



Universidad de Valladolid

PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE LA SALUD

TESIS DOCTORAL:

**UTILIDAD DE LOS TEST EVALUADORES DE LA
SARCOPENIA EN LA ESTIMACIÓN
PREOPERATORIA DE LA FRAGILIDAD Y EL RIESGO
DE MORBIMORTALIDAD EN CIRUGÍA CARDIACA**

Presentada por Miriam Blanco Sáez para optar al grado de

Doctor/a por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:

Prof. Dra. Yolanda Carrascal Hinojal

Prof. Dra. M^a Lourdes del Río Solá

“Los días de nuestra vida son setenta años, y
en caso de mayor vigor, ochenta; con todo,
su orgullo es solo trabajo y pesar, porque
pronto pasa, y volamos.”

Salmos 90:10. Santa Biblia

AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar expresando mi más profundo agradecimiento a mis directoras de tesis, Yolanda y Lourdes. A Yolanda, por su rigor académico, su compromiso y por haberme guiado con firmeza en cada etapa del proceso, asegurando siempre la calidad y solidez de este trabajo. A Lourdes, por ser no solo una codirectora excepcional, sino también un apoyo cercano e incondicional; su paciencia, sus consejos y su generosidad han sido fundamentales para mí en los momentos más desafiantes de este camino. A ambas, gracias por su dedicación y por haber dejado su huella en esta tesis.

A mis padres, Miguel Ángel y África, quienes han sido mi pilar fundamental desde el inicio de mi camino académico. Gracias por inculcarme el valor del esfuerzo y por estar siempre a mi lado, celebrando mis logros y animándome en los momentos difíciles. Su amor y apoyo incondicional son el mayor regalo que he recibido.

A mi marido, Guillermo, mi compañero de vida y mi mayor apoyo. Gracias por tu paciencia, por tu comprensión en las largas horas de trabajo, y por recordarme siempre la importancia del equilibrio y la alegría en cada paso del camino. Este logro también es tuyo. Eres mi faro.

A nuestra pequeña Victoria, que sin saberlo, me ha acompañado y ayudado al final de este viaje.

Quiero dedicar un agradecimiento muy especial a mi abuelo, que ya no está con nosotros en el plano físico, pero cuya memoria y enseñanzas viven profundamente en mí. Él, la persona más fuerte y, a la vez, más frágil que he conocido, me enseñó en primera persona lo que significa la fragilidad en su dimensión más humana. Su ejemplo dio forma a mi comprensión de este concepto, que es el eje de esta tesis. Su fortaleza y

vulnerabilidad coexistieron de una manera que me inspira y que he buscado honrar en este trabajo.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, directa o indirectamente, han influido en este trabajo. Cada conversación, cada gesto de apoyo y cada pequeño empujón ha sido valioso y significativo. Este trabajo no es solo el resultado de mis esfuerzos, sino también el reflejo del cariño y apoyo que he recibido de todos vosotros.

Gracias.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de mortalidad mundial, especialmente en una población cada vez más envejecida. La cirugía cardíaca, aunque eficaz, implica riesgos elevados en pacientes frágiles, una condición caracterizada por la disminución de la reserva fisiológica y la resistencia al estrés. Este estudio analiza cómo herramientas como el Grip Strength Test (GrST) y el Gait Speed Test (GST) pueden mejorar la predicción de resultados adversos frente a las escalas tradicionales de riesgo quirúrgico y los test de fragilidad. Se pretende evaluar la correlación entre la fragilidad, medida mediante escalas funcionales y pruebas objetivas (GrST y GST), y los resultados de morbilidad y mortalidad en cirugía cardíaca, comparando la eficacia de estas pruebas con las escalas tradicionales para predecir mortalidad y complicaciones postoperatorias, mejorando así la planificación y toma de decisiones clínicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio observacional, prospectivo y unicéntrico en un hospital especializado en cirugía cardíaca con circulación extracorpórea. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años candidatos a cirugía electiva; excluyéndose intervenciones urgentes y aquellos casos sin posibilidad de completar las valoraciones preoperatorias. Se recogieron de forma sistemática variables preoperatorias, intraoperatorias y postoperatorias, incluidas la aplicación de cuatro escalas de fragilidad (Barthel, Katz, FRAIL y Edmonton), el test de fuerza de agarre (GrST) y el test de velocidad de la marcha

(GST). Los datos se extrajeron de historias clínicas, entrevistas y evaluaciones específicas, realizando además un seguimiento posterior para analizar mortalidad, complicaciones y recuperación funcional.

RESULTADOS

Se analizaron 325 pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva, con una edad media de 68,37 años y una alta prevalencia de comorbilidades. La escala de Edmonton emergió como la herramienta más discriminativa para la predicción de mortalidad hospitalaria (AUC 0,729), superando a otras escalas de fragilidad como Barthel, Katz y Frail, que mostraron una capacidad predictiva baja. En cuanto a las pruebas objetivas, GST evidenció un mejor desempeño que GrST, aunque ambas presentaron una capacidad predictiva limitada. Por su parte, el EuroSCORE II se destacó como el modelo más robusto en la predicción de mortalidad (AUC 0,773), así como en la identificación de complicaciones postoperatorias graves, incluyendo insuficiencia renal y sepsis.

CONCLUSIONES

La escala de fragilidad de Edmonton presenta la mejor capacidad discriminativa para la predicción de mortalidad hospitalaria en nuestros resultados, mientras que las pruebas objetivas GrST y GST evidencian una escasa capacidad predictiva. En comparación, el EuroSCORE II continúa siendo el modelo más fiable para la estratificación del riesgo quirúrgico. Estos hallazgos subrayan la importancia de una evaluación preoperatoria multimodal, integrando herramientas funcionales y modelos clínicos, con el fin de

optimizar la toma de decisiones y mejorar los desenlaces en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Palabras clave: fragilidad, cirugía cardíaca, escalas de fragilidad, estratificación del riesgo perioperatorio.

ABSTRACT

INTRODUCTION AND OBJECTIVES

Cardiovascular diseases are the leading cause of global mortality, especially in an increasingly aging population. Although cardiac surgery is effective, it involves high risks in frail patients—a condition characterized by a decreased physiological reserve and reduced resistance to stress. This study analyzes how tools such as the Grip Strength Test (GrST) and the Gait Speed Test (GST) can improve the prediction of adverse outcomes compared to traditional surgical risk scales and frailty tests. It aims to evaluate the correlation between frailty, measured by functional scales and objective tests (GrST and GST), and morbidity and mortality outcomes in cardiac surgery, comparing the efficacy of these tests with traditional scales for predicting mortality and postoperative complications, thereby improving clinical decision-making and planning.

MATERIALS AND METHODS

A prospective, observational, single-center study was conducted in a hospital specialized in cardiac surgery with extracorporeal circulation. Patients over 18 years of age scheduled for elective surgery were included; urgent interventions and cases where preoperative assessments could not be completed were excluded. Preoperative, intraoperative, and postoperative variables were systematically collected, including the application of four frailty scales (Barthel, Katz, FRAIL, and Edmonton), the grip strength test, and the gait speed test. Data were extracted from medical records, interviews, and specific

evaluations, and follow-up was conducted to analyze mortality, complications, and functional recovery.

RESULTS

A total of 325 patients undergoing elective cardiac surgery were analyzed, with a mean age of 68.37 years and a high prevalence of comorbidities. The Edmonton scale emerged as the most discriminative tool for predicting in-hospital mortality (AUC 0.729), surpassing other frailty scales such as Barthel, Katz, and FRAIL, which showed low predictive capability. Regarding the objective tests, GST demonstrated better performance than GrST, although both exhibited limited predictive capacity. Moreover, EuroSCORE II stood out as the most robust model for predicting mortality (AUC 0.773) as well as for identifying severe postoperative complications, including renal failure and sepsis.

CONCLUSIONS

The Edmonton frailty scale shows the best discriminative ability for predicting in-hospital mortality, while the objective tests GrST and GST exhibit limited predictive capacity. In comparison, EuroSCORE II remains the most reliable model for surgical risk stratification. These findings underscore the importance of a multimodal preoperative evaluation—integrating functional tools and clinical models—in order to optimize decision-making and improve outcomes in patients undergoing cardiac surgery.

Keywords: frailty, cardiac surgery, frailty scales, perioperative risk stratification.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	8
ABSTRACT	11
ÍNDICE DE CONTENIDOS	14
ÍNDICE DE TABLAS	20
ÍNDICE DE FIGURAS	22
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	25
1.INTRODUCCIÓN	28
1.1 Enfermedad cardiovascular y población.	30
1.2 Cirugía Cardíaca y fragilidad.	32
1.1.1 Cirugía Cardíaca en el paciente anciano.....	33
1.2.2 El término fragilidad.....	34
1.2.3 Fragilidad y Cirugía Cardíaca.....	39
1.3 Escalas de fragilidad.	41
1.3.1 Índice de Barthel.....	43
1.3.2 Índice de Katz.....	44
1.3.3 Índice de Frail.....	46
1.3.4 Escala de fragilidad de Edmonton	48
1.3.5 Gait Speed Test.....	51

1.3.6 Grip Strenght Test	52
1.4 Justificación de la investigación.	55
2. HIPÓTESIS.....	61
3. OBJETIVOS	64
3.1 Objetivo principal.	66
3.2 Objetivos secundarios.	66
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	67
4.1 Tipo de estudio y diseño metodológico.	69
4.2 Ámbito de estudio y fuentes de información.	69
4.3 Protocolo de recogida de datos.	70
4.4 Definición y selección de la población.	73
4.4.1 Criterios de inclusión.....	73
4.4.2 Criterios de exclusión	73
4.5 Duración del estudio y seguimiento.	75
4.6 Variables y herramientas de medición.	85
4.6.1 Parámetros biológicos y clínicos	85
4.6.2 Instrumentos de valoración.....	87
4.6.2.1 Escalas de riesgo quirúrgico	87
4.6.2.2 Herramientas de medición de la fragilidad	93
4.7 Variables perioperatorias.	101

4.8 Variables resultado.	102
4.9 Análisis estadístico.	103
4.10 Determinación del tamaño muestral.	104
4.11 Consideraciones éticas.	105
5. RESULTADOS	108
5.1 Descripción del grupo de estudio.	110
5.1.1 Características demográficas de los participantes.....	111
5.1.2 Características clínicas.....	112
5.2 Evaluación de la fragilidad.	115
5.2.1 Distribución de la fragilidad según escalas aplicadas.....	115
5.2.2 Correlación entre las diferentes escalas de fragilidad.....	118
5.3 Análisis de la fuerza de agarre.	119
5.3.1 Distribución de los valores de GrST.....	119
5.3.2 Correlación de GrST con las escalas de fragilidad.....	120
5.4 Análisis de la velocidad de la marcha.	120
5.4.1 Distribución de los valores de GST.....	120
5.4.2 Correlación de GST con fragilidad y otros factores clínicos.....	121
5.5 Predicción de mortalidad hospitalaria.	121
5.5.1 Resultados de mortalidad.....	121
5.5.2 Eficacia predictiva de las escalas de fragilidad.....	122
5.5.3 Eficacia predictiva de GrST y GST.....	124

5.5.4 Eficacia predictiva de EuroSCORE.....	126
5.5.5 Comparación entre capacidad predictiva de escalas de fragilidad, GrST, GST y EuroSCORE	129
5.6 Predicción de morbilidad hospitalaria.	131
5.6.1 Incidencia de eventos adversos postoperatorios	131
5.6.2 Eficacia predictiva de las escalas de fragilidad.....	132
5.6.3 Eficacia predictiva de GrST y GST	138
5.6.4 Eficacia predictiva de EuroSCORE.....	139
5.6.5 Comparación entre capacidad predictiva de escalas de fragilidad, GrST, GST y EuroSCORE	145
5.6.6 Capacidad predictiva de supervivencia a un año	157
5.7 Resumen de resultados.	147
6. DISCUSIÓN.....	150
6.1 Interpretación de resultados.	153
6.1.1 Relevancia clínica de la fragilidad en cirugía cardíaca.....	153
6.1.2 Aplicación de escalas de fragilidad en la estratificación de riesgo en cirugía cardíaca	156
6.1.3 Limitaciones de la evaluación de la fragilidad en la predicción de resultados en cirugía cardíaca	164
6.2 Capacidad predictiva de las escalas de fragilidad y las pruebas funcionales en la mortalidad postoperatoria: comparación con el EuroSCORE II.	167
6.2.1 Capacidad predictiva de mortalidad de las escalas de fragilidad	167
6.2.2 Capacidad predictiva de mortalidad de las pruebas funcionales GrST y GST	170

6.2.3 Comparación de la capacidad predictiva de mortalidad de las escalas de fragilidad y las pruebas funcionales respecto a EuroSCORE II	174
6.3 Capacidad predictiva de las escalas fragilidad y las pruebas funcionales en la morbilidad postoperatoria: comparación con el EuroSCORE II.	176
6.3.1 Capacidad predictiva de morbilidad de las escalas de fragilidad	176
6.3.2 Capacidad predictiva de morbilidad de las pruebas funcionales GrST y GST	179
6.3.3 Comparación de la capacidad predictiva de morbilidad de las escalas de fragilidad y las pruebas funcionales respecto a EuroSCORE II	181
6.4 Implicaciones clínicas y prácticas.	184
6.5 Fortalezas y limitaciones del estudio.	185
6.6 Futuras líneas de investigación.	187
7. CONCLUSIONES	192
8. BIBLIOGRAFÍA	197
9. ANEXOS	214
ANEXO I: Escala de Barthel	216
ANEXO II: Escala de Katz	217
ANEXO III: Índice de Frail	218
ANEXO IV: Escala de Edmonton	219
ANEXO V: Certificado de conformidad de los CEIC	220
ANEXO VI: Consentimiento informado del estudio	221

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Diagnóstico de fenotipo de fragilidad</i>	36
Tabla 2. <i>Evaluación del riesgo quirúrgico según escala STS</i>	38
Tabla 3. <i>Variables a estudio</i>	68
Tabla 4. <i>Variables preoperatorias</i>	71
Tabla 5. <i>Variables intraoperatorias</i>	72
Tabla 6. <i>Variables postoperatorias</i>	73
Tabla 7. <i>Cálculo de EuroSCORE</i>	82
Tabla 8. <i>Coeficientes β_0 y β_i para el cálculo del cómputo logístico de EuroSCORE</i> ...	83
Tabla 9. <i>Cálculo de EuroSCORE II.</i>	85
Tabla 10. <i>Características basales de los pacientes</i>	104
Tabla 11. <i>Distribución de la fragilidad según la escala de Edmonton</i>	107
Tabla 12. <i>Resultados de la escala FRAIL</i>	108
Tabla 13. <i>Resultados del test de Barthel</i>	108
Tabla 14. <i>Resultados de la muestra para el test de Katz</i>	108
Tabla 15. <i>Correlación del GrST con escalas de fragilidad</i>	111
Tabla 16. <i>Correlación de GST con escalas de fragilidad</i>	112
Tabla 17. <i>Valores de área bajo la curva (AUC) para las escalas de fragilidad evaluadas</i>	113
Tabla 18. <i>Eficacia predictiva de GrST y GST para mortalidad</i>	116
Tabla 19. <i>Valores de área bajo la curva para GrST y GST en la predicción de mortalidad a 30 días</i>	117
Tabla 20. <i>Valores de área bajo la curva para las versiones de EuroSCORE</i>	118
Tabla 21. <i>Capacidad predictiva de las escalas de fragilidad para la identificación de ACV</i>	124
Tabla 22. <i>Área bajo la curva de las escalas de fragilidad en el fracaso renal postoperatorio.</i>	125
Tabla 23. <i>Área bajo la curva y capacidad predictiva de las escalas de fragilidad para infecciones respiratorias postoperatorias.</i>	126
Tabla 24. <i>Área bajo la curva de las escalas de fragilidad para la predicción de shock cardiogénico postoperatorio.</i>	128
Tabla 25. <i>Capacidad predictiva de las escalas de fragilidad para sepsis postoperatoria</i>	129

Tabla 26. <i>Capacidad predictiva de EuroSCORE logístico y EuroSCORE II para ACV postoperatorio</i>	131
Tabla 27. <i>Capacidad predictiva de EuroSCORE logístico y EuroSCORE II para insuficiencia renal postoperatoria</i>	131
Tabla 28. <i>Capacidad predictiva de EuroSCORE logístico y EuroSCORE II para infecciones respiratorias postoperatorias</i>	132
Tabla 29. <i>Capacidad predictiva de EuroSCORE logístico y EuroSCORE II para shock cardiogénico postoperatorio</i>	134
Tabla 30. <i>Capacidad predictiva de EuroSCORE logístico y EuroSCORE II para sepsis postoperatoria</i>	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Principales causas de muerte en España en el año 2023</i>	31
Figura 2. <i>Pirámide de población en España año 2023</i>	32
Figura 3. <i>Ciclo de fragilidad</i>	35
Figura 4. <i>Diagrama de Venn: discapacidad, fragilidad, comorbilidad</i>	35
Figura 5. <i>Escala de Barthel</i>	41
Figura 6. <i>Infografía sobre evaluación realizada por el Índice de Katz</i>	42
Figura 7. <i>Infografía del Índice de Frail</i>	44
Figura 8. <i>Escala de Edmonton</i>	47
Figura 9. <i>Diagrama del seguimiento del paciente</i>	78
Figura 10 <i>Imagen del dinamómetro de mano utilizado para la realización del Grip Strength Test.</i>	93
Figura 11 <i>Diagrama de flujo del proceso de selección de la muestra.</i>	103
Figura 12. <i>Tipos de cirugía realizados</i>	105
Figura 13. <i>Evaluación del Riesgo Quirúrgico según EuroSCORE logístico y EuroSCORE II</i>	106
Figura 14. <i>Comparación de los resultados obtenidos por los pacientes de la muestra según las diferentes escalas</i>	109
Figura 15. <i>Diagrama de Venn. Clasificación de los pacientes como "frágiles" según las diferentes escalas.</i>	110
Figura 16. <i>Curvas ROC comparativas para la evaluación de fragilidad mediante las distintas escalas.</i>	115
Figura 17. <i>Curvas ROC comparativas para el test de velocidad de marcha y el test de fuerza de agarre.</i>	117
Figura 18. <i>Curvas ROC del EuroSCORE Logístico y el EuroSCORE II para la predicción de mortalidad.</i>	120
Figura 19. <i>Incidencia de eventos adversos postoperatorios en los pacientes de la muestra.</i>	123
Figura 20. <i>Curvas ROC para la predicción de ACV postoperatorio mediante las escalas de fragilidad.</i>	125
Figura 21. <i>Curvas ROC para las escalas de fragilidad (Barthel, Katz, Frail y Edmonton) en la predicción de desarrollo de insuficiencia renal aguda.</i>	126
Figura 22. <i>Curvas ROC para las escalas de fragilidad (Barthel, Katz, Frail y Edmonton) en la predicción de desarrollo de infecciones respiratorias.</i>	127

Figura 23. <i>Curvas ROC para las escalas de fragilidad (Barthel, Katz, Frail y Edmonton) en la predicción de desarrollo de shock cardiogénico.</i>	129
Figura 24. <i>Curvas ROC para las escalas de fragilidad (Barthel, Katz, Frail y Edmonton) en la predicción de sepsis postoperatoria.</i>	130
Figura 25. <i>Curvas ROC para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de insuficiencia renal postoperatoria.</i>	132
Figura 26. <i>Curvas ROC para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de infecciones respiratorias postoperatorias.</i>	133
Figura 27. <i>Curvas ROC para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de bajo gasto postoperatorio.</i>	135
Figura 28. <i>Curvas ROC para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de sepsis postoperatoria.</i>	136

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ABVD	Actividades Básicas de la Vida Diaria
ACV	Accidente Cerebrovascular
AIT	Accidente Isquémico Transitorio
AUC	Área Bajo la Curva
AVD	Actividades de la vida diaria
CCV	Cirugía Cardiovascular
CEC	Circulación Extracorpórea
DM	Diabetes Mellitus
EPOC	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
FA	Fibrilación auricular
FEVI	Fracción de eyección del ventrículo izquierdo
FG	Filtrado Glomerular
GrST	Grip Strenght Test o Test de la fuerza de agarre
GST	Gait Speed Test o test de Velocidad de la marcha
HTA	Hipertensión arterial
IAM	Infarto agudo de miocardio
IMC	Índice de Masa Corporal
MCP	Marcapasos
NYHA	New York Heart Association
PSAP	Presión sistólica de arteria pulmonar

