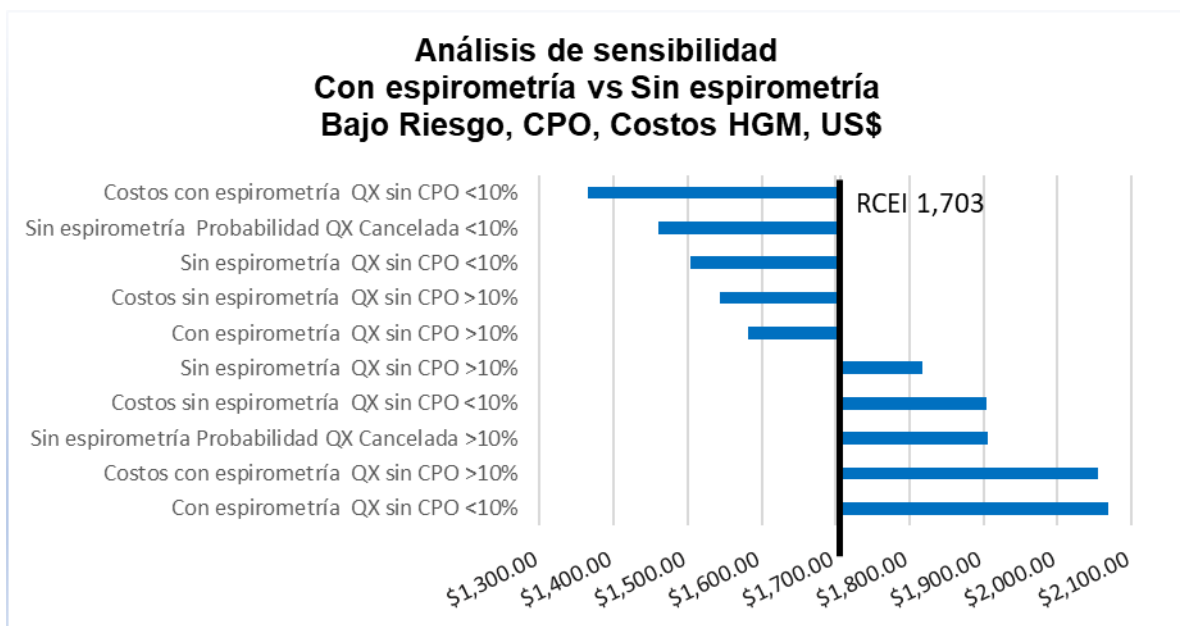
En la figura 13A se muestra el análisis de sensibilidad univariado, 13B el plano de costo efectividad y 13C las curvas de aceptabilidad a pagar para el desenlace de complicaciones postoperatorias, para ARISCAT de bajo riesgo y costos del HGM, presentados en US\$.

En la figura 13A, podemos apreciar que las variables que más favorecen la RCEI fueron: en la alternativa con espirometría, si los costos en cirugía sin complicaciones postoperatorias disminuyen el 10% y en la alternativa sin espirometría, si la probabilidad de cirugía cancelada disminuye el 10%. Los resultados no se modifican, lo que significa que son robustos a pesar de la incertidumbre y la estrategia con espirometría se mantuvo costo-efectiva.

En contraste, las variables que perjudican la RCEI fueron en la alternativa con espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10% y en la alternativa con espirometría, si los costos de las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10%. Los resultados no se modifican, lo que significa que son robustos a pesar de la incertidumbre y la estrategia con espirometría se mantuvo costo-efectiva.

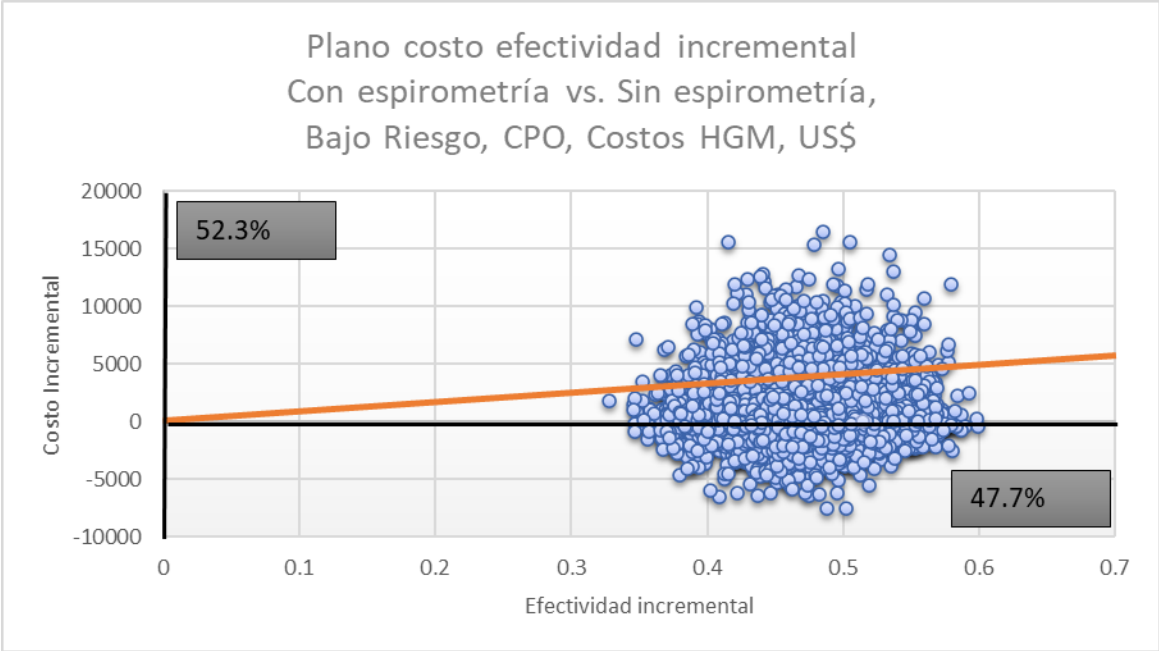
Finalmente, de acuerdo con dichos resultados podemos apreciar que ninguna de esas variables modifica la dirección del modelo determinista, y en todos los casos la RCEI ubica a la alternativa con espirometría como costo-efectiva a pesar de la incertidumbre.

Figura 13A. Análisis de sensibilidad univariado, según bajo riesgo, CPO



La figura 13B muestra el plano de costo efectividad. La RCEI de la alternativa con espirometría se encuentra por debajo del umbral de disponibilidad a pagar a un PIB per cápita en el 47.7% de las probabilidades como costo-efectiva.

Figura 13B. Plano costo efectividad, según bajo riesgo, CPO



En la figura 13C, se presentan las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de las alternativas con espirometría vs sin espirometría, en las cuales se aprecia que la alternativa ARISCAT con espirometría, de acuerdo con el umbral de disponibilidad a pagar a 1 PIB per cápita, tiene el 47.6% de probabilidades de ser costo-efectiva y a 3 PIB per cápita aumenta a 60.4%.

Figura 13C. Curvas de aceptabilidad, según bajo riesgo, CPO

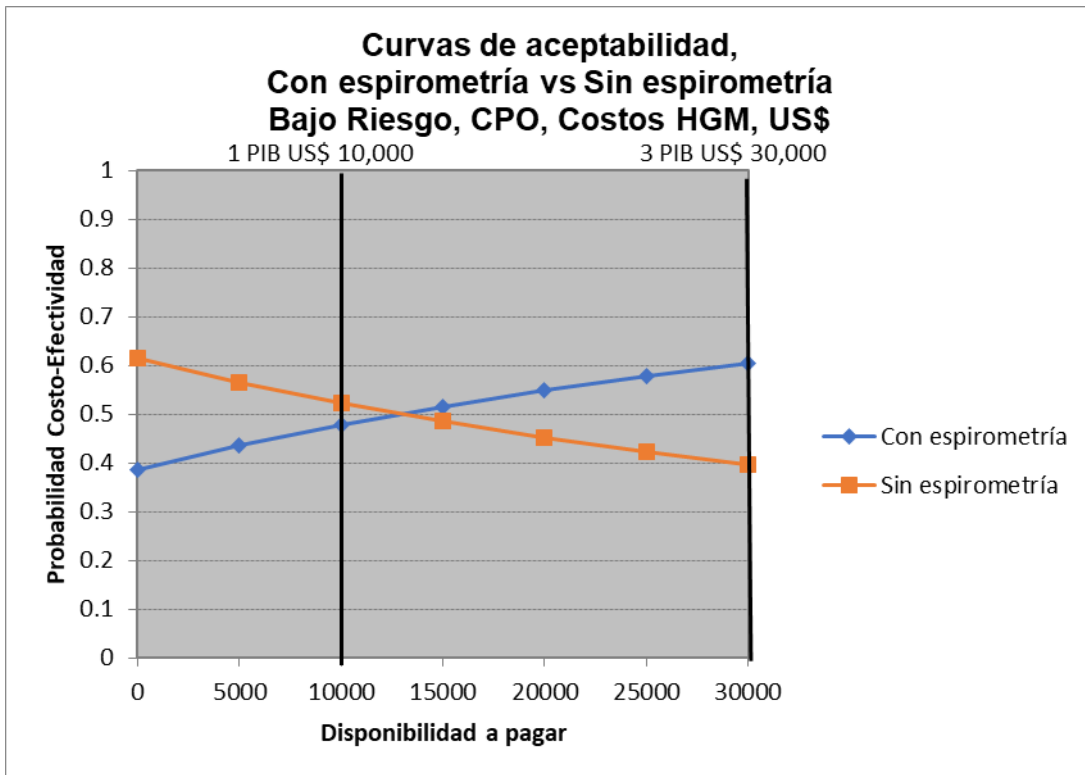


FIG. 14A, 14B, 14C. ARISCAT BAJO RIESGO, DEH.

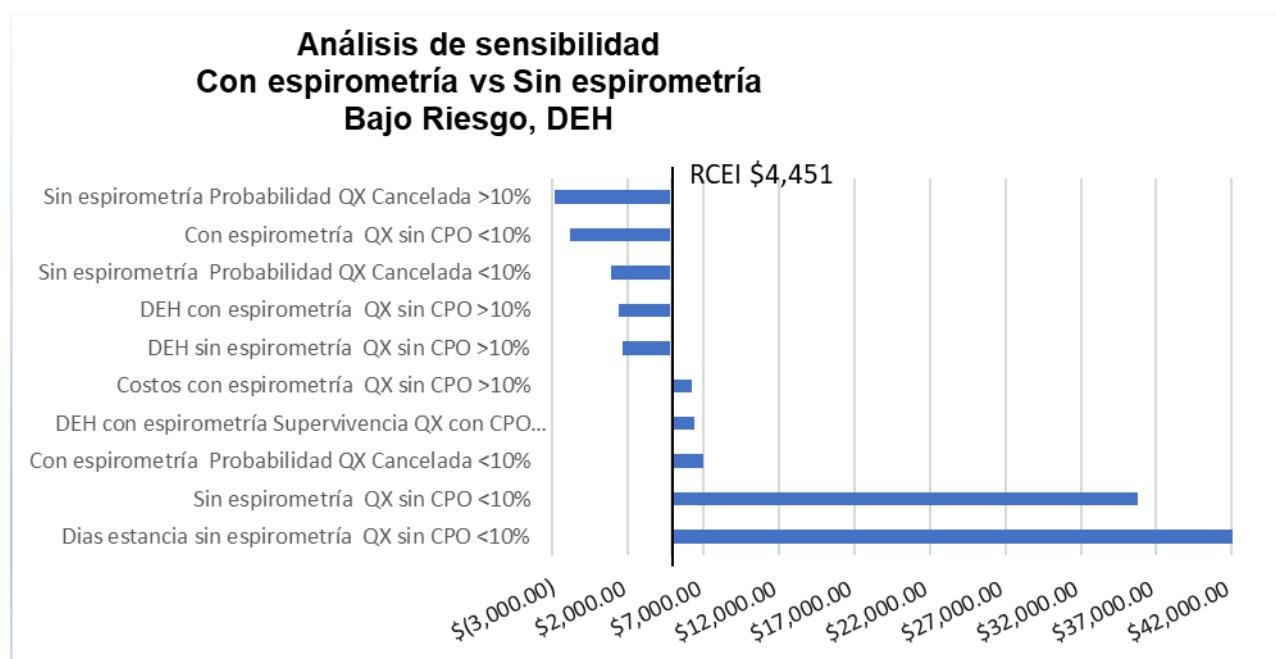
En la figura 14A se muestran el análisis de sensibilidad univariado, 14B el plano de costo efectividad y 14C las curvas de aceptabilidad a pagar para el desenlace de días de estancia hospitalaria, para ARISCAT de bajo riesgo y costos del HGM, presentados en US\$.

En la figura 14A, podemos apreciar que las variables que favorecen la RCEI fueron: en la alternativa sin espirometría, si la probabilidad de ser cancelada la cirugía aumenta 10% y en la estrategia con espirometría, si las cirugías sin

complicaciones postoperatorias disminuyen 10%. Los resultados no se modifican, lo que significa que son robustos a pesar de la incertidumbre, la estrategia con espirometría se mantuvo no costo-efectiva.

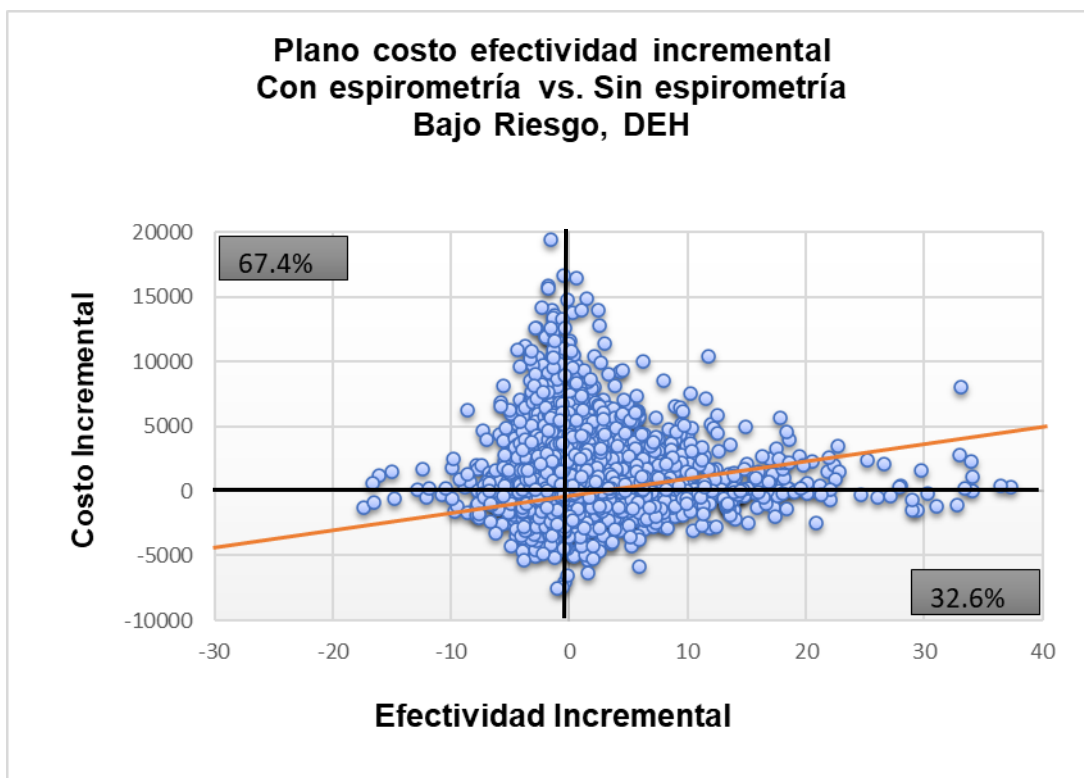
En contraste, las variables que perjudican la RCEI fueron en la alternativa sin espirometría, en donde si los días de estancia hospitalaria en cirugía sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10% o las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10%. Ambas variables modifican el resultado del modelo determinista y llevan a la alternativa con espirometría de dejar de ser una estrategia costo efectiva por tener una RCEI superior a la disponibilidad a pagar de 1 PIB per cápita.

Figura 14A. Análisis de sensibilidad univariado, según bajo riesgo, DEH



La figura 14B muestra el plano de costo efectividad incremental, las RCEI de la alternativa con espirometría se ubican en el 32.6% por debajo del umbral de disponibilidad a pagar, y el 67.4% por arriba de él. Lo que ubica a la alternativa con espirometría como una alternativa no costo-efectiva.

Figura 14B. Plano costo efectividad, según bajo riesgo, DEH



En la figura 14C se muestran las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de acuerdo con el umbral presupuestal de disponibilidad a pagar a 1 y 3 PIB per cápita.

En este sentido encontramos que, para 1 PIB, la probabilidad de la alternativa con espirometría es del 32.5% de ser costo-efectiva y a 3 PIB, 29.8% de ser costo-efectiva.

Por lo tanto, la alternativa con espirometría resulta no costo-efectiva, independientemente de la disponibilidad a pagar en comparación con la alternativa sin espirometría.

Figura 14C. Curvas de aceptabilidad, según bajo riesgo, DEH

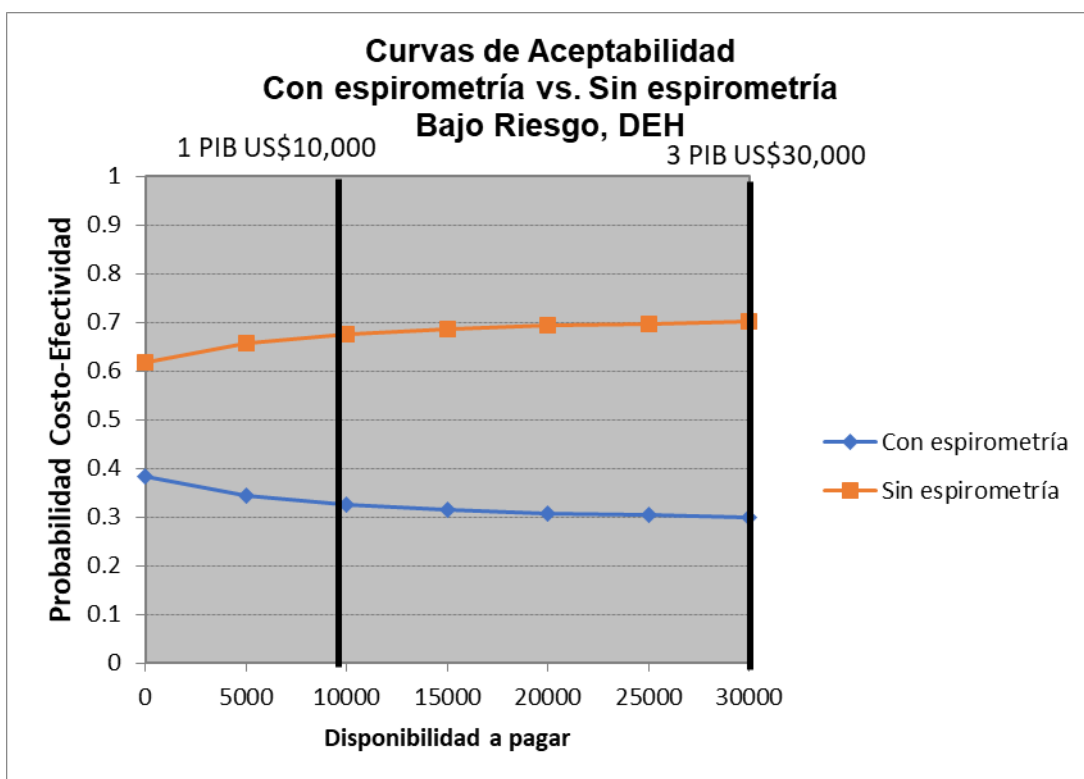


FIG.15A, 15B, 15C. ARISCAT BAJO RIESGO, SOBREVIDA. SENSIBILIDAD, COSTO EFECTIVIDAD Y ACEPTABILIDAD.

En la figura 15A se muestran el análisis de sensibilidad univariado, 15B el plano de costo efectividad y 15C las curvas de aceptabilidad a pagar para el desenlace de sobrevida, para ARISCAT de bajo riesgo y costos del HGM, presentados en US\$.

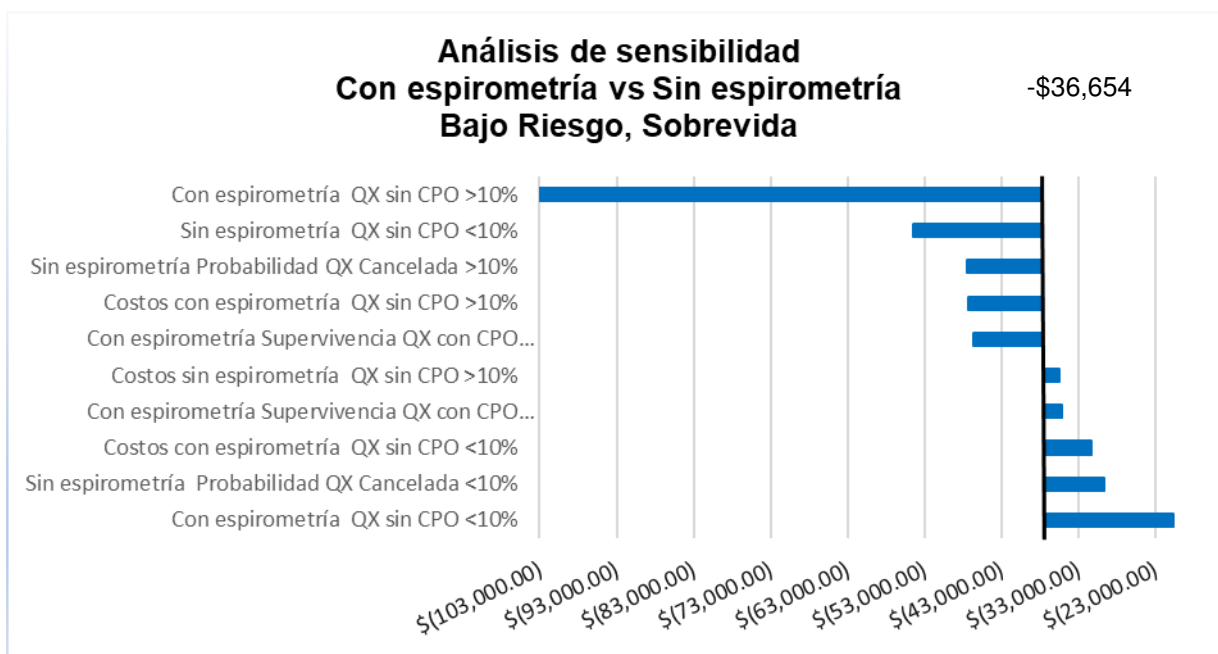
En la figura 15A se muestra que para el análisis de sensibilidad univariado, las variables que más favorecen la RCEI fueron: en la alternativa con espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias aumentan 10% y en la estrategia sin espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10%.

En tanto que las variables que perjudican la RCEI fueron en la alternativa sin espirometría, si la probabilidad de cirugía cancelada disminuye 10% y en la

alternativa con espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10% sus costos.

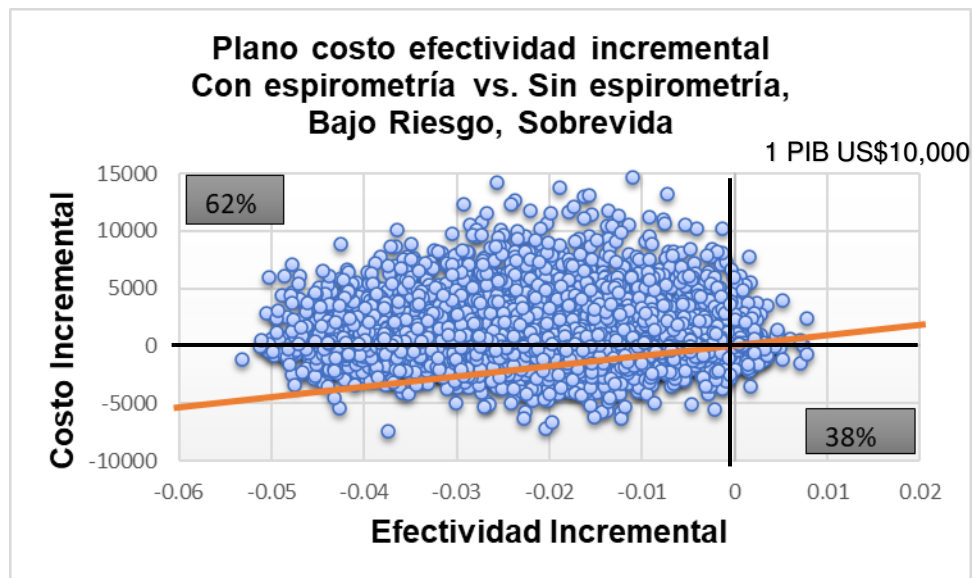
Finalmente, los resultados son robustos, a pesar de la incertidumbre no modifica a la estrategia con espirometría, continúa siendo no costo-efectiva.

Figura 15A. Análisis de sensibilidad univariado, según bajo riesgo, sobrevida



La figura 15B muestra el plano de costo efectividad, La RCEI de la alternativa con espirometría se encuentra por arriba del umbral de disponibilidad a pagar a un PIB per cápita en el 62% de las probabilidades, ubicando a la alternativa con espirometría como una alternativa no costo-efectiva.

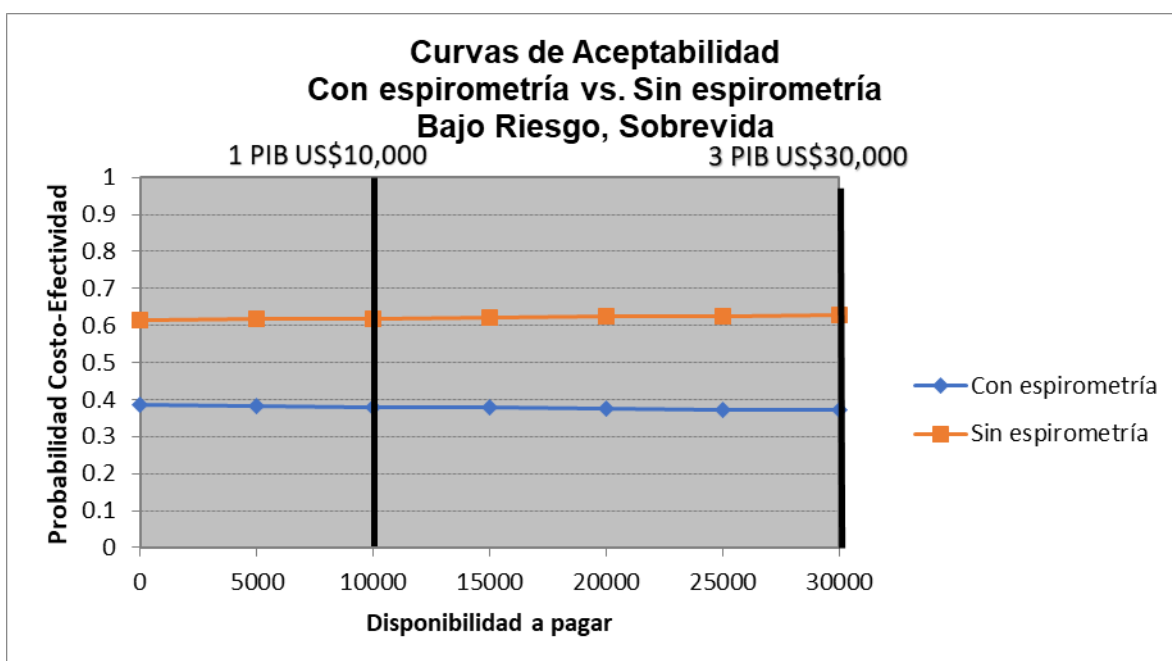
Figura 15B. Plano costo efectividad, según bajo riesgo, sobrevida



En la figura 15C, se presentan las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de las alternativas con espirometría vs sin espirometría, en las cuales se aprecia que la alternativa con espirometría de acuerdo con el umbral de disponibilidad a pagar a 1 PIB per cápita tiene el 38% de probabilidades de ser costo-efectiva y a 3 PIB per cápita 37.1%.

Finalmente, la alternativa con espirometría para aumentar la sobrevida, en el grupo de bajo riesgo, resultó no costo-efectiva.

Figura 15C. Curvas de aceptabilidad, según bajo riesgo, sobrevida



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, PLANO COSTO EFECTIVIDAD Y ACEPTABILIDAD, MODERADO RIESGO

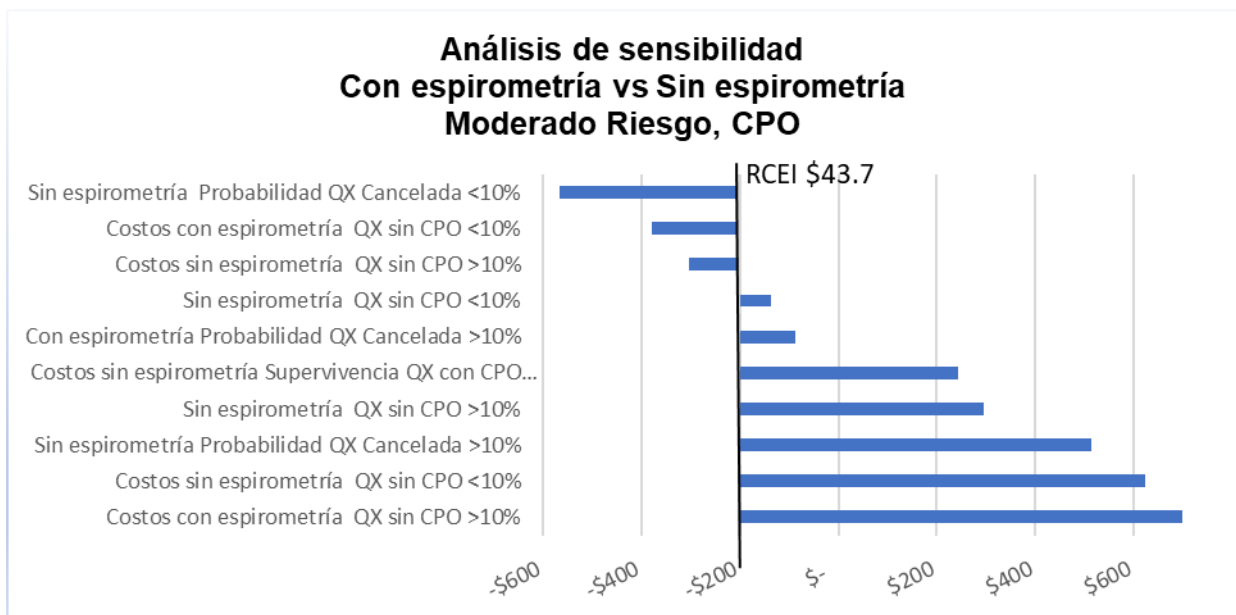
FIG. 16A, 16B, 16C. ARISCAT MODERADO RIESGO, CPO

En la figura 16A se muestran el análisis de sensibilidad univariado, 16B el plano de costo efectividad y 16C las curvas de aceptabilidad a pagar para el desenlace de complicaciones postoperatorias, para ARISCAT de moderado riesgo y costos del HGM, presentados en US\$.