SCACEST	Síndrome coronario agudo con elevación del ST
SCASEST	Síndrome coronario agudo sin elevación del ST
STS	Society of Thoracic Surgeons
TCI	Tronco coronario izquierdo
UCI	Unidad de Cuidados Intermedios

1. INTRODUCCIÓN

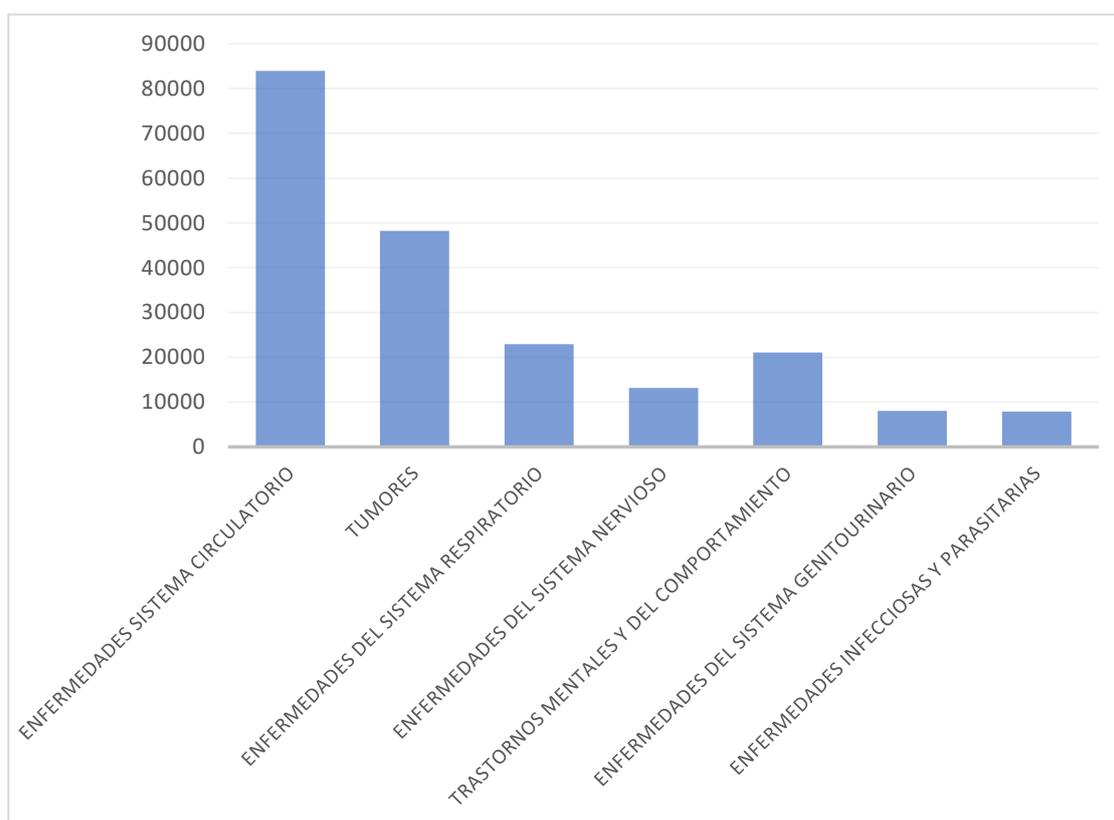
1.1 Enfermedad cardiovascular y población.

Las enfermedades cardiovasculares conforman un amplio conjunto de patologías que afectan al corazón y vasos sanguíneos. Se clasifican en (1).:

- Hipertensión arterial (CIE-11: I10-I15)
- Cardiopatía coronaria (infarto de miocardio) (CIE-11: I20-I25)
- Enfermedad cerebrovascular (CIE-11: I60-I69)
- Enfermedad vascular periférica (CIE-11: I70-I79)
- Insuficiencia cardíaca (CIE-11: I50)
- Cardiopatía reumática (CIE-11: I00-I09)
- Cardiopatía congénita (CIE-11: Q20-Q28)
- Miocardiopatías (CIE-11: I42-I43)

La enfermedad cardiovascular continúa siendo la primera causa de muerte a nivel mundial según datos publicados por la Organización Mundial de la Salud, siendo la responsable del fallecimiento de 17,7 millones de personas en el año 2015, suponiendo un 31% del total de las muertes registradas en el mundo (2). Esto implica que anualmente mueren más personas por patología cardiovascular que por cualquier otra causa. Nuestro país no es una excepción en esta tendencia: en el año 2023 fallecieron 120 000 personas por enfermedades del sistema circulatorio, por delante de las causas tumorales y las enfermedades del sistema respiratorio (Figura 1) (3). Esta cifra se mantiene estable a pesar de la mejora en los tratamientos y a la inversión en la prevención de la enfermedad debido a varios factores, entre ellos el aumento de la edad de la población. La prevalencia de la enfermedad cardiovascular aumenta con la edad, de tal manera que, por encima de los 65 años, un 52% de los hombres y un 48% de las mujeres en nuestro país están diagnosticados de alguna de las enfermedades cardiovasculares arriba citadas (4). En

España, la pirámide poblacional sufre un proceso acelerado de envejecimiento, con un 20,1% del total de la población mayor de 65 años y un 5,9% que supera los 80 años de edad según los datos registrados en el año 2023 por el Instituto Nacional de Estadística (Figura 2). La previsión futura es que en el año 2050 más de un tercio de la población española supere los 65 años, y los octogenarios sobrepasen los 4 millones de habitantes, convirtiéndonos así en el país más envejecido a nivel mundial (5). La gestión correcta de los recursos sanitarios enfocados a la prevención, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad cardiovascular es indispensable.



*Figura 1: Principales causas de muerte en España en el año 2023. *Datos obtenidos del Instituto Nacional de estadística. Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2023 (Publicado el 5 de agosto de 2024).*



Figura 2: Pirámide de población en España – 2023. * Datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística: Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2023 (Publicado el 5 de agosto de 2024).

1.2 Cirugía Cardíaca y fragilidad.

La cirugía cardiovascular (CCV) es la especialidad médica que se ocupa de la patologías cardiovasculares y enfermedades del sistema cardiocirculatorio. Su ámbito de aplicación comprende el proceso preoperatorio, perioperatorio y postoperatorio de los pacientes con anomalías congénitas y/o adquiridas de corazón, grandes vasos y estructuras adyacentes, así como la asistencia circulatoria y el trasplante cardíaco. Para ello, desarrolla una serie de técnicas quirúrgicas que incluyen, como más importantes la perfusión mediante circulación extracorpórea (CEC), reparación y sustitución de válvulas cardíacas, revascularización miocárdica, asistencia cardiocirculatoria/cardiopulmonar, reparación y sustitución arterial, ablación de arritmias, implante de marcapasos, etc. (6).

1.2.1 Cirugía cardíaca en el paciente anciano

En los comienzos de la cirugía cardíaca, la forma de racionalizar la asistencia sanitaria se ha hecho tradicionalmente en base al criterio etario. Sin embargo, a medida que avanzaba el siglo XX, y a pesar de que la edad se había identificado como factor de riesgo independiente para mortalidad y complicaciones mayores (7), fueron muchos los autores que desarrollaron estudios para demostrar que los resultados en poblaciones de pacientes añosos eran excelentes (8).

En 1999, Craver *et al.* (9) realizaron un estudio con más de 600 pacientes octogenarios sometidos a cirugía de revascularización miocárdica y recambio valvular. Compararon estos resultados con 11.300 pacientes de entre 60 y 69 años y 5.700 pacientes de entre 70 y 79 años. Las tasas de mortalidad hospitalaria fueron significativamente menores en los grupos más jóvenes: 3,4% frente a 9,1%. Esto se observó tanto en la cirugía de revascularización coronaria (CRC), la sustitución valvular (aórtica y mitral), como en las cirugías combinadas. Además, los pacientes sexagenarios presentaron menores tasas de ictus, neumonía y necesidad de balón de contrapulsación intraaórtico, aunque no hubo diferencias en otras complicaciones postoperatorias. Al comparar a los octogenarios con pacientes de una década más jóvenes, las diferencias en mortalidad desaparecieron en todos los subgrupos, excepto en la CRC con injertos de vena safena. Las tasas de supervivencia a cinco años fueron similares en todos los grupos de edad. Craver *et al.* mostraron que, con una mortalidad del 5,7% para la cirugía de sustitución aórtica aislada y del 8,2% y 2,3% para la CRC con vena safena y arteria mamaria interna,

respectivamente, la cirugía cardíaca en mayores de 80 años puede ser viable, con tasas de mortalidad y supervivencia a cinco años asumibles.

Heijmeriks *et al.*(10) fueron más allá, estudiando el impacto en la calidad de vida que tenía la cirugía en el grupo de octogenarios. El análisis mostró que todos los grupos presentaban mejoría significativa en la percepción de angina y disnea tras cirugía cardíaca, independientemente de su edad.

En 2001, Avery *et al.* (11) completaron estudios previos analizando riesgos, resultados y costes en octogenarios, comparándolos con pacientes de 65 a 75 años. Aunque las tasas de mortalidad fueron mayores en los octogenarios (13,5% vs 3,4%), los resultados para cirugía electiva (7,3% vs 2,8%) y procedimientos menos complejos, como la sustitución valvular aórtica aislada (11,8% vs 0) y la CRC (9,3% vs 1,2%), fueron positivos. Esto sugiere que, con un buen uso de recursos, los pacientes mayores pueden tener tasas aceptables de morbimortalidad, con costes medios solo 4000\$ superiores.

1.2.2 El término fragilidad

A pesar de que el término fragilidad aparecía por primera vez en la literatura científica en 1953, durante mucho tiempo se había utilizado tan solo como sinónimo de edad avanzada y en ese momento esto se antojaba insuficiente. Linda Fried *et al.* (12) definieron este término por primera vez en 2001 en el Johns Hopkins, como “*el síndrome biológico que implica una disminución de la reserva y la resistencia a situaciones de estrés, como resultado de un descenso de la actividad de múltiples sistemas fisiológicos que provoca vulnerabilidad a efectos adversos*”. La investigación y el consenso clínico existente hasta ese momento, habían señalado los elementos centrales de la presentación

de este síndrome, identificando así un “ciclo de fragilidad” (Figura 3). Los componentes principales de este ciclo, que subyacen a las manifestaciones clínicas son: malnutrición crónica, sarcopenia, disminución de la fuerza, menor tolerancia al ejercicio y disminución del gasto energético. Variaciones externas o internas (enfermedad, caídas, depresión,

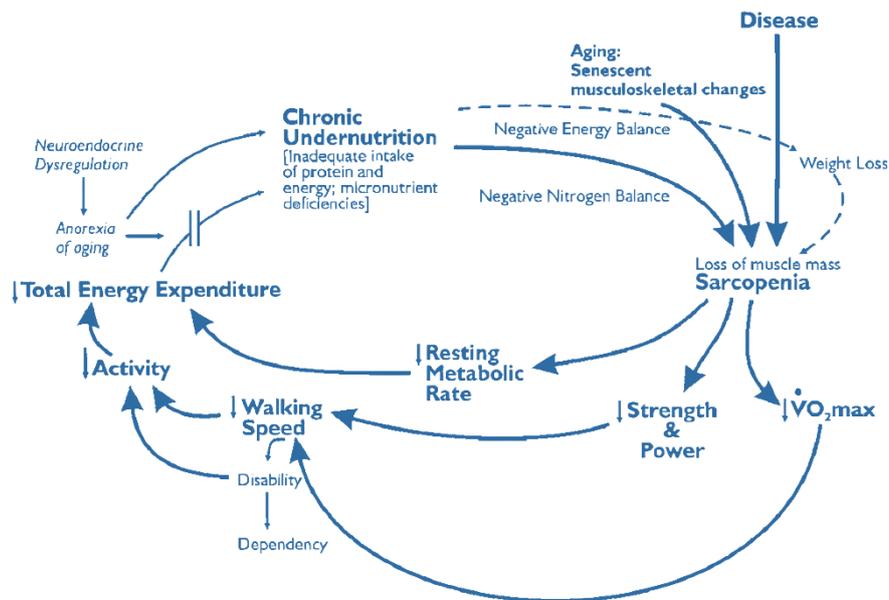


Figura 3. Ciclo de fragilidad que demuestra la relación entre signos clínicos y síntomas de fragilidad. Tomado de Fried LP, Walston J. Frailty and failure to thrive. In: Hazzard WR, Blass JP, Ettinger WH Jr, Halter JB, Ouslander J, eds. *Principles of Geriatric Medicine and Gerontology*. 4th ed. New York: McGraw Hill; 1998:1387–1402.

agresiones al organismo, etc.) pueden potenciar cualquiera de los elementos principales. Así mismo, todas aquellas maniobras dirigidas a frenar el desarrollo o evitar la aparición de algunos de los elementos, pueden variar la evolución dentro del ciclo (12).

La fragilidad se identifica como factor predictivo de alto riesgo de resultados adversos. Fried analizó los resultados de 5317 personas de más de 65 años, pertenecientes a la cohorte del Cardiovascular Health Study, realizando un seguimiento entre 4 y 7 años. Identificaron el fenotipo de fragilidad en aquellos pacientes con la presencia de 3 o más de los componentes del ciclo (Tabla 1). Finalmente, se etiquetó un 7% de la muestra como pacientes frágiles, con mayor riesgo de caídas, deterioro funcional, necesidad de hospitalización y muerte.

Para evaluar cómo tres o más criterios definían mejor el fenotipo que dos, se elaboraron curvas de Kaplan-Meier para determinar el efecto sumatorio de 2 o más de los componentes relacionados con la fragilidad que influyen en el deterioro de la supervivencia en el periodo analizado. Cada una de las 10 posibles combinaciones de tres criterios fue analizada, obteniendo mejores resultados predictivos con tres criterios cualquiera que estos fuesen, en comparación con solo dos criterios. En los pacientes identificados como frágiles, la mortalidad a tres años fue seis veces mayor que en los no frágiles (18% vs 3%) y más del triple en la supervivencia a 7 años (43% vs 12%).

CRITERIOS DEL FENOTIPO FRAGILIDAD
<i>- Pérdida de peso superior a 10libras (4,5kg) en el último año de forma no intencionada</i>
<i>- Percepción subjetiva de cansancio</i>
<i>- Actividad física (inferior a 383Kcals/semana en hombres y 270Kcals/semana para mujeres)</i>
<i>- Velocidad al caminar (distancia de 15 pies (4,6mts))</i>
<i>- Grip Strenght Test (medición de fuerza prensil y rango según cuartiles e IMC)</i>

Tabla 1. Diagnóstico de fenotipo fragilidad 3 o más criterios presentes. IMC: Índice de masa corporal. Reproducción desde: Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T,

Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA. *Frailty in older adults: evidence for a phenotype*. Journal of Gerontology: 2001; 56^a: M146–M156.

Además, el modelo diferenció a aquellos que presentaban fragilidad de aquellos con discapacidad (definido como limitación para llevar a cabo al menos una actividad de la vida diaria (AVD)) y aquellos con comorbilidad (presencia de al menos dos enfermedades determinadas) tradicionalmente usados como sinónimos (Figura 4). A pesar de que estos tres grupos se superponían, un 27% de la muestra era exclusivamente frágil, y solo un 21% presentaba las tres condiciones. Encontraron una concordancia modesta entre fragilidad y discapacidad: sólo un 5,7% de los pacientes frágiles presentaban discapacidad; sin embargo, un 46,2% de los mismos presentaba comorbilidad.

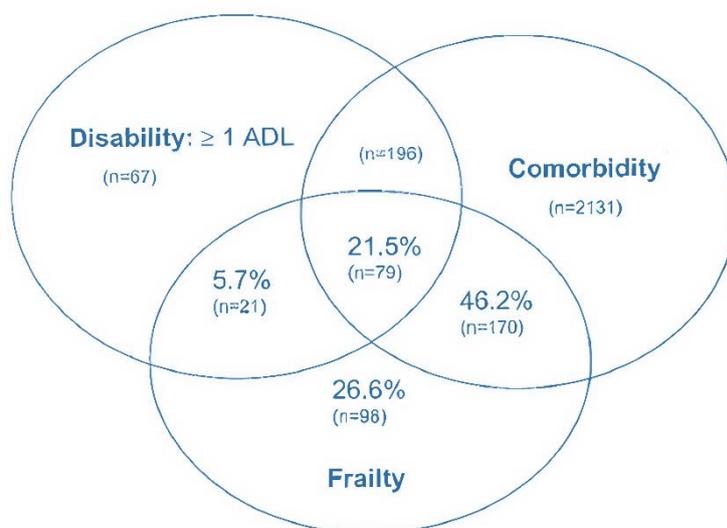


Figura 4. Diagrama de Venn que muestra la superposición de discapacidad (incapacidad para realizar al menos una actividad de la vida diaria), comorbilidad (presencia de dos o más enfermedades) y fragilidad. Tomado de: Fried LP, Tangen CM, Walston J, *et al.*. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *Journal of Gerontology*: 2001; 56^a: M146–M156.

Con el fin de estimar la robustez del modelo a la hora de estimar el grado de fragilidad en pacientes adultos y su alta capacidad predictiva de eventos adversos, se efectuó su ajuste según estatus socioeconómico, estado de salud previo, enfermedad clínica o subclínica, depresión o discapacidad previa y el modelo mantuvo la fragilidad como factor de riesgo independiente.

La observación de que algunos individuos frágiles no presentan enfermedades identificadas respalda la existencia de dos vías para el desarrollo de la fragilidad. En primer lugar, la fragilidad puede ser consecuencia del envejecimiento, manifestándose a través de cambios fisiológicos como la sarcopenia y la anorexia, sin la presencia de comorbilidades. En segundo lugar, la fragilidad puede surgir comúnmente debido a la aparición de enfermedades o comorbilidades, las cuales pueden iniciar el ciclo de fragilidad en cualquier punto. Esta última vía indica que incluso en ausencia de comorbilidades, los pacientes pueden volverse frágiles debido a los procesos de envejecimiento.

La definición de fragilidad ofrecida y validada por Fried, proporcionaba así unos criterios estandarizados para identificar este fenotipo en la población. Los criterios son fácilmente reconocibles y económicos de aplicar y potencialmente utilizables en la práctica clínica para identificar aquellos individuos con elevado riesgo de eventos adversos. En consecuencia, esta y otras escalas de fragilidad comenzaron a validarse para prever la probabilidad de efectos adversos tras intervenciones sanitarias, tanto médicas (13-15) como quirúrgicas, (16, 17).

1.2.3 Fragilidad y cirugía cardiaca

El primer estudio que muestra la asociación entre fragilidad y morbimortalidad en cirugía cardiaca data del año 2010. En él, Lee *et al.* (18) analizan una cohorte de 3826 pacientes consecutivos sometidos a cirugía cardiaca. Para estimar el grado de fragilidad preoperatoria utilizaron el índice de Katz para AVD, dificultad para la deambulación o diagnóstico previo de demencia. El análisis de los datos demostró que el diagnóstico preoperatorio de fragilidad era un factor de riesgo independiente para mortalidad hospitalaria, estancia institucional prolongada (tanto hospitalaria como cuidados terciarios) y disminución de supervivencia a medio plazo (3 años). Esta investigación no tenía en cuenta al clasificar como frágiles a los pacientes algunos parámetros como el estado nutricional, depresión, soporte social o déficit cognitivo, que ya habían sido validados para cirugías no cardíacas (15, 19). Sin embargo, demostraba que una evaluación preoperatoria del estado de fragilidad aumentaba la capacidad de detectar a los pacientes con mayor riesgo de estancia prolongada y supervivencia tras ser intervenidos de cirugía cardiaca; además, permitía identificar a aquellos que podrían beneficiarse de protocolos de cuidado pre, intra y postquirúrgicos específicos que mitigasen los efectos del fenotipo frágil.