En la figura 16A, se muestra para el análisis de sensibilidad univariado, en el desenlace de complicaciones postoperatorias, para ARISCAT de moderado riesgo y costos del HGM, las variables que más favorecen la RCEI son en la alternativa sin espirometría, la probabilidad de que la cancelación de una cirugía disminuya 10% y en la alternativa con espirometría, si los costos de las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10%. Los resultados no se modifican, lo que significa que son robustos a pesar de la incertidumbre y la estrategia con espirometría se mantuvo costo-efectiva.

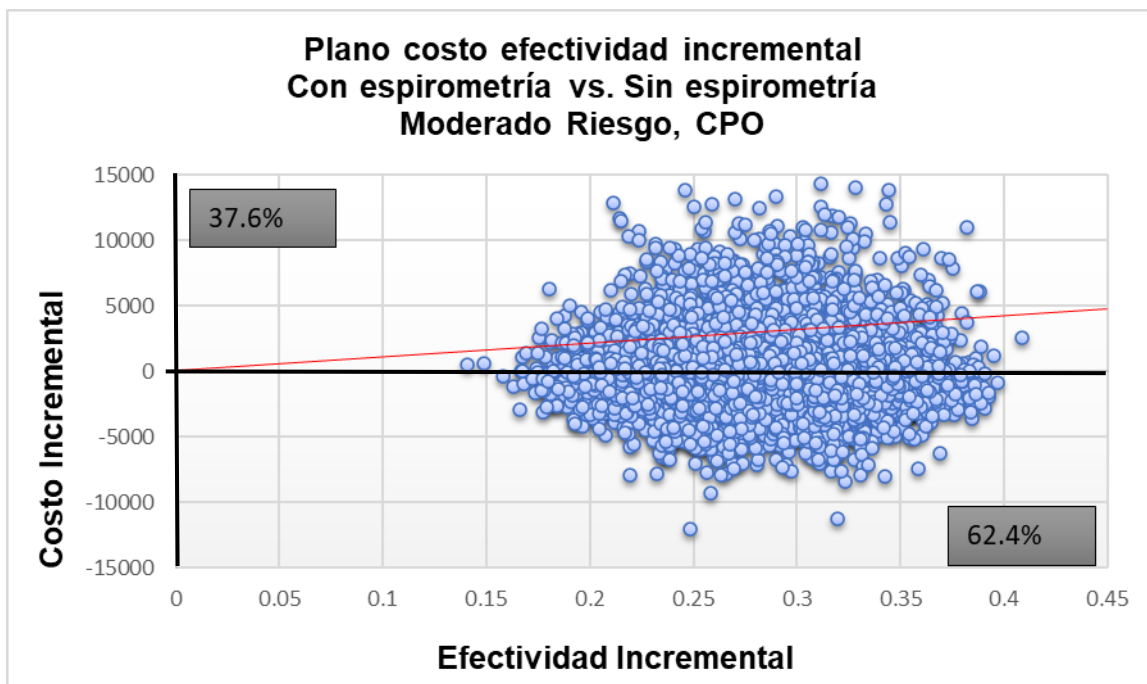
En contraste, las variables que más perjudican la RCEI fueron: en la alternativa sin espirometría, si los costos de las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10% y en la alternativa con espirometría, si los costos de la cirugía sin complicaciones postoperatorias aumentan 10%. A pesar de esto, los resultados no se modifican, lo que significa que son robustos a pesar de la incertidumbre y la estrategia con espirometría se mantuvo costo-efectiva.

Figura 16A. Análisis de sensibilidad univariado, según moderado riesgo, CPO



La figura 16B muestra el plano de costo efectividad. La RCEI de la alternativa con espirometría se encuentra por debajo del umbral de disponibilidad a pagar a 1 PIB per cápita en el 62.4% de las probabilidades, ubicando a la alternativa con espirometría como una alternativa costo-ahorradora.

Figura 16B. Plano costo efectividad, según moderado riesgo, CPO



En la figura 16C, se presentan las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de las alternativas con espirometría vs sin espirometría, en las cuales se aprecia que la alternativa con espirometría de acuerdo con el umbral de disponibilidad a pagar a 1 PIB per cápita tiene el 62.4% de probabilidades de ser costo-efectiva y a 3 PIB per cápita aumenta a 67.3%.

Por lo tanto, la alternativa con espirometría para disminuir complicaciones postoperatorias, en el grupo de moderado riesgo, resultó costo-efectiva.

Figura 16C. Curvas de aceptabilidad, según moderado riesgo, CPO

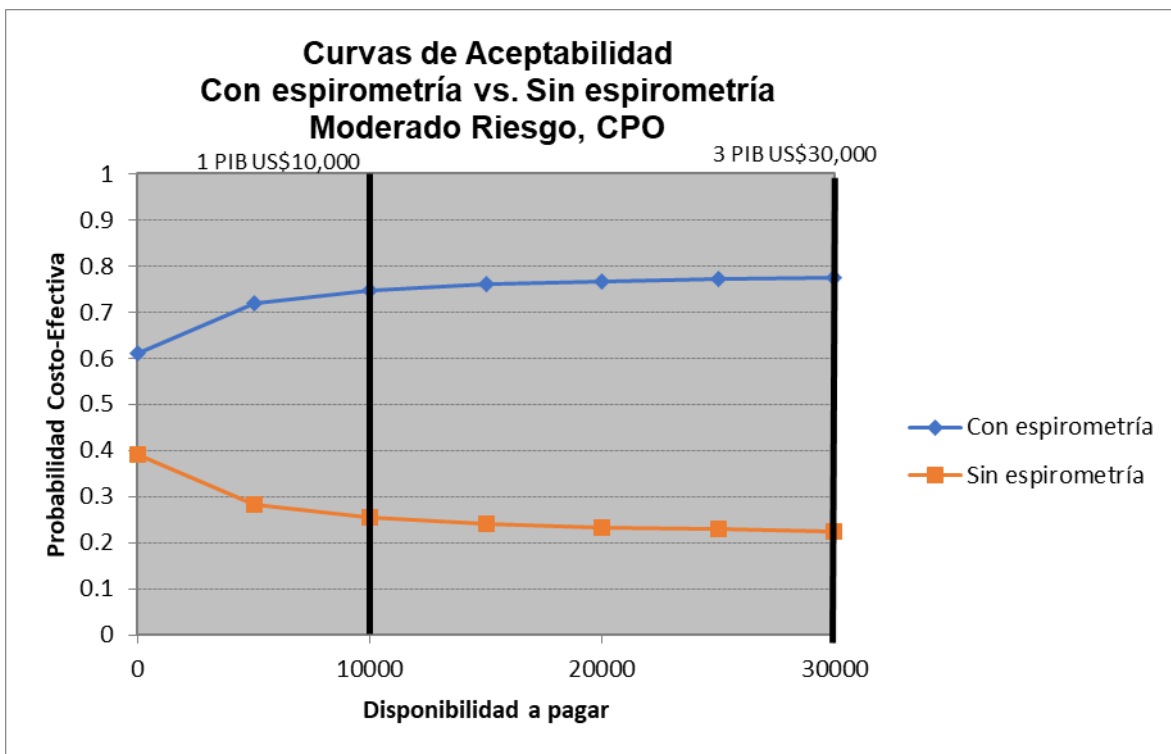


FIG.17A, 17B, 17C. ARISCAT MODERADO RIESGO, DEH

En la figura 17A se muestran el análisis de sensibilidad univariado, 17B el plano de costo efectividad y 17C las curvas de aceptabilidad a pagar para el desenlace de días de estancia hospitalaria, para ARISCAT de moderado riesgo y costos del HGM, presentados en US\$.

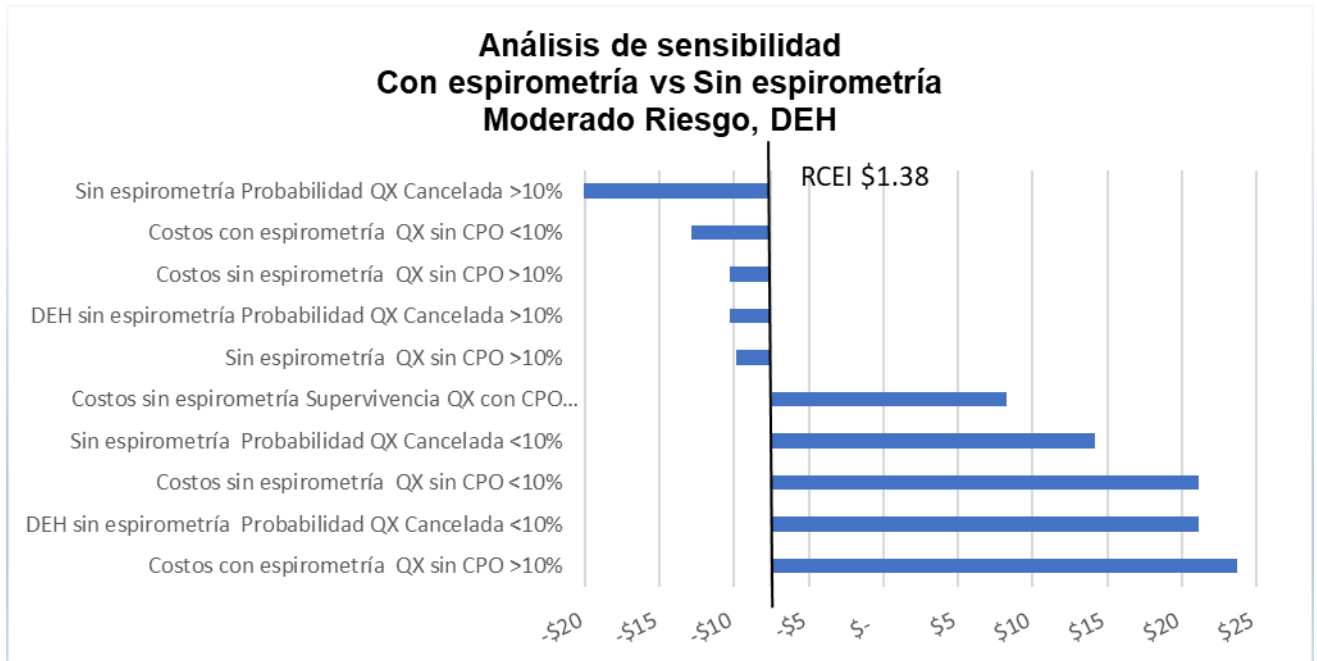
En la figura 17A, podemos apreciar que las variables que más favorecen la RCEI fueron: en la alternativa con espirometría, si los costos en cirugías sin

complicaciones postoperatorias disminuyen el 10% y en la alternativa sin espirometría, si la probabilidad de cirugías canceladas aumenta el 10%. Los resultados no se modifican, lo que significa que son robustos a pesar de la incertidumbre y la estrategia con espirometría se mantuvo costo-efectiva.

En contraste, las variables que perjudican la RCEI fueron en la alternativa con espirometría, si los costos de las cirugías sin complicaciones postoperatorias aumentan 10% y en la alternativa sin espirometría, si los costos de las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10%. Los resultados no se modifican, lo que significa que son robustos a pesar de la incertidumbre y la estrategia con espirometría se mantuvo costo-efectiva.

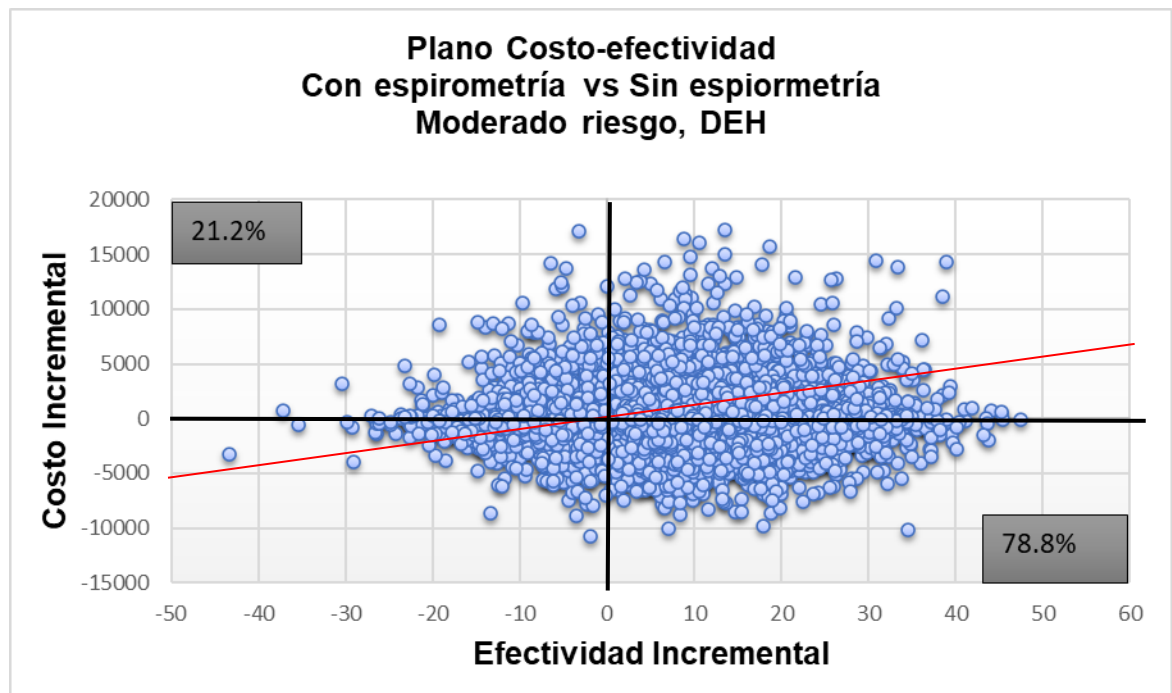
Finalmente, de acuerdo con estos resultados podemos apreciar que ninguna de las variables modificó la dirección del modelo determinista, y en todos los casos la RCEI, ubica a la alternativa con espirometría para disminuir los días de estancia hospitalaria como costo efectivo a pesar de la incertidumbre.

Figura 17A. Análisis de sensibilidad univariado, según moderado riesgo, DEH



La figura 17B muestra el plano de costo efectividad. La RCEI de la alternativa con espirometría para disminuir los días de estancia hospitalaria, se encuentra por debajo del umbral de disponibilidad a pagar de 1 PIB per cápita en el 78.8% de las probabilidades, ubicando a la alternativa con espirometría como una alternativa costo-efectiva.

Figura 17B. Plano costo efectividad, según moderado riesgo, DEH



En la figura 17C se muestran las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de acuerdo con el umbral presupuestal de disponibilidad a pagar a 1 y 3 PIB per cápita.

Encontramos que, a 1 PIB per cápita de disponibilidad a pagar, la probabilidad de la alternativa con espirometría es del 74.8% de ser costo-efectiva, y aumenta a 78% a 3 PIB per cápita de disponibilidad a pagar.

Finalmente, la alternativa con espirometría para disminuir 1 día de estancia hospitalaria, en el grupo de moderado riesgo, resultó costo-efectiva.

Figura 17C. Curvas de aceptabilidad, según moderado riesgo, DEH

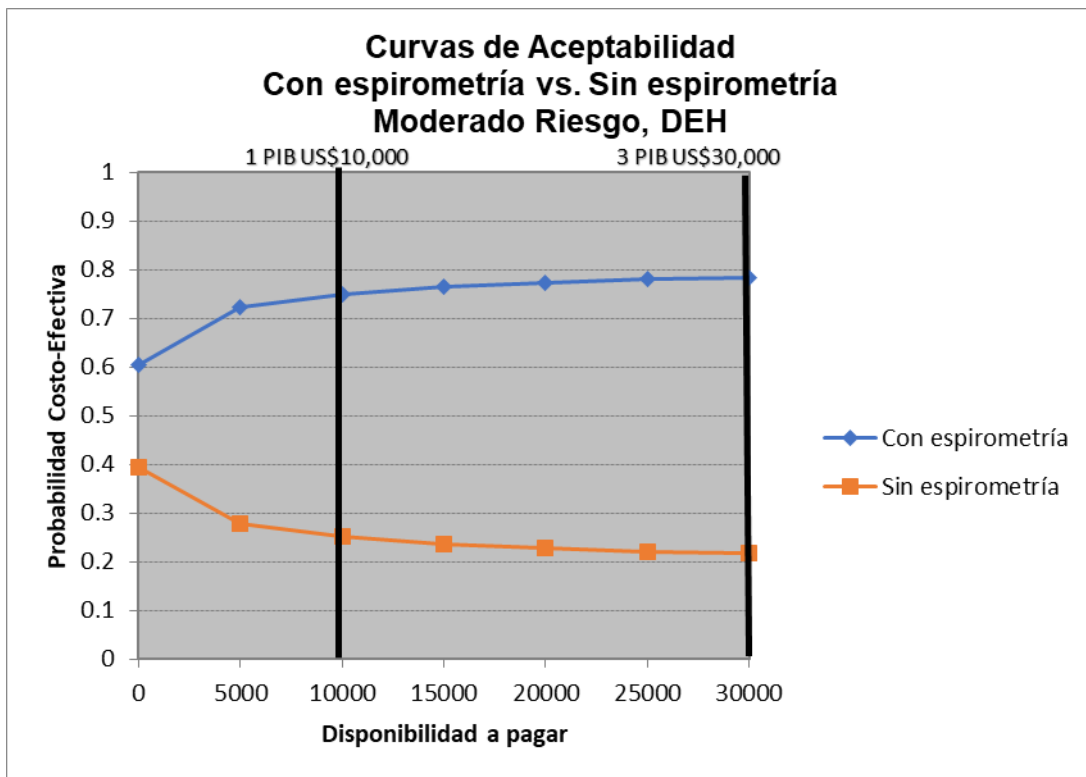


FIG.18A, 18B, 18C. ARISCAT MODERADO RIESGO, SOBREVIDA

En la figura 18A se muestran el análisis de sensibilidad univariado, 18B el plano de costo efectividad y 18C las curvas de aceptabilidad a pagar para el

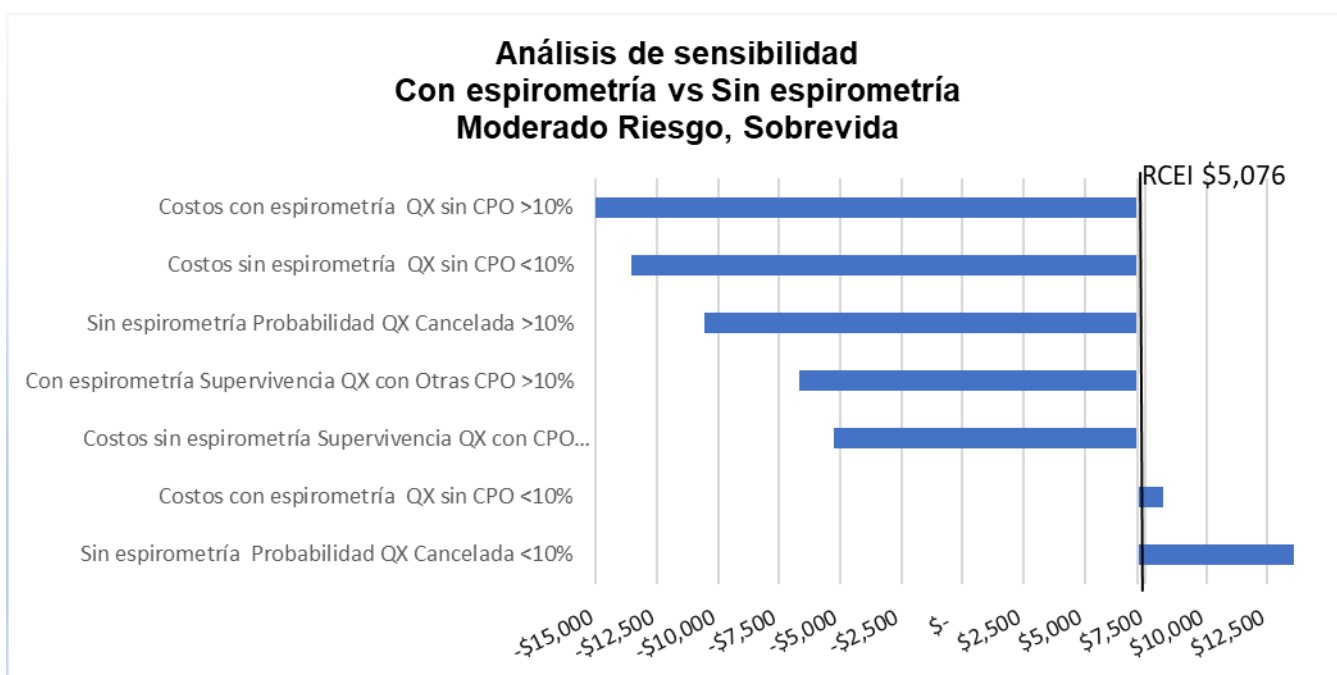
desenlace de sobrevida, para ARISCAT de moderado riesgo y costos del HGM, presentados en US\$.

En la figura 18A, para el análisis de sensibilidad univariado, muestra en el desenlace de sobrevida, para ARISCAT de moderado riesgo y costos del HGM, que las variables que más favorecen la RCEI fueron en la alternativa sin espirometría, que los costos de las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyan 10%, y en la estrategia con espirometría, que los costos de la cirugía sin complicaciones postoperatorias aumenten 10%. Los resultados no son robustos ya que modifica la dirección del modelo de costo efectiva a costo ahorradora.

En contraste, la única variable que perjudica la RCEI fue en la alternativa sin espirometría, si la probabilidad de que la cirugía sea cancelada disminuye 10%, entonces modifica los resultados y la alternativa con espirometría de costo efectiva pasa a no costo-efectiva.

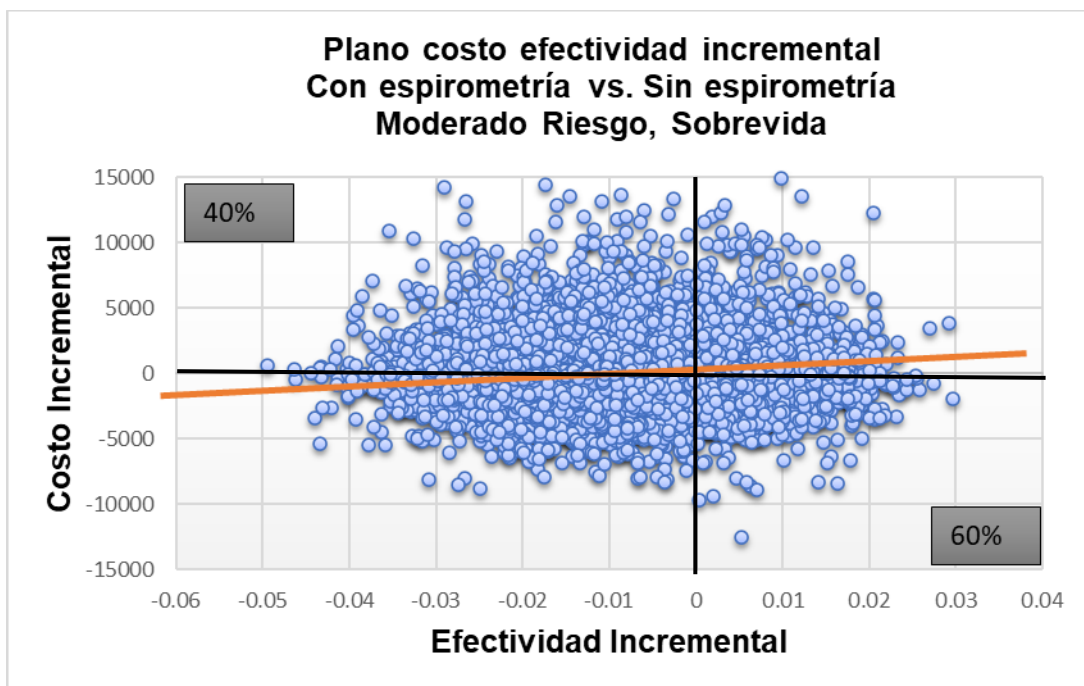
Finalmente, los resultados no son robustos y modifica el sentido del modelo probabilístico, en este caso la alternativa con espirometría deja de ser costo-efectiva.

Figura 18A. Análisis de sensibilidad univariado, según moderado riesgo, sobrevida



La figura 18B muestra el plano de costo efectividad. La RCEI de la alternativa con espirometría para aumentar la sobrevida, tiene el 60% de las probabilidades de ser costo-efectiva, ubicando a la alternativa con espirometría como costo-efectiva.

Figura 18B. Plano costo efectividad, según moderado riesgo, sobrevida

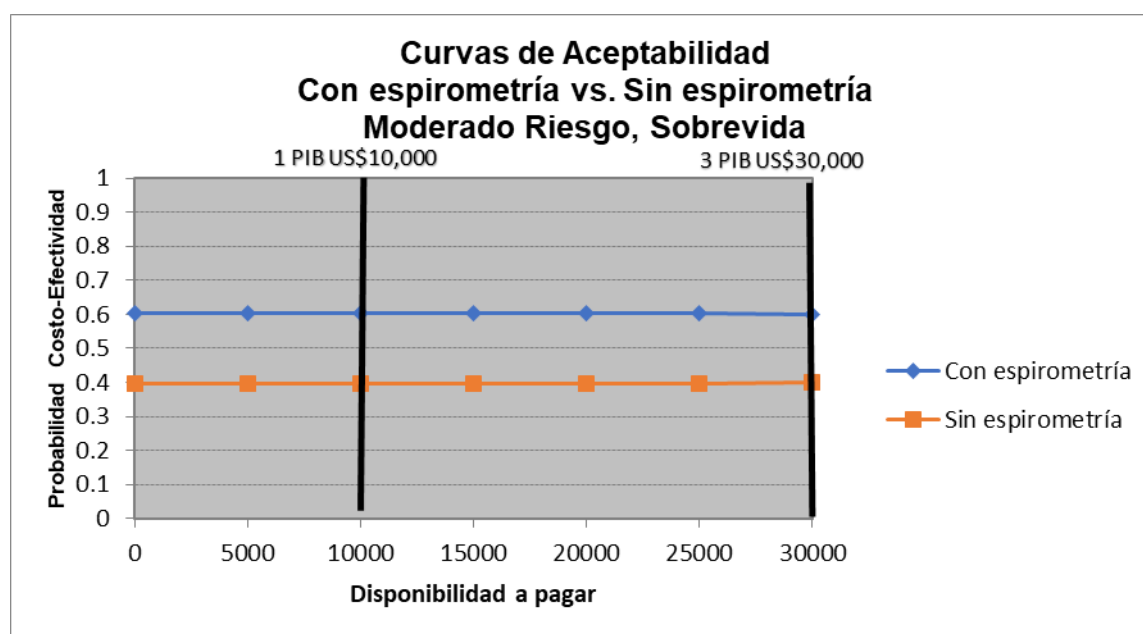


En la figura 18C, se presentan las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de acuerdo con el umbral presupuestal de disponibilidad a pagar a 1 y 3 PIB per cápita.

Se observa que, para 1 y 3 PIB per cápita, la probabilidad de la alternativa con espirometría es del 60% de ser costo-efectiva.

Por lo tanto, la alternativa con espirometría para aumentar sobrevida, en el grupo de moderado riesgo, de acuerdo con los costos del HGM resultó costo-efectiva.

Figura 18C. Curvas de aceptabilidad, según moderado riesgo, sobrevida



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, PLANO COSTO EFECTIVIDAD Y ACEPTABILIDAD, ALTO RIESGO

FIG.19A, 19B, 19C. ARISCAT ALTO RIESGO, CPO

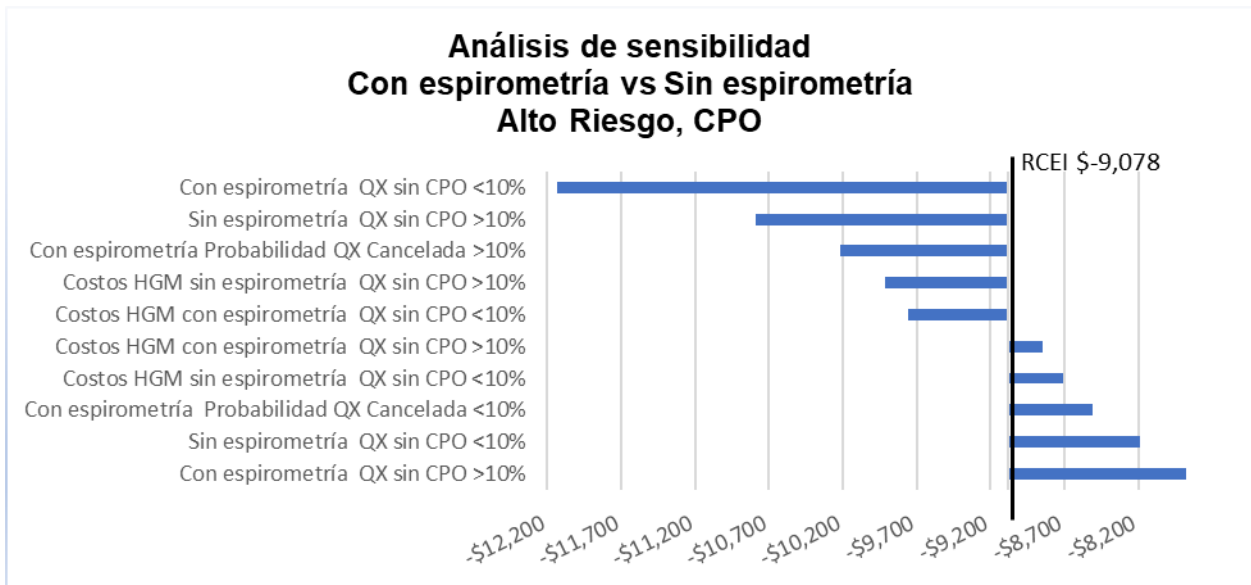
En la figura 19A se muestran el análisis de sensibilidad univariado, 19B el plano de costo efectividad y 19C las curvas de aceptabilidad a pagar para el desenlace de complicaciones postoperatorias, para ARISCAT de alto riesgo y costos del HGM, presentados en US\$.

En la figura 19A, se muestra que para el análisis de sensibilidad univariado, las variables que más favorecen la RCEI fueron: en la alternativa con espirometría, si la cirugía sin complicaciones postoperatorias disminuye 10%, y en la alternativa sin espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias aumentan 10%.

En contraste, las variables que más perjudican la RCEI fueron en la alternativa sin espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10% y en la alternativa con espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias aumentan 10%, entonces aumenta la RCEI.

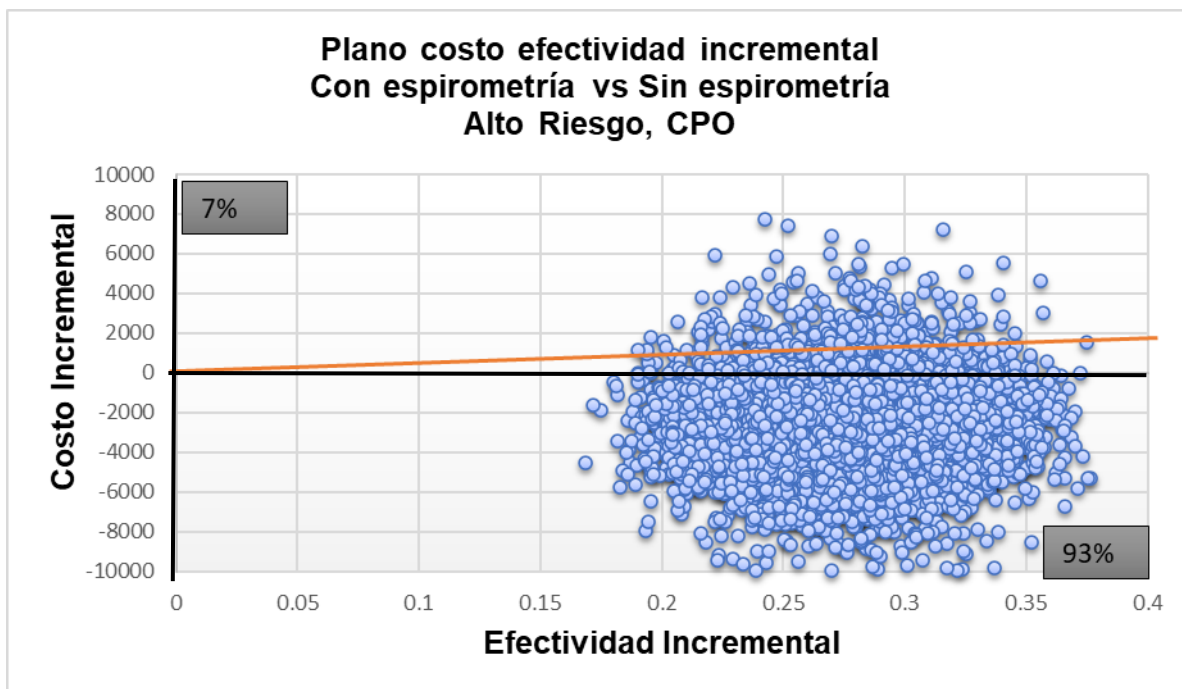
Finalmente, de acuerdo con dichos resultados podemos apreciar que los datos son robustos, pues no se modifica la dirección del modelo probabilístico y la alternativa con espirometría se mantiene costo-ahorradora.

Figura 19A. Análisis de sensibilidad univariado, según alto riesgo, CPO



La figura 19B muestra el plano de costo efectividad. La RCEI de la alternativa con espirometría para disminuir complicaciones postoperatorias, se encuentra en el 93% de las probabilidades por debajo del umbral de disponibilidad a pagar, ubicando a la alternativa con espirometría como una alternativa dominante o costo ahorradora.

Figura 19B. Plano costo efectividad, según alto riesgo, CPO



En la figura 19C se muestran las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de acuerdo con el umbral presupuestal de disponibilidad a pagar a 1 y 3 PIB per cápita.

Se presentan las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de las alternativas con espirometría vs sin espirometría, en las cuales se aprecia que la alternativa con espirometría, para disminuir complicaciones postoperatorias tiene una probabilidad de 92.5% a 1 PIB per cápita de ser costo-efectiva y aumenta a 94.2% a 3 PIB per cápita.

Por lo tanto, la alternativa con espirometría para disminuir complicaciones postoperatorias, en el grupo de alto riesgo, resultó dominante o costo-ahorradora.

Figura 19C. Curvas de aceptabilidad, según alto riesgo, CPO

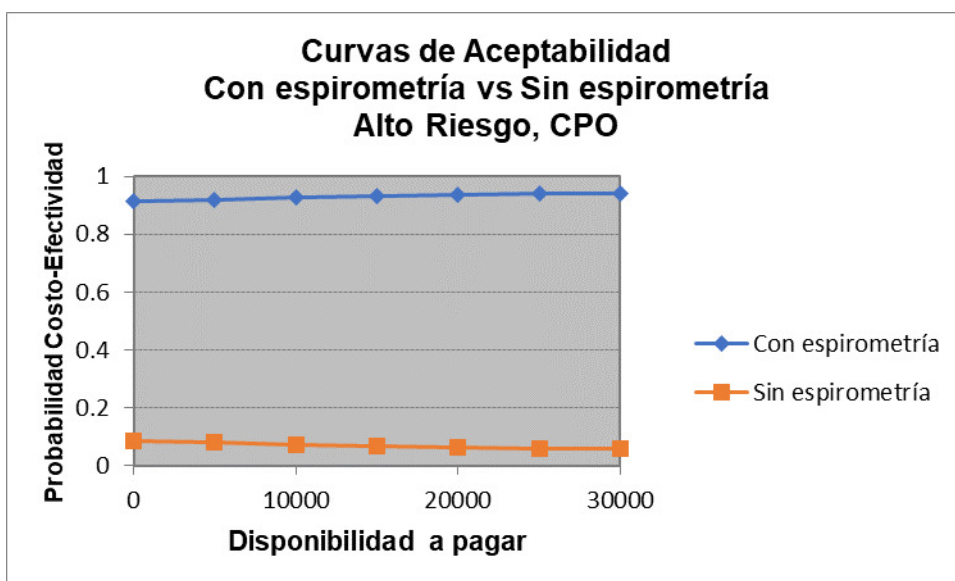


FIG. 20A, 20B, 20C. ARISCAT ALTO RIESGO, DEH

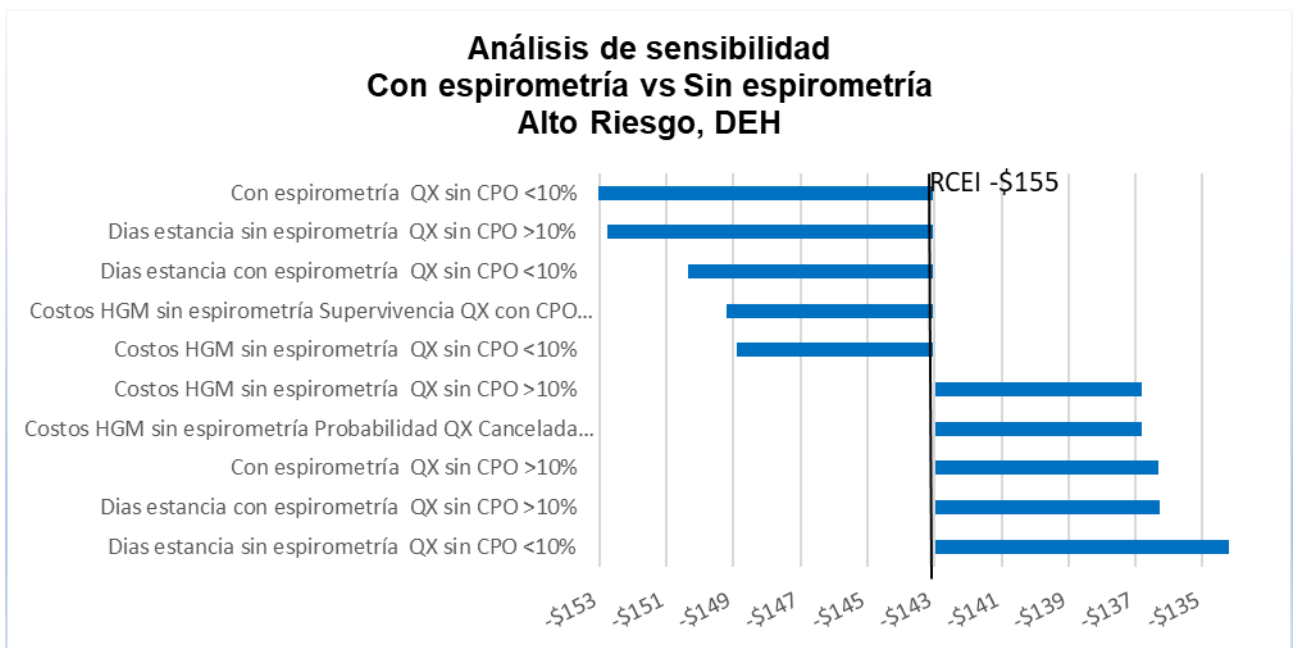
En la figura 20A se muestran el análisis de sensibilidad univariado, 20B el plano de costo efectividad y 20C las curvas de aceptabilidad a pagar para el desenlace de días de estancia hospitalaria, para ARISCAT de alto riesgo y costos del HGM, presentados en US\$.

En la figura 20A, para el análisis de sensibilidad univariado, en el desenlace de días de estancia hospitalaria, para ARISCAT de alto riesgo y costos del HGM, las variables que más favorecen la RCEI fueron: en la alternativa con espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10%, y en la alternativa sin espirometría, si los días de estancia hospitalaria en cirugías sin complicaciones postoperatorias aumentan 10%.

En contraste, las variables que más perjudican la RCEI fueron en la alternativa sin espirometría, si los días de estancia hospitalaria en cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10% y en la alternativa con espirometría, si los días de estancia hospitalaria en cirugías sin complicaciones postoperatorias aumentan 10%, aumenta el RCEI.

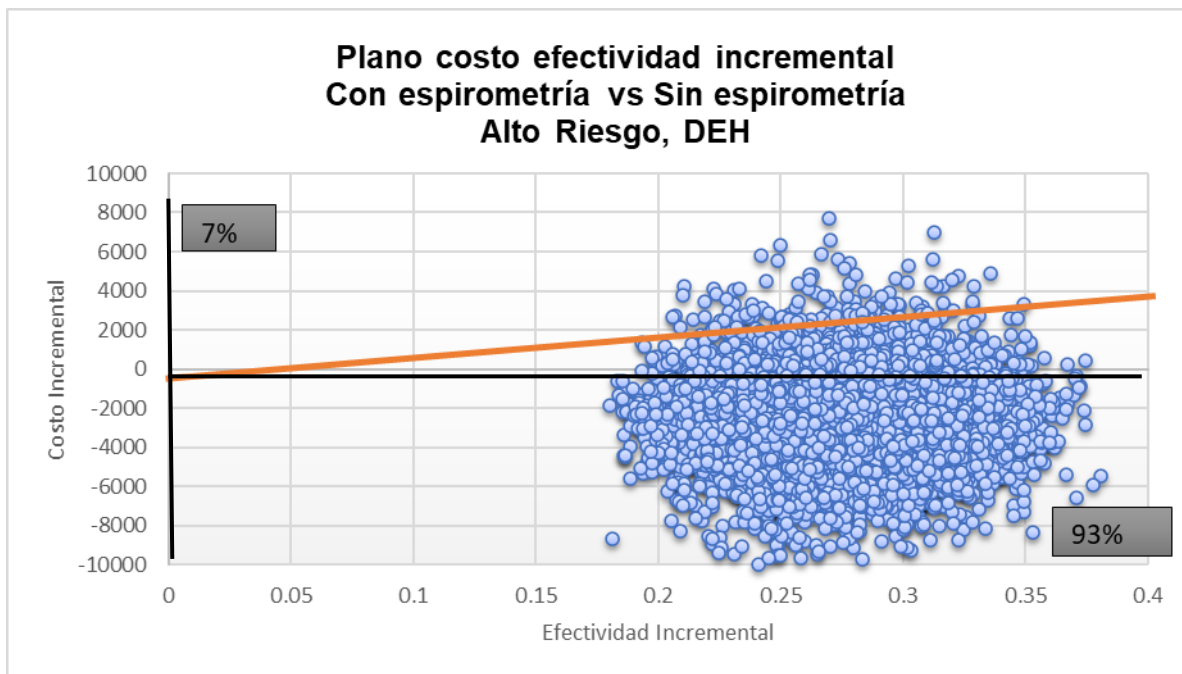
Finalmente, de acuerdo con dichos resultados podemos apreciar que ninguna de esas variables modifica la dirección del modelo determinista, y en todos los casos la RCEI ubica a la alternativa con espirometría para disminuir los días de estancia hospitalaria como costo-ahorradora a pesar de la incertidumbre

Figura 20A. Análisis de sensibilidad univariado, según alto riesgo, DEH



La figura 20B muestra el plano de costo efectividad. La RCEI de la alternativa con espirometría se encuentra en el 93% de las probabilidades por debajo del umbral de disponibilidad a pagar, ubicando a la alternativa con espirometría como dominante o costo-ahorradora.

Figura 20B. Plano costo efectividad, según alto riesgo, DEH



En la figura 20C, se presentan las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de las alternativas con espirometría vs sin espirometría, en las cuales se aprecia que la alternativa con espirometría para disminuir días de estancia hospitalaria, de acuerdo con el umbral de disponibilidad a pagar a 1 PIB per cápita es del 92.8% y a 3 PIB per cápita aumenta al 94.3% de probabilidades de ser costo-efectiva.

Por lo tanto, la alternativa con espirometría para aumentar la sobrevida, en el grupo de alto riesgo para disminuir los días de estancia hospitalaria, resultó dominante o costo-ahorradora.

Figura 20C. Curvas de aceptabilidad, según alto riesgo, DEH

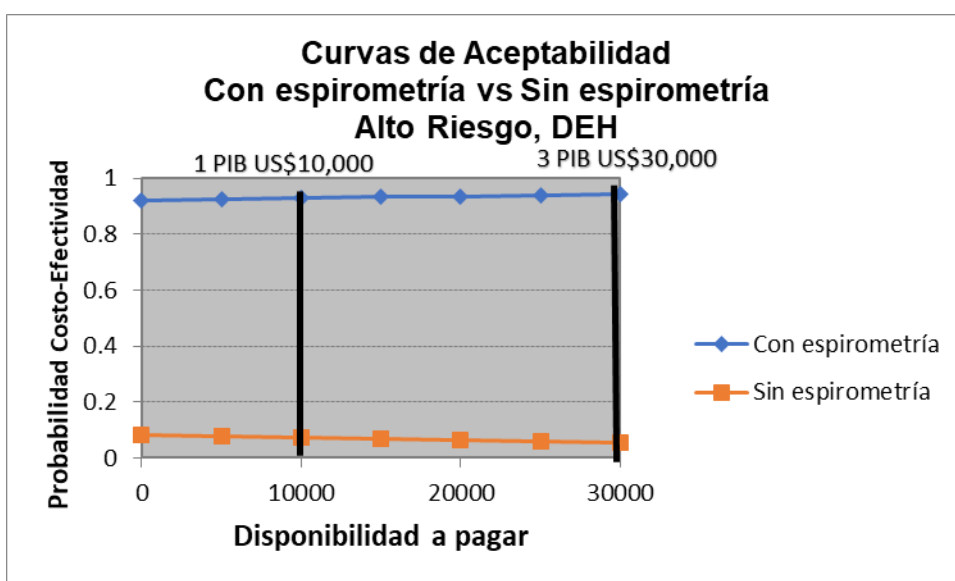


FIG. 21A, 21B, 21C. ARISCAT ALTO RIESGO, SOBREVIDA

En la figura 21A se muestran el análisis de sensibilidad univariado, 21B el plano de costo efectividad y 21C las curvas de aceptabilidad a pagar para el desenlace de sobrevida, para ARISCAT de alto riesgo y costos del HGM, presentados en US\$.

En la figura 21A, para el análisis de sensibilidad univariado, en el desenlace de sobrevida, para ARISCAT de alto riesgo y costos del HGM, las variables que más

favorecen la RCEI fueron: en la alternativa sin espirometría, si la sobrevida de pacientes con cirugía con complicaciones postoperatorias aumenta 10% y en la alternativa con espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10%. Los resultados son robustos ya que no modifican la dirección del modelo determinístico.

En contraste, las variables que más perjudican la RCEI fueron en la alternativa sin espirometría, si los costos de las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10% y en la alternativa con espirometría si las cirugías sin complicaciones postoperatorias aumentan 10%, entonces aumenta la RCEI pero no afecta la dirección del modelo determinístico.

De acuerdo con dichos resultados podemos apreciar que las variables no modifican la dirección del modelo determinista, ubicando a la alternativa con espirometría para aumentar la sobrevida, como costo-ahorradora a pesar de la incertidumbre.

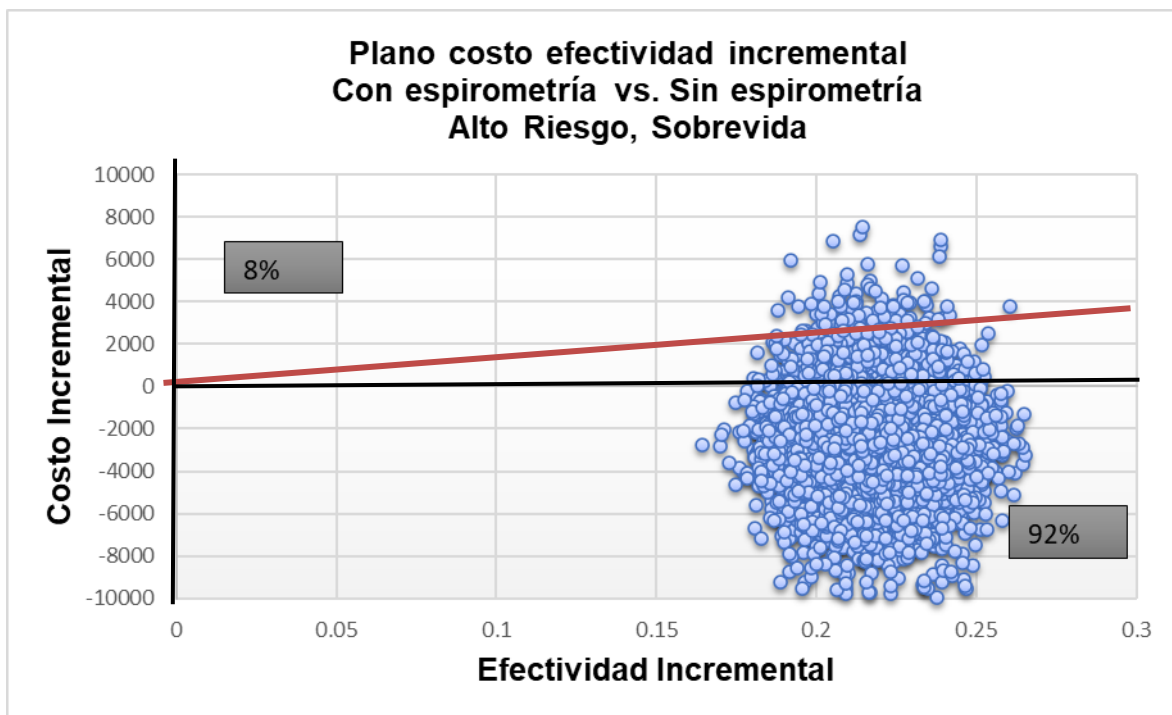
Figura 21A. Análisis de sensibilidad univariado, según alto riesgo, sobrevida



La figura 21B muestra el plano de costo efectividad. La RCEI de la alternativa ARISCAT con espirometría muestra el 92% de las probabilidades por debajo del

umbral de disponibilidad a pagar, ubicando a la alternativa con espirometría como dominante o costo-ahorradora.

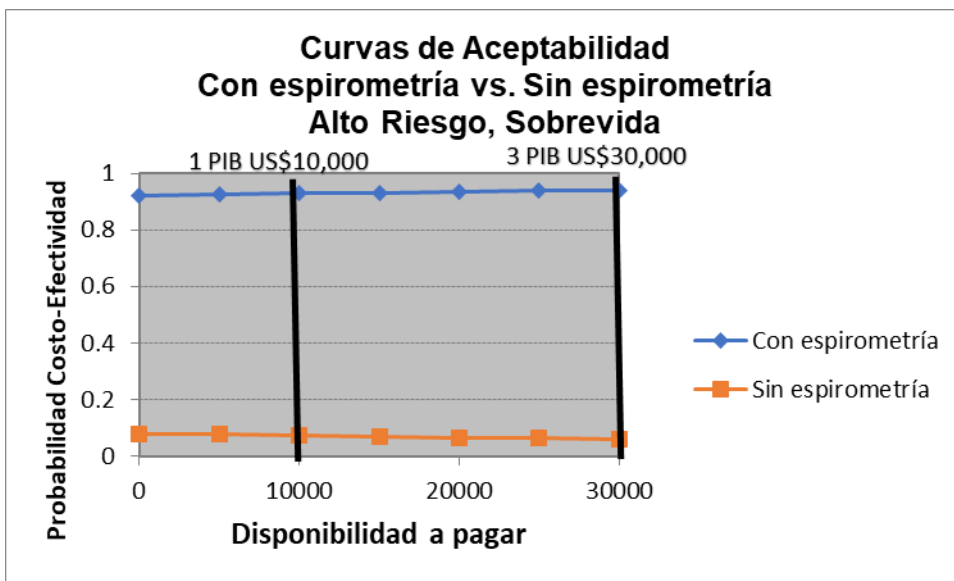
Figura 21B. Plano costo efectividad, según alto riesgo, sobrevida



En la figura 21C, se presentan las curvas de aceptabilidad del modelo probabilístico de las alternativas con espirometría vs sin espirometría, en las cuales se aprecia que la alternativa con espirometría de acuerdo con el umbral de disponibilidad a pagar a 1 PIB per cápita tiene el 92.8% de probabilidades de ser costo-efectiva y aumenta a 94% a 3 PIB per cápita

Por lo tanto, la alternativa con espirometría para aumentar la sobrevida, en el grupo de alto riesgo, resultó dominante o costo-ahorradora.

Figura 21C. Curvas de aceptabilidad, según alto riesgo, sobrevida



RESUMEN DEL MODELO DETERMINISTA

En las tablas 13 y 14 se muestra el resumen de los gráficos del análisis de sensibilidad del modelo determinístico, los planos de costo efectividad, curvas de aceptabilidad, en las figuras 21 a 23 se muestran los planos costo efectividad con los resultados de los 3 niveles de riesgo ARISCAT por desenlace en salud y la tabla 15 muestra el resumen de todo el análisis de costo efectividad.

En la tabla 13 se presenta el resumen de los resultados del análisis de sensibilidad del modelo determinístico, en donde se muestran las variables que con más frecuencia afectaron el modelo para cada resultado en salud, considerando los niveles de riesgo.

En la tabla 14 se presenta el resumen de las probabilidades de la alternativa con espirometría de ser costo-efectiva a 1 y 3 PIB per cápita, para cada desenlace en salud.

En la tabla 15 se muestra un resumen del análisis costo efectividad en los desenlaces complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y sobrevida, según nivel de riesgo ARISCAT.

RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD UNIVARIADO DE ACUERDO CON EL UMBRAL DE DISPONIBILIDAD A PAGAR, PARA LOS 3 DESENLACES SEGÚN EL NIVEL DE RIESGO DE ARISCAT

En la tabla 13 se muestran las variables que en el análisis univariado tuvieron mayor impacto en los resultados del basal, considerando el nivel de riesgo ARISCAT y los resultados posibles. De los 48 resultados, solo se presentan las variables que afectaron al mayor número de modelos considerando los 9 (3 para cada nivel de riesgo de ARISCAT y para cada desenlace en salud).

Las variables presentadas afectaron los modelos, sin embargo, solo en el desenlace de complicaciones postoperatorias, en la alternativa con espirometría, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias disminuyen 10%, afectó la dirección del modelo de costo efectivo a no costo efectivo.

En cambio, si la variable de cirugías sin complicaciones postoperatorias aumenta 10%, para aumentar sobrevida, según el bajo riesgo de ARISCAT, afectó la dirección del modelo de costo efectivo a costo ahorrador.

En relación con el desenlace de sobrevida, si las cirugías sin complicaciones postoperatorias aumentan 10%, solo en el bajo riesgo de ARISCAT, afectaron la dirección del modelo de costo efectivo a costo ahorrador. Y en el moderado riesgo, en la alternativa sin espirometría, si las cirugías que son canceladas disminuyen el 10%, afectaron la dirección del modelo de costo efectivo a no costo efectivo.

En el resto de los escenarios no se afectó la dirección del modelo, pudiendo considerar los resultados robustos, ya que, de los 9 modelos con 48 resultados en cada uno, solo en los 3 resultados citados se afectó la dirección del modelo.

Tabla 13. Variables que afectan o favorecen la RCEI de la alternativa Con Espirometría, en los 3 desenlaces evaluados.

Número de desenlaces que modifica considerando los 3 niveles de riesgo ARISCAT

VARIABLE	CPO	DEH	SOBREVIDA
PERJUDICAN RCEI			
Sin espirometría Probabilidad QX Cancelada >10%	2		
Sin espirometría Probabilidad QX Cancelada <10%			2
Costos con espirometría QX sin CPO >10%	3	3	
Costos sin espirometría QX sin CPO <10%	3		
Costos sin espirometría QX sin CPO >10%			3
Sin espirometría QX sin CPO >10%	2		
Con espirometría probabilidad Qx cancelada <10%		1	
DEH con espirometría Qx CPO pulmonar >10%		1	
FAVORECEN RCEI			
Costos sin espirometría QX sin CPO >10%	3		
Sin espirometría QX sin CPO <10%	2		
Sin espirometría QX sin CPO >10%		1	
Sin espirometría Probabilidad Qx cancelada <10%	2		
Sin espirometría Probabilidad Qx cancelada >10%			2
Con espirometría Qx sin CPO <10%		2	
Con espirometría Qx sin CPO >10%			2

Resumen de los resultados del análisis de probabilidades de costo efectividad de acuerdo con el umbral de disponibilidad a pagar, por nivel de riesgo ARISCAT

En la tabla 14, se presentan los resultados del análisis probabilístico de simulación de Monte Carlo, con las probabilidades de que la alternativa con espirometría sea costo-efectiva a 1 (US\$10,000) y 3 PIB per cápita (US\$30,000). Se observa que la alternativa con espirometría es costo-efectiva excepto para disminuir los días de estancia hospitalaria y aumentar la sobrevida en el nivel de bajo riesgo.

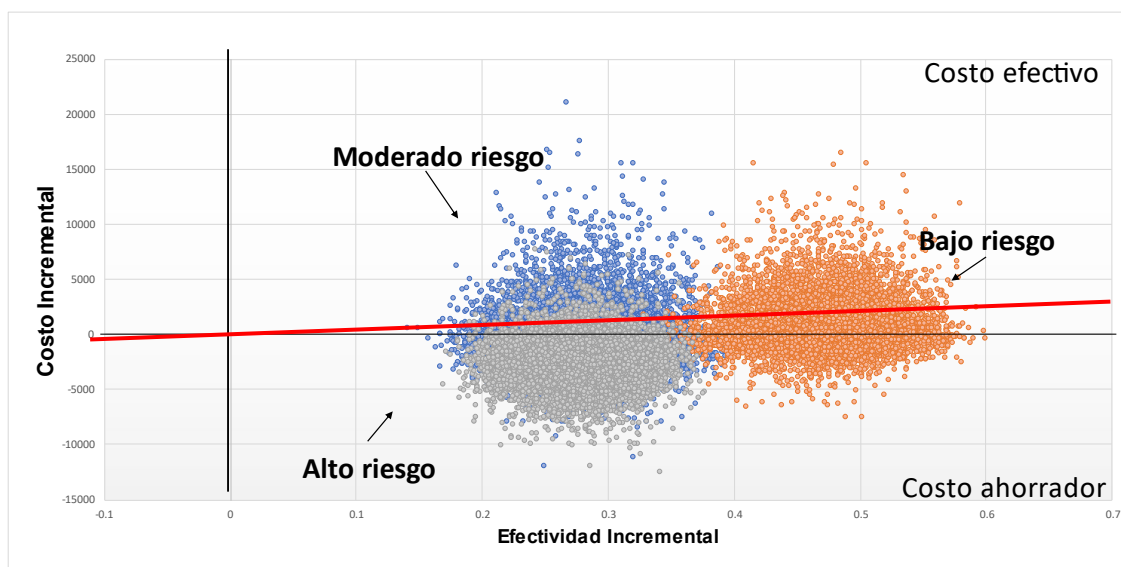
Tabla 14. Probabilidades de la alternativa con espirometría a 1 y 3 PIB per cápita, en CPO, DEH y sobrevida, según nivel de riesgo ARISCAT

Desenlaces en salud	% de probabilidad de CE a 1 PIB (Plano costo-efectividad)	% de probabilidad de CE a 3 PIB (Curvas de aceptabilidad)
BAJO RIESGO		
Complicaciones postoperatorias	47.7%	1 PIB 47.6% 3 PIB 60.4%
Días de estancias hospitalaria	32.6%	1 PIB 32.5% 3 PIB 29.8%
Sobrevida	38%	1 PIB 38% 3 PIB 37%
MODERADO RIESGO		
Complicaciones postoperatorias	62.4%	1 PIB 62.4% 3 PIB 67.3%
Días de estancias hospitalaria	74.8%	1 PIB 74.7% 3 PIB 78%
Sobrevida	60%	1 PIB 60% 3 PIB 60%
ALTO RIESGO		
Complicaciones postoperatorias	93%	1 PIB 93% 3 PIB 94.2%
Días de estancias hospitalaria	93%	1 PIB 93% 3 PIB 94.3%
Sobrevida	92%	1 PIB 92% 3 PIB 94%

Figuras 22-24. Costo efectividad de la espirometría para CPO, DEH y sobrevida según nivel de riesgo ARISCAT

En la figura 22 se muestra el resumen del plano costo efectividad de la alternativa ARISCAT con espirometría en el desenlace de complicaciones postoperatorias, la diagonal roja marca la disponibilidad a pagar a un PIB per cápita. En el nivel de riesgo bajo y moderado la mayoría de las probabilidades se ubican en el cuadrante costo-efectivo y el nivel de alto riesgo se observan en el cuadrante costo-ahorrador.