La investigación de Lee confirmaba la validez y las implicaciones del fenotipo de fragilidad asentado por Fried *et al.*, pero no existía homogeneidad en la aplicación de los criterios para identificar dicha fragilidad. Múltiples estudios intentaron validar herramientas para clasificar como frágiles a los pacientes sometidos a cirugía cardiaca en la segunda década del siglo XXI. Demostraron una fuerte asociación entre fragilidad y

mortalidad (OR entre 1,1 y 2,6) (20), pero también entre fragilidad y estancia prolongada, complicaciones mayores o supervivencia a largo plazo (18, 21, 22) con diferentes test.

A pesar de la falta de consenso en cuanto a la herramienta más adecuada para determinar la fragilidad preoperatoria, en las Guías para el tratamiento de Valvulopatías de la *American Heart Association* del 2014 (23), se menciona por primera vez el término fragilidad como criterio para evaluación prequirúrgica del riesgo (Tabla 2). La guía indica la posibilidad de utilizar el índice de Katz, la dificultad para la deambulación o cualquier otro test que permita establecer un grado de fragilidad del paciente entre no frágil (bajo riesgo) y fragilidad severa (riesgo prohibitivo) con la finalidad de utilizarlo a la hora de la toma de decisiones en cuanto al tipo de tratamiento aplicable en la resolución de la patología cardiovascular de un paciente, en función de la estimación individualizada del riesgo/beneficio.

	BAJO RIESGO (cumple todos los criterios de esta columna)	RIESGO INTERMEDIO (≥ 1 criterio de esta columna)	RIESGO ALTO (≥ 1 criterio en esta columna)	RIESGO PROHIBITIVO (≥ 1 criterio en esta columna)
STS PROM*	< 4%	4-8%	> 8%	Alto riesgo de mortalidad o morbilidad severa estimados para cirugía (cualquier causa) > 50%
Fragilidad**	Ninguno	1 índice (ligero)	≥ 2 índices (moderado-severo)	
Compromiso de un órgano o sistema que no mejorará en el postoperatorio‡	Ninguno	1 órgano o sistema	no más de 2 órganos o sistemas	≥ 3 órganos o sistemas
Impedimentos específicos del procedimiento†	Ninguno	Posible impedimento específico para el procedimiento	Posible impedimento específico para el procedimiento	Impedimento específico severo para el procedimiento

Uso del score STS para predecir el riesgo quirúrgico preoperatorio.

** Siete índices de fragilidad: índice de Katz para actividades de la vida diaria (independencia para comer, bañarse, vestirse, desplazarse, asearse y continencia urinaria) e independencia para la deambulación (caminar sin ayuda o recorrer 5 metros en menos de 6 s). Otros scores pueden ser aplicados para calcular el grado de fragilidad (no, leve, moderado o severo).

‡ Ejemplos de compromiso severo de órgano o sistema: CARDIACO: Disfunción severa ventricular izquierda sistólica o diastólica o disfunción ventricular derecha o hipertensión pulmonar fija. INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA: estadio 3 o superior, disfunción pulmonar con FEV1 < 50% o DLCO2 < 50% del esperado. DISFUNCIÓN SNC: demencia, Alzheimer, Parkinson, Accidente cerebrovascular (ACV)LL previo con secuelas físicas. DISFUNCIÓN GASTROINTESTINAL: enfermedad de Crohn, colitis ulcerosa, alteración nutricional, albúmina sérica < 3, cáncer o neoplasia activa. DISFUNCIÓN HEPÁTICA: cirrosis, varices esofágicas con sangrado, INR elevado en ausencia de tratamiento anticoagulante.

† Ejemplos: traqueostomía, aorta severamente calcificada, malformación torácica, injerto arterial coronario adherido a la pared torácica posterior o daño por radiación previa.

Tabla 2. Evaluación del riesgo quirúrgico combinando estimación del riesgo según escala STS (*Society of Thoracic Surgeons*), fragilidad, disfunción severa de órgano o sistema e impedimentos específicos para el procedimiento (23).

1.3 Escalas de fragilidad

Una vez definido el término fragilidad como un síndrome clínico con múltiples causas y contribuyentes y demostrada su implicación en el pronóstico quirúrgico de los pacientes, parece necesario concretar los instrumentos más fiables para su estimación. Muchas de las escalas han demostrado su validez para identificar aquellos pacientes con mayor riesgo de presentar resultados adversos en múltiples entornos clínicos (24).

Una revisión sistemática publicada en 2016 por Buta *et al.* valoró 67 herramientas de medición de fragilidad diferentes, aplicadas sobre diferentes campos dependiendo del uso previsto de la herramienta en cuestión, concluyendo que, a la hora de seleccionar la escala a utilizar, el objetivo final es clave: si se trata de predicción del riesgo, se debe utilizar el instrumento que haya demostrado mayor capacidad pronóstica en dicho contexto. Sin embargo, si se pretende ahondar en la aparición de fragilidad como un

síndrome médico y comprender su etiología, entonces recomienda excluir medidas de enfermedad, discapacidad o morbilidad (25).

Sternberg *et al.*, determinaron en una revisión sistemática de la literatura que la función física, la velocidad de la marcha y el nivel cognitivo son las medidas más comúnmente usadas para detectar fragilidad (26). La mayoría de los test desarrollados lo han hecho alrededor del concepto de fragilidad entendido como fragilidad física sin incorporar una valoración cognitiva, mermando con ello su capacidad de identificar a los pacientes frágiles, puesto que se conoce la implicación del déficit cognitivo en la probabilidad de sufrir eventos adversos (27).

Por tanto, las herramientas utilizadas deben ser capaces de combinar los dos aspectos más importantes de la definición de fragilidad para su detección eficaz: la “fragilidad física” o “fenotipo fragilidad” que es el resultado de un déficit biológico múltiple que conduce a síntomas variados como la pérdida de peso, enlentecimiento de la marcha, cansancio, etc. Y el segundo es el “déficit acumulado” o “índice de fragilidad”, resultado de la combinación de múltiples comorbilidades, situación social y discapacidad que se suman para evaluar el riesgo (con menos influencia biológica que el primero) (24).

En conclusión, las herramientas útiles para identificar adecuadamente la fragilidad en cirugía cardíaca deben ser capaces de detectar tanto *fenotipo fragilidad* como *índice de fragilidad*, habiendo sido validadas en poblaciones con características similares a nuestra población diana.

A continuación, se describirán las principales escalas de fragilidad utilizadas. Se revisarán escalas como el índice de Barthel, la escala de Edmonton, y los índices de Katz

y Frail, destacando su uso clínico y la evidencia que respalda su aplicación en distintos contextos médicos.

1.3.1 Índice de Barthel

El índice de Barthel fue desarrollado como una medida para evaluar la discapacidad en pacientes que recibían rehabilitación por alteraciones neuromusculares y musculoesqueléticas (28). Desde su aparición en 1965 se ha ido posicionando como una medida de uso rutinario para evaluar el nivel de independencia funcional en el paciente anciano, extendiendo su uso como medición de la capacidad de desarrollo de actividades básicas de la vida diaria (ABVD) e incluso como método pronóstico y de asignación de recursos. Ha sido ampliamente demostrada su validez para valorar la fragilidad del paciente anciano con patología cardiovascular (29, 30) y un metaanálisis confirma que la fiabilidad interobservador de la medición del índice es excelente (31).

El índice de Barthel es una escala ordinal que mide 10 aspectos básicos del autocuidado y la dependencia física (ANEXO I). La puntuación máxima es 100 y se corresponde con la independencia total. Entre 61 y 90 indica dependencia moderada, entre 21 y 60 dependencia grave, e inferiores a 21, dependencia total (Figura 5).



Figura 5. Escala de Barthel. La puntuación máxima es 100 y se corresponde con la independencia total.

La ventaja del Índice de Barthel es la simplicidad de su aplicación. Permite evaluar el estado de dependencia o independencia antes de un tratamiento o una actuación clínico-quirúrgica, durante la misma y posteriormente cuando alcanza el máximo beneficio. Es sencillo de aplicar para todos aquellos que estén en contacto con el paciente, y la calificación se realiza de manera rápida y precisa. El puntaje total no es tan significativo a la hora de identificar dónde se producen las deficiencias. Para ello se debe analizar los elementos individuales del desglose. Tampoco es un estado permanente, si no que puede verse sometido a cambio constante dependiendo de factores externos e internos que actúen sobre los elementos claves de la autonomía del paciente.

1.3.2 Índice de Katz

Este índice evalúa la independencia de un enfermo en cuanto a su capacidad para realizar las ABVD. Desarrollado por Katz en 1958, junto a un equipo multidisciplinar formado por enfermeras, médicos, asistentes sociales y fisioterapeutas del *Benjamin Rose Hospital* (Cleveland), su objetivo era delimitar la dependencia de los pacientes con fractura de cadera. Denominado *Index of Independence in Activities of Daily Living*, aparece por primera vez en la bibliografía en 1963 con el nombre simplificado de Índice de Katz, para estudiar los resultados de estudios y tratamientos en ancianos y enfermos crónicos (32).

Las funciones que se analizan en este índice y su ordenación, remedan los patrones de crecimiento y desarrollo en niños, así como la evolución de comportamiento de los miembros de las sociedades primitivas. Explora funciones primarias biológicas y psicosociales, evaluando de forma ordenada el nivel neurológico y de actividad motora y

como están influidas por el entorno y la cultura afectiva. Además, si una persona no quiere realizar una actividad, se considera dependiente, aunque pudiera realizarla en teoría: se basa en el estado actual de una persona y no solo en la capacidad de realizarlas (33).

El índice de Katz valora seis funciones básicas: baño, vestido, uso del WC, movilidad, incontinencia de esfínteres y alimentación (Figura 6); lo hace en términos de dependencia e independencia, en escala dicotómica, cuya máxima valoración es un 6. Se considera fragilidad si la puntuación total es igual o inferior a 4. (ANEXO II).

 Baño: ¿El paciente puede bañarse solo?
 Vestido: ¿El paciente puede vestirse solo?
 Uso del WC: ¿El paciente puede usar el WC solo?
 Movilidad: ¿El paciente puede moverse solo?
 Incontinencia de Esfínteres: ¿El paciente controla esfínteres?
 Alimentación: ¿El paciente puede alimentarse solo?

Figura 6. Infografía sobre evaluación realizada por el Índice de Katz.

Es una herramienta con alta concordancia con otras que evalúan ABVD. Resulta un buen predictor de supervivencia a corto y largo plazo y pronostica necesidad de institucionalización y estancia prolongada en pacientes hospitalizados, así como las consecuencias derivadas tras la aplicación de un tratamiento. La reproductibilidad interobservador alcanza el 80%, siendo mayor en pacientes menos dependientes. Como limitación es poco sensible a cambios muy leves de la capacidad funcional (34). Si lo

comparamos con el Índice de Barthel es menos utilizado en enfermos hospitalizados en procesos agudos, como aquellos que han sufrido un accidente cerebrovascular (ACV) o un infarto agudo de miocardio (IAM).

1.3.3 Índice de Frail

Fried *et al.* propusieron por primera vez la definición fenotípica de fragilidad, demostrando en la población del *Cardiovascular Health Study* una asociación entre los estados de prefragilidad y fragilidad, en personas con enfermedad cardiovascular, con las caídas, la pérdida funcional, la hospitalización y la supervivencia a 3-7 años de seguimiento, (12). Utilizando el concepto de fragilidad como fenotipo, Fried diseñó una herramienta sencilla, que se aplica en minutos y puede ser realizada junto con la historia clínica: la escala de FRAIL. Evalúa cinco componentes funcionales: sensación subjetiva de agotamiento (usando la definición de fatiga *CED-S Depression Scale*)(RADLOF), resistencia (dificultad para realizar actividades físicas como subir escaleras), deambulación (midiendo la velocidad de la marcha, el tiempo que tarda en recorrer 5mts), comorbilidad (enfermedades como hipertensión, cáncer, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, etc.) y la pérdida de peso (entendida como una pérdida superior al 5% del peso inicial en el último año de forma no intencionada) (Figura 7). La puntuación es dicotómica para cada variable testada, considerándose frágil al evaluado si su puntuación es igual o superior a dos (ANEXO III).

Como se ha dicho anteriormente, Fried *et al* demostraron la capacidad pronóstica de su escala. Posteriormente, muchos autores han reafirmado en diferentes contextos clínicos su validez, incluyendo el quirúrgico, relacionando los pacientes identificados como frágiles con aquellos que tenían mayor riesgo para complicaciones postoperatorias, hospitalización prolongada y mortalidad. (19, 35-37)

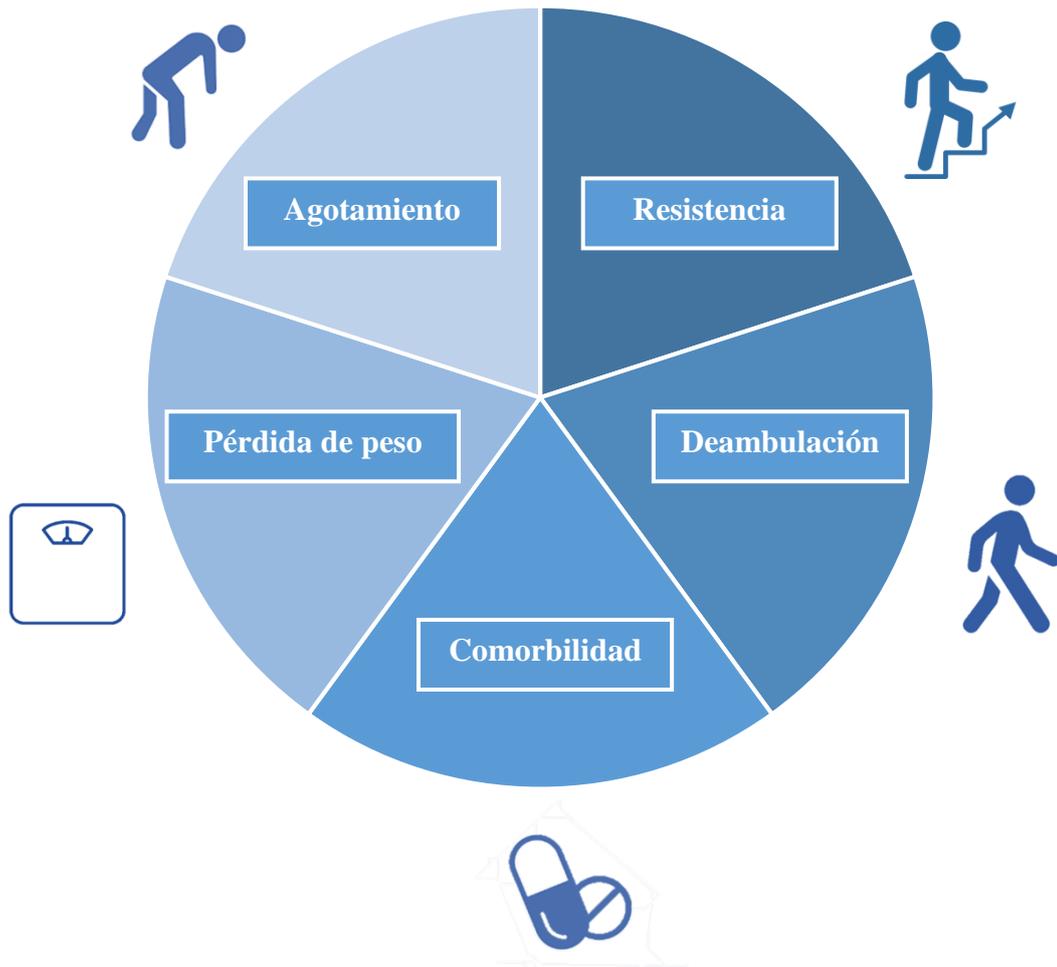


Figura 7. Infografía del Índice de Frail

Una revisión y metaanálisis posterior de Kojima de 2018, analizó un total de 7 estudios, con entre 779 y 8933 pacientes, demostrando su eficacia como herramienta para medir

fragilidad y riesgo de discapacidad, tanto en la comunidad como en el entorno clínico y aplicable a la investigación (38).

A diferencia del enfoque previo, que entendía fragilidad como dependencia o discapacidad, el fenotipo fragilidad ofrecido por Linda Fried, la considera un déficit acumulado de síntomas, comorbilidades y pérdida funcional. Junto con la escala de Frail, constituye un instrumento de cribado útil tanto para la población general como para la población hospitalaria.

Determinados estudios han determinado que el índice de Frail presenta elevada especificidad y baja sensibilidad a la hora de pronosticar limitación funcional y mortalidad (39), en comparación con otras escalas como el GST o el GrST. Sin embargo, la brevedad de su aplicación (inferior a 2 minutos) así como el hecho de que no se precise personal entrenado ni instrumentos específicos, la convierten en una herramienta de elevado valor clínico.

1.3.4 Escala de fragilidad de Edmonton

Esta escala de fragilidad fue desarrollada por Rolfson en la universidad de Alberta (Canadá) y fue presentada por primera vez en el año 2000 ante la Sociedad Canadiense de Geriatría en Edmonton. Validada en el 2006 como altamente eficaz para evaluar fragilidad por personal no clínico en comparación con la impresión de fragilidad por especialistas geriátricos, presenta además una elevada concordancia (15).

La escala de fragilidad explora nueve dominios mediante once elementos: deterioro cognitivo, autoevaluación del estado de salud general, dependencia funcional, presencia de apoyo social, tratamientos farmacológicos y adherencia a los mismos,

nutrición y estado de ánimo, incontinencia y rendimiento funcional (explorado mediante el *Time Up and Go test: TUG test*) (40, 41). Asignan según el grado de dependencia una puntuación de 0 puntos (ausencia de fragilidad o normal), 1 punto (errores menores o deterioro leve) y 2 puntos (errores importantes o deterioro severo). Se considera que el paciente no es frágil si su puntuación es igual o inferior a 5 puntos, fragilidad leve si está entre 6 y 11 y severa si es igual o superior a 12 (Anexo IV)(Figura 8).

Perna *et al.* publicaron un exhaustivo trabajo analizando la capacidad de la escala de Edmonton para detectar fragilidad atendiendo a las múltiples dimensiones que esta exploraba y comparándola con las herramientas de medición específicas para cada una de esas dimensiones. Así, evaluaron la herramienta de Edmonton en sus diferentes dominios: desempeño funcional frente al *Handgrip strenght test* (42) y el Índice de Barthel (28); estado cognitivo y de ánimo frente al *Mini-mental State Examination* (43) y *Geriatric Depression Scale* (44); valoración de comorbilidades con el número de enfermedades crónicas y la toma de fármacos; dependencia funcional con el *Activity of daily living/Independent Activities of Daily Living* (32); estado nutricional mediante el *Mini Nutritional Assessment* y niveles de albúmina sérica; sarcopenia y osteoporosis mediante densitometría ósea y el *Skeletal Muscle Index* (45). Tras el análisis, la escala de Edmonton obtuvo un alto nivel de correlación con las escalas específicas tradicionalmente utilizadas, mostrando el alto potencial para evaluar fragilidad en el ingreso hospitalario de una escala de aplicación sencilla y económica (46).

En cuanto a su aplicación específica en Blanco *et al.*, analizan el impacto pronóstico de la fragilidad, evaluado mediante la escala de Edmonton en pacientes

octogenarios con síndrome coronario agudo (SCA). El estado de fragilidad identificado mediante esta escala, resultó un factor pronóstico fuerte e independiente de mortalidad en población añosa diagnosticada de SCA, que permitía su aplicación por médicos especialistas no geriátricos de forma rápida y simple, aportando una visión más específica en este tipo de población que la evaluación cardiovascular sistemática y los scores pronósticos habituales (47-49). A las mismas conclusiones llegan Amabili *et al* en un análisis prospectivo de la fragilidad en un grupo de 254 pacientes, mayores de 75 años. La fragilidad previa a la cirugía arrojaba valores elevados en la escala de Edmonton, y esto se traducía en una asociación significativa con la mortalidad operatoria precoz, mejorando la estratificación del riesgo obtenida por el clásicamente utilizado EuroSCORE II (50).