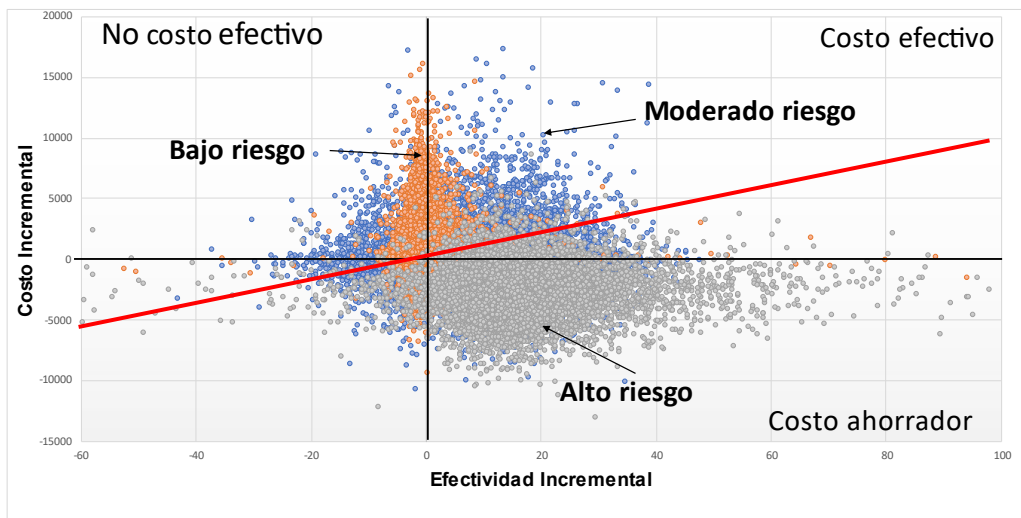
Figura 22. Costo efectividad de la espirometría para CPO según nivel de riesgo ARISCAT



En la figura 23 se muestra el resumen del plano costo efectividad de la alternativa ARISCAT con espirometría en el desenlace de días de estancia hospitalaria, la diagonal roja marca la disponibilidad a pagar a un PIB per cápita.

El nivel de bajo riesgo se ubicó por arriba del umbral de disponibilidad a pagar, es decir en el plano no costo efectivo y observamos que conforme aumenta el nivel de riesgo se ubica de ser no costo-efectiva a costo ahorradora en el nivel de alto riesgo.

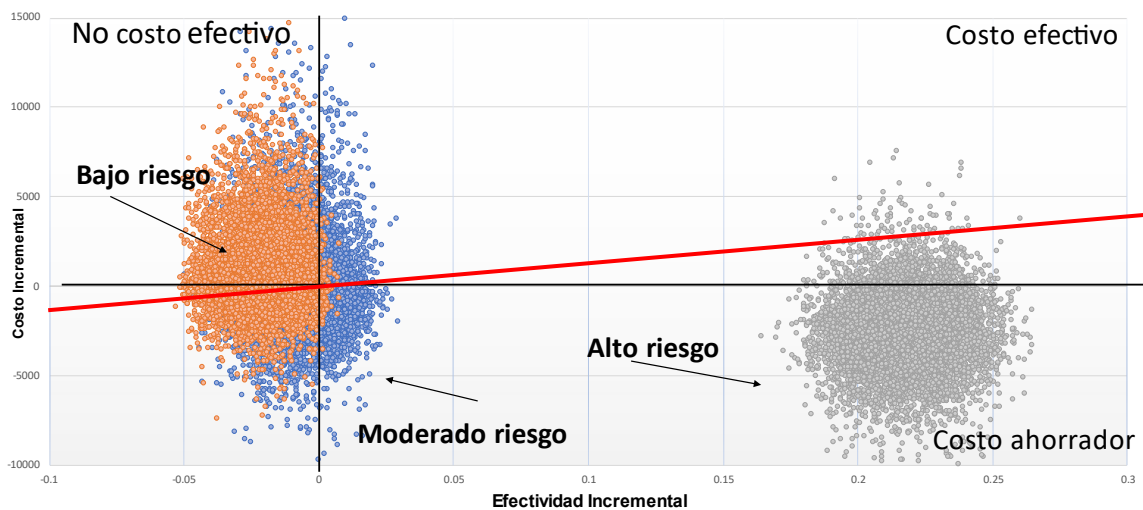
Figura 23. Costo efectividad de la espirometría para DEH según nivel de riesgo ARISCAT



En la figura 24 se muestra el resumen del plano costo efectividad de la alternativa ARISCAT con espirometría en el desenlace de sobrevida, la diagonal roja marca la disponibilidad a pagar a un PIB per cápita.

Aunque la alternativa ARISCAT con espirometría es no costo-efectiva en el nivel de bajo riesgo, en el nivel de moderado riesgo es costo-efectiva y en el nivel de alto riesgo es costo-ahorradora.

Figura 24. Costo efectividad de la espirometría para mejorar la sobrevida según nivel de riesgo ARISCAT



RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE COSTO EFECTIVIDAD DE LA ESPIROMETRÍA EN LOS DESENLACES CPO, DEH Y SOBREVIDA, SEGÚN NIVEL DE RIESGO ARISCAT.

Resumen de costo efectividad en los desenlaces de complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y sobrevida, según nivel de riesgo ARISCAT. En la tabla 15 se muestra un resumen del análisis costo efectividad en los desenlaces complicaciones postoperatorias, días de estancia hospitalaria y sobrevida, según nivel de riesgo ARISCAT.

Se puede apreciar que la alternativa con espirometría para disminuir complicaciones postoperatorias, el modelo resultó costo-efectivo en bajo riesgo y costo-ahorrador en moderado y alto riesgo. Llama la atención que conforme aumenta el nivel de riesgo se vuelve costo ahorrador. En relación con la alternativa con espirometría para disminuir días de estancia hospitalaria, el modelo resultó no costo-efectivo para el bajo riesgo; costo-efectivo para el moderado riesgo y costo-ahorrador para el alto riesgo.

La alternativa con espirometría para aumentar sobrevida, el modelo resultó no costo efectivo en el nivel de bajo riesgo, costo-efectivo en el moderado riesgo de ARISCAT y en el alto riesgo se vuelve costo ahorrador.

Por último, es importante resaltar que la alternativa con espirometría, en los 3 desenlaces, el modelo resultó costo ahorrador en el nivel de alto riesgo de ARISCAT.

Tabla 15. Resumen de costo efectividad en los desenlaces CPO, DEH y sobrevida, según nivel de riesgo ARISCAT

Niveles de riesgo ARISCAT	Desenlaces		
	Complicaciones postoperatorias	Días de estancia hospitalaria	Sobrevida
Bajo Con espirometría	+ Dominada	- Dependiente de la DAP	- Dominada
Moderado Con espirometría	+ Dominante	+ Dominante	+ No Dominada
Alto Con espirometría	++ Dominante	++ Dominante	++ Dominante

+ Costo efectivo. ++ Costo ahorrador. – No costo efectivo.

3B. RESULTADOS DE LOS DESENLACES EN SALUD

La población global estudiada fue de (n=2,059) de los cuales 852 (41%) fueron hombres y 1,207 (59%) mujeres. En cuanto a la media de edad, fue mayor para el grupo 1 con espirometría, 56.4 y 59.6 en los pacientes con resultado espirométrico normal y daño funcional respectivamente, comparado con el grupo 2 sin espirometría que la media fue de 50 años (Tabla 6).

El grupo 1 con espirometría 1,306 casos, de los cuales 930 (71%) presentaron espirometría preoperatoria normal y 376 (29%) tuvo resultado espirométrico anormal; se observó una mayor proporción de mujeres (>60 años), pacientes de 60 años o más (>45%), sobrepeso y obesidad (>70%), fumadores (>50%), exposición a biomásas (>48%), riesgo de ARISCAT bajo o moderado (86%), cirugías periféricas (>50%), y cirugías mayores (75%). En el grupo 2 sin espirometría, 753 casos. Estos datos revelan una población de predominio femenino, en la sexta década de la vida, con un resultado espirométrico preoperatorio normal.

El sobrepeso y obesidad también predominaron en ambos grupos, siendo mayor, 74% de los casos en el grupo 1 con espirometría en pacientes con resultado normal, en contraste con el 64% del grupo 2 sin espirometría.

En el grupo 1 con espirometría, el antecedente de tabaquismo positivo fue más alto, 517 (56%) con espirometría normal y 178 (47%) con daño funcional,

comparado con el grupo 2, en que solo 166 (22%) presentaron este factor de riesgo. Algo semejante ocurrió con la historia de exposición a biomasas.

Derivado del resultado funcional espirométrico, en el grupo 1 con espirometría, el 8% de los casos fueron asmáticos, 8% EPOC y 17% tuvieron enfermedad restrictiva sin control médico previo. En relación con la Diabetes Mellitus fue mayor en el grupo 2 sin espirometría, 102 (13%) de los casos en comparación con el grupo 1 con espirometría.

En el grupo 1 con espirometría la escala de riesgo de ARISCAT clasificó a los pacientes de acuerdo con el resultado espirométrico preoperatorio normal definido por el criterio de límite inferior de la normalidad (LIN) en 538 (57%) para el riesgo bajo, 278 (30%) para el riesgo moderado y 114 (13%) para el riesgo alto. El resultado espirométrico anormal (obstrutivo o restrictivo) 180 (48%) con riesgo bajo, 122 (32%) con riesgo moderado y 74 (20%) con riesgo alto; de los cuales, 50 (13%) tuvieron diagnóstico de asma, 96 (25%) EPOC y 230 (62%) enfermedad restrictiva. En el grupo 2 sin espirometría la escala de riesgo de ARISCAT los clasificó en 9%, 12% y 79% para los mismos grupos respectivamente.

En el grupo 1 con espirometría las cirugías periféricas fueron las más frecuentes 702 (54%), en comparación con el grupo 2 sin espirometría, en el que las cirugías de tórax fueron 487 (65%) predominantes. La cirugía oncológica fue la más frecuente en el grupo 2 sin espirometría en comparación con el grupo 1 con espirometría; asimismo, la cirugía mayor tuvo su frecuencia más alta 693 (92%) también en el grupo 2 sin espirometría.

Así mismo, en la tabla 8 se comparan las características clínicas de los grupos 1 con espirometría y 2 sin espirometría, como se puede apreciar todas las comparaciones fueron estadísticamente significativas, con excepción de la enfermedad pulmonar, dado que en este caso no se realizó la espirometría.

También se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del grupo con espirometría normal y el grupo con espirometría anormal, excepto para exposición a biomasas, diabetes mellitus y cirugía mayor vs. menor. Llama la atención que la enfermedad pulmonar fue la comorbilidad más frecuente.

Tabla 16.

Tabla 16. Características clínicas de los grupos con y sin espirometría.

	Grupo 1 Con espirometría n=1,306			Grupo 2 Sin espirometría n=753		
	A Normal n=930 (%)	B Anormal n=376 (%)	AvsB p	C Total n=1,306 (%)	D Total n=753 (%)	CvsD p
Sexo						
Hombre	330 (35)	146 (39)	<0.001	476 (36)	376 (50)	<0.001
Mujer	600 (65)	230 (61)		830 (64)	377 (50)	
Edad (media, DE*)	56.4 (±14.6)	59.6 (±14.7)	<0.000	57.3 (±14.7)	50.0 (±15.9)	<0.000
Edad						
20-39 años	126 (13)	34 (9)	<0.001	160 (12)	215 (29)	<0.000
40-59 años	415 (45)	144 (38)		559 (43)	327 (43)	
≥60 años	389 (42)	198 (53)		587 (45)	211 (28)	
Índice de masa corporal						
<25 kg/m²	246 (26)	143 (38)	<0.000	389 (30)	271 (36)	<0.002
≥25 kg/m²	684 (74)	233 (62)		917 (70)	482 (64)	
Historia de tabaquismo						
No	413 (44)	198 (53)	<0.004	611 (47)	587 (78)	<0.000
Sí	517 (56)	178 (47)		695 (53)	166 (22)	
Exposición a biomasas						
No	491 (53)	183 (49)	0.177	674 (52)	720 (95)	<0.000
Sí	439 (47)	193 (51)		632 (48)	33 (5)	
Enfermedad pulmonar						
Ninguna	882 (95)	--	<0.000	882 (67)		
Asma	48 (5)	50 (13)		98 (8)		
EPOC*	--	96 (25)		96 (8)		
Enfermedad restrictiva	--	230 (62)		230 (17)		
Diabetes Mellitus	90 (10)	31 (8)	0.410	121 (9)	102 (13)	<0.002
Grupo de riesgo de ARISCAT*						
Bajo	538 (57)	180 (48)	<0.000	718 (55)	66 (9)	<0.000
Moderado	278 (30)	122 (32)		400 (31)	92 (12)	
Alto	114 (13)	74 (20)		188 (14)	595 (79)	
Sitio de la cirugía						
Tórax	104 (11)	69 (18)	<0.002	173 (13)	487 (65)	<0.000
Abdomen superior	315 (34)	116 (31)		431 (33)	152 (20)	
Periférica	511 (55)	191 (51)		702 (54)	114 (15)	
Tipo de cirugía						
No oncológica	609 (65)	220 (59)	<0.010	829 (63)	520 (69)	<0.006
Oncológica	321 (35)	156 (41)		477 (37)	233 (31)	
Cirugía menor	233 (25)	97 (26)	0.770	330 (25)	60 (8)	<0.000
Cirugía mayor	697 (75)	279 (74)		976 (75)	693 (92)	

^{A vs B} Se utilizó la prueba Chi² para comparar los grupos con resultado normal y anormal del Grupo 1: Con espirometría.

^{C vs D} Se utilizó la prueba Chi² para comparar el total del Grupo 1: Con espirometría, con el Grupo 2: Sin espirometría.

*ARISCAT: Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia risk score for PPCs. DE: Desviación estándar. EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

En la Tabla 17 compara la incidencia de complicaciones postoperatorias y mortalidad por grado de riesgo ARISCAT en el grupo 1 con espirometría y el grupo 2 sin espirometría. Se presentaron complicaciones en 11%; (5%, 4% y 2% para los riesgos bajo, moderado y alto de ARISCAT respectivamente) de los pacientes del grupo 1, mientras que se observaron complicaciones en el 48% (1%, 2% y 45% para los mismos grupos respectivamente) de los pacientes del grupo 2. El 45% de los pacientes que no fueron sometidos a una prueba de espirometría fueron clasificados con un riesgo de ARISCAT alto. Las complicaciones postoperatorias pulmonares fueron las más frecuentes en todos los grupos. La mortalidad fue menor en los pacientes del grupo 1 (4%), en comparación con los pacientes del grupo 2 (19%), siendo los pacientes de alto riesgo de ARISCAT del grupo 2 los más afectados (18%). Todas las comparaciones fueron estadísticamente significativas.

También se compara el grupo con espirometría normal con el grupo con espirometría anormal. El grupo con espirometría normal presentó 9% de complicaciones postoperatorias (4%, 4% y 1% de complicaciones postoperatorias para los grupos de bajo, moderado y alto riesgo de ARISCAT respectivamente), como se puede observar los pacientes con espirometría anormal presentaron mayores complicaciones postoperatorias, 14% (5%, 5% y 4% para los mismos subgrupos) (A vs B). Es de destacar que las complicaciones postoperatorias pulmonares fueron las más frecuentes en los pacientes con espirometría anormal. Los pacientes con enfermedades restrictivas fueron los que tuvieron mayores complicaciones postoperatorias (6%) y mortalidad (5% vs. 3%, respectivamente), Todas las comparaciones fueron estadísticamente significativas.

En los pacientes del grupo 1 con espirometría la mortalidad fue menor (4%), siendo 2%, 1.6% y 0.4% para los grupos de bajo, moderado y alto riesgo de ARISCAT respectivamente en comparación con los pacientes del grupo 2 (19%) con 0.2%, 0.8% y 18% de los mismos subgrupos (C vs D). Todas las comparaciones fueron estadísticamente significativas.

La sobrevida del grupo 1 con espirometría fue mayor (96%) en contraste con el grupo 2 sin espirometría (81%). La mortalidad del grupo 1 con espirometría, fue de 2%, 1.6% y 0.4%, en los grupos de bajo, moderado y alto riesgo de ARISCAT

respectivamente; comparado con el grupo 2 sin espirometría, donde la mortalidad fue del 0.2%, 0.8% y 18% respectivamente, en donde se observa que el grupo de alto riesgo fue el más afectado. Todas las comparaciones fueron estadísticamente significativas.

Tabla 17. Complicaciones postoperatorias (CPO) y mortalidad en pacientes clasificados por grupo de riesgo de ARISCAT con y sin espirometría.

	Grupo 1 Con espirometría n=1,306			Grupo 2 Sin espirometría n=753		CvsD p
	A Normal n=930 (%)	B Anormal n=376 (%)	A vs B p	C Total n=1,306 (%)	D Total n=753 (%)	
CPO por grupo ARISCAT						
Ninguna CPO	843 (91)	324 (86)	<0.001	1,167 (89)	391 (52)	<0.001
Riesgo bajo	41 (4)	20 (5)		61 (5)	6 (1)	
Riesgo moderado	36 (4)	17 (5)		53 (4)	17 (2)	
Riesgo alto	10 (1)	15 (4)		25 (2)	339 (45)	
Tipo de CPO por grupo ARISCAT						
Ninguna CPO	843 (91)	324 (86)	<0.001	1,167 (89)	391 (52)	<0.001
Riesgo bajo						
- Pulmonar	19 (2)	14 (4)		33 (3)	2 (0.3)	
- Otras complicaciones	22 (2)	6 (1)		28 (2)	4 (0.5)	
Riesgo moderado						
- Pulmonar	18 (2)	13 (4)		31 (2)	15 (2)	
- Otras complicaciones	18 (2)	4 (1)		22 (2)	2 (0.2)	
Riesgo alto						
- Pulmonar	8 (0.8)	12 (3)		20 (1.5)	266 (35)	
- Otras complicaciones	2 (0.2)	3 (1)		5 (0.5)	73 (10)	
Tipo de CPO por grupo de enfermedad pulmonar						
Ninguna	843 (90)	323 (86)	<0.000	1166 (89)		0.000*
- Pulmonar	44 (4.7)	0		44 (3.4)		
- Otras complicaciones	41 (4.1)	0		41 (3)		0.013**
Asma						
- Pulmonar	1 (0.1)	3 (1)		4 (0.3)		
- Otras complicaciones	1 (0.1)	2 (0.5)		3 (0.2)		
EPOC						
- Pulmonar	0	13 (3)		13 (1)		
- Otras complicaciones	0	1 (0.5)		1 (0.1)		
Enfermedad intersticial						
- Pulmonar	0	24 (6)		24 (2)		
- Otras complicaciones	0	10 (3)		1 (0.1)		
Mortalidad por grupo de ARISCAT						
Sobrevivientes	905 (97)	356 (95)	<0.001	1261 (96)	608 (81)	<0.001
Mortalidad						
- Riesgo bajo	10 (1)	12 (3)		22 (2)	2 (0.2)	
- Riesgo moderado	11 (1)	6 (1)		17 (1.6)	10 (0.8)	
- Riesgo alto	4 (1)	2 (1)		6 (0.4)	133 (18)	

^{A vs B} Se utilizó la prueba Chi² y exacta de Fisher (n<5) para comparar los grupos con resultado normal y anormal del Grupo 1: Con espirometría.

C vs D Se utilizó la prueba Chi² y exacta de Fisher (n<5) para comparar el total del Grupo 1: Con espirometría, con el Grupo 2: Sin espirometría.

Abreviaturas: ARISCAT: Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia risk score for postoperative complications. EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstruccion Crónica.

En la tabla 18 se comparan las complicaciones postoperatorias pulmonares por tipo de complicación y grado de riesgo ARISCAT de los grupos 1 con espirometría y 2 sin espirometría (C vs D), se observa que en todos los subgrupos, las complicaciones postoperatorias pulmonares fueron las más frecuentes, 2.5%, 2.4% y 1.4% para los grados de riesgo bajo, moderado y alto de ARISCAT respectivamente en el grupo 1 con espirometría, comparados con 0.4%, 1% y 11% en los mismos subgrupos del grupo 2 sin espirometría. Las diferencias entre los grupos fueron estadísticamente significativas, p=0.004.

En relación con las complicaciones postoperatorias quirúrgicas entre los grupos 1 con espirometría y 2 sin espirometría (C vs D), se observa que en el grupo 1 fue menor 2% para el subgrupo de alto riesgo de ARISCAT, en comparación con el 8% del mismo subgrupo del grupo 2.

Las complicaciones postoperatorias metabólicas, cardiovasculares, neurológicas y vasculares fueron muy escasas.

También se observa que el grupo 1 con espirometría tuvo menos complicaciones postoperatorias (10%) en comparación con el grupo 2 sin espirometría (22%).

Al interior del grupo 1 con espirometría, las complicaciones postoperatorias pulmonares en el subgrupo con resultado normal fueron 2%, 2% y 1% para los grados de riesgo bajo, moderado y alto de ARISCAT respectivamente, comparados con 4%, 4% y 3% en los mismos subgrupos con resultado anormal (A vs B). El derrame pleural y neumonía fueron las complicaciones postoperatorias pulmonares más frecuentes. Entre los subgrupos no hubo significancia estadística debido al bajo número de casos.

Tabla 18. Complicaciones postoperatorias por tipo de complicación y grupo de riesgo ARISCAT con y sin espirometría

Tipo de complicación	Grupo 1 Con espirometría n=1,306			Grupo 2 Sin espirometría n=753		
	A Normal n=930 (%)	B Anormal n=376 (%)	AvsB p	C Total n=1,306 (%)	D Total n=753 (%)	CvsD p
CPO pulmonares						
Atelectasia						
Riesgo bajo	3 (0.3)	1 (0.2)	0.371	4 (0.3)	0	<0.004
Riesgo moderado	1 (0.1)	2 (0.5)		3 (0.2)	0	
Riesgo alto	0	0		0	4 (0.5)	
Crisis asmática						
Riesgo bajo	0	1 (0.2)	--	1 (0.1)	0	
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	0	0		0	0	
Derrame pleural						
Riesgo bajo	12 (1.2)	6 (1.6)	0.307	18 (1.5)	3 (0.3)	
Riesgo moderado	8 (1)	9 (2.4)		17 (1.4)	7 (1)	
Riesgo alto	3 (0.3)	5 (1.3)		8 (0.6)	31 (4)	
Edema pulmonar						
Riesgo bajo	0	0	--	0	0	
Riesgo moderado	2 (0.2)	0		2 (0.1)	0	
Riesgo alto	1 (0.1)	0		1 (0.1)	2 (0.2)	
Neumonía						
Riesgo bajo	3 (0.3)	4 (1.1)	0.867	7 (0.5)	0	
Riesgo moderado	4 (0.4)	3 (0.8)		7 (0.5)	0	
Riesgo alto	3 (0.3)	3 (0.8)		6 (0.4)	14 (2)	
Neumotórax						
Riesgo bajo	0	0	--	0	0	
Riesgo moderado	0	0		0	1 (0.1)	
Riesgo alto	0	4 (1.1)		4 (0.3)	16 (2)	
Tromboembolia pulmonar						
Riesgo bajo	1 (0.1)	1 (0.2)	0.400	2 (0.1)	0	
Riesgo moderado	3 (0.3)	0		3 (0.2)	0	
Riesgo alto	0	0		0	2 (0.2)	
Insuficiencia respiratoria						
Riesgo bajo	0	1 (0.2)	--	1 (0.1)	0	
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	0	0		0	12 (1.5)	
Subtotal CPO pulmonares	19 (2)	14 (4)		33 (2.5)	3 (0.4)	
Riesgo bajo	18 (2)	14 (4)		32 (2.4)	8 (1)	
Riesgo moderado	7 (1)	12 (3)		19 (1.4)	81 (11)	
Riesgo alto						
CPO quirúrgicas						
Choque hipovolémico						
Riesgo bajo	2 (0.2)	0	--	2 (0.1)	1 (0.1)	0.329
Riesgo moderado	1 (0.1)	0		1 (0.1)	0	
Riesgo alto	0	0		0	1 (0.1)	
Sepsis						

Riesgo bajo	4 (0.4)	0	--	4 (0.3)	0	<0.000
Riesgo moderado	2 (0.2)	0		2 (0.1)	0	
Riesgo alto	0	0		0	53 (7)	
Dolor abdominal						
Riesgo bajo	1 (0.1)	0	--	1 (0.1)	0	--
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	0	0		0	0	
Fístula						
Riesgo bajo	0	1 (0.2)	0.082	1 (0.1)	0	0.232
Riesgo moderado	3 (0.3)	0		3 (0.2)	1 (0.1)	
Riesgo alto	0	1 (0.2)		1 (0.1)	3 (0.4)	
Sangrado						
Riesgo bajo	1 (0.1)	1 (0.2)	0.867	2 (0.1)	2 (0.3)	--
Riesgo moderado	1 (0.1)	0		1 (0.1)	1 (0.1)	
Riesgo alto	0	0		0	0	
Íleo paralítico						
Riesgo bajo	2 (0.2)	0	--	2 (0.1)	2 (0.3)	--
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	0	0		0	0	
Lesión vascular						
Riesgo bajo	2 (0.2)	0	--	2 (0.1)	2 (0.3)	--
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	1 (0.1)	0		1 (0.1)	1 (0.1)	
Perforación						
Riesgo bajo	2 (0.2)	1 (0.2)	0.329	3 (0.3)	3 (0.4)	--
Riesgo moderado	1 (0.1)	0		1 (0.1)	1 (0.1)	
Riesgo alto	0	1 (0.2)		1 (0.1)	1 (0.1)	
Subtotal CPO quirúrgicas	14 (1.5)	3 (0.8)	--	17 (1.3)	10 (1.3)	--
Riesgo bajo	8 (1)	0		8 (0.6)	3 (0.4)	
Riesgo moderado	1 (0.1)	2 (0.5)		3 (.2)	59 (8)	
Riesgo alto						
CPO metabólicas						
DM* descompensada						
Riesgo bajo	0	1 (0.2)	0.750	1 (0.1)	0	--
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	1 (0.1)	2 (0.5)		3 (0.2)	0	
Insuficiencia hepática						
Riesgo bajo	1 (0.1)	0	--	1 (0.1)	0	--
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	0	0		0	0	
DHE**						
Riesgo bajo	0	1 (0.2)	0.500	1 (0.1)	0	0.135
Riesgo moderado	1 (0.1)	0		1 (0.1)	0	
Riesgo alto	0	0		0	2 (0.3)	
Subtotal CPO metabólicas	1 (0.1)	0	--	1 (0.07)	0	--
Riesgo bajo	1 (0.1)	0		0	0	
Riesgo moderado	1 (0.1)	1 (0.3)		2 (0.2)	1 (0.1)	
Riesgo alto						
CPO cardiovasculares						
Choque cardiogénico						
Riesgo bajo	0	0	--	0	0	--
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	1 (0.1)	1 (0.2)		2 (0.1)	0	
IAM***						

Riesgo bajo	1 (0.1)	0	--	1 (0.1)	0	0.500
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	0	0		0	1 (0.1)	
Subtotal CPO						
cardiovasculares	1 (0.1)	0	--	1 (0.07)	0	--
Riesgo bajo	0	0		0	0	
Riesgo moderado	1 (0.1)	1 (0.2)		2 (0.1)	1 (0.1)	
Riesgo alto						
CPO neurológicas						
EVC****						
Riesgo bajo	2 (0.2)	1 (0.2)	0.223	3 (0.3)	0	--
Riesgo moderado	2 (0.2)	0		2 (0.1)	0	
Riesgo alto	0	1 (0.2)		1 (0.1)	0	
Crisis convulsivas						
Riesgo bajo	1 (0.1)	0	--	1 (0.1)	0	--
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	0	0		0	0	
Subtotal CPO neurológicas						
Riesgo bajo	3 (0.3)	1 (0.2)		4 (0.3)	0	--
Riesgo moderado	2 (0.2)	0		2 (0.1)	0	
Riesgo alto	0	1 (0.2)		1 (0.07)	0	
CPO vasculares						
TVP****						
Riesgo bajo	0	0	--	0	0	--
Riesgo moderado	0	0		0	0	
Riesgo alto	0	0		0	2 (0.3)	
Sin complicaciones						
Riesgo bajo	500 (54)	160 (43)	<0.000	657 (51)	53 (7)	<0.000
Riesgo moderado	249 (27)	108 (29)		357 (27)	81 (11)	
Riesgo alto	104 (11)	56 (15)		160 (12)	450 (60)	

^{A vs B} Se utilizó la prueba Chi² y exacta de Fisher (n<5) para comparar los grupos con resultado normal y anormal del Grupo 1: Con espirometría.

^{C vs D} Se utilizó la prueba Chi² y exacta de Fisher (n<5) para comparar el total del Grupo 1: Con espirometría, con el Grupo 2: Sin espirometría.

*DM: Diabetes Mellitus, **DHE: Desequilibrio hidroelectrolítico, ***IAM: Infarto agudo al miocardio, ****EVC: Evento vascular cerebral, *****TVP: Trombosis venosa profunda

En la tabla 19 se comparan las medias de días de estancia hospitalaria entre los grupos 1 con espirometría y 2 sin espirometría, clasificados por grupo de riesgo ARISCAT, sitio anatómico de cirugía y presencia o ausencia de complicaciones postoperatorias. Al comparar la media de días de estancia hospitalaria entre el grupo 1 (A y B) vs el grupo 2 (C y D), se encontró mayor estancia hospitalaria en los subgrupos C y D, especialmente en los niveles de riesgo ARISCAT moderado y alto.

Al observar el grupo 1, en relación con la media de días de estancia hospitalaria de los subgrupos sin complicaciones (A) y con complicaciones (B), se encontró que los días de estancia media para cada grupo eran mayores en el subgrupo con complicaciones (B) respecto de subgrupo sin complicaciones (A).

Conforme aumenta el riesgo de ARISCAT, aumenta la media de días de estancia. Solamente en la escala de riesgo moderado de ARISCAT, en todos los sitios de cirugía presentaron una diferencia estadísticamente significativa.

Al comparar las medias de días de estancia hospitalaria entre los subgrupos sin complicaciones y con complicaciones del grupo 2 sin espirometría, se encontró que el subgrupo con complicaciones (D) presentó una estancia hospitalaria más prolongada que el grupo sin complicaciones (C), con diferencias estadísticamente significativas en las tres categorías de riesgo ARISCAT. En el caso del subgrupo sin complicaciones (C) de riesgo moderado de ARISCAT del grupo 2 sin espirometría, la media de días de estancia de la cirugía de tórax fue mayor (37 días) que en el subgrupo con complicaciones (D) (29 días), esto fue debido a que hubo mayor mortalidad en este último subgrupo lo que afectó esta relación.