Entre las ventajas de esta escala podríamos destacar que estudia la fragilidad desde un punto de vista multidimensional, complementando a la de Fried, la cual está más centrada en el fenotipo físico y la sarcopenia. Ahonda en aspectos como el estado cognitivo, el estado de ánimo y el apoyo social, que han demostrado ser marcadores y desencadenantes de fragilidad en población añosa (51). Constituye una valoración geriátrica global, permitiendo ser aplicada por personal no especializado y en un corto espacio de tiempo (inferior a cinco minutos), lo cual la hace muy práctica en entornos de alto volumen y elevada presión asistencial (52). Sin embargo, puede presentar limitaciones a su aplicación en determinados entornos culturales. Algunos estudios sobre su aplicación en poblaciones concretas, sugieren que la prueba del reloj exige el conocimiento de los números, lo cual puede provocar un bajo rendimiento en dicha prueba sin que por ello presenten dificultades ni déficits cognitivos (53).



Figura 8. Escala de Edmonton. La puntuación máxima es 12 e indica fragilidad severa.

1.3.5 Gait Speed Test

El origen del Test de Velocidad de la Marcha o Gait Speed Test se remonta a estudios con su base en el campo de la geriatría y la medicina del envejecimiento donde se desarrolló como una herramienta para evaluar el rendimiento físico en personas mayores (54). A lo largo de los años, se ha demostrado que la velocidad de la marcha es un indicador fiable de la función física y la salud en adultos mayores. Inicialmente el deterioro de la velocidad de la marcha se manifiesta como disminución de la longitud de la zancada, aunque se mantiene la frecuencia (nº pasos/min). Posteriormente, y en fases de mayor deterioro, disminuye la cadencia y aumenta la base de la marcha (55).

Esta reducción en la velocidad de la marcha se relaciona con la disminución de la fuerza muscular en las extremidades inferiores y, por ende, con la edad (54). Asimismo, se ha encontrado que una velocidad de marcha enlentecida se asocia con un mayor riesgo de deterioro cognitivo y demencia en adultos mayores (56).

El Test de Velocidad de la Marcha consiste en medir la velocidad a la que una persona recorre una distancia específica en un tiempo determinado, realizándose dos intentos sucesivos. La distancia más frecuentemente utilizada históricamente es de 4 o 5

metros y el tiempo se registra en segundos. El participante comienza a caminar desde una posición de pie y se le indica que camine a su velocidad habitual. Se registra el tiempo que tarda en completar dicha distancia. Una velocidad de marcha a 1 m/seg en los adultos mayores está considerado dentro del límite normal, mientras que valores inferiores a 0,6 m/seg se relacionan con estados patológicos de salud, considerando al paciente frágil (57). Se recomienda realizar la prueba sobre una distancia relativamente corta, entre 5-10 metros, para evitar la influencia del factor resistencia sobre su realización (55).

La evidencia científica existente respalda la aplicación del test de velocidad de la marcha en la evaluación preoperatoria de pacientes sometidos a cirugía cardiovascular. Múltiples investigaciones han demostrado que una velocidad de marcha más lenta se asocia con un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias, como la mortalidad y la morbilidad cardiovascular (58), así como la hospitalización prolongada y una recuperación más lenta tras la cirugía (59).

Las limitaciones de esta prueba se centran especialmente en que puede verse afectada por factores externos, como el entorno o la motivación en un momento puntual en el tiempo del paciente. Además, puede variar en diferentes momentos del día y puede depender de las fluctuaciones del estado de salud (54).

1.3.6 Grip Strenght Test

El Test de Fuerza de Agarre, o Grip Strength Test, se ha establecido como una herramienta notable en la evaluación de la fragilidad en pacientes con patología cardiovascular (59, 60). Con su origen en la búsqueda de marcadores fiables de fragilidad y capacidad funcional, este test se ha postulado como una herramienta valiosa para

evaluar la fuerza y la capacidad funcional de las manos y, por extensión, de la fuerza muscular general en ancianos y adultos de diferentes rangos etarios (60, 61).

La fuerza de agarre es un indicador crucial de la salud muscular y funcional, estando estrechamente vinculada con la capacidad para realizar actividades cotidianas y con la calidad de vida en la población adulta. Una reducción en la fuerza de agarre se asocia con un mayor riesgo de discapacidad, hospitalizaciones y mortalidad en adultos mayores (62-64).

Para la realización del GrST, se emplea un dinamómetro de mano, un instrumento específicamente diseñado para medir la fuerza de agarre. El participante se sienta en una posición erguida y sostiene el dinamómetro en una mano, con el brazo extendido y el codo pegado al cuerpo. Se instruye al participante para que apriete el dinamómetro con toda la fuerza posible durante unos segundos. Se llevan a cabo al menos tres intentos con cada mano, registrando la fuerza máxima obtenida en kilogramos o en Newtons.

Los valores de fuerza de agarre considerados normales para adultos mayores suelen situarse alrededor de 30-35 kg para hombres y 20-25 kg para mujeres. Valores significativamente inferiores a estos umbrales se asocian con un mayor riesgo de fragilidad, discapacidad y eventos adversos tras actos quirúrgicos (65).

Además de evaluar la fuerza muscular, el GrST puede ofrecer información sobre la función neuromuscular y la capacidad de realizar tareas cotidianas que requieren fuerza de agarre, lo cual lo convierte en una herramienta diagnóstica valiosa en la evaluación de la capacidad funcional y la autonomía en la vida diaria de los pacientes (42).

Estudios recientes han respaldado la utilidad del GrST como predictor de resultados adversos tras cirugía. Se ha demostrado que una menor fuerza de agarre se correlaciona con un aumento en la mortalidad postoperatoria, la morbilidad cardiovascular y una recuperación más prolongada tras la cirugía general y vascular (66, 67).

Es fundamental considerar las limitaciones asociadas con este test. La fuerza de agarre puede variar dependiendo de factores como el momento del día, la fatiga del paciente y la técnica de medición (tipo de dinamómetro, instrucciones dadas al paciente, duración entre intentos, etc.), además de ciertas condiciones médicas, como la artritis o las lesiones en la mano, pueden influir en los resultados (68).

Igualmente, la motivación y la cooperación del paciente durante la realización del test pueden afectar significativamente los resultados obtenidos. Por lo tanto, es esencial establecer un ambiente propicio y alentar al paciente a realizar el test con la máxima intensidad posible para obtener resultados precisos y fiables (69) e interpretar los resultados considerando la capacidad funcional del paciente.

En conclusión, el GrST se debe tenerse en cuenta como una herramienta valiosa y fiable en la evaluación de la fragilidad y el riesgo preoperatorio en cirugía cardíaca. Su interpretación debe realizarse con precaución y en conjunto con otras evaluaciones clínicas para obtener una visión integral y precisa del estado de salud y la capacidad funcional del paciente. Su aplicación adecuada puede proporcionar información ventajosa para la planificación preoperatoria y la optimización de los resultados en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular.

1.4 Justificación de la investigación

En los próximos 10 años, se anticipa un significativo incremento en la jubilación de la generación del "*Baby Boom*", un fenómeno demográfico con implicaciones profundas para los sistemas de salud. Esta generación, nacida en la década de 1960, ha vivido en una época de notable prosperidad y expansión económica, y presenta características únicas que influirán en la demanda y la estructura de los servicios de salud.

La generación del "*Baby Boom*" es conocida por su alto nivel de educación e información, lo que ha dado lugar a un perfil de paciente más exigente y consciente de sus derechos y opciones en cuanto a la atención sanitaria. Esta población ha crecido en una era de avances significativos en tecnología médica y sanitaria, desde los primeros dispositivos de diagnóstico hasta las innovaciones más recientes en telemedicina, cirugía mínimamente invasiva y medicina personalizada. Como resultado, las expectativas en términos de calidad y accesibilidad de los servicios de salud han aumentado considerablemente.

El criterio etario, que tradicionalmente ha guiado la planificación de la asistencia sanitaria, se ha demostrado insuficiente para abordar las complejidades de la salud en la vejez. La edad cronológica por sí sola no captura la diversidad en el estado de salud y la funcionalidad entre los individuos mayores. Es por esto que el uso exclusivo de la edad cronológica para determinar las necesidades de atención sanitaria es una práctica que ignora las variaciones individuales significativas entre los individuos.

Son muchos los estudios que han demostrado que la edad cronológica es una medida incompleta para evaluar la salud y las necesidades de los pacientes mayores (70).

La heterogeneidad en el grupo de población adulta es significativa, lo que implica que pacientes de la misma edad pueden tener capacidades funcionales y estados de salud radicalmente diferentes. Esta variabilidad puede atribuirse a una multitud de factores, incluyendo las diferencias en el estilo de vida, el historial de enfermedades crónicas, la presencia de comorbilidades y el entorno social y económico.

La búsqueda de un marcador sencillo y eficaz que permita identificar a los pacientes que más se beneficiarán del coste de la atención sanitaria es esencial para optimizar los recursos y mejorar los resultados clínicos (71, 72). Este marcador debe evaluar tanto la calidad de vida previa del paciente como su grado de fragilidad, factores que influyen significativamente en los resultados postoperatorios.

La calidad de vida antes de la intervención médica es un predictor crucial de la recuperación y los resultados postoperatorios. Estudios como el de Norkiene *et al.* (73) han demostrado que una mayor calidad de vida previa está asociada con mejores resultados y una recuperación más rápida después de la cirugía. Esta evaluación no solo abarca la salud física, sino también el bienestar emocional y social del paciente, proporcionando una visión integral de su estado de salud.

El grado de fragilidad es otro factor determinante en la planificación de la atención sanitaria. La fragilidad, descrita por Fried *et al.* (12) como una disminución de la reserva fisiológica y una mayor susceptibilidad a los factores estresantes, se asocia con un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias, incluyendo la mortalidad y la morbilidad (20, 74) . La evaluación de la fragilidad permite identificar a los pacientes más vulnerables que pueden necesitar una atención más intensiva y personalizada.

Combinar la evaluación de la calidad de vida previa y el grado de fragilidad en un único marcador proporciona una herramienta poderosa para la toma de decisiones clínicas. Esta herramienta no solo facilita una asignación más eficiente de los recursos sanitarios, sino que también asegura que los pacientes reciban la atención más adecuada a sus necesidades específicas, mejorando tanto la calidad como la cantidad de vida postoperatoria. La implementación de este enfoque puede optimizar la eficiencia del sistema de salud, garantizando que los recursos se utilicen de manera efectiva para aquellos pacientes que más se beneficiarán de las intervenciones médicas.

Evaluar de manera integral cómo la fragilidad afecta la morbimortalidad es clave para identificar a aquellos pacientes con enfermedades cardíacas que podrían beneficiarse de manera óptima de las diversas opciones de tratamiento disponibles, ya sean quirúrgicas o conservadoras. Esta evaluación permite una planificación más efectiva y personalizada del tratamiento, optimizando los resultados clínicos y el uso de recursos.

En el contexto de la cirugía cardíaca, los pacientes frágiles presentan un perfil de riesgo elevado que puede influir en la decisión de optar por procedimientos menos invasivos o incluso en la reconsideración de la intervención quirúrgica en favor de tratamientos conservadores. La evaluación preoperatoria de la fragilidad, utilizando diversas herramientas validadas, nos permite estratificar a los pacientes de acuerdo con su riesgo y adaptar los planes de tratamiento en consecuencia.

En España, aunque se han realizado estudios sobre fragilidad en otros contextos, aún no se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva que aborde específicamente la relación entre fragilidad, morbimortalidad y las decisiones terapéuticas en pacientes

cardiacos. Este vacío en la literatura subraya la importancia de emprender investigaciones que adapten los hallazgos internacionales a la realidad demográfica y sanitaria española. Tal investigación no solo mejoraría la toma de decisiones clínicas a nivel individual, sino que también proporcionaría datos esenciales para el desarrollo de políticas de salud pública más efectivas y personalizadas, especialmente en un país con una población que envejece rápidamente

El GrST se ha validado como un marcador efectivo de fragilidad. En 2019, Cruz estableció los valores óptimos de corte por sexo, permitiendo su uso práctico y eficiente (75). El GrST es un test rápido, fácil de administrar y no requiere personal especializado, lo que lo hace aplicable a pacientes de edad avanzada y aquellos con eventos cardiológicos subagudos que puedan encontrarse encamados (62, 76). Este test muestra una adecuada equivalencia con las escalas de fragilidad utilizadas habitualmente y tiene en cuenta el grado de sarcopenia como método de evaluación (77, 78).

Además del GrST, el GST se ha identificado como un marcador relevante para la evaluación de la fragilidad, especialmente en el contexto quirúrgico. La GST mide la capacidad funcional y la movilidad del paciente, aspectos críticos para predecir los resultados postoperatorios. Algunos estudios han demostrado que una velocidad de marcha reducida está asociada con un mayor riesgo de mortalidad y morbilidad (79), lo que justifica su inclusión en la evaluación preoperatoria de pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Afilalo y colaboradores, en 2010, describieron la relación entre la velocidad de la marcha y el incremento de morbimortalidad en pacientes de edad avanzada tras cirugía cardíaca (22).

Sepheri (20) y Sündermann (21) consideran que, una adecuada estimación de la fragilidad en cirugía cardíaca debería incluir pruebas físicas y medidas del grado de sarcopenia de los pacientes. El uso de las primeras quedaría, lógicamente, invalidado en individuos con patología cardíaca aguda o subaguda o con muy mala clase funcional. En estos últimos, la cuantificación de la fuerza de agarre podría resultar útil como medida indirecta, tanto de fragilidad como de sarcopenia. En consecuencia, el GrST constituiría un test rápido, de fácil administración (no precisa personal especializado), aplicable a pacientes de edad avanzada y en aquellos con eventos cardiológicos subagudos (no susceptibles de ejercicio físico) (62, 69, 76), con adecuada equivalencia a las escalas de fragilidad utilizadas de forma habitual y que tiene en cuenta el grado de sarcopenia como método de evaluación de la misma.

El objetivo de este estudio es aplicar el GrST y el GST en pacientes con cardiopatías sometidos a cirugía cardíaca, evaluando si son mejores predictores de resultados que otras escalas de fragilidad ya evaluadas. Se comparará su sensibilidad y efectividad en distintos grupos de pacientes, determinando su capacidad para predecir complicaciones postoperatorias y morbilidad. Esta comparación permitirá ver si el GrST y el GST son mejores elementos de medida en términos de sensibilidad, menor, mayor o igual, en diferentes grupos de pacientes.

De todo lo expuesto hasta ahora se deduce que: las escalas que habitualmente se utilizan para realizar una estimación preoperatoria del riesgo en cirugía cardíaca (STSscore, EuroSCORE) resultan insuficientes para realizar una estimación predictiva del riesgo quirúrgico real individualizado, tanto en la mortalidad como en la morbilidad,

ya que no consideran entre sus variables la fragilidad del paciente (21, 80). Además, las escalas tradicionales no son lo suficientemente flexibles en este sentido, pudiendo llevar a una subestimar o sobreestimar el riesgo quirúrgico. Por otro lado, ignoran la influencia de los eventos adversos perioperatorios en el impacto en la calidad de vida del paciente tras la intervención quirúrgica condicionada por la situación de fragilidad.

La fragilidad, entendida como una condición médica que reduce la actividad física del paciente y lo hace más susceptible a eventos adversos, ha demostrado ser un importante predictor de mortalidad y otros beneficios para los adultos en muchos entornos médicos y quirúrgicos. Esta evidencia sugiere que esta incertidumbre puede permitir una medición más precisa del riesgo de cirugía en los pacientes adultos.

2. HIPÓTESIS

Hipótesis principal: La evaluación preoperatoria de la fragilidad mediante pruebas objetivas, específicamente el test de fuerza de agarre y el test de velocidad de marcha, es eficaz para identificar la asociación entre la fragilidad y los resultados adversos, tanto en términos de mortalidad como de morbilidad, en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Hipótesis secundaria: Las medidas objetivas de fragilidad mencionadas (GrST y GST) son, al menos, tan eficaces como las escalas de evaluación de fragilidad comúnmente utilizadas en la cuantificación de la fragilidad y en la predicción de resultados clínicos adversos en esta población.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo principal

Evaluar la correlación entre la estimación de la fragilidad en pacientes programados para cirugía cardíaca, mediante la aplicación de cuatro escalas distintas que evalúan el grado de dependencia para actividades físicas de la vida diaria, así como la medición preoperatoria objetiva de la fuerza de agarre y la velocidad de la marcha.

3.2 Objetivos secundarios

- Comparar la capacidad predictiva de mortalidad hospitalaria post cirugía cardíaca entre las escalas de evaluación preoperatoria de fragilidad, GrST y GST.
- Investigar la utilidad de las escalas de evaluación preoperatoria de fragilidad, GrST y GST en la predicción de morbilidad postoperatoria.
- Comparar la capacidad predictiva de la morbimortalidad de las escalas de fragilidad analizadas, GrST y GST con la de las escalas de riesgo EuroSCORE logístico y EuroSCORE II.

Estos objetivos guiarán el estudio para entender mejor el impacto de la fragilidad y otras medidas de capacidad física en los resultados de cirugía, buscando mejorar la evaluación preoperatoria y la planificación del manejo clínico.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Tipo de estudio y diseño metodológico

El presente estudio se enmarca dentro de un diseño observacional prospectivo unicéntrico. Se llevó a cabo en un único centro hospitalario especializado en cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, permitiendo examinar de manera sistemática la asociación entre la fragilidad y los resultados postoperatorios sin intervenir en los tratamientos asignados. Al ser prospectivo, se realizó un seguimiento continuo de los pacientes desde su inclusión hasta el periodo postoperatorio, garantizando la captura de datos actualizados y detallados sobre la evolución de la fragilidad y la incidencia de eventos adversos. Su carácter unicéntrico aseguró la uniformidad en los procedimientos quirúrgicos y la aplicación de protocolos clínicos, reduciendo la variabilidad y aumentando la consistencia en los resultados obtenidos.

4.2 Ámbito de estudio y fuentes de información

El ámbito de estudio se centra en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid, centro de referencia para cirugía cardíaca con circulación extracorpórea. Este centro hospitalario cuenta con la infraestructura y el personal capacitado para realizar procedimientos quirúrgicos cardiorácicos complejos.

Las fuentes de información para este estudio incluyen:

- Historias clínicas: Se accede a las historias clínicas electrónicas e historias en papel de los pacientes para obtener información detallada sobre sus antecedentes médicos, resultados de estudios diagnósticos previos, resultados de laboratorio y estudios de imagen preoperatorios y postoperatorios.

- Registros quirúrgicos: Los registros quirúrgicos proporcionan datos detallados sobre los procedimientos realizados, incluyendo la técnica quirúrgica empleada, la duración de la cirugía, el uso de CEC y cualquier complicación intraoperatoria registrada.
- Seguimiento postoperatorio: Se establecen visitas estandarizadas para evaluar las complicaciones postoperatorias y la recuperación de los pacientes, incluyendo la necesidad de reintervención, el desarrollo de complicaciones cardíacas y no cardíacas, y el estado funcional postoperatorio.
- Bases de datos institucionales: Se utilizan bases de datos institucionales para la recopilación y gestión de datos, garantizando la integridad y la confidencialidad de la información recolectada durante el estudio.
- Entrevistas y evaluaciones clínicas: Además de los datos recopilados de las historias clínicas y registros, se realizan entrevistas estructuradas y evaluaciones clínicas periódicas con los pacientes para recoger información adicional sobre su estado de salud, calidad de vida y eventos adversos postoperatorios.

4.3 PROTOCOLO DE RECOGIDA DE DATOS

Se establece un protocolo estandarizado para la recogida de datos que incluye:

- Variables Clínicas y Preoperatorias: Se registran antecedentes médicos completos, incluyendo comorbilidades, medicaciones actuales, resultados de estudios de imagen y análisis de laboratorio pertinentes (Tabla 3).

- Evaluación de Fragilidad: Se aplican escalas y pruebas para evaluar la fragilidad preoperatoria, como el GrST, el GST, el Índice de Barthel, el Índice de Katz, la Escala de Frail, y la Escala de Fragilidad de Edmonton, cada una seleccionada por su validez y aplicabilidad clínica.