Tabla 19. Días de hospitalización por grupos de riesgo de ARISCAT, sitio de la cirugía, y presencia de complicaciones postoperatorias (CPO), en pacientes con y sin espirometría

	Grupo 1 Con espirometría n=1,306		Grupo 2 Sin espirometría n=753	
	A Sin CPO ^{a,c}	B CPO ^{a,d}	C Sin CPO ^{b,c}	D CPO ^{b,d}
ARISCAT				
Riesgo bajo				
Sitio de la cirugía				
Tórax	3.8 (6.3)	1.5 (2.1)	1.0 (1.4)	0.0
Abdomen superior	2.2 (2.2) ^a	10.3 (11.9) ^a	9.3 (18.3)	9.0
Periférica	2.2 (3.6) ^a	7.0 (8.8) ^{a,d}	7.3 (8.1) ^b	17.4 (14.1) ^{b,d}
Media del grupo	2.3 (3.3) ^{a,c}	8.5 (10.4) ^a	7.8 (12.7) ^c	16.0 (13.0)
Riesgo moderado				
Sitio de la cirugía				
Tórax	3.8 (4.1) ^a	34.5 (3.5) ^{a,d}	37.3 (33.0)	29.0 (9.8) ^d
Abdomen superior	2.9 (2.7) ^{a,c}	10.7 (10.2) ^{a,d}	9.2 (14.3) ^{b,c}	31.8 (28.6) ^{b,d}
Periférica	2.2 (2.8) ^a	8.0 (9.9) ^a	24.0 (34.9)	37.5 (44.1)
Media del grupo	2.6 (2.9) ^{a,c}	10.1 (11.0) ^{a,d}	14.4 (22.6) ^{b,c}	33.4 (32.1) ^{b,d}
Riesgo alto				
Sitio de la cirugía				
Tórax	3.1 (4.9) ^{a,c}	25.6 (20.5) ^a	19.2 (15.9) ^{b,c}	25.8 (22.5) ^b
Abdomen superior	2.2 (2.0)	1.3 (2.3) ^d	16.9 (20.0)	22.3 (21.4) ^d
Periférica	4.9 (8.9) ^c	15.5 (3.5)	17.7 (17.4) ^c	29.9 (40.4)
Media del grupo	3.5 (6.2) ^{a,c}	21.8 (20.0) ^a	19.0 (16.1) ^{b,c}	25.5 (24.3) ^b

Prueba estadística t de Student para muestras independientes, se realizó para cada grupo de riesgo de ARISCAT. p<0.05. ---Sin pacientes.

^a comparativo sin complicaciones y con complicaciones del grupo1 con espirometría. (Columnas A vs B)

^b comparativo sin complicaciones y con complicaciones del grupo 2 sin espirometría. (Columnas C vs D)

^c comparativo sin complicaciones entre los grupos con espirometría y sin espirometría. (Columnas A vs C)

^d comparativo con complicaciones entre los grupos con espirometría y sin espirometría. (Columnas B vs D)

Abreviaturas: ARISCAT: Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia risk score for postoperative complications. DE: Desviación estándar. CPO: Complicaciones postoperatorias.

En la tabla 20 se presentan los modelos de regresión logística bivariada y multivariada para complicaciones postoperatorias, estancia hospitalaria y mortalidad.

En relación con el primer desenlace de complicaciones postoperatorias. En el modelo del análisis bivariado para complicaciones postoperatorias (I) los factores de riesgo que mostraron una mayor asociación con complicaciones postoperatorias fueron edad, sexo, el hecho de no realizar espirometría, riesgo de ARISCAT, cirugía mayor, cirugía oncológica y cirugías de tórax y abdomen superior. (p<0.05).

Estas variables se ajustaron en el análisis de regresión logística multivariado (II), los factores de riesgo para presentar complicaciones incluyen: ser hombre (OR=1.79, IC 95% 1.40-2.28), no realizar espirometría (OR=3.81, IC 95% 2.76-5.27), tener un ARISCAT de moderado o alto riesgo (OR=1.03, IC 95% 1.02-1.04) y ser sometido a una cirugía mayor (OR=2.39, IC 95% 1.50-3.79).

Para el segundo desenlace que fue los días de estancia hospitalaria, en el análisis bivariado (I), los factores de riesgo que se asociaron con mayor estancia hospitalaria fueron edad, no realizar espirometría, riesgo de ARISCAT, cirugía mayor, cirugía oncológica. Estas variables fueron incluidas en el análisis de regresión logística multivariado (II), los factores de riesgo fuertemente asociados para tener hospitalización prolongada fueron no realizar espirometría (OR=4.08) y llevar a cabo una cirugía oncológica (OR=2.19).

Por último, en la correlación de factores de riesgo para predecir mortalidad, en el análisis bivariado (I) fue estadísticamente significativa la asociación con sexo, IMC, el no realizar espirometría, grado de riesgo de ARISCAT, cirugía mayor, cirugía oncológica, cirugía de tórax y abdomen superior. Estas variables se ajustaron en el análisis multivariado (II), los factores de riesgo asociados con mayor riesgo de mortalidad fueron: no realizar espirometría (OR=4.05), tener un ARISCAT de moderado o alto riesgo (OR=1.02) y ser sometido a cirugía oncológica (OR=1.69).

Tabla 20. Modelos de regresión logística para predictores de complicaciones, estancia hospitalaria y mortalidad

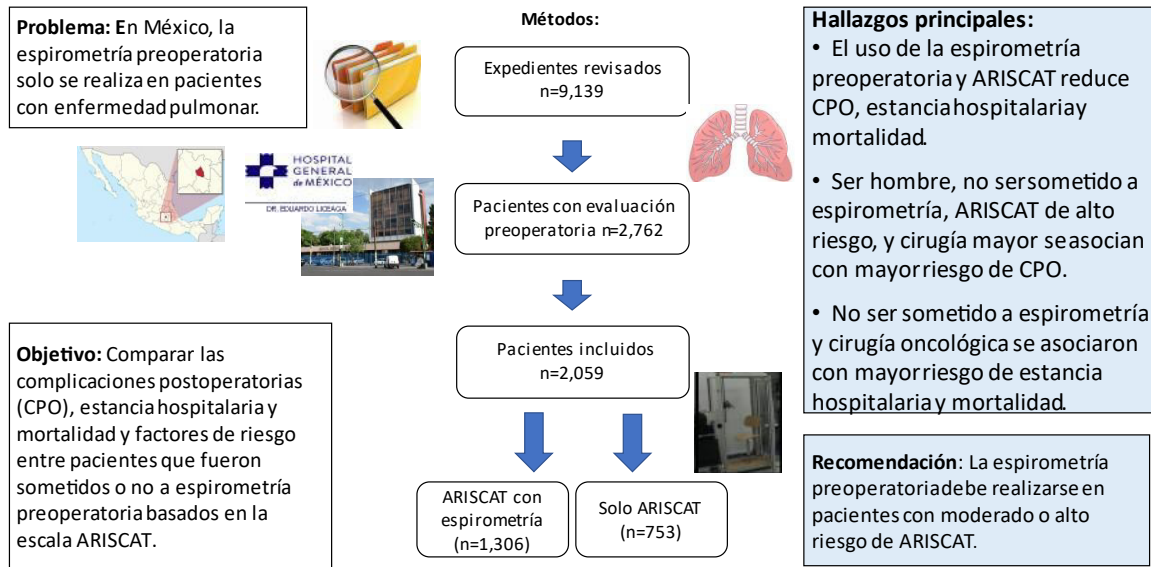
Variable	Complicaciones postoperatorias		Estancia hospitalaria		Mortalidad	
	I	II	I	II	I	II
Edad (Continua)	0.98* (0.98-0.99)	0.99 (0.98-1.00)	0.98* (0.98 – 0.99)	0.99 (0.98-1.00)	0.99 (0.98 -1.00)	1.00 (0.99-1.00)
Sexo (Ref: Mujer)						
Hombre	1.91* (1.56-2.35)	1.79* (1.40-2.28)	1.22 (0.97 – 1.53)	1.21 (0.94-1.57)	1.50* (1.11–2.02)	0.81 (0.58 –1.12)
IMC (Ref: <25 kg/m ²)						
≥ 25 kg/m ² sc	0.69* (0.56-0.85)	0.83 (0.65 - 1.06)	0.76* (0.60 – 0.96)	0.86 (0.67-1.11)	0.61* (0.45 - 0.83)	0.75 (0.54-1.04)
Tabaquismo (Ref: No)						
Sí	0.65* (0.52-0.80)	1.20 (0.91-1.57)	0.50* (0.40 – 0.64)	0.74 (0.56-0.97)	1.08 (0.80–1.47)	
Biomásas (Ref: No)						
Sí	0.29* (0.22-0.38)	0.86 (0.61-1.22)	0.56* (0.43 – 0.73)	1.15 (0.82-1.61)	0.30* (0.20–0.46)	0.76 (0.45 -1.28)
Espirometría (Ref: Sí se realizó)						
No se realizó	7.77* (6.19-9.75)	3.81* (2.76-5.27)	3.86* (3.06 – 4.87)	4.08* (2.88-5.79)	6.68* (4.71–9.46)	4.05* (2.54-6.45)
ARISCAT (Continua)	1.05* (1.04-1.06)	1.03* (1.02-1.04)	1.02* (1.01 – 1.02)	0.99 (0.98-1.00)	1.04* (1.03–1.05)	1.02* (1.01-1.03)
Dificultad de Cirugía (Ref: Menor)						
Cirugía mayor	3.92* (2.73-5.65)	2.39* (1.50-3.79)	1.93* (1.38 – 2.69)	1.29 (0.89-1.86)	2.92* (1.7– 5.02)	1.50 (0.77-2.94)
Tipo de Cirugía (Ref: No oncológica)						
Oncológica	1.11 (0.90-1.37)		1.86* (1.48 – 2.33)	2.19* (1.71-2.81)	1.65* (1.22–2.23)	1.69* (1.21-2.36)
Sitio de la cirugía (Ref. periférica)						
Tórax/Abdomen superior	3.79* (2.97-4.85)	0.95 (0.67-1.34)	0.87 (0.69-1.09)		2.95* (2.04-4.28)	1.00 (0.59-1.70)

*p<0.05; I Modelo Bivariado. II Modelo Multivariado (ajustado por edad y las otras variables que fueron significativas en el Modelo Bivariado)

Abreviaturas: ARISCAT: Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia risk score for postoperative complications. OR: Odd rate. IMC: Índice de masa corporal.

En la figura 25 se presenta el resumen gráfico de los hallazgos principales del análisis de los desenlaces en salud con el uso combinado o no de la espirometría más la escala de riesgo ARISCAT.

Figura 25. Resumen gráfico de los desenlaces en salud



3C. VALIDEZ DE CONSTRUCTO DE LA ESCALA ARISCAT Y ESPIROMETRÍA

Para determinar la validez de constructo de la escala de ARISCAT y la espirometría, se realizó un análisis factorial exploratorio.

Las siete variables que integran la puntuación de ARISCAT original son: edad del paciente, porcentaje de saturación de oxígeno, presencia o ausencia de infección respiratoria en el último mes previo a la cirugía, tipo de cirugía electiva o de urgencia, hemoglobina, región anatómica de la cirugía y duración de la cirugía. De estas variables solamente una fue eliminada para el análisis factorial ya que los datos indicaron que era una constante y no una variable: el tipo de cirugía, que en todos los casos fue electiva. Por otra parte, se determinaron dos variables de la espirometría: Capacidad vital forzada (CVF) y volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF_1).

Se obtuvo información de estas ocho variables pertenecientes a 1,306 pacientes. Con estos datos se determinó realizar un análisis factorial exploratorio; se denominó al procedimiento de validación ARISCAT modificado más Espirometría (ARISCAT-E).

La medida Kaiser-Meyer-Olkin mostró un valor de .594, y la prueba de esfericidad de Bartlett altamente significativa; estos valores fueron considerados suficientes para determinar que el modelo de análisis factorial fue adecuado. Ver tabla 21.

Tabla 21. Prueba de KMO y Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett^a

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,594
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	3661,43
		8
	gl	28
	Sig.	,000000

a. Sólo se utilizan los casos para los cuales v1Grupo = Con espirometría en la fase de análisis.

Se determinó incorporar al modelo solamente a aquellos componentes principales que obtuvieran un valor de 1.0 o mayor de autovalor (eigenvalue); de esta forma se obtuvo 59.52 % de varianza, como se muestra en tabla 22:

Tabla 22. Varianza total explicada

Varianza total explicada^a

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,378	29,729	29,729	2,378	29,729	29,729	2,326	29,069	29,069
2	1,380	17,248	46,977	1,380	17,248	46,977	1,415	17,684	46,753
3	1,004	12,546	59,523	1,004	12,546	59,523	1,022	12,770	59,523
4	,968	12,103	71,625						
5	,939	11,738	83,363						
6	,677	8,465	91,828						
7	,605	7,561	99,388						
8	,049	,612	100,000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. Sólo se utilizan los casos para los cuales v1Grupo = Con espirometría en la fase de análisis.

Para hacer más clara la interpretación de las cargas de las variables en los tres factores obtenidos se determinó que las variables deberían cargar con un valor mínimo de .30; se usó la rotación perpendicular Varimax; de esta forma se obtuvieron las variables que representaron cada factor, ver tabla 23:

Tabla 23. Matriz de componente rotado.

Matriz de componente rotado ^{a,b}

	Componente		
	1	2	3
VEF1	,951		
CVF	,930		
Edad	-,719		
Región anatómica		,776	
Duración de la cirugía		,742	
Infección respiratoria		,357	
Hemoglobina preoperatoria			,765
Saturación de oxígeno			-,653

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. ^{a,b}

a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

b. Sólo se utilizan los casos para los cuales v1Grupo = Con espirometría en la fase de análisis.

En la tabla 23 se observa que el primer factor que explicó 29.06% de varianza lo integraron las variables: VEF₁, CVF y la edad; el segundo factor con 17.68% de varianza se integró por las variables región anatómica, duración de la cirugía y la ausencia de infección respiratoria previa a la cirugía. Finalmente, el tercer factor que explicó 12.77% de varianza lo integraron las variables Hemoglobina preoperatoria y el porcentaje de saturación de oxígeno.

Interpretación de los factores:

Factor uno: función respiratoria

Factor dos: quirúrgico-clínico

Factor tres: capacidad de oxigenación

Limitantes del modelo:

La distribución de las variables cuantitativas no mostró normalidad, lo anterior se determinó con la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors; sin embargo, por tratarse el Análisis Factorial de una técnica de análisis muy robusta se puede tolerar dicho fenómeno.

El índice Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo considerado como mínimo suficiente para determinar si el modelo es adecuado es determinado por un valor entre 0.60. En este trabajo se obtuvo 0.594; se consideró en números cerrados 0.60.

A priori, se esperaban solamente dos factores, uno relacionado con las variables de ARISCAT y otro el de la espirometría; en el trabajo se encontraron tres factores, sin embargo; se interpretan con claridad por las variables que los integraron.

En conclusión, la validez de constructo para este modelo de ARISCAT modificado y espirometría, se consideró como un modelo bueno, que rebasó con ciertas limitantes los supuestos mínimos suficientes para su realización y cálculo, el modelo fue explicado por tres factores, con varianza de casi 60%, con cargas de las variables muy altas en los factores y con interpretación de su significado en cada factor claro y preciso.

CAPÍTULO IV DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

La combinación de la espirometría preoperatoria y la identificación del riesgo de ARISCAT tiene como objetivo disminuir las complicaciones postoperatorias, lo cual puede contribuir a optimizar los recursos económicos tanto de los pacientes, familia y del Estado.

El uso de la escala de riesgo ARISCAT combinada con la espirometría conlleva la obligación de realizar análisis económicos que fundamenten la toma de decisiones, por lo que algunos autores sugieren que la medicina orientada a la prevención podría ser más costo efectiva (G. Torres et al., 2016).

Asimismo, la amplia evidencia sobre la validez de la escala de riesgo ARISCAT (Canet et al., 2010) (Mazo et al., 2014) (García-Río et al., 2013), y los beneficios de la espirometría preoperatoria (Jeong et al., 2013), nos permite comparar nuestros hallazgos con los de otros estudios.

Por lo que a continuación se presentará la discusión sobre la manera más costo-efectiva de utilizar la espirometría en la evaluación preoperatoria con la escala de riesgo ARISCAT y posteriormente se discutirá sobre los desenlaces en cuanto a las complicaciones postoperatorias, los días de hospitalización y la mortalidad.

4A. DISCUSIÓN SOBRE EL ANÁLISIS COSTO EFECTIVIDAD

En nuestro medio es ingente prevenir en lo posible, las complicaciones postoperatorias, disminuir los días de estancia hospitalaria, así como la mortalidad para beneficio de los pacientes, y en consecuencia disminuir los costos de atención, para ello llevamos a cabo el ACE.

COMPLICACIONES

Los resultados de este estudio indican que el uso combinado de la espirometría y la escala de ARISCAT es una estrategia costo-efectiva que contribuye a prevenir complicaciones postoperatorias y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía electiva (Numata et al., 2018)(Jeong et al., 2013)(Ávila & Fenili, 2017)(Marina et al., 2018).

En relación con el desenlace de complicaciones postoperatorias, los resultados indicaron que para el nivel de bajo y moderado riesgo de la alternativa ARISCAT con espirometría, fue costo-efectiva y costo-ahorradora en alto riesgo.

Esto sugiere que identificar adecuadamente el nivel de riesgo de ARISCAT de los pacientes e indicar la espirometría con precisión, podría contribuir a reducir los costos atribuibles a la atención de complicaciones postoperatorias de la institución. Nuestros resultados son semejantes a lo reportado por otros autores en cuanto a un incremento significativo de los costos derivados de la atención de las complicaciones postoperatorias (Idrovo-Velandia et al., 2007) (Hall et al., 2014) (Hudson et al., 2018) (Jiang et al., 2018) (Khan et al., 2006) (Mazo et al., 2014) (Hart et al., 2014) (Nathan et al., 2015) (Ejaz et al., 2016) (Martínez Briseño et al., 2011) (Barr et al., 2006) (Pradarelli et al., 2016).

También nuestros resultados son semejantes a los reportados por Smetana et al (Smetana et al., 2006), quienes encontraron que los ahorros potenciales de la espirometría preoperatoria disminuirían los gastos en atención a un tercio, este mismo grupo en 2020 encontró evidencia que la espirometría preoperatoria sería de mayor beneficio en los pacientes con alto riesgo de ARISCAT (Smetana et al., 2020); lo cual, es semejante a nuestros resultados en el nivel de alto riesgo; sin

embargo, también en nuestro estudio, el moderado riesgo de ARISCAT resultó costo-ahorrador.

Se ha reportado que la atención derivada de la cirugía de pacientes oncológicos que presentaron CPO, incrementó un 20% los costos y la mortalidad principalmente por tromboembolismo e insuficiencia respiratoria y en casos de CPO pulmonares los costos incrementaron hasta en un 50% (Short et al., 2014). Esto adquiere relevancia en nuestro estudio porque al identificar los factores de riesgo y comorbilidades previo al procedimiento quirúrgico, permite estabilizar al paciente y disminuye la probabilidad de complicaciones. Además, realizar la espirometría en pacientes de moderado y alto riesgo se asocia con la disminución de costos, complicaciones postoperatorias y, en consecuencia, una estancia hospitalaria reducida.

DIAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA

Para el desenlace de días de estancia hospitalaria los resultados indican que la alternativa ARISCAT con espirometría fue no costo-efectiva para el nivel de bajo riesgo, costo-efectiva para el moderado riesgo y llegó a ser costo-ahorradora para el nivel de alto riesgo.

Nuestros resultados mostraron que el grupo 2 sin espirometría tuvo medias de estancia hospitalaria más largas en todos los subgrupos en comparación con el grupo 1 con espirometría, lo cual representó costos de atención más elevado para cada subgrupo. Esto es similar a lo reportado por Chughtai et al (Chughtai et al., 2017) quienes encontraron que en los pacientes que presentaron complicaciones postoperatorias incrementaron los costos de atención con el aumento de días de estancia hospitalaria.

El realizar espirometría en los pacientes con moderado y alto riesgo, aunque representa un incremento en costos en un inicio, se compensa con los ahorros generados al evitar significativamente las complicaciones postoperatorias y por lo tanto los días de estancia hospitalaria.

SOBREVIDA

En relación con el desenlace de sobrevida, en el nivel de bajo y moderado riesgo de ARISCAT, fue más cara que la alternativa ARISCAT sin espirometría, pero efectiva, en contraste con el nivel de alto riesgo que fue costo-ahorradora, lo que se traduce en un aumento de sobrevida.

Nuestros resultados mostraron que los pacientes con mortalidad por CPO pulmonares representaron los más altos costos en el grupo 2 sin espirometría, siendo similares a lo reportado por Short et al. quienes encontraron que el aumento en la mortalidad principalmente por CPO pulmonares incrementó los costos hasta en un 50% (Short et al., 2014). También Pradarelli et al. (Pradarelli et al., 2016) encontraron que la mortalidad a 30 días no logró modificarse a pesar del incremento de los costos de atención, debido a que si no se lograba recuperar la exacerbación de la enfermedad pulmonar subyacente, no modificaba el pronóstico del paciente.

. Llama la atención que en nuestro estudio hubo un número significativo de pacientes de bajo riesgo a los que se les indicaba la espirometría preoperatoria, en contraste con pacientes de alto riesgo a los que no se les indicaba la espirometría, lo que hace suponer que los médicos quirúrgicos realizan una valoración preoperatoria incompleta; esto implica el uso inadecuado de los recursos, por lo tanto, y con fines de mejora se deben realizar acciones para identificar con mayor precisión a los pacientes de moderado y alto riesgo y aumentar la calidad de la evaluación preoperatoria que repercutirá en una mejor gestión de los recursos e indicación adecuada de la espirometría preoperatoria.

Los resultados en el nivel de alto riesgo de ARISCAT para los tres desenlaces en salud fueron costo-ahorradores lo que traduce que una mejor indicación de la espirometría preoperatoria con base en el nivel de riesgo de ARISCAT no solo optimiza la gestión de los recursos, sino que es ahorradora.

4B. DISCUSIÓN SOBRE LOS DESENLACES EN SALUD

COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS

En nuestro estudio encontramos asociación entre la frecuencia de CPO y el nivel de riesgo de ARISCAT, ya que el de alto riesgo del grupo 2 sin espirometría tuvo más CPO (45%) que el grupo 1 con espirometría. Esto puede ser debido a que los pacientes a los que no se les realizó espirometría probablemente no se identificó con precisión el grado de riesgo preoperatorio o enfermedad pulmonar lo que expuso a los pacientes a un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias, esto se evidencia al compararlos con los pacientes que si fueron sometidos a espirometría y valorados con ARISCAT y sus complicaciones postoperatorias y mortalidad disminuyeron muy significativamente.

Estos resultados son semejantes con algunos autores quienes han reportado una asociación según el grado de riesgo de ARISCAT con las complicaciones postoperatorias en un rango del 1.5 a 40% (Mazo et al., 2014) (Jeong et al., 2013) (Gupta et al., 2013) (Scholes et al., 2009) (McAlister et al., 2005) (Arozullah et al., 2001) (Hall et al., 2014) (DeAvila & Romero, 2017) (Fernandez et al., 2017) (Martos-Benítez et al., 2016) (Bugajski et al., 2019) (Spadaro et al., 2017) (Kara et al., 2020).

Las CPO pulmonares fueron las más frecuentes en nuestro estudio, lo que representa un mayor riesgo de sufrir CPO, hecho que ha sido reportado por varios autores que encontraron que la incidencia de CPO en pacientes con EPOC van del 19 al 40% (Jeong et al., 2013) (Jeong et al., 2013) (Bugajski et al., 2019) (Spadaro et al., 2017) (Fernandez et al., 2017).

Estas CPO pulmonares también fueron más frecuentes en los pacientes restrictivos en comparación con los pacientes obstructivos. Nuestros resultados son similares a lo reportado por Shin et al (B. Shin et al., 2017) quienes encontraron una relación progresiva entre la severidad de la obstrucción al flujo del aire y aumento en la incidencia de CPO.

Otros autores han publicado que pacientes con enfermedades restrictivas, pueden presentar complicaciones postoperatorias entre el 21.1% al 43.2%

(DeCleva et al., 2014) (Tajima Y, Tsuruta M, Yahagi M, Hasegawa H, Okabayashi K, Shigeta K, 2017) (S. H. Shin et al., 2019) (Degani-Costa et al., 2014) (Kocher et al., 2017) (Gu et al., 2018)

En relación con el tabaquismo es el factor de riesgo predisponente para EPOC, que es uno de los factores modificables y se ha asociado con el doble de riesgo para complicaciones postoperatorias después de ser sometido a cirugía torácica (Batchelor TJP, Rasburn NJ, Abdelnour-Berchtold E, 2018), aunque en nuestro estudio no resultó significativo en ninguno de los modelos. Esto puede ser debido a que en el grupo 2 sin espirometría, los pacientes tuvieron menor exposición al tabaquismo.

DÍAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA

En relación con los días de estancia hospitalaria algunos autores refieren que las complicaciones postoperatorias ocasionan que se prolongue la estancia hospitalaria (McAlister et al., 2005) (DeAvila & Romero, 2017) (Fernandez et al., 2017) (Spadaro et al., 2017) (S. H. Shin et al., 2019). Esto fue semejante a lo que encontramos en los resultados de este trabajo, siendo la estancia hospitalaria más larga en los pacientes de alto riesgo del grupo 2 sin espirometría, probablemente esto sea debido a que al no indicar la realización de una espirometría a un paciente en el que era muy recomendable realizarla, ocasionó mayores complicaciones y la prolongación de los días de estancia hospitalaria.

MORTALIDAD

En relación con la mortalidad, nosotros encontramos en el grupo 1 con espirometría una mortalidad del 4% comparado con el 19% en el grupo 2 sin espirometría que es semejante con lo reportado en la literatura, en cuanto a que a mayor severidad de daño funcional mayor mortalidad.

Esto es comparable con lo reportado por (Piña, 2018) quien refiere que 1 de cada 5 pacientes con complicaciones postoperatorias pulmonares morirá en los

siguientes 30 días y si la reintubación se da antes del 3er día del postoperatorio, la mortalidad puede incrementar hasta el 72%. Endo et al (Endo et al., 2017) en su meta análisis reportó una mortalidad a 30 días del 1.5% y a 90 días del 2.8%.

Otros autores en una revisión de la literatura reportaron que en pacientes con EPOC la mortalidad posterior a esofagectomía puede incrementar al 22% y la espirometría fue un buen indicador predictivo (Chughtai et al., 2017). Schussler et al (Schussler et al., 2006) reportaron una mortalidad del 19% en pacientes con EPOC, dependiendo de la extensión de la resección pulmonar.

Otros autores reportaron una mortalidad del 23% en pacientes que presentaron CPO mayores principalmente por insuficiencia respiratoria (Gómez-Hernández et al., 2021). Kunisaki et al. reportaron que en pacientes con una exacerbación de EPOC intrahospitalaria, el riesgo de tener un evento cardiovascular aumenta 9.9 veces (Kunisaki et al., 2018).

Estos resultados reportan a las CPO pulmonares como las más graves y las exacerbaciones de la enfermedad pulmonar se asocian a la vez con mayor riesgo de eventos cardiovasculares, esto apoya la idea de que el uso de la espirometría preoperatoria, en particular en los pacientes de alto riesgo, puede contribuir a disminuir la mortalidad.

MODELOS DE REGRESIÓN

En relación con los modelos de regresión, algunos autores han encontrado factores de riesgo que correlacionaron con las complicaciones postoperatorias, como Jeong et al (Jeong et al., 2013) reportaron la edad ≥ 65 años y espirometría anormal. Scholes et al (Scholes et al., 2009) reportaron la cirugía de abdomen superior, tabaquismo activo y enfermedad pulmonar. Spadaro et al (Spadaro et al., 2017) reportaron la obstrucción al flujo aéreo como el factor de mayor riesgo.

Haller & Walder (Haller & Walder, 2017) en un estudio multicéntrico con una $n=10,520$ reportaron mayor CPO en pacientes con riesgo alto de ARISCAT vs los pacientes con riesgo moderado. McAlister et al (McAlister et al., 2005) documentaron de entre 8 factores de riesgo estudiados, la edad ≥ 75 años, prueba

positiva de la tos, duración de la cirugía mayor a 150 minutos y sonda nasogástrica. En nuestro estudio en el modelo multivariado encontramos que los factores relacionados con complicaciones postoperatorias son el sexo del paciente, no realizar la espirometría, tener moderado o alto riesgo de ARISCAT y ser sometido a cirugía mayor.

En cuanto a días de estancia hospitalaria, nuestros resultados destacan que el no realizar espirometría y ser sometido a una cirugía oncológica incrementan las posibilidades de que un paciente extienda su estancia, debido a que implica la continuidad de la atención médica, quirúrgica o de rehabilitación dentro del hospital.

En relación con la mortalidad, el modelo mostró que no realizar espirometría, tener moderado o alto riesgo de ARISCAT y someterse a una cirugía oncológica son los factores de riesgo más significativos. Estos resultados fueron semejantes a los reportados por otros autores (Jeong et al., 2013) (Scholes et al., 2009) (Spadaro et al., 2017) (Haller & Walder, 2017).

Llama la atención que la población a la que más le solicitaron los médicos la evaluación preoperatoria fue a la de riesgo bajo de ARISCAT en el grupo 1 con espirometría, en cambio en el grupo 2 sin espirometría, la población fue en su mayoría de alto riesgo, lo que pone en evidencia la necesidad de protocolizar la evaluación preoperatoria de los pacientes.

Las guías de atención preoperatoria en México establecen que la espirometría preoperatoria debe realizarse solo a pacientes con diagnóstico previo de enfermedad pulmonar. Según nuestros resultados, esta indicación es incompleta, dado que en pacientes con riesgo moderado o alto se debe realizar una espirometría preoperatoria. Este resultado traduce un gran impacto en las directrices actuales y en consecuencia se debe modificar la guía de práctica clínica actual.

Las limitaciones de este estudio son: Que se llevó a cabo en un solo hospital lo que limita la generalización de los resultados y sólo son válidos para la población estudiada. Sin embargo, la población estudiada es amplia y son datos reales. Se revisaron los expedientes médicos del HGM (más de 9,000 expedientes), para

identificar una población de 2,059 pacientes que recibieron evaluación preoperatoria y fueron intervenidos quirúrgicamente de 2013 a 2017.

Dentro de las limitaciones del estudio, fue que la asignación de pacientes para la realización o no de la espirometría no correspondió a un proceso aleatorio, correspondió a otras cuestiones clínicas, esto puede significar un sesgo en los resultados ya que pudo haber generado una sobre o subasignación del riesgo en alguno de los grupos. Para aminorar este posible sesgo, se decidió presentar los grupos por nivel de riesgo ARISCAT.

Existe cierto sesgo por haber agrupado a los pacientes por nivel de riesgo ARISCAT, pero al intentar parear por características clínicas o por región anatómica se dividían las probabilidades y se reducía mucho el tamaño de la muestra de los subgrupos.

Otro posible sesgo del estudio fue la falta de seguimiento a los pacientes que se les canceló la cirugía, los datos que reportamos incluyen solo el primer ciclo de estudios y consultas, lo ideal hubiera sido tener los datos sobre la progresión de la enfermedad y posibles complicaciones en cada caso, pero una crítica importante al sistema es que ningún grupo médico consigna estos datos en el expediente médicos y no se les da seguimiento.

En un porcentaje de pacientes no hay ningún dato en el expediente de cirugía y por último, los pacientes que tienen seguimiento, entran en un ciclo de recuperación de estudios, lo que se alcanzó a definir fue que la causa más frecuente era cancelación por ocupación del quirófano por alguna urgencia, o bien, por otras razones administrativas, caducaban los estudios preoperatorios y el servicio de anestesiología solicitaba realizarlos nuevamente, pero la cantidad y tipo de información recuperada no fue suficiente para incluirla en el análisis.