- Variables intraoperatorias y postoperatorias: Se documentan los detalles intraoperatorios, complicaciones quirúrgicas y eventos adversos postoperatorios, incluyendo mortalidad, parada cardíaca, infarto agudo de miocardio, arritmias, accidente cerebrovascular, insuficiencia renal aguda, infección, y necesidad de reintervención.

Consideraciones Metodológicas:

El diseño metodológico ha sido delineado para minimizar posibles sesgos y maximizar la validez interna de los resultados. La aplicación de criterios estrictos de inclusión y exclusión garantiza la homogeneidad de la muestra y la precisión en la interpretación de los resultados obtenidos. Además, se implementan medidas para proteger la confidencialidad y los derechos de los participantes, asegurando el cumplimiento de principios éticos y normativas vigentes en investigación médica.

VARIABLES PREOPERATORIAS.

<i>CUALITATIVAS</i>	<i>CUANTITATIVAS</i>
CLÍNICAS.	
Sexo	Edad
Fumador	Peso (Kg.)
Hipertensión arterial	Talla (cm.)
Diabetes Mellitus	Superficie corporal (m ²)
Hipercolesterolemia	Índice de masa corporal
Hipertrigliceridemia	Nº de vasos afectados (coronarios)
Insuficiencia renal	
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	
Accidente cerebrovascular previo	
Enfermedad carotídea	

Infarto de miocardio previo Enfermedad de tronco de coronaria izquierda. Ritmo cardiaco basal	
ECOCARDIOGRAFICAS	
Función ventricular izquierda Hipertensión pulmonar Evaluación de la patología valvular	Fracción de Eyección Ventricular Izquierda (FEVI) Presión de arteria pulmonar sistólica (PAPS) (mmHg) Gradiente transaórtico (mm Hg.) Gradiente transmitral (mm Hg.) Área aórtica (cm²) Área mitral (cm²)
EVALUACIÓN DE FRAGILIDAD	
Índice de Barthel: <ul style="list-style-type: none"> • Dependencia moderada 61-90. • Dependencia grave 21-60. • Dependencia total <21. Índice de Katz: <ul style="list-style-type: none"> • Dependencia: puntuación < 4 puntos Escala Frail: <ul style="list-style-type: none"> • Dependencia: puntuación > 2 puntos Escala de Fragilidad de Edmonton: <ul style="list-style-type: none"> • Aparentemente vulnerable: 6- 11 puntos • Fragilidad severa ≥ 12 puntos. 	Grip Strength Test (Kg) Fragilidad si fuerza < 20 Kg en mujeres < 30 Kg en hombres Gait Speed Test (m/s) Fragilidad si velocidad de la marcha < 0,6 m/s
PARÁMETROS ANALÍTICOS	
Analítica preoperatoria y postoperatoria	Proteínas totales (g/dl) Albúmina (g/dl) Proteína C reactiva (mg/dl) Leucograma (*10³/μL) son subpoblaciones leucocitarias: neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos: tubo EDTA. Fibrinógeno (mg/dl)

VARIABLES INTRAOPERATORIAS

CUALITATIVAS	CUANTITATIVAS
Tipo de cirugía: valvular, coronaria, mixta. Válvula intervenida: localización (mitral, aórtica, mitroaórtica, mitrotricúspide). Tipo de prótesis implantada: (biológica, mecánica). Balón de contrapulsación intraaórtico.	Tiempo de circulación extracorpórea (min.). Tiempo de pinzamiento aórtico (min.). Nº de injertos coronarios. Nº de prótesis implantada. Transfusión de hemoderivados (tipo y número) Riesgo quirúrgico: EuroSCORE logístico y EuroSCORE II

VARIABLES POSTOPERATORIAS

CUALITATIVAS	CUANTITATIVAS
Mortalidad Parada Cardiaca Infarto agudo de miocardio Arritmias cardiacas Ictus Insuficiencia renal aguda Infección Readmisión en REA tras el alta Alta a centro de cuidados intermedios	Tiempo en unidad de reanimación (días) Tiempo en planta de hospitalización (días) Tiempo de intubación (horas)

Tabla 3. Variables a estudio.

4.4 Definición y selección de la población:

4.4.1 Criterios de inclusión

Para ser considerados en este estudio, los pacientes deben cumplir con los siguientes criterios:

- Edad: Pacientes mayores de 18 años.
- Indicación para Cirugía Cardíaca: Deben cumplir con los criterios de indicación clínicos establecidos para intervención quirúrgica programada, de acuerdo con las principales guías terapéuticas para los diferentes procedimientos cardiovasculares y establecida la indicación quirúrgica por parte de *Heart Team* del Centro (81, 82).
- Capacidad de Consentimiento: Los pacientes deben haber recibido información completa sobre los objetivos y procedimientos del estudio, tanto de forma oral como escrita, y haber proporcionado su consentimiento informado de manera voluntaria y comprensiva.

4.4.2 Criterios de exclusión

- Cirugía Urgente: Pacientes que requieren intervención quirúrgica urgente debido a condiciones médicas agudas que no permiten un proceso de selección preoperatorio completo.

- Imposibilidad física o psicológica: Pacientes que presentan condiciones que impiden la realización o comprensión adecuada de las pruebas preoperatorias o incapacidad física que afecte significativamente la colaboración en la evaluación preoperatoria.
- Ausencia de consentimiento informado: Pacientes que no están dispuestos o son incapaces de proporcionar el consentimiento informado para participar en el estudio.
- Incapacidad para comprender los objetivos del estudio: pacientes que, debido a barreras lingüísticas, cognitivas o educativas, no pueden entender los objetivos del estudio y los procedimientos involucrados.

Asimismo, se contempla como criterio de exclusión la posibilidad de que un paciente, tras haber otorgado su consentimiento informado inicial, decida retirarlo posteriormente por voluntad propia o debido a circunstancias que le impidan continuar participando en el estudio. Este enfoque busca respetar plenamente los principios éticos de autonomía y garantizar la validez del proceso de inclusión de participantes.

Consideraciones adicionales:

La selección de la población se realiza de manera rigurosa para asegurar la homogeneidad y la validez interna del estudio. Se implementan procedimientos estandarizados para la evaluación preoperatoria, garantizando la captura completa y precisa de datos clínicos, funcionales y de fragilidad.

4.5 Duración del estudio y seguimiento

El estudio se llevó a cabo durante un período de reclutamiento de pacientes de 18 meses. Durante ese tiempo, se realizó la selección de los participantes que cumplieron con los criterios de inclusión y no fueron excluidos según los criterios predefinidos (ver apartado 4.4).

Seguimiento de los pacientes

El seguimiento de los pacientes incluidos en el estudio fue continuo y abarcó diferentes momentos clave:

1. Preoperatorio: Se recogieron todas las variables clínicas, ecocardiográficas, electrocardiográficas, analíticas y de evaluación de fragilidad según el protocolo establecido (Tabla 4).

Variables preoperatorias	
Cualitativas	Cuantitativas
FEVI pre ECO	FEVI pre ECO
Género	Edad
DM	Peso (Kg.)
Tabaquismo	Talla (cm.)
HTA	Superficie Corporal (m ²)
DL	IMC
Hipertrigliceridemia	Hemoglobina (g/dL)
AF cardiovascular	Hematocrito (%)
Arteriopatía	Leucograma (*10 ³ /μL)
Enfermedad carotídea	Linfocitos (*10 ³ /μL)
Obesidad	Monocitos (*10 ³ /μL)
Endocarditis preoperatoria	Neutrófilos (*10 ³ /μL)
EPOC	Eosinófilos (*10 ³ /μL)
Hepatopatía previa	Basófilos (*10 ³ /μL)
Insuficiencia renal preoperatoria	Plaquetas (*10 ³ /μL)
Cateterismo cardíaco	Fibrinógeno (mg/dL)
Enfermedad coronaria	Creatinina preoperatoria (mg/dL)

ACTP/Stent/Bypass previo	Proteínas totales (g/dl)
CF NYHA	CK (U/L)
Síncope	PCR (mg/L)
Edemas EEII	Nº de vasos afectados
Angina	EuroSCORE I
Hiperuricemia	EuroSCORE II
IAM previo	Test Fuerza de Agarre
ACV previo	Test de 5 metros
	Barthel
	Katz
	Frail
	Edmonton

Tabla 4. Variables preoperatorias. DM: Diabetes Mellitus. HTA: Hipertensión arterial. DL: Dislipemia. AF: Antecedentes familiares. EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. IMC: Índice de Masa Corporal. TCI: Tronco coronario izquierdo. FEVI: Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo. CF NYHA: Clase Funcional de la *New York Heart Association*. EE.II: Extremidades Inferiores. CK: Creatina Cinasa. PCR: Proteína C Reactiva. IAM: Infarto agudo de Miocardio.

2. Intraoperatorio: Se registraron los datos relevantes sobre la técnica quirúrgica utilizada y cualquier evento adverso ocurrido durante la cirugía (Tabla 5).

Intraoperatorias	
Cualitativas	Cuantitativas
Abordaje	PSAP
Tipo de cirugía: - valvular, - coronario - mixto (valvular+aorta, aorta+coronario, valvular+aorta+coronario, otros).	Gradiente transaórtico (mm Hg.)
Válvula intervenida	Gradiente transmitral (mm Hg.)
Tipo de prótesis - Mecánica - Bioprótesis	Área aórtica (cm ²)
Transfusión	Área mitral (cm ²)
Balón de contrapulsación	Número de injertos coronarios
	Nº de prótesis aórtica

	Nº de prótesis mitral
	Nº de prótesis tricúspide
	Tiempo CEC (si CEC)
	Tiempo de clampaje
	Hematíes transfundidos (unidades)
	Plaquetas transfundidas (unidades)
	Plasma transfundido (unidades)

Tabla 5. Variables intraoperatorias.

3. Postoperatorio inmediato: Se monitorizaron los pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) para evaluar la recuperación inmediata después de la cirugía. Se registraron todos los eventos adversos perioperatorios, incluyendo parada cardiaca, infarto agudo de miocardio, arritmias cardiacas, accidente cerebrovascular, insuficiencia renal aguda, infección, readmisión en UCI tras el alta y alta a centro de cuidados intermedios (Tabla 6).

Postoperatorias	
Cualitativas	Cuantitativas
FA postoperatoria	Tiempo de ventilación (min)
Otras arritmias postoperatorias	Tiempo en REA (días)
MCP definitivo	Mortalidad a 30 días
Infección quirúrgica	Mortalidad año
Infección postoperatoria	Estancia hospitalaria (días)
Infección respiratoria	Fecha de ingreso
Complicaciones pulmonares	Fecha de alta
Disfunción hepática postoperatoria	
Pericarditis postoperatoria	
Fracaso renal postoperatorio	
Bajo gasto postoperatorio	
Síndrome vasoplégico	
Complicaciones neurológicas	
Complicaciones digestivas	
Complicaciones vasculares	

Readmisión en REA	
Centro de cuidados intermedios	
Reingreso	
Causa de muerte (30 días)	
Causa de muerte (1 año)	

Tabla 6. Variables postoperatorias. REA: Unid. de reanimación postoperatoria. MCP: Marcapasos

Desglose de variables postoperatorias recogidas y su definición:

- FA postoperatoria: Episodio de fibrilación auricular que ocurre tras la cirugía, caracterizado por una actividad auricular rápida e irregular.
- Otras arritmias postoperatorias: Alteraciones del ritmo cardíaco que pueden incluir flutter auricular, taquicardia ventricular o bradicardia significativa, identificadas mediante monitorización continua en la unidad de cuidados intensivos.
- MCP definitivo: Necesidad de implante de marcapasos permanente debido a trastornos de la conducción cardíaca postoperatorios irreversibles.
- Infección quirúrgica: Infección localizada en el sitio quirúrgico, incluyendo mediastinitis, esternotomía infectada o dehiscencia de la herida quirúrgica con cultivo positivo.
- Infección postoperatoria: Complicaciones infecciosas desarrolladas tras la cirugía, excluyendo las infecciones del sitio quirúrgico, que pueden afectar diferentes órganos y sistemas.
- Infección respiratoria: Neumonía o infecciones pulmonares diagnosticadas mediante criterios clínicos, radiológicos y/o microbiológicos en el postoperatorio.

- Complicaciones pulmonares: Incluyen atelectasias, neumotórax, insuficiencia respiratoria, síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) o necesidad prolongada de ventilación mecánica..
- Disfunción hepática postoperatoria: Alteración en las pruebas de función hepática tras la cirugía, incluyendo hiperbilirrubinemia, elevación de transaminasas o fallo hepático.
- Pericarditis postoperatoria: Inflamación del pericardio diagnosticada mediante pruebas analíticas, fiebre, derrame pericárdico, cambios electrocardiográficos, confirmada o no por ecocardiografía.
- Fracaso renal postoperatorio: deterioro de la función renal según la clasificación RIFLE (83) identificada como el aumento de la creatinina sérica ≥ 1.5 veces el valor basal disminución de la tasa de filtración glomerular en más del 25% o un volumen urinario < 0.5 ml/kg/h durante al menos 6 horas.
- Transfusiones postoperatorias: Administración de hemoderivados (glóbulos rojos, plasma, plaquetas) tras la cirugía por hemorragia o anemia significativa.
- Parada cardíaca: Cese súbito de la actividad cardíaca postoperatoria, con necesidad de maniobras de resucitación
- Bajo gasto postoperatorio: Estado de hipoperfusión tisular secundaria a disfunción miocárdica, reflejado en hipotensión persistente, bajo índice cardíaco y/o necesidad de inotrópicos o dispositivos de asistencia circulatoria.
- Síndrome vasoplégico: Estado de vasodilatación severa con hipotensión refractaria a la reposición de volumen y necesidad de vasopresores a altas dosis.

- Complicaciones neurológicas: eventos neurológicos causado por la interrupción del flujo sanguíneo al cerebro. Clasificados en las siguientes categorías: síndrome confusional (identificado por alteración aguda de la atención y cognición, episodios de desorientación, alucinaciones o cambios en el nivel de conciencia o bien diagnóstico basado en el *Confusion Assessment Method*). accidente isquémico transitorio (AIT)(déficit neurológico focal transitorio con resolución completa sin síntomas), ictus hemorrágico o isquémico (déficit neurológico focal persistente con evidencia de isquemia o hemorragia cerebral en neuroimagen), convulsiones (episodios clínicos de actividad motora involuntaria o alteración del estado de conciencia acompañada o no de confirmación mediante electroencefalograma) u otros (incluyen disfunciones difusas como encefalopatía hipóxica-isquémica o lesiones cerebrales secundarias a hipoperfusión y cuyo diagnóstico se basa en manifestaciones clínicas y pruebas complementarias de neuroimagen, electroencefalografía, etc.).
- Complicaciones digestivas: Manifestadas por íleo paralítico, isquemia mesentérica o sangrado digestivo postoperatorio.
- IAM postoperatorio: daño al músculo cardíaco debido a la interrupción del flujo sanguíneo. Se identificará como la presencia de al menos uno de los siguientes: elevación de biomarcadores cardíacos (Troponina I o T: Elevación por encima del percentil 99 del límite superior de referencia del laboratorio local, con valores típicos mayores a 0.04 ng/mL para Troponina I y mayores a 0.01 ng/mL para Troponina T), cambios en el electrocardiograma (Onda Q patológica, elevación/depresión del segmento ST, inversión de onda T), hallazgo en pruebas de imagen que evidencien necrosis (eco y/o angiografía coronaria).

- Complicaciones vasculares: Trombosis venosa profunda, embolia pulmonar o isquemia aguda de extremidades derivadas de eventos tromboembólicos postquirúrgicos.
- Sangrado postoperatorio: Hemorragia significativa tras la cirugía que puede requerir reintervención quirúrgica o transfusión.
- Readmisión en REA: Reingreso en la Unidad de Reanimación por complicaciones postoperatorias.
- Reoperación: Necesidad de nueva intervención quirúrgica por complicaciones como hemorragia, disfunción valvular o infección esternal.
- Centro de cuidados intermedios: Transferencia del paciente desde la UCI a unidades de cuidados intermedios por requerimientos de monitorización avanzada pero sin necesidad de ventilación mecánica.
- Tiempo de ventilación: Duración en horas de la ventilación mecánica tras la cirugía, hasta la extubación exitosa.
- Tiempo en REA: Período en días que el paciente permanece en la Unidad de Reanimación tras la cirugía.
- Mortalidad a 30 días: Fallecimiento del paciente dentro de los primeros 30 días postoperatorios, independientemente de la causa.
- Mortalidad al año: Fallecimiento ocurrido en el primer año tras la intervención quirúrgica.
- Reingreso: Nueva hospitalización del paciente tras el alta por complicaciones relacionadas con la cirugía.

- Estancia hospitalaria: Tiempo total, en días, desde la hospitalización prequirúrgica hasta el alta definitiva.

4. Seguimiento a medio y largo plazo: se realizó un seguimiento en consulta externa (un mes tras la cirugía) y vía telefónica (un año tras la cirugía) para evaluar la evolución de los pacientes. Se prestó especial atención a la evaluación subjetiva de la funcionalidad del paciente y su impacto en la calidad de vida.

Para asegurar la coherencia y la integridad de los datos recolectados, se implementó un protocolo detallado de seguimiento:

- **Visita de cribado e inclusión:** Esta fase se llevó a cabo durante la consulta de valoración preoperatoria en la lista de espera o en el ingreso programado para cirugía electiva. Durante esta visita, se revisaron los criterios de inclusión y exclusión con los pacientes potenciales. Se les proporcionó una explicación detallada del estudio y se solicitó su consentimiento para participar.
- **Visita al Alta Hospitalaria:** Esta evaluación se realizó en dos momentos:
 - o **El día del alta hospitalaria:** Se recogieron datos postoperatorios sobre el estado del paciente al momento de recibir el alta tras la intervención quirúrgica (Tabla 6).
 - o **En caso de fallecimiento intrahospitalario:** Se registraron los datos disponibles hasta el momento del óbito.
- **Visita/llamada al mes post-Alta:** Se realizó en Consultas Externas de Cirugía Cardiovascular, programada al mes después del alta hospitalaria. El objetivo fue

evaluar la evolución del paciente en términos de capacidad funcional, calidad de vida relacionada con la salud, grado de fragilidad y otros parámetros de morbilidad asociados con la cirugía cardíaca. Todos los pacientes recibieron la prescripción para esta visita al ser dados de alta, y se realizó un recordatorio telefónico una semana antes para asegurar la asistencia y minimizar la pérdida de seguimiento.

- **Llamada telefónica a los 12 meses post-alta:** Un año después del alta hospitalaria, se realizó una llamada telefónica adicional para evaluar la situación funcional actual del paciente. Esta llamada permitió recoger información sobre la evolución a largo plazo y realizar un seguimiento continuado de los resultados obtenidos. Se evaluó NYHA, sensación subjetiva, complicaciones con reingresos o necesidad de intervención sanitaria (Figura 9).

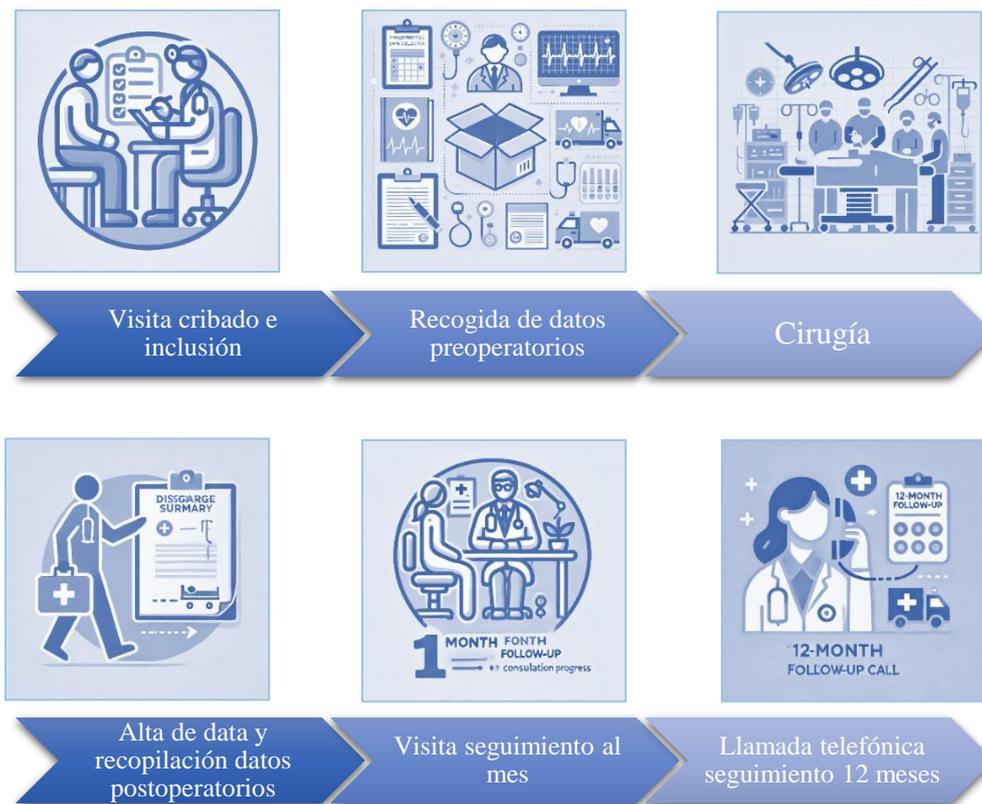


Figura 9. Diagrama del seguimiento por etapas realizado al paciente en el estudio

Este protocolo garantizó la fiabilidad de los resultados y permitió realizar análisis longitudinales robustos para cumplir con los objetivos del estudio.

En conclusión, la duración y el seguimiento del estudio fueron diseñados para capturar de manera exhaustiva la información relevante sobre la fragilidad mediante escalas evaluadoras de la misma y los resultados perioperatorios en cirugía cardíaca, asegurando así la validez y la aplicabilidad de los hallazgos obtenidos.

4.6 Variables y herramientas de medición.

En este estudio se utilizarán diversas variables y herramientas de medición para evaluar de manera integral la fragilidad y los resultados perioperatorios en pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea. A continuación, se detallan las principales categorías y herramientas utilizadas:

4.6.1 Parámetros biológicos y clínicos

Se registraron datos demográficos completos, incluyendo edad, sexo, superficie corporal e IMC entre otros. Estos datos permitieron realizar análisis estratificados según variables demográficas, ayudando a identificar posibles disparidades en los resultados quirúrgicos.

Así mismo fueron recogidos antecedentes médicos como:

- Enfermedades Crónicas

Se evaluaron varias condiciones crónicas, que son conocidas por influir significativamente en el riesgo quirúrgico y la fragilidad, entre ellas:

- Hipertensión arterial: Se registró la historia de hipertensión arterial, incluyendo el control de la presión arterial y el uso de medicamentos antihipertensivos.
- Diabetes mellitus (DM): se documentó la presencia de diabetes mellitus tipo 1 o tipo 2.

- Enfermedad renal crónica: definida como la alteración estructural o funcional del riñón, persistente durante al menos 3 meses, con o sin disminución del filtrado glomerular. Esta definición incluye:
 - Marcadores de daño renal: Evidenciados por anomalías en la composición de la orina (por ejemplo, albuminuria ≥ 30 mg/g), alteraciones en la composición de la sangre, anormalidades histológicas, o alteraciones estructurales detectadas mediante imágenes, independientemente del nivel de filtrado glomerular.
 - Reducción del filtrado glomerular (FG): Filtrado glomerular estimado (FGe) < 60 ml/min/1,73 m², incluso en ausencia de marcadores de daño renal (84).
- Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica: Se identificó la presencia y gravedad de EPOC, entendida como la presencia de síntomas respiratorios crónicos (disnea y/o bronquitis crónica) confirmados mediante pruebas funcionales respiratorias que demuestren un cociente FEV1/FVC post-broncodilatador $< 0,7$, consistente con un diagnóstico clínico de obstrucción irreversible del flujo aéreo (49, 85).
- Enfermedades cardiovasculares preexistentes: Se documentará la presencia de enfermedades coronarias, insuficiencia cardíaca crónica, enfermedades valvulares, y otros trastornos cardiovasculares relevantes.
- Enfermedades neurológicas: ictus, demencia, Parkinson, etc.
- Patología osteoarticular: que pueda causar afectación de la movilidad.

- Historia de intervenciones quirúrgicas anteriores de cualquier índole.

Esta recolección detallada de datos permitió una evaluación completa de la condición médica y el perfil de riesgo de cada paciente, asegurando una adecuada estratificación de la fragilidad y otros factores de riesgo asociados con la cirugía cardíaca.

4.6.2 Instrumentos de valoración

4.6.2.1 Escalas de riesgo quirúrgico

Se han utilizado dos de las principales escalas de riesgo quirúrgico utilizadas para evaluar a los pacientes antes de la cirugía cardíaca. EuroSCORE, que fue específicamente diseñado para predecir la mortalidad perioperatoria, ofrece una herramienta cuantitativa y sistemática que ha mostrado asociaciones secundarias con la morbilidad en algunos estudios, aunque este no fue su objetivo inicial.

EuroSCORE Logístico: Es una herramienta de estratificación de riesgo ampliamente reconocida y utilizada en cirugía cardíaca. Desarrollado inicialmente en 1999 a partir de la *EuroSCORE Database*, considera múltiples factores de riesgo preoperatorios, intraoperatorios y postoperatorios para predecir la mortalidad tras la misma (Tabla 7). El EuroSCORE tipo I se calcula sumando los puntos asignados a cada uno de los factores mencionados anteriormente. Cada factor tiene un peso específico basado en su impacto relativo en el riesgo de mortalidad. Los puntos asignados a cada factor se suman para obtener un puntaje total, que se correlaciona con probabilidad de mortalidad (47).

FACTORES RELACIONADOS CON EL PACIENTE

Edad	Por cada 5 años o porción más allá de 60 años	1
Sexo	Si es sexo femenino	1
Enf. pulmonar crónica	Tratada con broncodilatadores o esteroides a largo plazo	1
Arteriopatía extracardíaca	Alguna de las siguientes: Claudicación, oclusión carotídea o estenosis >50%, intervención previa o prevista sobre aorta abdominal, arterias de extremidades o carótidas.	2
Afectación neurológica	Que afecte severamente a la deambulación o las actividades de la vida diaria	2
Cirugía cardíaca previa	Cirugía previa con apertura de pericardio	3
Creatinina sérica	Superior a 2mg/dl	2
Endocarditis activa	Paciente en tratamiento antibiótico por endocarditis en el momento de la cirugía	3
Estado crítico preoperatorio	Uno o más de los siguientes: TV, FV o muerte súbita resucitada, masaje cardíaco preoperatorio, ventilación asistida antes de entrar al quirófano, soporte inotrópico preoperatorio, BCPIA preoperatorio, fracaso renal agudo preoperatorio con oliguria <10ml/h o anuria.	3

FACTORES RELACIONADOS CON LA FUNCIÓN CARDIACA

Angina inestable	Angina de reposo que precisa nitratos i.v hasta su llegada a quirófano	2
Disfunción severa de VI	Disfunción moderada del VI o FEVI 30-50% Disfunción severa del VI o FE <30%	1 3
IAM reciente	Hace menos de 90 días	2
HTP	Presión pulmonar sistólica >60mmHg	2

FACTORES RELACIONADOS CON LA OPERACIÓN

Emergencia	Intervenido antes del siguiente día laboral al ingreso	2
Cirugía distinta a coronaria aislada	Cirugía cardíaca mayor distinta o en conjunta a coronaria aislada	2
Cirugía sobre aorta torácica	Intervención sobre aorta ascendente, cayado o descendente	3
Rotura SIV postIAM		4

PUNTUACIÓN ESTÁNDAR

CÓMPUTO LOGÍSTICO

Tabla 7. Cálculo de *EuroSCORE* (puntuación estándar y cómputo logístico). TV (taquicardia ventricular), FV (fibrilación ventricular), BCPIA (balón de contrapulsación intraaórtica), VI (ventrículo izquierdo), FEVI (fracción de eyección del ventrículo izquierdo), FE (fracción de eyección), IAM (infarto agudo de miocardio), HTP (hipertensión pulmonar), SIV (septum interventricular). Elaborado a partir de Nashef, S.

A. M., Roques, F., & Michel, P., *et al.* (1999). European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*.

Una vez aplicada la escala, se obtiene un valor aditivo que facilita el cálculo del riesgo. También es posible el cálculo mediante el método logístico; este proporciona un valor porcentual de riesgo mediante una fórmula, en la cual se introducen coeficientes (β_0 y β_i). Estos coeficientes se derivan de una regresión logística realizada con el análisis estadístico de los factores de riesgo recopilados durante la fase inicial del estudio de la EuroSCORE Database (Tabla 8).

Variables	Coefficiente β
<i>Edad</i>	0,0666354
<i>Mujer</i>	0,3304052
<i>Creatinina sérica >200μmol/l</i>	0,6521653
<i>Arteriopatía extracardíaca</i>	0,6558917
<i>Enfermedad pulmonar</i>	0,4931341
<i>Disfunción neurológica</i>	0,841626
<i>Cirugía cardíaca previa</i>	1,002625
<i>Infarto de miocardio reciente</i>	0,5460218
<i>FEVI 30-50%</i>	0,4191643
<i>FEVI <30%</i>	1,094443
<i>Presión sistólica pulmonar >60mmHg</i>	0,7676924
<i>Endocarditis activa</i>	1,101265
<i>Angina inestable</i>	0,5677075
<i>Cirugía de emergencia</i>	0,7127953
<i>Estado crítico preoperatorio</i>	0,9058132

<i>Rotura septal interventricular</i>	1,4620009
<i>Otra cirugía cardiaca aislada</i>	0,5420364
<i>Cirugía de aorta torácica</i>	1,159787
<i>Constante β_0</i>	-4,789594

Tabla 8: Coeficientes β_0 y β_i para el cálculo del cómputo logístico de *EuroSCORE*. Elaborado a partir de Roques, F., Michel, P., Goldstone, A. R., *et al.* S. A. (2003). The logistic EuroSCORE. *European Heart Journal*, 24(9), 881-882.

EuroSCORE II: Es una versión actualizada del EuroSCORE original, diseñada para mejorar la precisión en la predicción del riesgo en cirugía cardiaca. Introducido en 2012, incorpora nuevos factores de riesgo y ajusta la ponderación de variables existentes en función de datos más recientes y de la experiencia acumulada. Se aplica de manera similar a la anterior y proporciona sus resultados en un único valor porcentual calculado mediante el método logístico (Tabla 9). Este modelo ha sido validado en diferentes poblaciones y contextos clínicos (49), demostrando su utilidad para predecir resultados perioperatorios adversos de manera más precisa. Algunos de los ajustes incluyen una revisión en la ponderación de la enfermedad pulmonar crónica y la inclusión de parámetros adicionales como la función ventricular izquierda y la creatinina sérica.

FACTORES RELACIONADOS CON EL PACIENTE

Edad	En años
Género	Si es sexo femenino
Deterioro renal	- Función normal (CCr >85ml/min)
	- Fallo renal moderado (CCr >50 e <85ml/min)
	- Fallo renal severo (CCr <50ml/min)
	- Diálisis (independiente de CCr)
Arteriopatía extracardíaca	Uno o más de las siguientes: claudicación, oclusión carotídea o estenosis >50%, amputación por enfermedad

	arterial, intervención previa o prevista sobre aorta abdominal, arterias de las extremidades o carótidas.
Pobre movilidad	Deterioro severo de movilidad secundario a disfunción musculoesquelética o neurológica
Cirugía cardíaca previa	Cirugía previa con apertura de pericardio
Enfermedad pulmonar crónica	Utilización a largo plazo de broncodilatadores o esteroides por enfermedad pulmonar
Endocarditis activa	Paciente en tratamiento antibiótico por endocarditis en el momento de la cirugía
Estado crítico preoperatorio	Uno o más de los siguientes: TV o FV, muerte súbita resucitada, masaje cardíaco, ventilación asistida previo al quirófano, soporte inotrópico preoperatorio o BCPIA, fallo renal agudo preoperatorio (anuria u oliguria <10ml/hr)
DM insulino dependiente	
FACTORES RELACIONADOS CON LA FUNCIÓN CARDIACA	
NYHA	- Grado I
	- Grado II
	- Grado III
	- Grado IV
CCS 4 de angina	Angina en reposo
FEVI	Buena (FEVI >50%)
	Disfunción moderada (FEVI 31%-50%)
	Disfunción severa (FEVI 21%-30%)
	Disfunción muy severa (FEVI <20%)
IAM reciente	Hace menos de 90 días
HTP	Moderada (31-55mmHg)
	Severa (>55mmHg)
FACTORES RELACIONADOS CON LA CIRUGÍA	
Urgencia	Cirugía electiva: ingreso rutinario
	Cirugía urgente: pacientes que no ingresan de forma rutinaria pero que requieren intervención durante el ingreso actual por razones médicas.
	Cirugía emergente: cirugía antes de comenzar el siguiente día laboral tras decidir la cirugía.
	Cirugía de rescate: pacientes que requieren RCP de camino al quirófano o previo a la inducción anestésica.
Peso de la intervención	Incluye cirugías mayores sobre el corazón como: revascularización miocárdica quirúrgica, reparación o sustitución valvular, recambio parcial de aorta,

	reparación de defecto estructural, procedimiento de Maze, resección tumoral. Se evalúa:
	Intervención para revascularización miocárdica aislada
	Intervención única diferente a revascularización miocárdica
	Dos procedimientos
	Tres procedimientos
Cirugía sobre aorta torácica	Intervención sobre aorta ascendente, cayado aórtico o aorta descendente.

Tabla 9: Cálculo de *EuroSCORE II*. CCr (Aclaramiento de creatinina), TV (taquicardia ventricular), FV (fibrilación ventricular), BCPIA (balón de contrapulsación intraaórtico), DM (diabetes mellitus), NYHA (clasificación de la New York Heart Association para insuficiencia cardíaca), CCS (Canadian Cardiovascular Society, clasificación de angina), FEVI (fracción de eyección del ventrículo izquierdo), IAM (infarto agudo de miocardio), HTP (hipertensión pulmonar), RCP (reanimación cardiopulmonar). Elaborado a partir de Nashef, S. A. M., Roques, F., & Sharples, L. D., *et al.* (2012). *EuroSCORE II*. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 41(4), 734–744. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs043>.

Ambas escalas, *EuroSCORE I* y *EuroSCORE II*, aunque inicialmente diseñados para predecir mortalidad, han evolucionado como herramientas esenciales para la evaluación preoperatoria en cirugía cardíaca, ofreciendo datos también de morbilidad (48, 49). Su aplicación permite identificar a los pacientes con mayor riesgo de complicaciones y mortalidad, lo que facilita la toma de decisiones clínicas informadas y la planificación del manejo perioperatorio. La utilización de estas escalas en el estudio se hizo en el momento preoperatorio.

4.6.2.2 Herramientas de medición de la fragilidad

Estas herramientas son fundamentales para evaluar el estado físico y funcional de los pacientes antes de la intervención quirúrgica.

- *Índice de Barthel*

El Índice de Barthel (Anexo I) es una herramienta fundamental en la evaluación de la capacidad funcional de los pacientes, especialmente en contextos clínicos como la evaluación preoperatoria para cirugía cardíaca. Evalúa la capacidad del paciente para realizar diez actividades diarias básicas, agrupadas en diferentes áreas funcionales:

Alimentación: Evalúa la capacidad del paciente para alimentarse de manera independiente.

Aseo personal: Incluye actividades como la capacidad para lavarse la cara, cepillarse los dientes y peinarse.

Vestido: Evaluación de la habilidad para vestirse y desvestirse.

Control de intestinos y vejiga: Se evalúa la capacidad para controlar las funciones intestinales y urinarias.

Uso del inodoro: Evalúa si el paciente puede utilizar el retrete de forma independiente o si necesita asistencia.

Transferencia: Capacidad para moverse de la cama a una silla y viceversa, así como otras transferencias entre superficies.

Cada una de estas actividades se puntúa en función del grado de independencia del paciente:

Total independencia: Puntuación completa (15).

Ayuda mínima: Puntuación parcial (10).

Ayuda considerable: Puntuación parcial (5).

Total dependencia: Puntuación mínima (0).

El puntaje total en el Índice de Barthel puede variar de 0 a 100, donde puntajes más altos indican mayor independencia funcional y menor grado de fragilidad. Por el contrario, puntajes más bajos reflejan una mayor dependencia y fragilidad física del paciente. Esta escala permite una evaluación cuantitativa y estandarizada de las actividades básicas de la vida diaria, proporcionando información crucial para la estratificación del riesgo perioperatorio y la planificación de la atención clínica.

- Índice de Katz

El Índice de Katz (Anexo II) es un instrumento para evaluar la independencia funcional de los pacientes en seis ABVD. Cada una de estas actividades se evalúa de manera individual, y se asigna una puntuación que refleja el grado de dependencia del paciente. Las actividades son las siguientes:

- Baño: Evalúa la capacidad del paciente para bañarse de forma independiente. Se considera independiente si puede bañarse sin asistencia; parcialmente dependiente si necesita ayuda para algunas partes del proceso; y dependiente si requiere asistencia completa.

- Vestirse: Evaluación de la capacidad del paciente para vestirse de forma independiente. Similar al baño, se puntúa según la necesidad de ayuda para diferentes partes del proceso de vestirse.

- Ir al baño: Evalúa la capacidad del paciente para usar el baño de manera independiente. Se evalúa si el paciente puede ir al baño, usarlo y limpiarse sin asistencia.

- Transferencia: Evalúa la capacidad del paciente para trasladarse de la cama a una silla o al inodoro y viceversa de forma independiente. Se puntúa según la necesidad de ayuda para la transferencia.

- Continencia: Evalúa la capacidad del paciente para controlar la vejiga y el intestino. Se considera independiente si el paciente puede controlar completamente la continencia; parcialmente dependiente si necesita ayuda para algunos aspectos de la continencia; y dependiente si requiere asistencia completa.

- Alimentación: Evaluación de la capacidad del paciente para alimentarse de forma independiente. Se evalúa si el paciente puede comer sin ayuda, necesita asistencia parcial o es completamente dependiente para alimentarse.

Lo aplicamos durante la evaluación preoperatoria para determinar el nivel de autonomía y dependencia del paciente en las actividades básicas de la vida diaria.

Cada actividad evaluada en el Índice de Katz se puntúa según el grado de dependencia del paciente:

- Independiente: El paciente puede realizar la actividad sin ayuda (1 punto)

- Dependiente: El paciente requiere asistencia completa para realizar la actividad (0 puntos)

La puntuación total en el Índice de Katz proporciona una medida global del grado de dependencia funcional del paciente y se considera paciente frágil si la puntuación total es menor o igual a cuatro.

- *Escala de Frail*

Esta es una herramienta multidimensional (Anexo III) diseñada para evaluar la fragilidad en adultos mayores y pacientes con condiciones crónicas, la cual se compone típicamente de varios ítems que evalúan diferentes dominios de salud física, funcional y psicosocial del individuo. Los ítems evaluados son:

Fatiga: Se evalúa generalmente mediante preguntas sobre el nivel de energía percibido por el individuo, la frecuencia y la severidad de la fatiga experimentada en la vida diaria. Los ítems relacionados pueden incluir preguntas sobre si el individuo se siente cansado con facilidad, si la fatiga interfiere con las actividades normales y si hay una sensación constante de falta de energía.

Resistencia: La resistencia o la capacidad para realizar actividades físicas se evalúan a través de preguntas sobre la capacidad del individuo para realizar actividades físicas moderadas o intensas. Se pueden incluir preguntas sobre la capacidad para caminar una distancia específica, subir escaleras o participar en actividades que requieren esfuerzo físico sostenido.

Deambulaci3n: Este ítem evalúa la capacidad de caminar y movilizarse de manera segura y eficiente. Se pueden incluir preguntas sobre la velocidad de marcha, la estabilidad al caminar, la necesidad de ayudas para la movilidad (como bastones o andadores) y la capacidad para caminar distancias cortas o largas.

Comorbilidad: La evaluaci3n de comorbilidades se centra en la presencia de condiciones médicas adicionales que puedan afectar la salud y la funcionalidad del individuo. Se consideran condiciones cr3nicas como diabetes, hipertensi3n, enfermedades cardíacas, enfermedades pulmonares, artritis u otras enfermedades que puedan influir en la capacidad del individuo para funcionar de manera óptima.