Otra limitación en cuanto al análisis costo-efectividad, es sobre la incertidumbre en la estimación de costos derivados de los tabuladores del HGM, es por esto que se sometieron los resultados a un análisis de sensibilidad univariado para identificar el comportamiento del modelo en los distintos umbrales a pagar y

se identificó robustez de los resultados, ya que en la gran mayoría de los escenarios no se modificó la dirección de costo-efectividad. Incluso el análisis de Monte Carlo se realiza cuando el análisis costo-efectividad es indeterminado. En nuestro análisis lo realizamos en todos los modelos y encontramos que los resultados son consistentes.

En relación con la pareación de los grupos, pudiera ser un sesgo, pero al tratarse de un censo, buscamos la mejor forma de comparar los grupos.

Otro posible sesgo del estudio es la falta de seguimiento a los pacientes que se les canceló la cirugía. Los datos que reportamos sólo incluyen el primer ciclo de estudios y consultas. Lo ideal hubiera sido tener los datos sobre la progresión de la enfermedad y las posibles complicaciones en cada caso, pero una crítica importante al sistema es que ningún grupo médico incluye estos datos en el expediente clínico y no se les da seguimiento a estos pacientes. En un porcentaje de pacientes no hay datos en el expediente de cirugía. Por último, los pacientes que tienen seguimiento entran en un ciclo de recuperación de estudios. Lo que se alcanzó a definir fue que la causa más frecuente era cancelación por ocupación del quirófano por alguna urgencia, o bien, por otras razones administrativas, o caducaban los estudios preoperatorios y el servicio de anestesiología solicitaba realizarlos nuevamente, pero la cantidad y calidad de la información recuperada no fue suficiente para incluirla en el análisis.

Investigaciones futuras deberían evaluar el uso de la espirometría y escala de ARISCAT en otros hospitales de la Secretaría de Salud, así como en otras organizaciones médicas para poder generalizar los resultados y enriquecerla con tipos de estudios diferentes como casos y controles, estudios clínicos aleatorizados, entre otros.

Hasta donde sabemos este es el primer estudio que examina la utilidad de la escala de riesgo ARISCAT y la espirometría preoperatoria como herramientas para reducir complicaciones postoperatorias, mortalidad, y días de estancia hospitalaria en México.

Esta investigación, aporta elementos en el área de la evaluación económica y preoperatoria y abre una línea de investigación que debe complementarse considerando otras estrategias e instituciones para un mayor beneficio a los pacientes quirúrgicos y fundamentar la toma de decisiones.

Nuestros resultados son relevantes ya que, al identificar los factores de riesgo y comorbilidades con la evaluación preoperatoria, permite estabilizar al paciente y disminuir las probabilidades de complicaciones. Algo que se debe destacar es que realizar la espirometría en los pacientes de moderado y alto riesgo se asocia con la disminución de costos, de complicaciones postoperatorias y en consecuencia de los días de estancia hospitalaria.

En relación con la hipótesis la confirmamos con los resultados obtenidos en este estudio y podemos afirmar que la evaluación preoperatoria es más costo-efectiva en pacientes con ARISCAT de moderado y alto riesgo con espirometría, comparados con los que no tienen espirometría.

CONCLUSIONES

Las conclusiones del análisis de costo efectividad fueron:

- El ACE de la alternativa ARISCAT con espirometría para disminuir complicaciones postoperatorias, fue costo-efectiva en bajo y moderado riesgo y costo ahorradora para alto riesgo.
- El ACE de la alternativa ARISCAT con espirometría para disminuir días de estancia hospitalaria, fue no costo-efectiva en bajo riesgo, para moderado fue costo-efectiva y para el nivel de alto riesgo fue costo-ahorradora.
- El ACE de la alternativa ARISCAT con espirometría para aumentar sobrevida, fue no costo-efectiva para bajo riesgo. Para moderado riesgo fue costo-efectiva y para el nivel de alto riesgo fue costo-ahorradora.
- El ACE de la alternativa ARISCAT con espirometría fue costo-efectiva en el moderado y costo-ahorradora en el alto riesgo para los 3 desenlaces en salud evaluados.
- El uso de la escala ARISCAT para identificar a los pacientes con alto riesgo preoperatorio y realización de espirometría como una estrategia costo-ahorradora para prevenir complicaciones postoperatorias, disminuir días de estancia hospitalaria e incrementar la sobrevida.

Las conclusiones del estudio de los desenlaces en salud fueron:

- La espirometría preoperatoria y ARISCAT ayudan a reducir las complicaciones postoperatorias, mortalidad y días de estancia hospitalaria.
- Los hallazgos del modelo de regresión logística indican que ser hombre, no realizar espirometría, tener un riesgo ARISCAT moderado o alto y ser sometido a cirugía mayor son factores que aumentan la probabilidad de complicaciones postoperatorias.
- Para estancia hospitalaria, el no realizar espirometría y realizar cirugía oncológica fueron los factores que aumentan el riesgo de estancia prolongada.
- No realizar espirometría, un riesgo ARISCAT moderado o alto y practicar cirugía oncológica fueron los factores de riesgo con mayor probabilidad de mortalidad.

RECOMENDACIONES

El trabajo de investigación que se ha desarrollado ha propiciado un espacio importante para la reflexión alrededor de la espirometría preoperatoria y del nivel de riesgo ARISCAT que más se relaciona con las complicaciones postoperatorias. En atención con la trascendencia de los hallazgos aquí reportados se pueden sugerir tres acciones inmediatas en las políticas en salud:

- a) A nivel micro: Orientación al personal de salud en la valoración preoperatoria, especialmente en la identificación del nivel de riesgo ARISCAT. Por la rapidez y sencillez de su aplicación, permite identificar a los pacientes a quienes se les debe indicar la espirometría preoperatoria, repercutiendo en el beneficio clínico del paciente, mejora de la calidad de atención con trato digno y respeto a los derechos y principios de beneficencia y no maleficencia y optimiza la utilización de los recursos que en todos los sistemas de salud son escasos, sobre todo en los países de bajos y medianos ingresos, y como en el alto riesgo estas tecnologías son costo-ahorradoras, los recursos podrían ser destinados a satisfacer otras necesidades de salud.

- b) A nivel meso: Uso costo efectivo de la espirometría preoperatoria para mejorar la gestión de los recursos hospitalarios en lo general y del Departamento de Fisiología Pulmonar en lo particular. Esta acción permitirá no sobre utilizar la espirometría preoperatoria al recomendarla solamente en los casos con riesgo moderado y alto de ARISCAT.
- c) A nivel macro: Esta medida puede derivar en una política de salud que impacte en la adecuación de la Guía de Práctica Clínica Preoperatoria. Nuestros hallazgos sugieren que la espirometría se debe realizar en los pacientes con nivel de riesgo moderado y alto, y no solamente a los pacientes con enfermedad pulmonar previa como se indica en la actualidad. Además, permitirá una mejor justicia distributiva y gestión de los recursos mediante la identificación de la población en riesgo, lo que conlleva una mejor equidad, eficiencia y costo-efectividad.
- d) Consideramos que el personal de salud debería ser entrenado en el manejo de este software y fomentar la realización de la evaluación económica en nuestro medio. El software TreeAge Pro es una herramienta que nos permite modelar fácilmente los escenarios de análisis económico, permite realizar cálculos automáticos y ajustar los cambios estructurales al modelo, permite la transparencia de los cálculos, ya que da un seguimiento de los mismos paso a paso y confirmar los detalles de los cálculos emitidos.

REFERENCIAS

- Agostini, P., Cieslik, H., Rathinam, S., Agostini, P., Cieslik, H., Rathinam, S., Bishay, E., Kalkat, M. S., Rajesh, P. B., Steyn, R. S., Singh, S., & Naidu, B. (2010). *Postoperative pulmonary complications following thoracic surgery : are there any modifiable risk factors ? Postoperative pulmonary complications following thoracic surgery : are there any modifiable risk factors ?* <https://doi.org/10.1136/thx.2009.123083>
- Agustí, A., Vogelmeier, C., & Faner, R. (2020). COPD 2020: Changes and challenges. *American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology*, 319(5), L879–L883. <https://doi.org/10.1152/AJPLUNG.00429.2020>
- ANM. (2014). Estado del Arte. 2013-2014: Las palancas para mejorar la calidad de los sistemas de salud (Coleccion).
- Aparecida, A., Cataneo, C., & Cataneo, J. (2013). Surgical risk tests related to cardiopulmonary postoperative complications . Comparison between upper abdominal and thoracic surgery 1. *Acta Cirurgica Brasileira*, 28(6), 458–466.
- Aponte-González, J., Eslava-Schmalbach, J., Díaz-Rojas, J. A., & Gaitán-Duarte, H. (2011). Interpretación de estudios de costo-efectividad en ginecología. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 62(2), 177–187. <https://doi.org/10.18597/rcog.238>
- Arozullah, A. M., Khuri, S. F., Henderson, W. G., & Daley, J. (2001). Development and Validation of a Multifactorial Risk Index for Predictin Postoperative Pneumonia. *Ann Intern Med*, 18, 847–857.
- Asernip-s, D. H., & His, K. M. (2014). The International Network of Agencies for Health Technology Assessment The Influence of Health Technology Assessment A conceptual paper April 2014 Document prepared by. April.
- Atehortúa, S., Ceballos, M., Gaviria, C. F., & Mejía, A. (2013). Evaluación de la calidad metodológica de la literatura en evaluación económica en salud en Colombia: una revisión sistemática. *Biomédica*, 33, 615–630. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v33i4.1536>
- Augustovski, F., García Martí, S., & Pichon-Riviere, A. (2013). Estándares Consolidados de Reporte de Evaluaciones Económicas Sanitarias: Versión en Español de la Lista de Comprobación CHEERS. *Value in Health Regional Issues*, 2(3), 338–341. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2013.10.004>
- Ávila, A. C. De, & Fenili, R. (2017). Incidence and risk factors for postoperative pulmonary complications in patients undergoing thoracic and abdominal surgeries. *Rev Col Bras Cir*, 44(3), 284–292. <https://doi.org/10.1590/0100-69912017003011>

- Bapojé, S. R., Whitaker, J. F., Schulz, T., Chu, E. S., & Albert, R. K. (2007). Preoperative evaluation of the patient with pulmonary disease. *Chest*, 132(5), 1637–1645. <https://doi.org/10.1378/chest.07-0347>
- Barr, R. G., Bourbeau, J., Camargo, C. A., & Ram, F. S. F. (2006). Tiotropium for stable chronic obstructive pulmonary disease: A meta-analysis. *Thorax*, 61(10), 854–862. <https://doi.org/10.1136/thx.2006.063271>
- Batchelor TJP, Rasburn NJ, Abdelnour-Berchtold E, B. A. (2018). Guidelines for enhanced recovery after lung surgery : recommendations of the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS V) Society and the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS). *Eur J Cardithoracic Surg*, 0, 1–25. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezy301>
- Black, W. C. (1990). The CE Plane: A Graphic Representation of Cost-Effectiveness. *Medical Decision Making*, 10(3), 212–214. <https://doi.org/10.1177/0272989X9001000308>
- Bobbio, A., Chetta, A., Carbognani, P., Internullo, E., Verduri, A., Sansebastiano, G., Rusca, M., & Olivieri, D. (2005). Changes in pulmonary function test and cardio-pulmonary exercise capacity in COPD patients after lobar pulmonary resection. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 28(5), 754–758. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.08.001>
- Bugajski, A., Frazier, S. K., Moser, D. K., Chung, M., & Lennie, T. A. (2019). Airflow limitation more than doubles the risk for hospitalization/mortality in patients with heart failure. *Eur J Cardiovascular Nursing*, 18(3), 245–252. <https://doi.org/10.1177/1474515118822373>
- Cabo, J., Cabo, V., Bellmont, M., Herreros, J., & Trainini, J. (2018). Medicina basada en la eficiencia (costo-efectividad y costo-utilidad) como refuerzo de la Medicina basada en la evidencia. *Revista Argentina De Cardiología*, 86(3), 218–223. <https://doi.org/dx.doi.org/10.7775/rac.es.v86.i3.12674>
- Calancha, N., Bárcena, R., Cori, R., & Villa, F. (2010). Breve aproximación a la Técnica de Árbol de. *Universidad Andina Del Cusco*, 1–11. <https://escuelaandina.wordpress.com/2010/03/03/breve-aproximacion-a-la-tecnica-de-arbol-de-decisiones/>
- Camacho-Reyes, L., Jiménez-Carrillo, R., & Mendoza-Chavarría, M. (2010). GPC Valoración Perioperatoria en Cirugía No Cardíaca en el Adulto. *CENETEC*, 1–60.
- Canet, J., Gallart, L., Gomar, C., Paluzie, G., Valle, J., Castillo, J., Ph, D., & Sabate, S. (2010). Prediction of Postoperative Pulmonary Complications in a Population-based Surgical Cohort. *Anesthesiology*, 113(6), 1338–1350. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21045639/>

- Ceballos, R., Prieto, A., Calvo, L., & Hernández, E. (2010). Evaluación de tecnologías para la salud. Documento metodológico. In Secretaria de Salud. Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud. CENETEC. http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/detes/metodologico_ETES.pdf
- CENETEC. (2013). Programa de Acción Específico Evaluación y Gestión de Tecnologías para la Salud. In Secretaria de Salud. <https://www.gob.mx/salud/cenetec/documentos/programa-de-accion-especifico-pae-evaluacion-y-gestion-de-tecnologias-para-la-salud-2013-2018>
- Chisholm, D., & Evans, D. (2007). Economic evaluation in health: saving money or improving care? *JME*, 325–337. <https://doi.org/10.3111/13696990701605235>
- Chughtai, M., Gwam, C. U., Mohamed, N., & Khlopas, A. (2017). The Epidemiology and Risk Factors for Postoperative Pneumonia. *J Clin Med Res*, 9(6), 466–475. <https://doi.org/doi.org/10.14740/jocmr3002w>
- Comité Regional de la OMS para las Américas. (2012). Evaluación e Incorporación de Tecnologías Sanitarias en los Sistemas de Salud. 28a. Conferencia Sanitaria Panamericana. In OPS/OMS (No. 28; Vol. 29). <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34228/CSP28-DIV-2-s.pdf;sequence=2>
- Consejo de Salubridad General. (2017). Guía para la Conducción de Estudios de Evaluación Económica para la Actualización del Cuadro Básico y Catálogo de Insumos del Sector Salud en México (Consejo de Salubridad General (ed.); Diciembre). Consejo de Salubridad General. http://www.csg.gob.mx/descargas/pdf/priorizacion/cuadro-basico/guias/conduccion_estudios/GCEEE_2017_Diciembre_x1x.pdf
- Contreras-Hernández, I., Mould-Quevedo, J., Silva, A., Salinas-Escudero, G., Villasis-Keever, M., Granados-García, V., Dávila-Loaiza, G., Petersen, J., & Garduño-Espinosa, J. (2008). A pharmaco-economic analysis of second-line treatment with imatinib or sunitinib in patients with advanced gastrointestinal stromal tumours. *British Journal of Cancer*, 98(11), 1762–1768. <https://doi.org/10.1038/sj.bjc.6604367>
- Davis, G., Patel, J. A., & Gagne, D. J. (2007). Consideraciones pulmonares en la obesidad y en el paciente de cirugía bariátrica. 91, 433–442.
- DeAvila, A. C., & Romero, F. (2017). Incidence and risk factors for postoperative pulmonary complications in patients undergoing thoracic and abdominal surgeries. *Rev Col Bras Cir*, 44(3), 284–292. <https://doi.org/10.1590/0100-69912017003011>
- DeCleva, R. De, Assumpc, I. M. S. De, Santo, M. A., Flo, I. C., Lunardi, I. A. C., Jacob, I. W., & li, F. (2014). Correlation between intra-abdominal pressure and pulmonary volumes after superior and inferior abdominal surgery. *Clinics*, 69,

483–486. [https://doi.org/10.6061/clinics/2014\(07\)07](https://doi.org/10.6061/clinics/2014(07)07)

Degani-Costa, L. H., Faresin, S. M., & dos Reis Falcão, L. F. (2014). Preoperative evaluation of the patient with pulmonary disease. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*, 64(1), 22–34. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2012.11.002>

DGRH, S. de S. (2018). Tabulador de Sueldos de las Ramas Médica, Paramédica y Grupos Afines. SEGOB, 799–801. http://www.dgrh.salud.gob.mx/Servicios/TABULADOR_2018.pdf

Dickson, M., Hurst, J., & Jacobzone, S. (2003). Survey of Pharmacoeconomic Assessment Activity in Eleven Countries. OECD Publications, 1–43.

Dirección General de Información en Salud. (2022). Dirección General de Información en Salud. DGIS. <http://sinaiscap.salud.gob.mx:8080/DGIS/>

Drummond, M., & Rutten, F. (1997). The Role of Economic Evaluation in the Pricing and Reimbursement of Medicines. 40(3). <https://doi.org/10.1016/s0168>

Drummond, M., Sculpher, M., Claxton, K., Stoddart, G., & Torrance, G. (2015). *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes* (O. U. Press (ed.); 4th ed., Vol. 4).

Ejaz, A., Gonzalez, A. A., Gani, F., & Pawlik, T. M. (2016). Effect of index hospitalization costs on readmission among patients undergoing major abdominal surgery. *JAMA Surgery*, 151(8), 718–724. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2015.5557>

Elmer, R., Chughtai, M., Gwam, C. U., Mohamed, N., Khlopa, A., Newman, J. M., Khan, R., Nadhim, A., Shaffiy, S., & Mont, M. A. (2017). The Epidemiology and Risk Factors for Postoperative Pneumonia. *J Clin Med Res*, 9(6), 466–475. <https://doi.org/10.14740/jocmr3002w>

Elsinga, E., & Rutten, F. (1997). Economic evaluation in support of national health policy : The case of the Netherlands. *Social Science & Medicine*, 45(4), 605–620. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(96\)00400-5](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(96)00400-5)

Endo, I., Kumamoto, T., & Matsuyama, R. (2017). Postoperative complications and mortality: Are they unavoidable? *Ann Gastroenterol Surg*, 1, 160–163. <https://doi.org/10.1002/ags3.12045>

Expansión Datosmacro.com. (2019). PIB de México. <https://datosmacro.expansion.com/pib/mexico>

Fernandez-Bustamante, A., Gyorgy, F., Juraj, S., Kor, D. J., & Al, E. (2019). Postoperative Pulmonary Complications, Early Mortality, and Hospital Stay Following Noncardiothoracic Surgery A Multicenter Study by the Perioperative

- Research Network Investigators. 152(2), 157–166.
<https://doi.org/10.1001/jamasurg.2016.4065>
- Fernandez-Bustamante, A., Hashimoto, S., Neto, A. S., Moine, P., Melo, M. F. V., & Repine, J. E. (2015). Perioperative lung protective ventilation in obese patients. In *BMC Anesthesiology* (Vol. 15, Issue 1, pp. 1–13).
<https://doi.org/10.1186/s12871-015-0032-x>
- Fernández-Cantón, S. (2005). El IMSS en Cifras. Las intervenciones quirúrgicas. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, 43(6), 511–520.
<http://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2005/im056j.pdf>
- Fernandez, A., Gyorgy, F., Juraj, S., Kor, D. J., Subramaniam, B., & Al, E. (2017). Postoperative Pulmonary Complications, Early Mortality, and Hospital Stay Following Noncardiothoracic Surgery: A Multicenter Study by the Perioperative Research Network Investigators. *JAMA Surgery*, 152(2), 157–166.
<https://doi.org/10.1001/jamasurg.2016.4065>
- García-Río, F., Calle, M., Burgos, F., Casan, P., del Campo, F., Galdiz, J. B., Giner, J., González-Mangado, N., Ortega, F., & Puente Maestu, L. (2013). Recommendations of SEPAR Spirometry. *Archiv Bronconeumol*, 49(9), 388–401.
https://www.researchgate.net/profile/Felip_Burgos/publication/237043991_Normativa_Espirometria_SEPAR/links/00b7d51af6c2bcd726000000/Normativa-Espirometria-SEPAR.pdf%0Ahttps://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1579212913001341?via%3Dihub
- Gestiondeoperaciones.net. (2020). Árbol de Decisión, Qué es y para qué sirve.
<https://www.gestiondeoperaciones.net/procesos/arbol-de-decision/>
- Gobierno de Chile Ministerio de Salud. (2010). Estudio Costo-efectividad de Intervenciones en Salud (Vol. 1).
<https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/26989/1/01CostoEfectividad.pdf>
- GOLD BOARD. (2019). GOLD 2019. Global Initiative For Chronic Obstructive Lung Disease, 1–155.
- Gómez-Dantés, O., & Frenk, J. (2009). Health technology assessment in Mexico. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 25(SUPPL.S1), 270–275. <https://doi.org/10.1017/S0266462309090746>
- Gómez-Hernández, M. T., Novoa, N. M., Varela, G., & Jiménez, M. F. (2021). Quality Control in Anatomical Lung Resection . Major Postoperative Complications vs Failure to Rescue. *Arch Bronconeumol*, 57(4), 251–255.
<https://doi.org/doi.org/10.1016/j.arbres.2019.12.009>

- Gómez-Sánchez, G., Zarazúa-Juárez, M., & García-Moran, E. A. (2016). Alto riesgo perioperatorio: Riesgo respiratorio, ventilación mecánica y complicaciones postoperatorias respiratorias. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 39, S79–S81.
- González Avellaneda, A. del P., & Aragón Hernández, A. M. (2015). Costos de no calidad por la cancelación de cirugías en una clínica privada de Bogotá D.C. Colombia. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 11(21), 17–26. <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v11i21.1616>
- Grosdidier, S., Ferrer, A., Faner, R., Piñero, J., Roca, J., Cosío, B., Agustí, A., Gea, J., Sanz, F., & Furlong, L. I. (2014). Network medicine analysis of COPD multimorbidities. *Respiratory Research*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12931-014-0111-4>
- Gu, Z., Wang, H., Mao, T., Ji, C., Xiang, Y., Zhu, Y., Xu, P., & Fang, W. (2018). Pulmonary function changes after different extent of pulmonary resection under video-assisted thoracic surgery. *J Thoracic Dis*, 10(4), 2331–2337. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.03.163>
- Guerrero, G. (2019). Programa de trabajo HGM 2019. Hgm.Salud.Gob.Mx, 1–51.
- Guirguis-Blake, J. M., Senger, C. A., & Webber, E. M. (2016). Screening for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Evidence Review for the U. S. Preventive Services Task Force [Internet]. Agency for Healthcare Research and Quality, 315(13), 1378–1393. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27046366/>
- Gupta, H., Gupta, P. K., Schuller, D., Fang, X., Miller, W. J., Wichman, T. O., & Morrow, L. E. (2013). Development and Validation of a Risk Calculator for Predicting Postoperative Pneumonia. *Mayo Clinic Proceedings*, 88(11), 1241–1249. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.06.027>
- Hall, E. C., Boyarsky, B. J., Deshpande, N. A., Garonzik-wang, J. M., Berger, J. C., Dagher, N. N., & Segev, D. L. (2014). Perioperative Complications After Live-Donor Hepatectomy. *JAMA Surgery*, 149(3), 288–291. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2013.3835>
- Haller, G., & Walder, B. (2017). Epidemiology , practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications. *Eur J Anaesthesiol*, 34(8), 492–507. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000646>
- Hart, N., Mandal, S., Manuel, A., Mokhlesi, B., Pepin, J. L., Piper, A., & Stradling, J. (2014). Rebuttal: “Obesity hypoventilation syndrome (OHS): does the current definition need revisiting?” *Thorax*, 69(10), 955. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-205656>

- Heras, I., Arana, G., Camisón, C., Casadesús, M., & Martiarena, A. (2008). *Gestión de la Calidad y competitividad de las empresas de la CAPV* (Deusto (ed.)). Universidad de Deusto.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*. In *Metodología de la investigación*. <https://doi.org/>- ISBN 978-92-75-32913-9
- Hudson, J. L., Bell, J. M., Crabtree, T. D., Kreisel, D., Patterson, G. A., & Meyers, B. F. (2018). Office-Based Spirometry: A New Model of Care in Preoperative Assessment for Low-Risk Lung Resections. *The Annals of Thoracic Surgery*, 105(1), 279–286. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2017.08.010>
- Hutubessy, R., Chisholm, D., & Edejer, T. T. (2003). Generalized cost-effectiveness analysis for national-level priority-setting in the health sector. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 13, 1–13.
- Hutubessy, R., Chisholm, D., Tan-Torres Edejer, T., & WHO-CHOICE. (2003). Generalized cost-effectiveness analysis for national-level priority-setting in the health sector. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 1(8), 1–13. www.who.int/evidence/cea
- Idrovo-Velandia, Á. J., Vega-Hernández, G., Rivas-Bocanegra, R. E., & Zapata-Sánchez, L. (2007). Costo-efectividad de bromuro de tiotropio en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *NCT*, 66(662), 75–80. <http://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2007/nt072c.pdf>
- INEGI. (2020). Índice Nacional de Precios al Consumidor. www.inegi.org.mx/app/indicedeprecios/calculadorainflacion.aspx
- Jeong, O., Ryu, S. Y., & Park, Y. K. (2013). The value of preoperative lung spirometry test for predicting the operative risk in patients undergoing gastric cancer surgery. *J Korean Surgical Soc*, 84, 18–26. <https://doi.org/10.4174/jkss.2013.84.1.18>
- Jiang, R., Liu, Y., Ward, K. C., Force, S. D., Pickens, A., Sancheti, M. S., Javidfar, J., Fernandez, F. G., & Khullar, O. V. (2018). Excess Cost and Predictive Factors of Esophagectomy Complications in the SEER-Medicare Database. *Ann Thoracic Surg*, 106, 1484–1491. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.05.062>
- Jiménez, R. (2004). Indicadores de calidad y eficiencia de los servicios hospitalarios. *Rev Cubana Salud Pública*, 30(1), 17–36. www.redalyc.org/articulo.oa?id=21430104
- Kara, S., Kupeli, Bozkurt, & Yabanoglu. (2020). Predicting Pulmonary Complications Following Upper and Lower Abdominal Surgery : ASA vs . ARISCAT Risk Index. *Turk J Anaesthesiol Reanim*, 48(2), 96–101.

<https://doi.org/10.5152/TJAR.2019.28158>

Kernick, D. P. (2003). Introduction to health economics for the medical practitioner. *Postgrad Med J*, 79(November 2002), 147–150.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1742631/pdf/v079p00147.pdf>

Khan, N. A., Quan, H., Bugar, J. M., Lemaire, J. B., Brant, R., & Ghali, W. A. (2006). Association of Postoperative Complications with Hospital Costs and Length of Stay in a Tertiary Care Center. *J Gen Intern Med*, 21, 177–180. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1497.2006.00319.x>

Kim, E. S., Kim, Y. T., Lee, J., Park, Y. S., Lee, C., Lee, S., & Yim, J. (2016). Prevalence of and risk factors for postoperative pulmonary complications after lung cancer surgery in patients with early-stage COPD. *Internat J of COPD*, 11, 1317–1326. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4914071/>

Kim, H., Lee, J., Park, Y. S., Lee, C., Lee, S., Yim, J., Yoo, C., & Han, S. K. (2016). Impact of GOLD groups of chronic pulmonary obstructive disease on surgical complications. *Internat J of COPD*, 11, 281–287. <https://doi.org/10.214/47:COPD.S95046>

Kocabas, A., Kara, K., Ozgur, G., Sonmez, H., & Burgut, R. (1996). Value of preoperative spirometry to predict postoperative pulmonary complications. *Respiratory Medicine*, 90(1), 25–33. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0954-6111%2896%2990241-3>

Kocher, G. J., Gioutsos, K. P., Ahler, M., Funke-chambour, M., Ott, S. R., Dorn, P., Lutz, J., & Schmid, R. A. (2017). Perioperative Lung Function Monitoring for Anatomic Lung Resections. *The Annals of Thoracic Surgery*, 104(5), 1725–1732. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2017.06.018>

Kunisaki, K. M., Drans, M. T., Anderson, J. A., Brook, R. D., Calverley, P. M. A., Celli, B. R., Crim, C., Hartley, B. F., Martinez, F. J., & Newby, D. E. (2018). Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Cardiac Events. A Post Hoc Cohort Analysis from the SUMMIT Randomized Clinical Trial. *Am J Respir Crit Care Med*, 198, 51–57. <https://doi.org/10.1164/rccm.201711-2239OC>

Lakshminarasimhachar, A., & Smetana, G. W. (2016). Preoperative Evaluation Estimation of Pulmonary Risk. *Anesthesiology Clinics*, 34(1), 71–88. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2015.10.007>

Lam, R., & Hernández, P. (2008). Los términos : eficiencia , eficacia y efectividad ¿ son sinónimos en el área de la salud ? Are the terms efficiency , efficacy and effectiveness synonyms in the health area ? *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter*, 1–6.