Pérdida de peso: La p3rdida de peso involuntaria o no intencionada se considera un marcador importante de fragilidad. Se evalúa preguntando sobre la p3rdida de peso reciente en un perío do específico (en los últimos 6 meses) y la cantidad de peso perdido en relaci3n con el peso corporal previo.

La puntuaci3n total se obtiene sumando o ponderando las respuestas de cada ítem, lo que permite clasificar al individuo en frágil (si es igual o superior a dos) o no frágil.

- Escala de Fragilidad de Edmonton

La escala de fragilidad de Edmonton (Edmonton Frail Scale, EFS)(Anexo IV) fue desarrollada para ser utilizada en entornos clínicos y de investigaci3n, proporcionando una evaluaci3n rápida y confiable de múltiples dominios de la fragilidad.

La escala de fragilidad de Edmonton evalúa nueve dominios clave que son indicativos de fragilidad:

- Estado de salud general: evalúa la percepción del paciente sobre su estado de salud general, incluyendo preguntas sobre la presencia de enfermedades crónicas, el estado de ánimo y el nivel de energía.
- Capacidad funcional: Evalúa la capacidad del individuo para realizar actividades básicas de la vida diaria, como alimentarse, bañarse, vestirse y usar el baño.
- Movilidad: Tiene en cuenta la movilidad del individuo, incluyendo la capacidad para levantarse de una silla sin brazos y caminar una distancia corta.
- Control de los esfínteres: Mide la capacidad del individuo para controlar la micción y la defecación.
- Nutrición: Se centra en la ingesta de alimentos, evaluando la cantidad y la calidad de la dieta del individuo.
- Estado mental: Valúa el estado cognitivo del individuo, incluyendo la capacidad para concentrarse y recordar información reciente.
- Ayuda instrumental: Este ítem valora si el individuo requiere ayuda con tareas instrumentales de la vida diaria, como manejar dinero, hacer las compras y usar el teléfono.
- Apoyo social: Establece el nivel de apoyo social disponible para el individuo, incluyendo la frecuencia de visitas de familiares o amigos.

- Medicación: precisa si el individuo puede manejar de manera independiente su medicación prescrita.

Cada dominio se evalúa mediante una serie de preguntas constituidas o ítems específicos que permiten al evaluador asignar una puntuación a cada uno. La puntuación total en la EFS varía de 0 a 17, donde una puntuación más alta indica mayor fragilidad. Los individuos se clasifican como frágiles si la puntuación es de 6 o más.

- *Grip Strength Test*

También conocido como prueba de fuerza de agarre, es una evaluación comúnmente utilizada para medir la fuerza de agarre de la mano. La fuerza de agarre se considera un indicador significativo de la función física general y la salud muscular en adultos mayores y otros grupos de pacientes.

Para realizar el GrST, se utiliza un dinamómetro de mano, un dispositivo especialmente diseñado para medir la fuerza de agarre (Figura 10). Este instrumento registra la cantidad de fuerza que el individuo puede aplicar al apretar el dinamómetro con su mano. El paciente se sienta en una posición erguida y sostiene el dinamómetro en la mano evaluada, con el brazo extendido paralelo al cuerpo. Se le indica al paciente que apriete el dinamómetro con la mayor fuerza posible durante unos segundos, generalmente entre 3 y 5 segundos. Se realizan al menos tres intentos con cada mano, y se registra la fuerza máxima alcanzada en kilogramos. Los tres intentos consecutivos que se realizan como parte del protocolo del GrST no generan un efecto de entrenamiento o aprendizaje en el paciente, ya que se ha demostrado que los valores obtenidos son consistentes y

reproducibles entre mediciones. Esto garantiza que los resultados reflejen la fuerza máxima real del paciente, sin influencias asociadas a la práctica previa o fatiga (77).

Los resultados del GrST se comparan con valores de referencia según el género e índice de masa corporal. Una menor fuerza de agarre puede indicar una disminución en la masa muscular, la función neuromuscular o la capacidad general de realizar actividades físicas.



Figura 10: Imagen del dinamómetro de mano utilizado para la realización del *GrST*.

- *Gait Speed Test*

El GST, es una evaluación utilizada para medir la velocidad a la que una persona puede caminar una distancia específica en un tiempo determinado. El principal objetivo del GST es evaluar la capacidad funcional y la movilidad del individuo mediante la

medición de la velocidad de la marcha. Esta medida proporciona información sobre la independencia funcional y el riesgo de deterioro físico y funcional.

Para su obtención se marca una distancia específica en un pasillo recto y nivelado, generalmente de 5 metros. Posteriormente, se le indica al paciente que camine esa distancia a su velocidad habitual, sin correr ni detenerse mientras se cronometra el tiempo que tarda el paciente en recorrer la distancia marcada. Se realizan al menos dos repeticiones para asegurar la precisión de la medición y finalmente se recoge la media del tiempo empleado en recorrer los 5 metros, reflejada en segundos.

La velocidad de la marcha puede variar según la edad, el sexo y el estado de salud del individuo. Se utilizan valores de referencia específicos para determinar si la velocidad está dentro de los parámetros normales o indica un riesgo aumentado de fragilidad o discapacidad clasificados los umbrales según sexo y altura.

Como compendio, la Tabla 3 muestra el conjunto de variables recopiladas para cada paciente en el cuaderno de datos diseñado para tal fin.

4.7 Variables perioperatorias

A continuación, se detallan las principales variables perioperatorias que serán evaluadas en este estudio.

- Tipo de intervención

El tipo de intervención quirúrgica se registrará para cada paciente. Esto incluye procedimientos como bypass coronario, reemplazo o reparación de válvulas cardíacas y cirugía de la aorta, entre otros.

- Tiempo de clampaje y de CEC

El tiempo de clampaje o isquemia se define como el período durante el cual la aorta está pinzada y el flujo sanguíneo al corazón está detenido. Este tiempo es crítico, ya que un tiempo de isquemia prolongado puede aumentar el riesgo de daño miocárdico y complicaciones postoperatorias. El tiempo de CEC es el período durante el cual la sangre del paciente es desviada a una máquina de corazón-pulmón para mantener la oxigenación y la circulación durante la cirugía.

- Necesidades transfusionales:

Se registrará la cantidad y el tipo de productos sanguíneos transfundidos durante la cirugía y en el período postoperatorio inmediato.

- Horas de intubación

El tiempo de intubación se registrará en horas desde el final de la cirugía hasta la extubación exitosa del paciente.

4.8 Variables resultado

Las variables resultado son fundamentales para evaluar los objetivos principales y secundarios del estudio. Estas variables permiten determinar la correlación entre la fragilidad y los resultados postoperatorios en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Las

variables resultado y los métodos utilizados para su medición y análisis, han sido descritas en el apartado 4.5.

4.9 Análisis estadístico

Los datos recogidos fueron introducidos en una base de datos diseñada específicamente para este estudio. El desarrollo de la base de datos se llevó a cabo utilizando Microsoft Excel del paquete informático Office 2010 para Windows (*Microsoft Corporation, Redmond, EE. UU.*), implementando mecanismos de protección para asegurar la integridad y precisión de los datos ingresados.

Las variables cuantitativas clínicas, demográficas, bioquímicas y perioperatorias, así como los resultados de las pruebas de GrST y GST, fueron comparadas entre los grupos definidos por el diagnóstico de fragilidad obtenido con las cuatro escalas mediante la prueba paramétrica *t de Student* tanto en las variables que demostraron distribución normal como en las que no, acogiéndonos al teorema central del límite. Las variables cualitativas fueron analizadas utilizando pruebas de χ^2 o test de Fisher según correspondiera.

Finalmente, se calculó las Odds Ratio y los Intervalos de Confianza al 95% para GrST y GST, como medida de asociación entre estas y la morbimortalidad.

Los datos de los pacientes que fallecieron o no completaron el seguimiento por cualquier causa fueron excluidos del análisis final sobre el desarrollo de eventos negativos, asegurando así la validez de los resultados.

El análisis de datos se llevó a cabo utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics for MAC, Versión 29.0 (IBM Corp., Armonk, NY), tras un proceso de confirmación de los datos recogidos. Se consideró significativo un valor de $p < \alpha$ considerando $\alpha = 0.05$.

4.10 Determinación del tamaño muestral

Para establecer el tamaño muestral adecuado, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura científica actualizada sobre la relación entre fragilidad y resultados en cirugía cardíaca. Se encontró que la prevalencia de fragilidad en la población anciana sometida a cirugía cardiovascular varía significativamente según estudios, llegando a oscilar entre el 4% y el 50% (86). Basándonos en esta variabilidad y adoptando un enfoque conservador, se estimó que el grupo de pacientes frágiles constituiría aproximadamente el 20% de la muestra total.

Para calcular el tamaño muestral, se consideraron los siguientes aspectos estadísticos:

1. Variable de resultado primaria: se definió como variable de resultado primaria la correlación entre la fragilidad medida y los eventos adversos perioperatorios, incluida la mortalidad hospitalaria y la morbilidad postoperatoria.
2. Cálculo del tamaño muestral: utilizando un enfoque basado en la potencia estadística del 90% y un nivel de significancia (α) bilateral de 0,05, se emplearon fórmulas estadísticas específicas para calcular el tamaño muestral necesario. se consideró una

desviación estándar esperada de los resultados y la magnitud del efecto esperado según la literatura revisada.

Asumiendo una prevalencia de fragilidad del 20% entre los pacientes candidatos a cirugía cardíaca, se determinó que se necesitaría un tamaño muestral total de al menos 150 pacientes para detectar diferencias significativas con respecto a los resultados perioperatorios, con un poder estadístico suficiente.

Para mitigar el efecto de posibles pérdidas durante el seguimiento, se incorporó un ajuste adicional del 20% al tamaño muestral calculado inicialmente, resultando un total de 180 pacientes. Esta estrategia asegura que la muestra final sea adecuada para mantener la robustez y la validez de los resultados obtenidos durante el estudio longitudinal.

El cálculo del tamaño muestral y la potencia estadística se realizó utilizando el software estadístico Stata/IC 15.0 (*StataCorp LP*, College Station, TX), aplicando el comando nativo *nsize* de dicho software. El cálculo del tamaño muestral arrojó un tamaño muestral necesario de al menos 233 pacientes y tras realizar el ajuste por pérdidas durante el seguimiento (20% adicional): 280 pacientes.

4.11 Consideraciones éticas

El estudio se realizará conforme a las normas éticas de la Declaración de Helsinki y la guía STROBE, priorizando el bienestar de los participantes (87, 88). La Declaración de Helsinki establece principios éticos esenciales para la investigación médica. La

iniciativa STROBE garantiza la calidad y transparencia en los estudios observacionales. Estas directrices aseguran la integridad científica y ética en todas las etapas del estudio.

Antes del inicio del estudio, se ha obtenido la aprobación del Comité de Ética de investigación del centro hospitalario donde se ha llevado a cabo el estudio (Anexo V).

El consentimiento informado se entregó tanto verbalmente como por escrito. Los pacientes firmaron un formulario de consentimiento informado antes de ser incluidos en el estudio. Se aseguró que los participantes comprendiesen plenamente la información proporcionada y que su participación fuese voluntaria (Anexo VI).

Se garantizó la confidencialidad de la información personal y médica de los participantes. Los datos recopilados se almacenaron de manera segura y solo el equipo de investigación tuvo acceso a ellos. Se utilizaron códigos de identificación en lugar de nombres para proteger la privacidad de los pacientes.

Los pacientes tenían la libertad de retirarse del estudio en cualquier momento sin necesidad de dar explicaciones y sin que esto afectase a la calidad de la atención médica que reciben. Se informó a los participantes de su derecho a recibir respuestas a cualquier pregunta relacionada con el estudio y a ser informados sobre cualquier nuevo hallazgo relevante que pudiera surgir durante el curso del mismo.

Sumado a todo lo anterior, el personal involucrado en la realización del estudio recibió capacitación adecuada en ética de la investigación y procedimientos específicos del estudio. Esto garantizó que todas las actividades se realizaron de acuerdo con los más altos estándares éticos y científicos.

5. RESULTADOS

5.1 Descripción del grupo de estudio

El periodo de inclusión de pacientes fue desde febrero de 2018 hasta agosto de 2020. En este periodo en el servicio de cirugía cardíaca del Hospital Clínico Universitario de Valladolid se intervinieron 925 pacientes con edad superior a 18 años.

De estos, 104 no cumplieron criterios de inclusión, por realizarse la cirugía de forma urgente o emergente. De los 821 restantes, fueron contactados por el equipo investigador 455 pacientes, de los cuales 62 rechazaron participar en el estudio tras la debida información, refutando la firma del consentimiento informado y por tanto su inclusión.

En consecuencia, fueron reclutados para la investigación 393 pacientes. De estos participantes, 68 fueron excluidos del análisis final porque no se pudo en ellos recopilar los datos de modo adecuado (deterioro neurológico, falta de comprensión para la realización de las pruebas, errores en su ejecución, etc.).

Finalmente, se analizaron los datos de 325 incluidos para la muestra final, y salvo uno, todos pudieron participar en el seguimiento telefónico a un año (Figura 11).

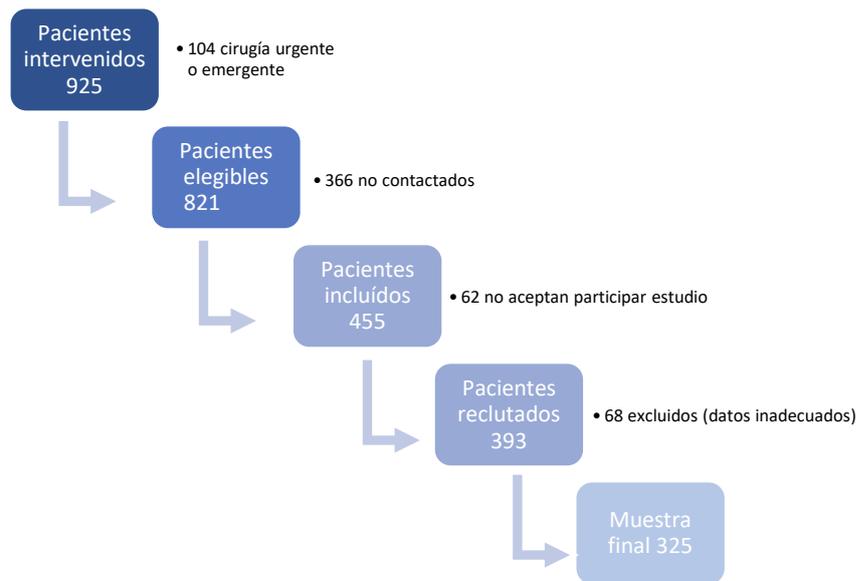


Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de selección de la muestra.

5.1.1 Características demográficas de los participantes del estudio

La distribución por género mostró una prevalencia mayor de hombres (59,7%, n=194).

La edad media de los pacientes fue de 68,37 años (DS 10,8 años) con un rango de edad entre los 19 y los 85 años. La distribución etaria mostró una mayor concentración de pacientes en el grupo de edad de 60 a 75 años, representando el 80,6% del total de la muestra.

5.1.2 Características clínicas

El análisis detallado de las características clínicas de la población objeto de estudio evidencia una marcada prevalencia de comorbilidades múltiples, lo cual es indicativo de una complejidad médica significativa dentro de la muestra (Tabla 10).

Variables	
Preoperatorias cuantitativas	MEDIA (DE)
Edad	68,37 (10,8)
IMC	27,48 (4,35)
EuroSCORE	7,19 (5,92)
EuroSCORE II	4,36 (4,69)
Hemoglobina (g/dl)	13,89 (8,69)
Creatinina (mg/dl)	1,05 (0,34)
Proteínas totales (mg/dl)	7,2 (0,83)
CK (U/l)	100,6 (79,46)
Preoperatorias cualitativas	n (%)
Sexo femenino	131 (40,3)
Hipertensión	211 (64,9)
Dislipidemia	172 (52,9)
Diabetes Mellitus	82 (25,2)
DM 1	14 (4,3)
DM 2	67 (20,6)
Fumador activo	35 (10,8)
EPOC	34 (10,5)
Insuficiencia renal preoperatoria	34 (10,5)
Infarto de miocardio previo	29 (8,9)
AIT	27 (8,3)
Clase funcional NYHA III-IV	147 (45,3)
Intraoperatorias cualitativas	n (%)
Cirugía valvular	186 (57,2)
Cirugía coronaria	51 (15,7)
Cirugía mixta (coronario+valvular)	51 (15,7)

Otros	37 (11)
Intraoperatorias cuantitativas	MEDIA (DE)
Tiempo CEC (minutos)	112,55 (45,82)
Tiempo isquemia (minutos)	82,47 (34,59)

Tabla 10. Características basales de los pacientes. Las variables cuantitativas están expresadas como media \pm desviación típica y las categóricas como n (%).

Si analizamos el tipo de cirugía al que fueron sometidos los pacientes, el tipo de intervención más frecuente fue la cirugía valvular (sustituciones o reparaciones de válvula/s aórtica, mitral y/o tricúspide) realizada en un 57,2% de los pacientes (Figura 12).

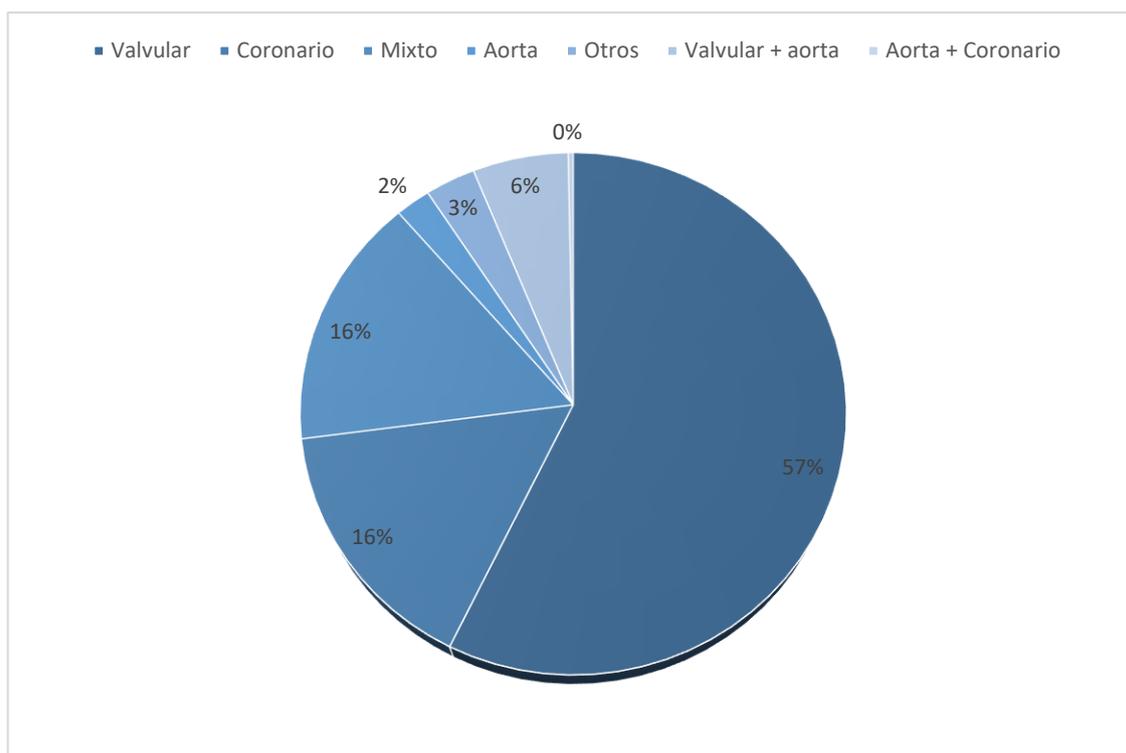


Figura 12. Tipos de cirugía realizados.

En cuanto a la estimación del riesgo prequirúrgicos según los *scores* clásicos, en la Figura 13 los gráficos presentados muestran la distribución del riesgo quirúrgico en la muestra estudiada utilizando las escalas EuroSCORE y EuroSCORE II.