León-Jiménez, F., Florián-Romero, E., Caján-Lontop, Y., Ventura-Sandoval, L.,

- Flores-Tucto, M., & Gastelo-Dávila, A. (2014). Exámenes prequirúrgicos innecesarios y su costo en un hospital de Lambayeque. *Acta Médica Peruana*, 31(2), 90–94.
- LePen, C. (1997). Pharmaceutical Economy and the Economic Assessment of Drugs in France. *Soc SciMed*, 45(4), 9536. [https://doi.org/10.1016/s0277-9536\(96\)00402-9](https://doi.org/10.1016/s0277-9536(96)00402-9)
- Manterola, C., & Otzen, T. (2014). Estudios Observacionales . Los Diseños Utilizados. *Int J Morphol*, 32(2), 634–645.
- Mares-gutiérrez, M. Y., & Sánchez-velázquez, L. D. (2015). Espirometría en la valoración preoperatoria en el Hospital General de México. 76(1), 23–28.
- Mares-Gutiérrez, Y., Saliinas-Escudero, G., Aracena-Genao, B., Martínez-González, A., García-Minjares, M., & Flores, Y. N. (2022). Preoperative risk assessment and spirometry is a cost effective strategy to reduce post operative complications and mortality in Mexico. *PLoS ONE*, 17(7), 1–12.
- Marina, N., López, E., María, D. S., & Gáldiz, J. B. (2018). Telemedicina , una oportunidad para la espirometría. *Archivos de Bronconeumología*, 54(6), 306–307. <https://www.archbronconeumol.org/es-pdf-S0300289618300140>
- Marseille, E., Larson, B., Kazi, D. S., Kahn, G., & Rosen, S. (2015). Thresholds for the cost – effectiveness of interventions : alternative approaches. *Policy & Practice*, 93(November 2014), 118–124. <https://www.who.int/bulletin/volumes/93/2/14-138206.pdf>
- Martínez-González, A., & Pacheco-López, A. (2018). Evaluación de la tecnología en salud (pp. 253–262).
- Martínez Briseño, D., del Rosario Fernández Plata, M., Cecilia García Sancho Figueroa, M., & Pérez Padilla, R. (2011). www.medigraphic.org.mx La carga económica de la EPOC. Análisis de los costos a nivel internacional. *Revisión Neumol Cir Torax*, 70(2), 118–126. www.medigraphic.org.mx
- Martos_Benítez, F., Germán-Breff, B., Betancourt-Plaza, I., & González_Martínez, I. (2016). Complicaciones posoperatorias en cirugía mayor torácica y abdominal : definiciones , epidemiología y gravedad Postoperative complications in thoracic and abdominal surgery : definitions , epidemiology and severity. *Rev Cubana Cirugia*, 55(1), 40–53.
- Martos-Benítez, F. D., Gutiérrez-Noyola, A., & Echevarría-Vítores, A. (2016). Postoperative complications and clinical outcomes among patients undergoing thoracic and gastrointestinal cancer surgery: A prospective cohort study. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 28(1), 40–48. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20160012>

- Mazo, V., Sabate, S., Canet, J., Gallart, L., de Abreu, M. G., Belda, J., Langeron, O., Hoeft, A., & Pelosi, P. (2014). Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications. *Anesthesiology*, 121(2), 219–231. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000334>
- McAlister, F. A., Bertsch, K., Man, J., Bradley, J., & Jacka, M. (2005). Incidence of and Risk Factors for Pulmonary Complications after Nonthoracic Surgery. *Am J Respir Crit Care Med*, 171, 514–517. <https://doi.org/10.1164/rccm.200408-1069OC>
- Miller, M. R., Crapo, R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., Enright, P., van der Grinten, C. P. M., Gustafsson, P., Jensen, R., Johnson, D. C., MacIntyre, N., McKay, R., Navaja, D., Pedersen, O. F., Pellegrino, R., Viegi, G., & Wagner, J. (2005). General considerations for lung function testing. *European Respiratory Journal*, 26(1), 153–161. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034505>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). Dimensiones prioritarias en salud pública: Plan decenal de salud publica 2012-2021. 1–105. <https://doi.org/10.1177/1757975912453861>
- Ministerio Salud, P. (2009). Manual de costos en salud www.pdfactory.com.
- Miskovic, A., & Lumb, A. B. (2017). Postoperative pulmonary complications. *British Journal of Anaesthesia*, 118(3), 317–334. <https://doi.org/10.1093/bja/aex002>
- Mogyorosy, Z., & Smith, P. (2005). CHE Research Costing health care services. University of York, 1–228.
- Montaño, A. G., & Nava, G. F. (2006). La suspensión de cirugía programada como un indicador de calidad en la atención hospitalaria. 7(2), 59–62.
- Morales-Orozco, C., Mata-Miranda, M. P., & Cárdenas-Lailson, L. E. (2005). Costo-beneficio de los exámenes preoperatorios de rutina en cirugía electiva. *Cirugía y Cirujanos*, 73(1), 25–30.
- Morgan, A. D., Zakeri, R., & Quint, J. K. (2018). Defining the relationship between COPD and CVD: what are the implications for clinical practice? *Therapeutic Advances in Vaccines*, 12, 1–12. <https://doi.org/10.1177/https://doi.org/10.1177/17534658>
- Mould, J., Contreras, I., Garduño, J., & Escudero, G. S. (2009). The willingness-to-pay concept in question. *Rev Saúde Pública*, 43(2), 1–7.
- Mundial, A. M., & Introduccion, A. (2008). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 1–5.

- Murray, C. J. L., Evans, D. B., Acharya, A., & Baltussen, R. M. P. M. (2000). Development of WHO Guidelines on Generalised Cost-Effectiveness Analysis. WHO Publications, 1–26. <https://www.who.int/healthinfo/paper04.pdf>
- Nathan, H., Atona, C. L., Bach, P. B., & Elkin, E. B. (2015). Hospital Volume, Complications, and Cost of Cancer Surgery in the Elderly. *J Clin Oncol*, 33(1), 107–114. <https://doi.org/10.1200/JCO.2014.57.7155>
- Nivón, E. (2010). ¿Qué son las políticas públicas?
- Numata, T., Nakayama, K., Fujii, S., Yumino, Y., Saito, N., Yoshida, M., Kurita, Y., Kobayashi, K., Ito, S., Utsumi, H., Yanagisawa, H., Hashimoto, M., Wakui, H., Minagawa, S., Ishikawa, T., Hara, H., Araya, J., Kaneko, Y., & Kuwano, K. (2018). Risk factors of postoperative pulmonary complications in patients with asthma and COPD. *BMC Pulmonary Medicine*, 18(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12890-017-0570-8>
- Ohar, J. A., Yawn, B. P., Ruppel, G. L., & Donohue, J. F. (2016). A retrospective study of two populations to test a simple rule for spirometry. *BMC Family Practice*, 17(65), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12875-016-0467-2>
- Organización Mundial de la Salud; & Organización Panamericana de la Salud. (2016). *Indicadores Básicos 2016. Situación de Salud en las Américas*. Ginebra, 9. <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/31288>
- Organización Mundial de la Salud. (2012). Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos. In OMS. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44824/9789243501369_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Parodi, R., Pendino, J. C., & Porcel, J. M. (n.d.). Evaluación clínica preoperatoria 8.
- Pépin, J.-L., Timsit, J.-F., Tamisier, R., & Lévy, P. (2014). Is CPAP effective in reducing blood pressure in minimally symptomatic obstructive sleep apnoea? *Thorax*, 69(12), 1068–1070. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-205430>
- Piña, A. (2018). Complicaciones pulmonares postoperatorias . El rol del anestesiista. 1, 1–10.
- Pinyol, C., & Sacristán, J. A. (2019). Economic Evaluation for Pricing and Reimbursement of New Drugs in Spain: Fable or Desideratum? *Value in Health*, April, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2019.06.012>
- Pradarelli, J. C., Healy, M. A., Osborne, N. H., Ghaferi, A. A., Dimick, J. B., & Nathan, H. (2016). Variation in medicare expenditures for treating perioperative complications: The cost of rescue. *JAMA Surgery*, 151(12). <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2016.3340>

- Puente Maestú, L., & García de Pedro, J. (2012). Las pruebas funcionales respiratorias en las decisiones clínicas. *Archivos de Bronconeumología*, 48(5), 161–169. <https://doi.org/10.1016/j.arbr.2011.12.007>
- Rely, K., Galindo-Suárez, R., Alexandre, P. K., García-García, E. G., Muciño-Ortega, E., Salinas-Escudero, G., & Martínez-Valverde, S. (2012). Cost Utility of Sirolimus versus Tacrolimus for the Primary Prevention of Graft Rejection in Renal Transplant Recipients in Mexico. *Value in Health Regional Issues*, 1, 211–217. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.vhri.2012.09.013>
- Rivas, E., Arismendi, E., Agustí, A., Sanchez, M., Delgado, S., Gistau, C., Wagner, P. D., & Rodriguez-Roisin, R. (2015). Ventilation/perfusion distribution abnormalities in morbidly obese subjects before and after bariatric surgery. *Chest*, 147(4), 1127–1134. <https://doi.org/10.1378/chest.14-1749>
- Sachs, J. (2002). Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development. Report of the Commission on Macroeconomics and Health. *Nature Medicine*, 8(6), 551–552. <https://doi.org/10.1038/nm0602-551b>
- Sachs, J. (2003). Macroeconomía y salud: Invertir en salud en pro del desarrollo económico. https://www.who.int/choice/publications/p_2003_generalised_cea.pdf?ua=1
- Salud., S. de S. C. N. de E. T. en. (2017). Guía para la Evaluación Económica de Dispositivos Médicos. Recurso electrónico (SS (ed.)). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/397361/ETES_GuiaEvalClinicaDM_17_SPC_13_12_17.pdf
- Salud, I. de E. T. en, Moreno, M., Mejía, A., & Castro, H. (2014). Manual Metodológico para la Elaboración de Tecnologías en Salud (Issue September). <https://doi.org/10.13140/2.1.4034.3049>
- Sanders, G. D., Neumann, P. J., Basu, A., Brock, D. W., Feeny, D., Krahn, M., Kuntz, K. M., Meltzer, D. O., Owens, D. K., Prosser, L. A., Salomon, J. A., Sculpher, M. J., Trikalinos, T. A., Russell, L. B., Siegel, J. E., & Ganiats, T. G. (2016). Recommendations for conduct, methodological practices, and reporting of cost-effectiveness analyses: Second panel on cost-effectiveness in health and medicine. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 316(10), 1093–1103. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.12195>
- Sankar, A., Scott Beattie, W., & Wijeyesundera, D. N. (2015). How can we identify the high-risk patient? *Current Opinion in Critical Care*, 21(4), 328–335. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000216>
- Scholes, R. L., Browning, L., Sztendur, E. M., & Denehy, L. (2009). Duration of anaesthesia , type of surgery , respiratory co-morbidity , predicted VO 2 max and smoking predict postoperative pulmonary complications after upper abdominal surgery : an observational study. *Australian Journal of*

Physiotherapy, 55(3), 191–198. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70081-9](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70081-9)

Schraufnagel, D. E., Blasi, F., Drummond, M. B., Lam, D. C. L., Latif, E., Rosen, M. J., Sansores, R., Zyl-smit, R. Van, & Sociedades, I. De. (2014). Cigarrillos electrónicos Posición oficial del Foro Internacional de Sociedades Respiratorias (FIRS). 1–8.

Schussler, O., Alifano, M., Dermine, H., Strano, S., Casetta, A., Sepulveda, S., Chafik, A., Coignard, S., & Rabbat, A. (2006). Postoperative Pneumonia after Major Lung Resection. *Am J Respir Crit Care Med*, 173, 1161–1169. <https://doi.org/10.1164/rccm.200510-1556OC>

SEGOB. (2014). Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf

Shah, A. J., Quek, E., Alqahtani, J. S., Hurst, J. R., & Mandal, S. (2022). Cardiovascular outcomes in patients with COPD-OSA overlap syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2022.101627>

Shin, B., Lee, H., Kang, D., Jeong, B. H., Kang, H. K., Chon, H. R., Koh, W. J., Chung, M. P., Guallar, E., Cho, J., & Park, H. Y. (2017). Airflow limitation severity and post-operative pulmonary complications following extra-pulmonary surgery in COPD patients. *Respirology*, 22(5), 935–941. <https://doi.org/10.1111/resp.12988>

Shin, S. H., Shin, B., Kang, D., Cho, J., Kang, H. K., & Chon, H. R. (2019). Restrictive Spirometric Pattern and Postoperative Pulmonary Complications Following Non-cardiothoracic Surgery. *Scientific Reports*, 9(August), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49158-1>

Short, M. N., Aloia, T. A., & Ho, V. (2014). The Influence of Complications on the Costs of Complex Cancer Surgery. *Cancer*, 1035–1041. <https://doi.org/10.1002/cncr.28527>

Smetana, G., King, T., Auerbach, A., Holt, N., & Helen, H. (2020). Evaluación del riesgo pulmonar preoperatorio. *UpToDate*, 1–31. https://www.uptodate-com.pbidi.unam.mx:2443/contents/evaluation-of-preoperative-pulmonary-risk/print?search=ARISCAT&source=search_result&s...

Smetana, G., Lawrence, V., & Cornell, J. (2006). Preoperative Pulmonary Risk Stratification for Noncardiothoracic Surgery: Systematic Review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med*, 144(8), 581–595. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-144-8-200604180-00009>

Software, T. (2008). *TreeAge Pro 2008 User's Manual*.

- Software, T. (2020). TreeAge Pro Software. TreeAge Software, LLC.
<http://files.treeage.com/capabilities/TreeAge+Global+Capabilities+2020.pdf>
- Spadaro, S., Caramori, G., Rizzuto, C., Mojoli, F., Zani, G., Ragazzi, R., Valpiani, G., Corte, F. D., & Volta, C. A. (2017). Expiratory Flow Limitation as a Risk Factor for Pulmonary Complications After Major Abdominal Surgery. *Anesth Analg*, 124(2), 524–530.
- Sze, M. A., Roy Chen, Y. W., Tam, S., Tashkin, D., Wise, R. A., Connett, J. E., Man, S. P., & Sin, D. D. (2015). The relationship between Helicobacter pylori seropositivity and COPD. *Thorax*, 70(10), 923–929.
<https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-207059>
- Tajima Y, Tsuruta M, Yahagi M, Hasegawa H, Okabayashi K, Shigeta K, et al. (2017). Is preoperative spirometry a predictive marker for postoperative complications after colorectal cancer surgery? *Jpn J Clin Oncol*, 47(9), 815–819. <https://doi.org/10.1093/jjco/hyx082>
- Tan-Torres Edejer, T., Baltussen, R. M. P. M., Adam, T., Hutubessy, R., Acharya, A., Evans, D., & Murray, C. (2003). WHO Guide to cost-effectiveness analysis (World Health Organization (ed.)).
https://www.who.int/choice/publications/p_2003_generalised_cea.pdf
- Taylor, C., & Jan, S. (2017). Economic evaluation of medicines. *Aust Prescr*, 40(2), 76–78. <https://doi.org/10.18773/austprescr.2017.014>
- The National Institute for Health and Care. (2018). Guide to the methods of technology appraisal. In NICE (Issue April 2013).
<http://doi.org/10.1183/13993003.01815-2018>
- Tobar, F. (2012). Políticas de Salud: Conceptos y Herramientas. In L. Ley (Ed.), *“Responsabilidad Profesional de las Médicos. Ética, Bioética y Jurídica Civil y Penal”*. (pp. 1–12). <https://es.scribd.com/document/378931959/Tobar-2012-Politicas-de-Salud-Concepto-y-Herramientas>
- Torres, F., Tabla, R., Fernández, S., & Vargas, J. (2016). Anuario Estadístico 2015 HGM. In Dep Información y Estadística Hospital General de Mexico.
https://hgm.salud.gob.mx/descargas/pdf/dir_plan/anuario_2015.pdf
- Torres, G., Sánchez-de-la-Torre, M., & Barbé, F. (2016). Precision medicine: A modern odyssey. *Archiv Bronconeumol*, 52(9), 455–456.
<https://doi.org/10.1016/j.arbr.2016.07.008>
- Tzimas, P., Petrou, A., Laou, E., Milionis, H., Mikhailidis, D. P., & Papadopoulos, G. (2015). Impact of metabolic syndrome in surgical patients : should we bother ? *British Journal of Anaesthesia*, 115(2), 194–202.
<https://doi.org/10.1093/bja/aev199>

- UNESCO. (2005). Declaración Universal de los Derechos Humanos. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000142825_spa
- Unidad de Desarrollo de Políticas y Sistemas de Salud OPS/OMS. (2012). Conferencia sanitaria panamericana 64. OPS/OMS, 29, 1–18.
- van Boven, J., van de Hei, S., & Sadatsafavi, M. (2019). Making sense of cost-effectiveness analyses in respiratory medicine: a practical guide for non-health economists. *The European Respiratory Journal*, 53(3), 1–10. <https://doi.org/10.1183/13993003.01816-2018>
- van der Werf, L. (2020). ¿Qué son las evaluaciones económicas de tecnologías en salud? ¿por qué las necesitamos? ¿Qué tipos de evaluaciones económicas existen? *Neuroeconomix.Com*. <http://www.neuroeconomix.com/analisis-costo-efectividad-4-claves-comprenderlo/>
- Vaquero, J., Dueñas, E., Montero, R., & Ceballos, C. (n.d.). Evaluación preoperatoria en respiratorio. *Neumosur.Net*, 209–217. http://www.neumosur.net/files/EB04-15_preoperatorio.pdf
- Vargas González, D., & Aída. (2004). Costos y calidad en salud. *Rev Enfermería*, 23–26.
- Vargas, J. (2019). Anuario Estadístico 2019 HGM (pp. 1–1023).
- Velásquez-Gavilanes, R. (2009). Hacia una nueva definición del concepto “ política pública ”*. *Desafíos*, Bogotá, 20, 149–187.
- Verbanck, S., Hanon, S., Schuermans, D., Van Parijs, H., Vinh-Hung, V., Miedema, G., Verellen, D., Storme, G., Vanhoeij, M., Lamote, J., De Ridder, M., & Vincken, W. (2012). Small airways function in breast cancer patients before and after radiotherapy. *Breast Cancer Research and Treatment*, 135(3), 857–865. <https://doi.org/10.1007/s10549-012-2201-7>
- Walton, M. (2015). *Imagine Our World if We Taught It How to Eat* (pp. 1–5). http://www.medscape.com/viewarticle/850341#vp_2
- Whiteman, A. R., Dhese, J. K., & Walker, D. (2016). The high-risk surgical patient: A role for a multi-disciplinary team approach? *British Journal of Anaesthesia*, 116(3), 311–314. <https://doi.org/10.1093/bja/aev355>
- Zarate, V. (2010). Evaluaciones económicas en salud: Conceptos básicos y clasificación. *Re. Medicina Chile*, 138(138), 93–97. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872010001000007>

ANEXO I SÍNTESIS DE ALGUNOS ARTÍCULOS REVISADOS

En las tablas 1 a 3 se presentan la síntesis algunos de los artículos revisados.

Tabla 1. Artículos Relacionados con Costos – Efectividad - Complicaciones Postoperatorias

Autores	Año	Diseño	Cirugía realizada	n	Costos	Costos CPO
Kneuertz et al	2019	Cohorte retrospectiva	Qx cáncer de pulmón en estadios tempranos	137	US\$ 19,565 Día/cama US\$2,376.23	
Edwards et al	2018	Artículo de revisión	Evitar estudios en pacientes ASA I y II	NR	36 millones de procedimientos realizados	No reporta costos
Renjiang et al	2018	Cohorte retrospectiva	Costos intrahospitalarios a 90 d de la cirugía	1462	US\$ 45,471	US\$ 45,471 (media general)
			-Complicaciones sistémicas			<u>+US\$ 17,885</u>
			-Complicaciones infecciosas			+US\$ 4,155
			-Complicaciones pulmonares			<u>+US\$ 14,701</u>
			-Complicaciones cardiovasculares			
			-Complicaciones Gastrointestinales			<u>+US\$ 17,141</u>
			-Reintervenciones			
Jean et al	2018	Base de datos nacional de readmisión hospitalaria	Cirugía torácica	87,894 registros	Por cada CPP incrementó 2-2.7% el riesgo de reinternamiento	100 billones anuales
Jiang et al	2018	Cohorte retrospectiva	Costos a 90 d por complicaciones post esofagectomía	1462	\$45,471 (rango \$39,226)	US\$ 13,659.00
					Lesión mecánica	US\$ 17,885.00
					Lesión pulmonar	US\$ 4,155.00
					Complicación Cardiovascular	US\$ 14,701.00
					Complica. Gastrointestinal	US\$ 21,793.00
					Reintervención	US\$ 17,141.00
					Complicación sistémica	
Hudson et al	2018	Cohorte prospectiva	Neumonía, atelectasias	1356	Espirometría en consultorio	Ahorros por US \$38,000.00
Wang et al	2018	Revisión de la literatura	Neumonía	1092	Enhaced recovery after surgery protocol	Disminuye costos en USD \$5,000.00

Jeong et al	2017	Cohorte retrospectiva ACE	Cirugía renal robótica vs videoasistida	23,753	USD \$19,530.00 Vs \$16,581.00	Sin diferencias en CPO
Selby et al	2017	Cohorte retrospectiva	Costo sin CPO	120	USD \$12,330.00	Cáncer gástrico
Ejaz et al	2016	Análisis retrospectivo	Costo con CPO Costo cirugía Colorrectal Pancreática Hepática	4,114	\$37,700.00 USD \$22,186.00 \$29,175.00 \$22,757.00	Incremento del 18% en los costos por readmisiones
Nathan et al	2016	Registro de pagos medicare	5 procedimientos oncológicos -Prostatectomía -Cistectomía -Colectomía -Lobectomía pulmonar -Pancreatectomía		\$13,010 \$37,053 a \$47,029 \$26,219 a \$36,817 \$37.114 \$58,920	Incremento de 47 a 70% de los costos a 30 d.
Pradarelli et al	2016	Cohorte retrospectiva	Aneurisma Aórtico Abdominal Colecistecomía Resección pulmonar Reemplazo total de cadera CPO pulmonares	Registros médicos	\$23,261 \$22,853 \$21,325 \$22,853	\$60,456 \$56,787 \$63,117 \$41,354
Smetana et al	2016	Revisión sistemática		NR	25-45 millones USD\$ anuales	Ahorros por 29 a 111 millones USD\$ anuales
Nathan et al	2016	Registro de pagos medicare	5 procedimientos oncológicos -Prostatectomía -Cistectomía -Colectomía -Lobectomía pulmonar -Pancreatectomía		\$13,010) \$37,053 to \$47,029) \$26,219 to \$36,817) \$37.114 \$58,920	Incremento de 47 a 70% de los costos a 30 d.
NICE group	2016	Revisión de la literatura Análisis de costo efectividad	Pruebas de función respiratoria preoperatorias		£ 66	Cirugía electiva
Brunelli et al	2015	Cohorte prospectiva	Lobectomia videoasistida	236	E\$11,368 Costos en UCI Costos por atención de CPP	+E\$8,225 (rango E\$5656 a E\$13296 +E\$3029 (rango E\$ 529 a 51,970)
Short et al	2014	Agencia de Investigación en Calidad en Salud	6 cirugías oncológicas -Insuficiencia respiratoria -Muerte -TEP	236	*Costos hipotéticos	Incremento del 53 al 77% Incremento del 28 al 37% Incremento del 28 al 50%

Hall et al	2014	Cohorte retrospectiva	CPO posterior a hepatectomía	555	\$62,001	Incremento del 32%
Ramos et al	2011	Cohorte retrospectiva	Qx tórax -Toracoscopía -Toracotomía	287	-€11,934.13 ± 6,690.25 -€14,145.57 ±7,117.84	NR
Birkmeyer et al	2010	Cohorte retrospectiva	Cirugía de columna Bypass coronario		US\$ 16,668 US\$ 45,358	NR

Tabla 2. Artículos relacionados con Complicaciones Postoperatorias y Mortalidad

Autores	Año	Diseño	CPO	n	Incidencia de CPO (%)	Tasa de mortalidad	Tipo de centro hospitalario
Kara et al	2020	Cohorte retrospectiva	Derrame pleural, atelectasias	241	50	NR	Multi-especialidad
Piña et al	2018	Cohorte retrospectiva	Intubación por más de 48 hrs	137	NR	16.7	Multi-especialidad
Fernández-Bustamante et al	2017	Cohorte prospectiva, multicéntrico	CPO	1202	33.4%	2.3	Multi-especialidad
De Avila	2017	Cohorte prospectiva, multicéntrico	Insuficiencia respiratoria, derrame pleural, neumonía	314	11.5	NR	Multi-especialidad
Endo I	2017	Cohorte retrospectiva	CPO	1,494,934	20.1	1.5	Multi-especialidad
Haller et al	2017	Cohorte prospectiva, multicéntrico	Insuficiencia respiratoria, SDRA, neumonía, neumotórax	10520	19.2	1.7	Multi-especialidad
Kupeli et al	2017	Cohorte retrospectiva	Derrame pleural, insuficiencia respiratoria, neumonía, embolismo pulmonar	0172	12.8	NR	Trasplante renal
Chugtai et al	2017	Revisión de la literatura	Neumonía	833	28.9	22	NR

Martos-Benitez et al	2016	Revisión de la literatura	IAM, insuficiencia respiratoria, infección de herida quirúrgica	63	3 - 17	4 - 21		Multi-especialidad
Canet et al	2015	2º análisis prospectivo PERSICOPE	Insuficiencia respiratoria	5384	4.2	10.3	(en hospital)	Multi-especialidad
Yang et al	2015	Análisis retrospectivo de cohorte prospectiva multicéntrica (no específica para CPP)	DERCP	165 196	5.8	E		Cirugía abdominal mayor no vascular
Mazo et al	2014	Validación externa PERISCOPE	*DERCP	5099	7.9	8.3	(en hospital)	Multi-especialidad
Jeong et al	2014	Cohorte prospectiva	DERCP	2059	6.8	NR		Multi-especialidad
Hemmes et al	2014	Metaanálisis	Lesión pulmonar	3365	3.4	12		Multi-especialidad
			-Cirugía abdominal		4.3	27		
			-Cirugía torácica					
Degani et al	2014	Artículo de revisión	Lesión pulmonar aguda	NR	10-20	NR		Multi-especialidad
Gupta et al	2013	Cohorte retrospectiva, multicéntrica	Insuficiencia respiratoria, reintubación	211410	1.8	17		Multi-especialidad
Li et al	2013	Cohorte retrospectiva	Neumonía, edema pulmonar, atelectasias,	316	18.9	No específica para CPP		Cirugía renal

Canet et al	2010	ARISCAT Cohorte prospectiva	SDRA, derrame pleural DERCP	2464	5.0	19.5 (30 d) 24.4 (90 d)	Multiespecialidad
Scholes et al	2009	Cohorte prospectiva multicéntrica	Más de 4 criterios neumonía -colapso, consolidación -producción anormal esputo -cultivo positivo -leucocitosis -EF anormal -Dx médico	268	13	NR	Cirugía de abdomen superior
Schussler et al	2006	Cohorte prospectiva	Neumonía	168	25	6.5	Resección pulmonar
McAlister et al	2005	Cohorte prospectiva	Insuficiencia respiratoria, atelectasias, neumotórax, derrame pleural, UCI	1055	2.7	NR	Multiespecialidad
Arozullah et al	2001	Cohorte retrospectiva, multicéntrico	Insuficiencia respiratoria	81719	3.4	27 (30d)	Multiespecialidad

Tabla 3. Artículos Relacionados con Espirometría Preoperatoria – Factores de riesgo - Complicaciones Postoperatorias

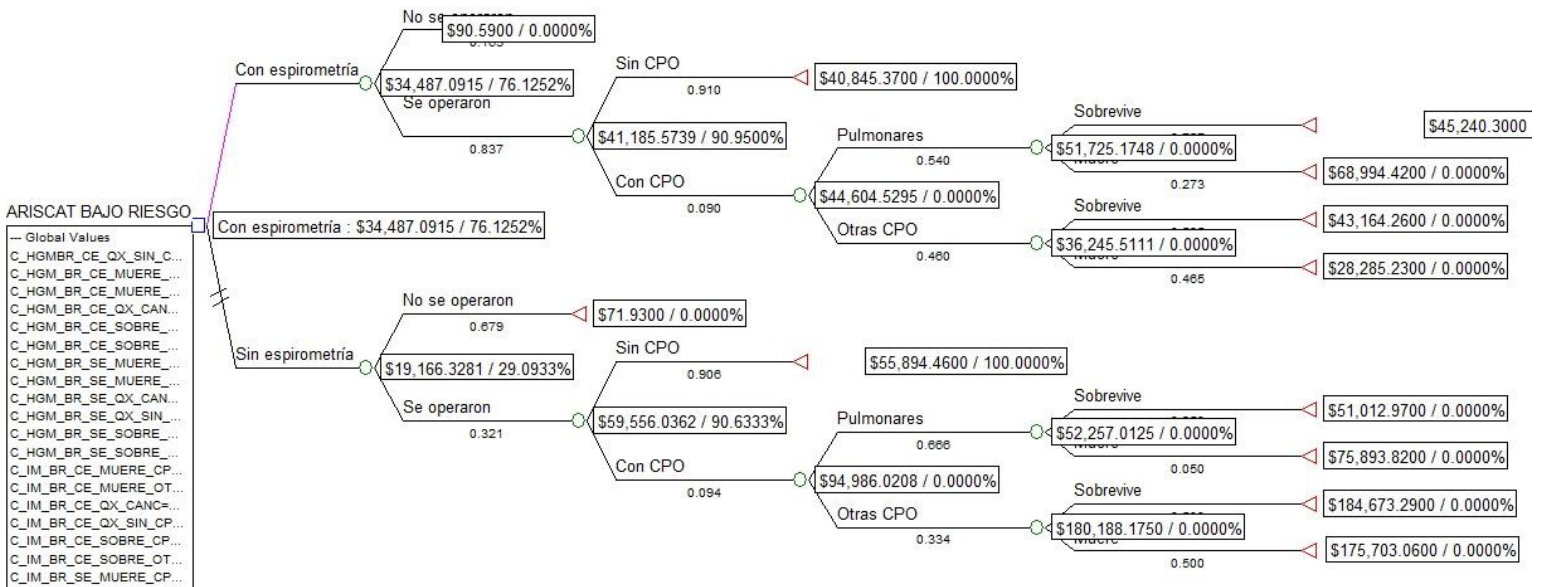
Autores	Año	Diseño	CPO	n	Factor de riesgo	de CPO (%)	Tipo de cirugía
Yoshida et al	2020	Artículo de revisión	Morbilidad pulmonar y cardiovascular	NR	Tabaquismo, EPOC	16-23	Esofagectomía
Shin et al	2019	Cohorte retrospectiva	Insuficiencia respiratoria, derrame pleural, atelectasias, neumonía, neumotórax, broncoespasmo	681	CVF <60%	12.4	Cirugía no cardio torácica
Bujagski et al	2018	Cohorte prospectiva Análisis secundario	Comorbilidad con insuficiencia cardiaca	137	EPOC	OR mortalidad 2.2	Comorbilidad EPOC e insuficiencia cardiaca
Hudson et al	2018	Cohorte prospectiva	Neumonía, atelectasias	1356	FEV ₁ , <60%	7.7	Resección pulmonar
Numata et al	2018	Cohorte retrospectiva	Broncoespasmo, neumonía, atelectasias, insuficiencia respiratoria	346	Asma EPOC	2 al 19	Cirugía extratorácica
Chughtai et al	2017	Revisión de la literatura	Neumonía	833	FEV ₁	7.4 a 13	Esofagectomía
Zhitao et al	2017	Cohorte prospectiva	Pérdida funcional después de resección pulmonar	109	Pérdidas entre 5% en CVF por segmento resecado	NR	Resección pulmonar

Shin et al	2017	Cohorte prospectiva	CPO Quintil 1 Quintil 2 Quintil 3 Quintil 4 Quintil 5	694	FEV1 ≤ 57 <57 - ≤64 >64 - ≤70 >70 - ≤75 >75 - ≤79	24.4 31.4 25.8 23.7 21.6 19.7	Multi-especialidad
Spadaro et al	2017	Cohorte prospectiva	Neumonía, insuficiencia respiratoria	330	Limitación del flujo espiratorio	50	Cirugía abdominal mayor
Tajima et al	2017	Cohorte retrospectiva	Total Infección de herida Obstrucción intestinal Fuga Neumonía Neumonía	1236	% de CVF factor independiente	30.9 56 17 16 5.2	Cáncer colorrectal
Kocher et al	2017	Cohorte prospectiva	Neumonía	384	Pérdida de VEF1 del 32.2 al 43%	13.2 (Cirugía abierta) 4.4 (Laparoscopia) 2-70	Resección pulmonar
Smetana et al	2016	Revisión sistemática	CPO pulmonares	NR	EPOC, SAOS, Asma, FEV1 < 60%		Multi-especialidad
De Cleva et al	2014	Cohorte prospectiva	CPO	60	Disminución al 65-70% del valor predicho postcirugía	NR	Cirugía abdominal
Warner et al	2014	Cohorte prospectiva	Costos de atención hospitalaria post cirugía	678	Tabaquismo	Tabaquismo activo Tabaquismo suspendido	Costo anual incremental 2 millones
Agostini et al	2013	Cohorte prospectiva	CPO	180	Bajo riesgo Al menos 2 factores: Tabaquismo, EPOC, >75 años,, IMC >30	15 23	Toracotomía o resección pulmonar

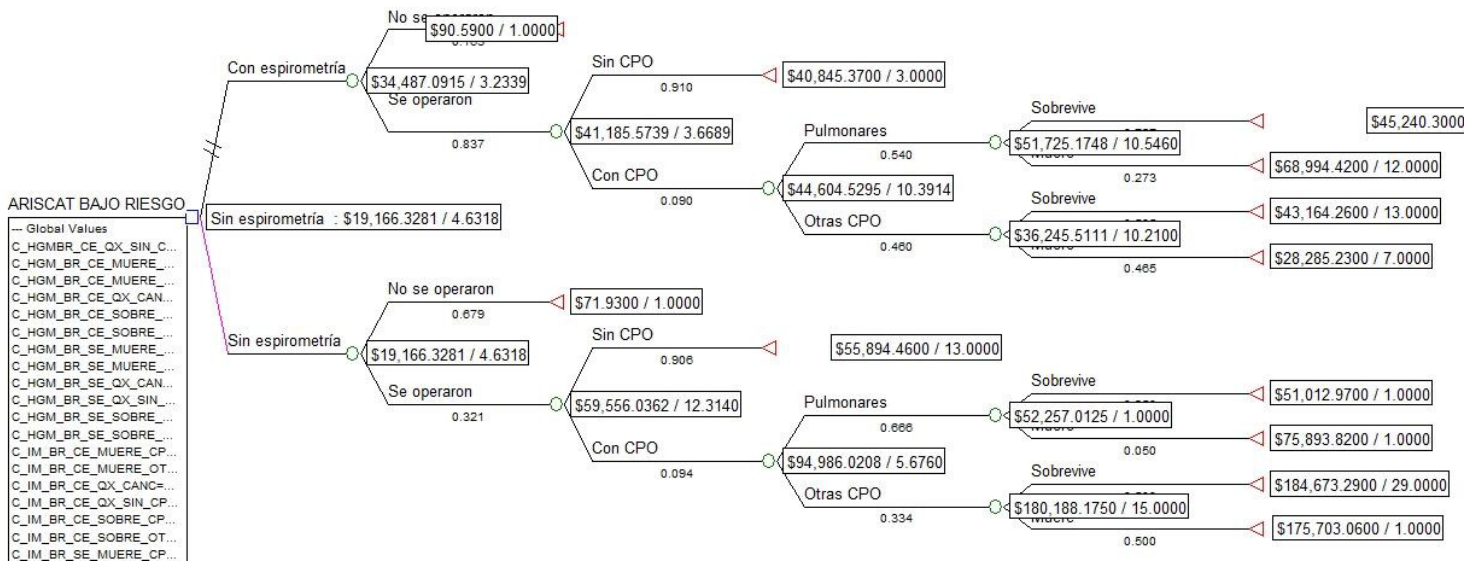
Jeong et al	2013	Cohorte prospectiva	CPO locales CPO sistémicas	583	Enfermedad pulmonar espirometría anormal COPD	29.9 o 2	Cáncer gástrico
Shussler et al	2006	Cohorte prospectiva	Neumonía	168	EPOC	25	Resección pulmonar
De Albuquerque et al	2001	Cohorte Prospectiva	Neumonía, Broncoespasmo, Atelectasia, Insuficiencia respiratoria, Apoyo mecánico ventilatorio prolongado	59		37.2 22.9 11.4 11.4	Cirugía no cardiotorácica

ANEXO II MODELOS DE ÁRBOLES DE DECISIÓN CON PROBABILIDADES

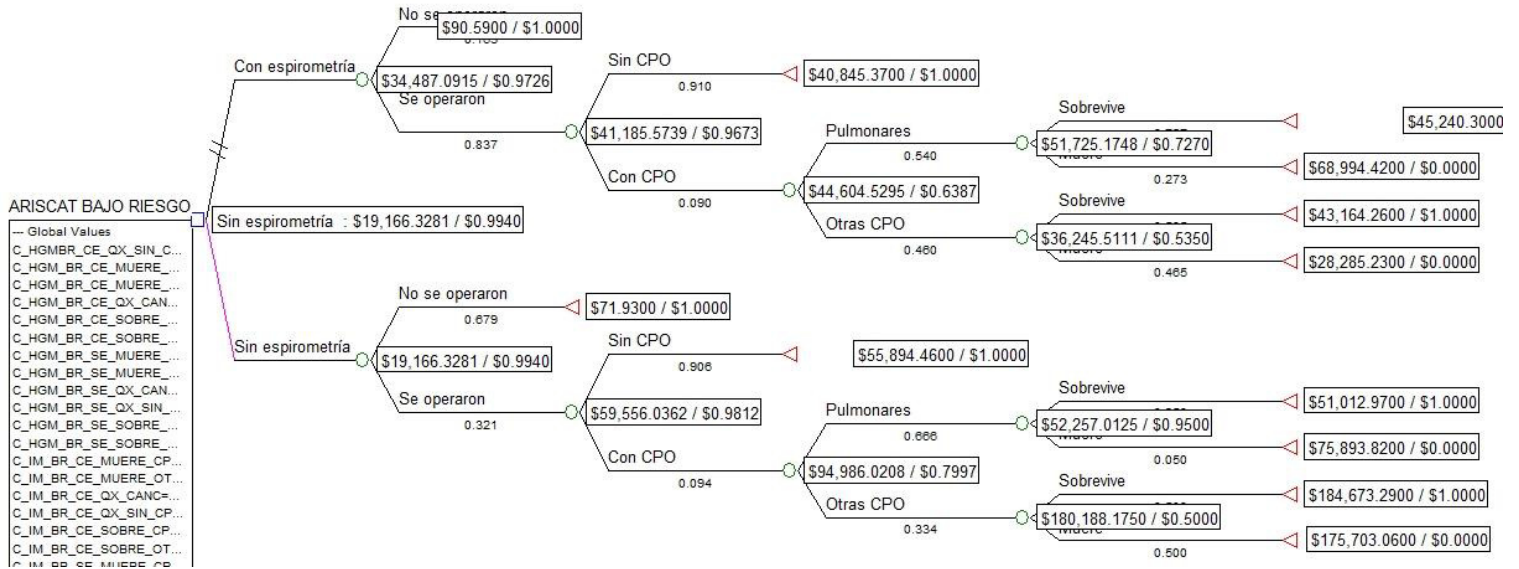
1. Árbol de decisión bajo riesgo, complicaciones postoperatorias



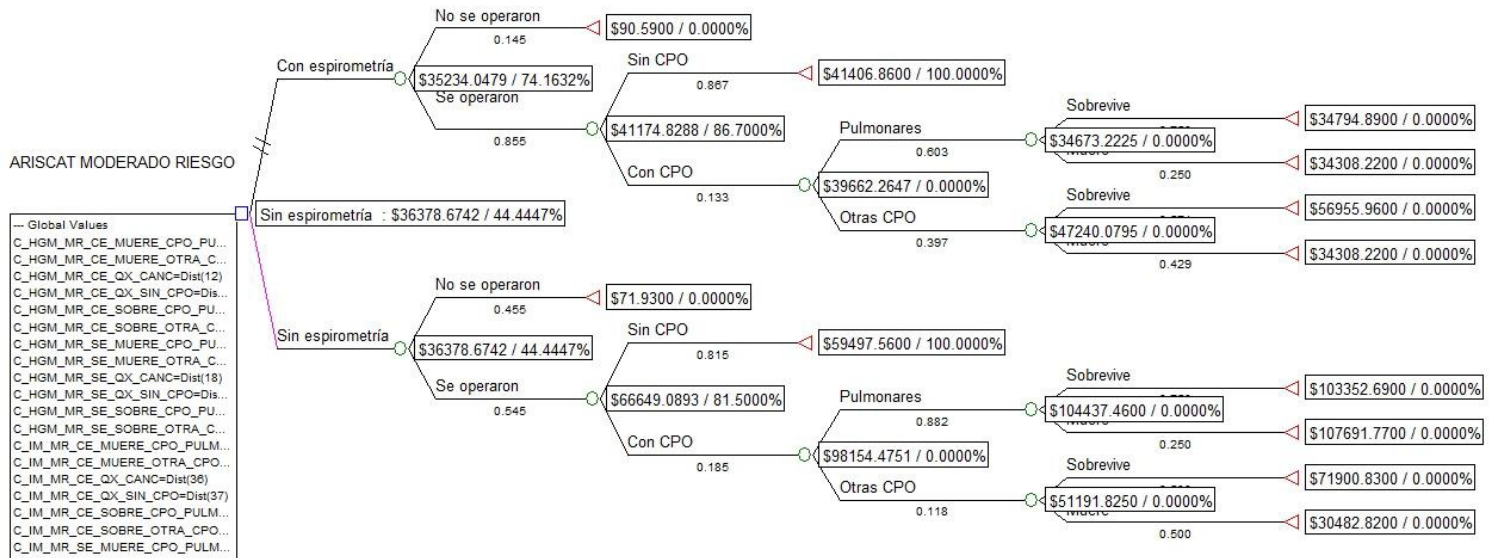
2. Árbol de decisión bajo riesgo, días de estancia hospitalaria



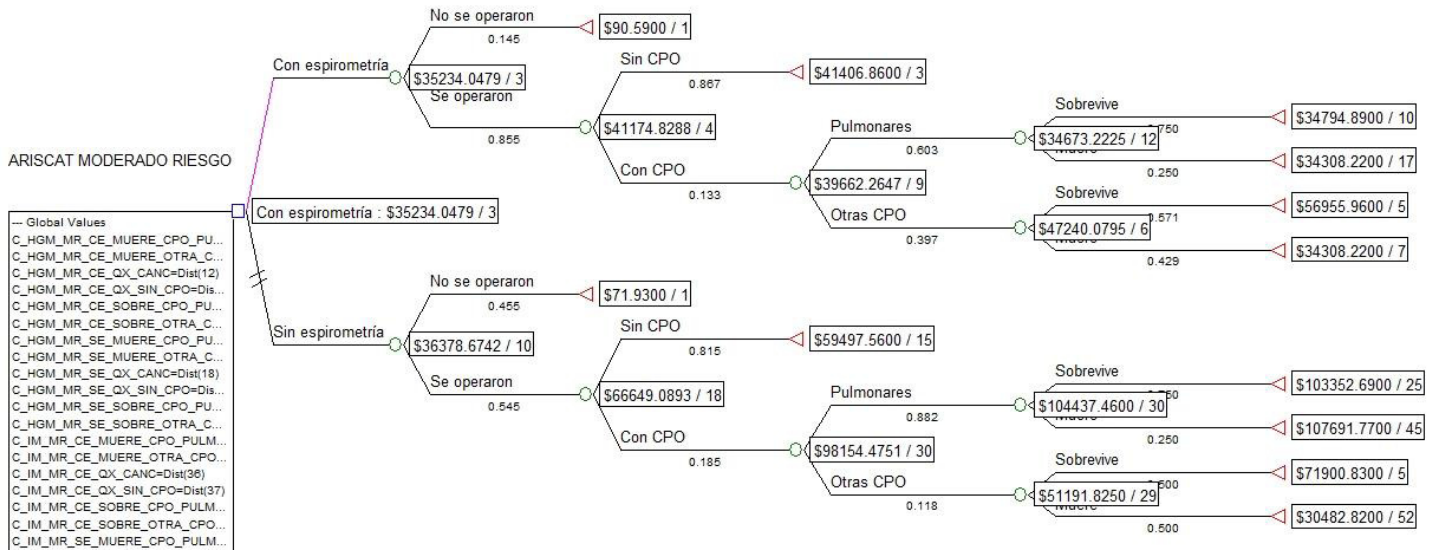
3. Árbol de decisión bajo riesgo, sobrevida



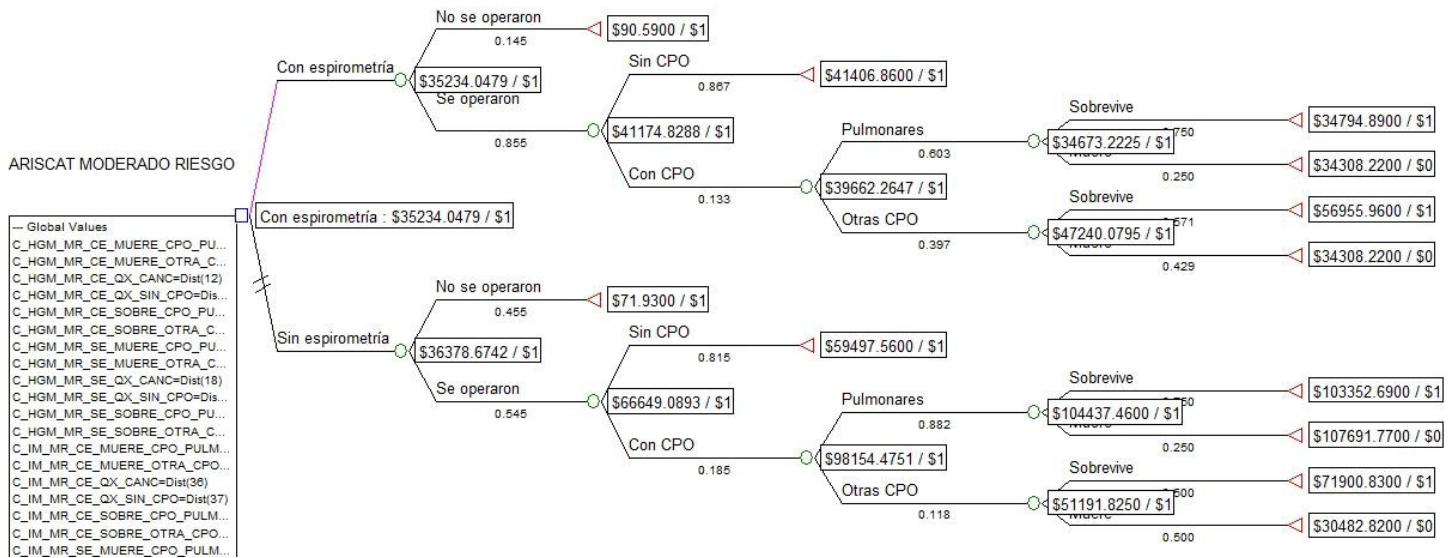
4. Árbol de decisión moderado riesgo, complicaciones postoperatorias



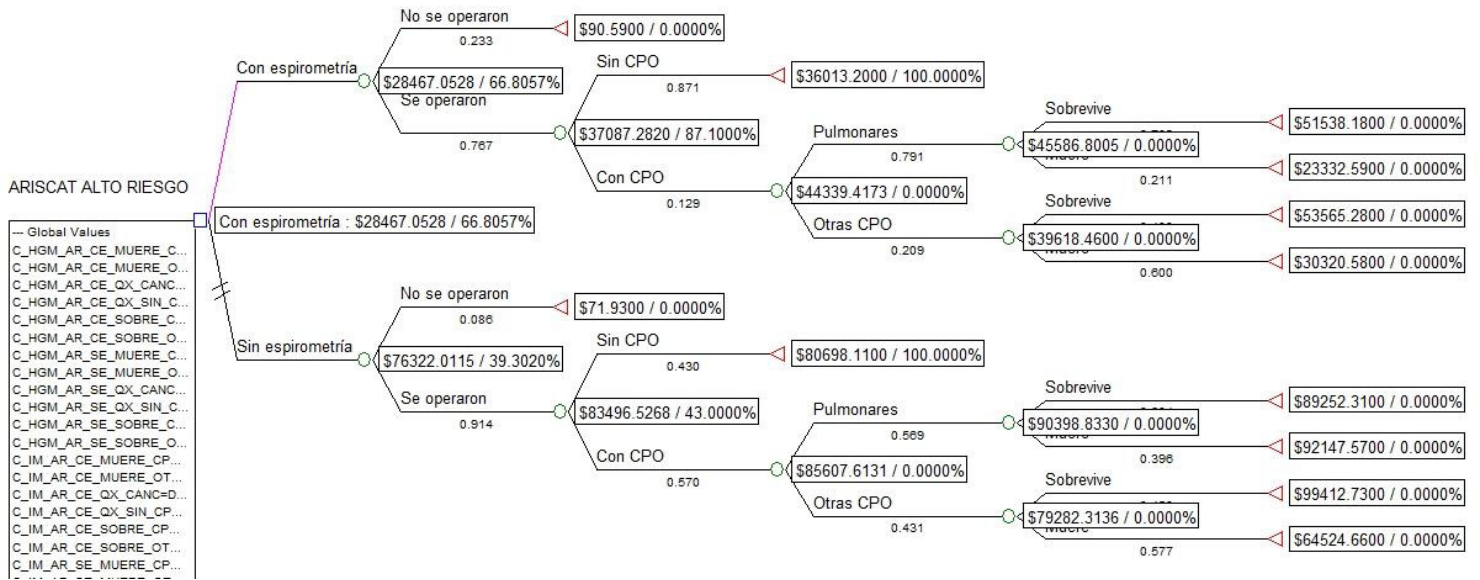
5. Árbol de decisión moderado riesgo, días de estancia hospitalaria



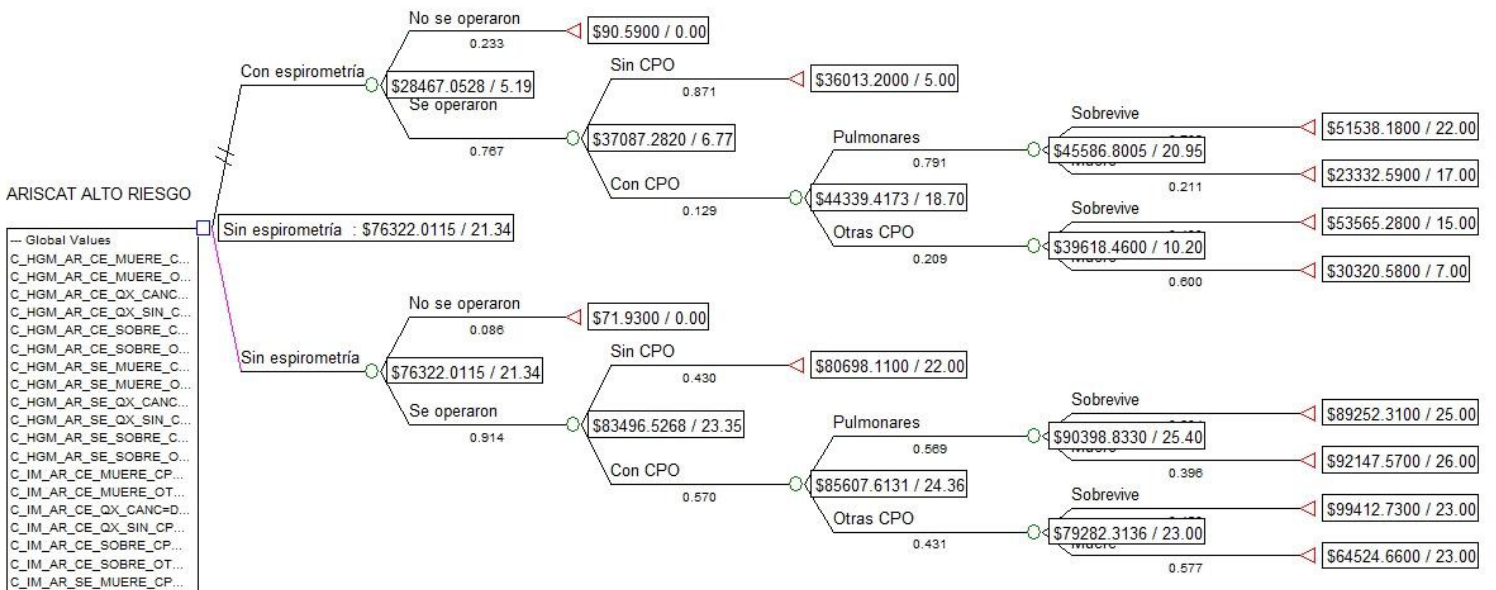
6. Árbol de decisión moderado riesgo, sobrevida



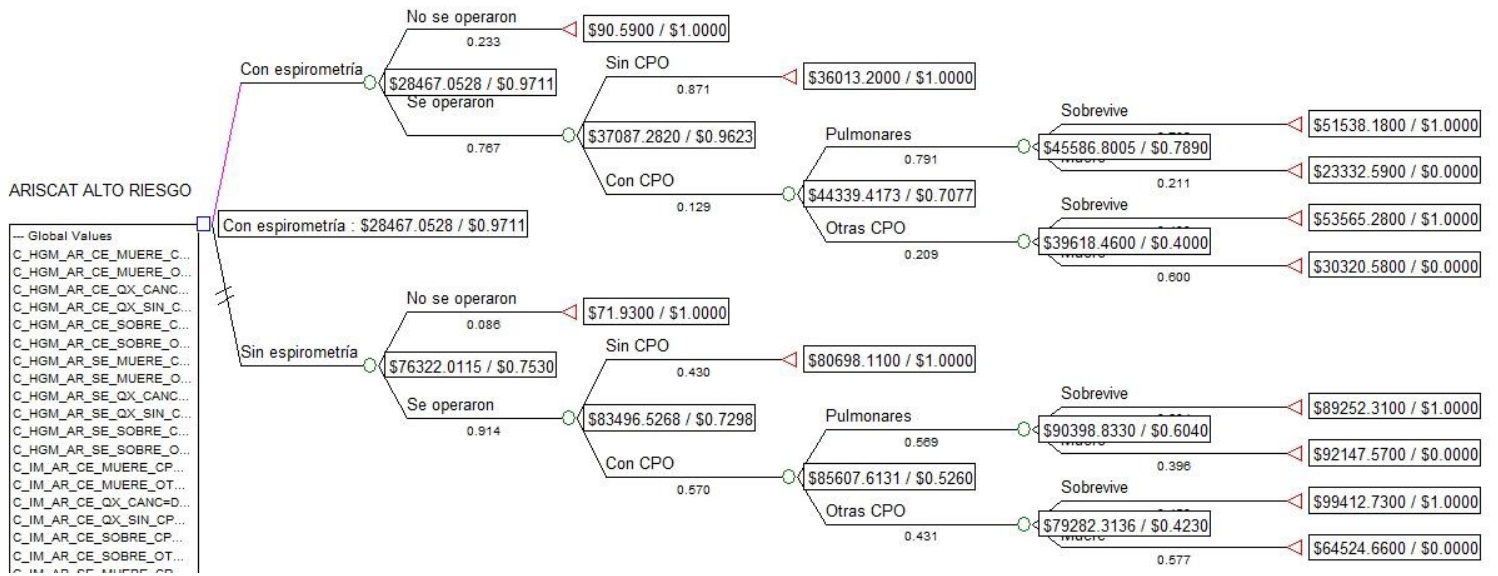
7. Árbol de decisión alto riesgo, complicaciones postoperatorias



8. Árbol de decisión alto riesgo, días de estancia hospitalaria



9. Árbol de decisión alto riesgo, sobrevida



ANEXO III ÁLBUM FOTOGRÁFICO

Álbum fotográfico sobre la metodología de entrenamiento del equipo de trabajo del Departamento de Fisiología Pulmonar

1. Parte del personal que participó en el Departamento de Fisiología Pulmonar en la realización del estudio



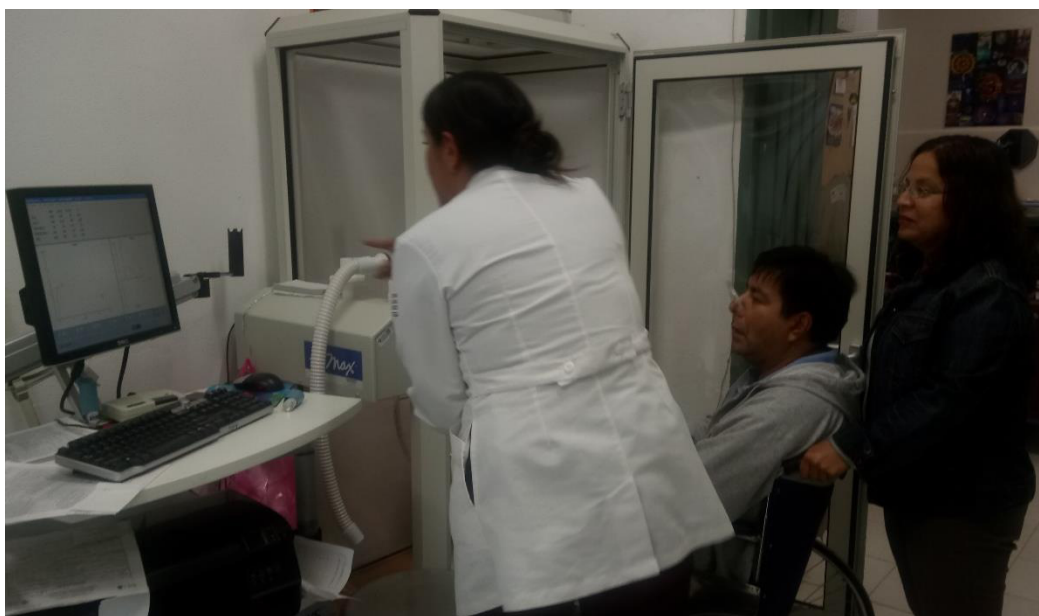
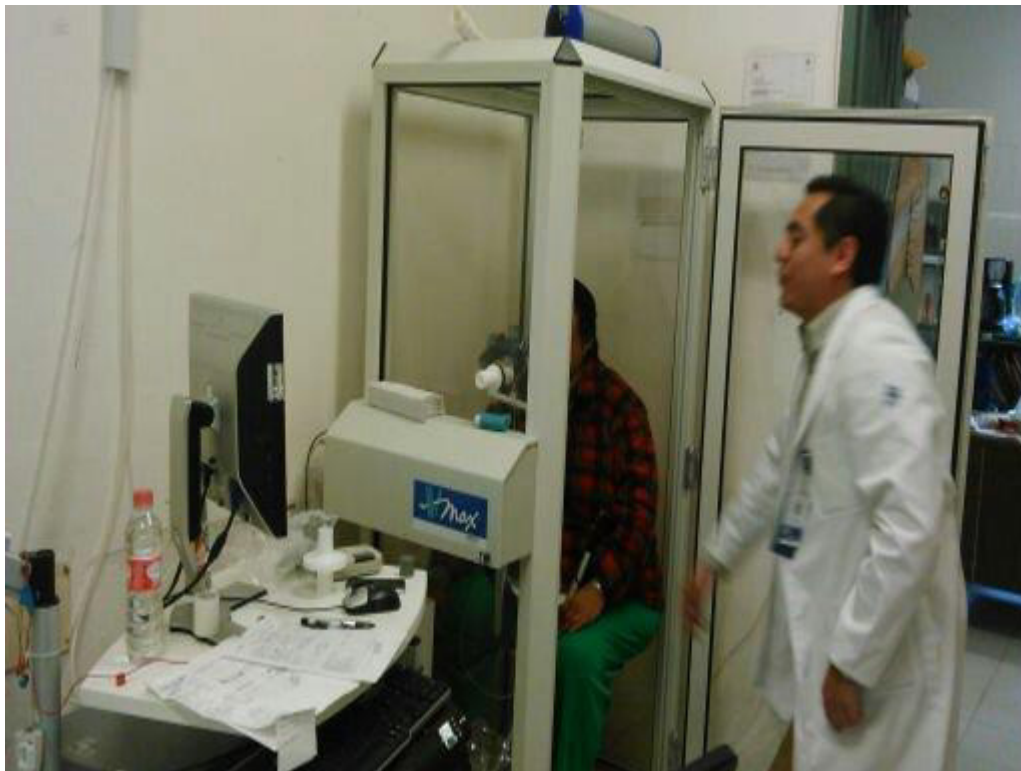
Departamento de Fisiología Pulmonar del Hospital General de México donde se realizó el estudio.

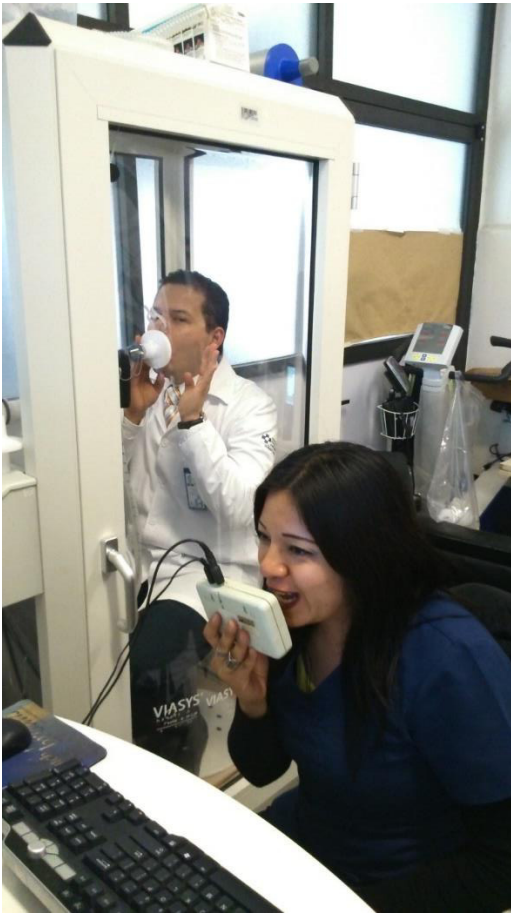


2. Equipo utilizado Vmax22 (Espirometría preoperatoria)



3. Capacitación de los residentes en la utilización del espirómetro





4. Realización del estudio

4a. Captura de información y datos del paciente para la realización de la espirometría preoperatoria.





5. Realización de la espirometría





6. Aplicación del reto con broncodilatador



7a y b. Realizando la captura de datos para clasificar el nivel de riesgo preoperatorio ARISCAT

a. Realización del estudio espirométrico

b. Captura de criterios clínicos para clasificar nivel de riesgo ARISCAT



8. Interpretación de los resultados de la espirometría, diagnóstico, tratamiento y recomendaciones.



ANEXO IV ARTÍCULO PUBLICADO

Preoperative risk assessment and spirometry is a cost effective strategy to reduce post operative complications and mortality in Mexico. PLoS ONE, 17(7), 1–12. (Mares-Gutiérrez et al., 2022) Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35895736/>