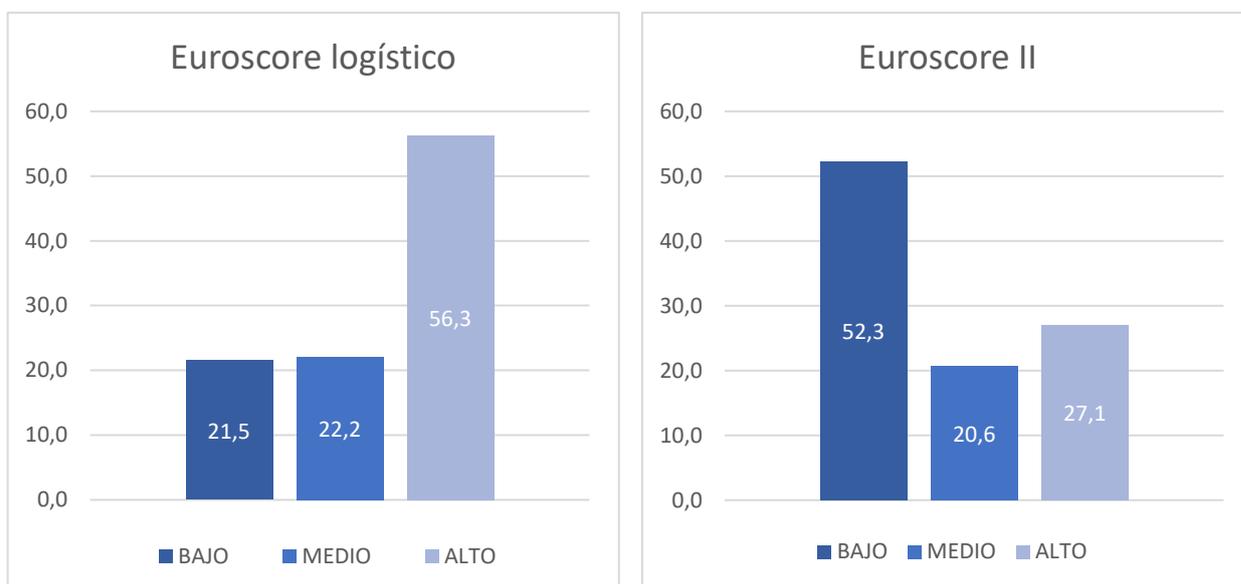


Figura 13. Evaluación del riesgo quirúrgico según EuroSCORE logístico y EuroSCORE II.

En el primer gráfico relativo al EuroSCORE, se observa que el 56,3% de los pacientes se encuentran en la categoría de alto riesgo.

En cuanto al EuroSCORE II, muestra una distribución algo diferente. En este caso, la mayor proporción de pacientes se encuentra en la categoría de bajo riesgo, con un 52,3%.

La comparación de ambas escalas revela una discrepancia significativa en la evaluación del riesgo quirúrgico, algo ya conocido. Mientras que el EuroSCORE original tiende a clasificar a una mayor proporción de pacientes como de alto riesgo, el

EuroSCORE II parece proporcionar una evaluación más conservadora, ubicando a una mayor parte de la muestra en la categoría de bajo y medio riesgo.

5.2 Evaluación de la fragilidad

5.2.1 Distribución de la fragilidad según escalas aplicadas

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de las diferentes escalas de fragilidad escogidas para aplicar en la muestra estudiada permiten una evaluación detallada y comparativa del estado de fragilidad de los pacientes. A continuación, se presenta un análisis exhaustivo de los datos recopilados utilizando las escalas de Edmonton, FRAIL, el test de Barthel y el test de Katz.

La Tabla 11 muestra la distribución de la fragilidad en la muestra según la escala de Edmonton. De los 325 pacientes evaluados, 175 (53,8%) no presentan vulnerabilidad significativa (puntuación <6). Sin embargo, 96 pacientes (29,5%) fueron clasificados como aparentemente vulnerables (puntuación entre 6 y 11), mientras que 54 pacientes (16,6%) se consideran en estado de fragilidad severa (puntuación ≥ 12). Para facilitar su interpretación se han agrupado las categorías aparentemente vulnerable y fragilidad severa, quedando así establecida la clasificación entre paciente no frágil y frágil. Estos datos revelan que, aunque la mayoría de los pacientes no son considerados frágiles bajo esta escala, una proporción considerable (46,15%) presenta algún grado de vulnerabilidad.

Vulnerabilidad	n (%)
<i>No vulnerable <6 puntos</i>	175 (53,8)
<i>Vulnerable ≥6 puntos</i>	150 (46,15)
Total	325 (100,0)

Tabla 11. Distribución de la fragilidad según la escala de Edmonton.

Por otro lado, la Tabla 12 proporciona una visión diferente sobre la fragilidad en la muestra, utilizando la escala FRAIL en la que el 65,2% de los pacientes se consideran como frágiles. Mientras que este porcentaje asciende al 92% cuando la evaluación de la fragilidad se realiza mediante el test de Barthel o desciende al 2% si se evalúa mediante la escala de Katz.

Fragilidad	n (%)
<i>No frágil</i>	113 (34,8%)
<i>Frágil</i>	212 (65,2%)
Total	325 (100,0%)

Tabla 12. Resultados de escala FRAIL.

El test de Barthel, que evalúa la dependencia funcional de los pacientes, se presentan en la Tabla 13. Finalmente, la Tabla 14 muestra los resultados del test de Katz, que identifica la capacidad de los pacientes para realizar actividades de la vida diaria

Dependencia	Frecuencia	Porcentaje
<i>No dependiente</i>	25	8%
<i>Dependiente</i>	300	92%
Total	325	100%

Tabla 13. Resultados del test de Barthel.

<i>Fragilidad</i>	Frecuencia	Porcentaje
<i>No frágil</i>	319	98%
<i>Frágil</i>	6	2%
Total	325	100%

Tabla 14. Resultados de la muestra para el test de Katz.

En definitiva, mientras que las escalas Edmonton y Frail identifican una proporción significativa de pacientes vulnerables o frágiles, la escala de Barthel muestra un excesivo nivel de dependencia en la muestra. Por otro lado, la escala de Katz parece ser menos sensible para detectar la fragilidad, ya que clasifica a casi todos los pacientes como no frágiles (Figura 14).

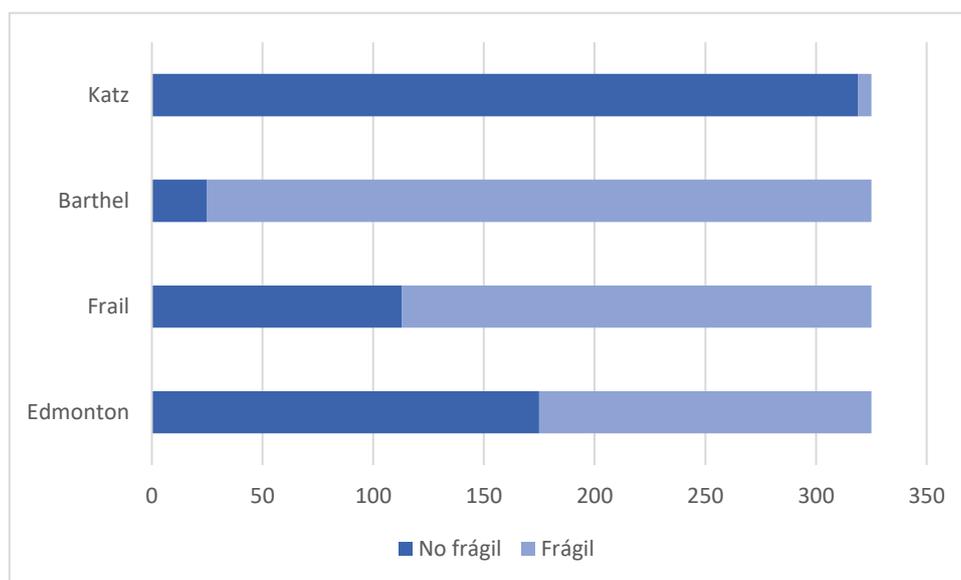


Figura 14. Comparación de los resultados obtenidos por los pacientes de la muestra según las diferentes escalas.

5.2.2 Correlación entre las diferentes escalas de fragilidad

El siguiente diagrama de Venn (Figura 15) muestra el número de pacientes clasificados como “frágiles” en cada una de las cuatro escalas: Barthel, Katz, Frail y Edmonton. Del total de pacientes, únicamente 3 fueron clasificados como frágiles por las cuatro escalas.

Se observa una considerable intersección entre las escalas Frail y Edmonton, con 54 pacientes clasificados como frágiles en ambas escalas. Hay 22 pacientes que coinciden entre las escalas Barthel y Frail, y 20 pacientes entre las escalas Barthel y Edmonton. Las intersecciones más pequeñas, como la de Katz con Frail (3 pacientes) y Katz con Edmonton (5 pacientes), indican una menor coincidencia.

Finalmente, hay 19 pacientes que fueron clasificados como frágiles tanto por las escalas Barthel, Frail y Edmonton. Estos datos reflejan diferentes criterios de evaluación en cada escala y la variabilidad en la clasificación de la fragilidad entre las distintas metodologías utilizadas.

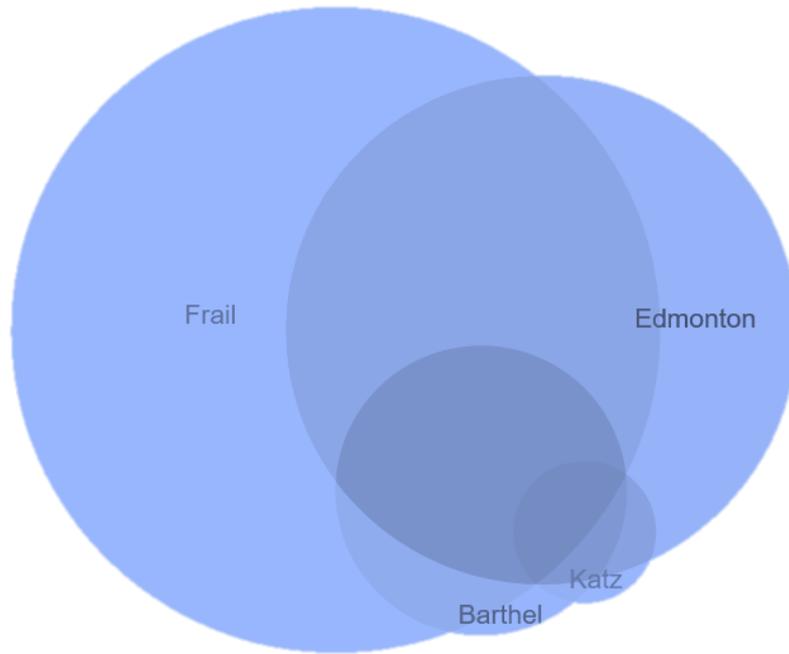


Figura 15. Diagrama de Venn. Clasificación de los pacientes como "frágiles" según las diferentes escalas.

5.3 Análisis de la fuerza de agarre (GrST)

5.3.1 Distribución de los valores de GrST

Los resultados de la prueba de fuerza de agarre, proporcionan información valiosa sobre la capacidad física de los participantes del estudio. La fuerza de agarre media fue de 27,55 kilogramos (kg), con una desviación o estándar de 10,84 kg. En cuanto a su diferencia según sexo, la media para hombres fue de 33,28 kg (DE: 9,7) y en mujeres 19,05 (DE: 5,47). La prueba identificó un total de 133 pacientes como frágiles, 72 (37,3%) hombres y 71 (46,2%) mujeres.

5.3.2 Correlación de GrST con las escalas de fragilidad

El análisis de la correlación entre el GrST y las diversas escalas de fragilidad proporciona información importante sobre la relación entre la fuerza muscular y la fragilidad en los pacientes del estudio. Los resultados de la correlación se presentan en la Tabla 15.

<i>Escala</i>	Coefficiente de correlación (r)	P Valor
<i>Barthel</i>	0,281	< 0,001
<i>Katz</i>	0,222	< 0,001
<i>Frail</i>	-0,237	< 0,001
<i>Edmonton</i>	-0,394	< 0,001

Tabla 15. Correlación del GrST con escalas de fragilidad

El coeficiente de correlación de la GrST con las escalas de fragilidad es débil en todos los casos, salvo con la escala Edmonton, en la que podemos observar una correlación moderada y negativa.

5.4 Análisis de la velocidad de la marcha (GST)

5.4.1 Distribución de los valores de GST

Los resultados del GST, revelan información decisiva sobre la movilidad funcional de los participantes del estudio. El tiempo promedio de realización del GST fue de 7,21 segundos, con una desviación estándar de 4,16 segundos; en cuanto a sexos, la media fue de 6,54 para hombres (DE 3,75) y 8,14 para mujeres (DE 4,52). La prueba

identificó un total de 117 pacientes como frágiles, 53 (27,5%) hombres y 64 (48,5%) mujeres.

Esta variabilidad sustancial en el rendimiento sugiere una amplia gama de niveles de movilidad funcional entre los participantes.

5.4.2 Correlación de GST con fragilidad y otros factores clínicos

El análisis de la correlación entre el test de velocidad de la marcha y las diversas escalas de fragilidad nos aporta información sobre la relación entre la movilidad funcional y la fragilidad en los pacientes del estudio. Los resultados de la correlación se muestran en la Tabla 16, objetivándose una correlación débil en todos los casos.

<i>Escala</i>	Coefficiente de correlación (r)	P Valor
<i>Barthel</i>	-0,178	< 0,001
<i>Katz</i>	-0,195	< 0,001
<i>Frail</i>	0,201	< 0,001
<i>Edmonton</i>	0,299	< 0,001

Tabla 16. Correlación de GST con escalas de fragilidad.

5.5 Predicción de Mortalidad Hospitalaria

5.5.1 Resultados de mortalidad

Durante el periodo de estudio, la mortalidad hospitalaria, definida como mortalidad a 30 días, fue del 4,9%, lo que corresponde a un total de 16 pacientes fallecidos de los 325 pacientes evaluados.

5.5.2 Eficacia predictiva de las escalas de fragilidad

Para el análisis de la capacidad predictiva de las escalas de fragilidad para la mortalidad hospitalaria, se emplearon curvas ROC como método principal para evaluar el rendimiento de las escalas de fragilidad utilizadas en nuestro estudio: Barthel, Katz, Frail y Edmonton. Este enfoque nos permitió calcular el área bajo la curva, una medida clave para evaluar la capacidad de cada escala para discriminar entre pacientes que fallecieron y aquellos que sobrevivieron durante el periodo de hospitalización.

Los valores de AUC obtenidos variaron significativamente, oscilando entre 0,344 y 0,729, lo que pone de manifiesto diferencias sustanciales en la capacidad discriminativa de las herramientas evaluadas. Estos resultados se resumen en la Tabla 17, que presenta los valores de AUC para cada escala junto con su interpretación en términos de capacidad predictiva.

Escala	AUC	IC (95 %)	Valor P
Barthel	0,344	0,24 – 0,44	0,20
Katz	0,422	0,32 – 0,52	0,10
Frail	0,525	0,41 – 0,63	0,45
Edmonton	0,729	0,60 – 0,85	0,01

Tabla 17. Valores de área bajo la curva (AUC) para las escalas de fragilidad evaluadas.

La escala Edmonton destacó como la herramienta con mejor desempeño, con un AUC de 0,729, lo que se considera una capacidad discriminativa moderada. En su análisis detallado, el punto de corte de 5,5 mostró un equilibrio óptimo, con una sensibilidad del 62,5% y una especificidad del 78,3%, logrando un índice de Youden de 0,408, el más alto

entre las escalas evaluadas. Otros puntos de corte, como 4,5 y 6,5, también ofrecieron desempeños aceptables, con índices de Youden de 0,367 y 0,364, respectivamente. Estos hallazgos refuerzan la utilidad de la escala Edmonton en la identificación de pacientes en riesgo de mortalidad hospitalaria.

Los resultados de las curvas ROC, visualizados en la Figura 15, muestran gráficamente las diferencias en la capacidad discriminativa de cada escala.

En síntesis, la escala Edmonton arroja resultados que sugieren que en nuestra población es la herramienta más adecuada para predecir la mortalidad hospitalaria, con un desempeño que supera significativamente al de las escalas Barthel, Katz y Frail. Estas últimas presentaron limitaciones considerables, especialmente en términos de sensibilidad y especificidad, lo que reduce su utilidad en este contexto clínico.

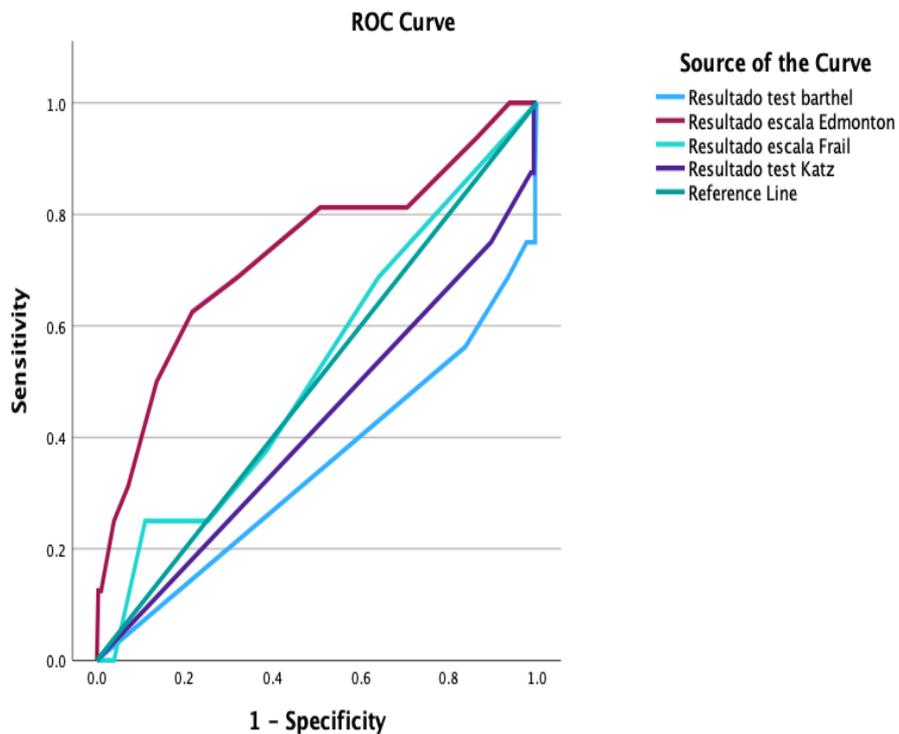


Figura 16. Curvas ROC comparativas para la evaluación de fragilidad mediante las distintas escalas.

5.5.3 Eficacia predictiva de GrST y GST

El análisis de la capacidad predictiva del test de fuerza de agarre y del test de marcha en cinco metros para la mortalidad se llevó a cabo empleando la OR como medida de asociación entre la fragilidad determinada por el GrST y el GST y la mortalidad postoperatoria. Para ello, de acuerdo con la literatura disponible, (77) se consideró frágil aquel paciente con GrST < 30 Kg en hombres y GrST < 20 kg en mujeres. En el caso del GST se consideró frágil el paciente que se desplazó a una velocidad < 0,6 m/s.

Los análisis realizados para evaluar la eficacia predictiva del test de fuerza de agarre y el test de marcha en cinco metros en la predicción de mortalidad a 30 días en pacientes sometidos a cirugía cardíaca no mostraron asociaciones estadísticamente significativas (Tabla 18). Aunque el GrST presentó una tendencia hacia un mayor riesgo de mortalidad en pacientes clasificados como frágiles, y el GST indicó una relación más débil, en ambos casos los amplios intervalos de confianza y la ausencia de significación estadística limitan su utilidad clínica como herramientas predictivas en este contexto.

Escala	OR	IC 95%	Valor P
GrST	2,5	0,7-7,1	0,075
GST	1,4	0,5-3,8	0,508

Tabla 18. Eficacia predictiva de GrST y GST para mortalidad.

Tampoco se observaron variaciones capaces de predecir la mortalidad en ninguna de las dos medidas objetivas consideradas como variables continuas (Figura 17, Tabla 19).

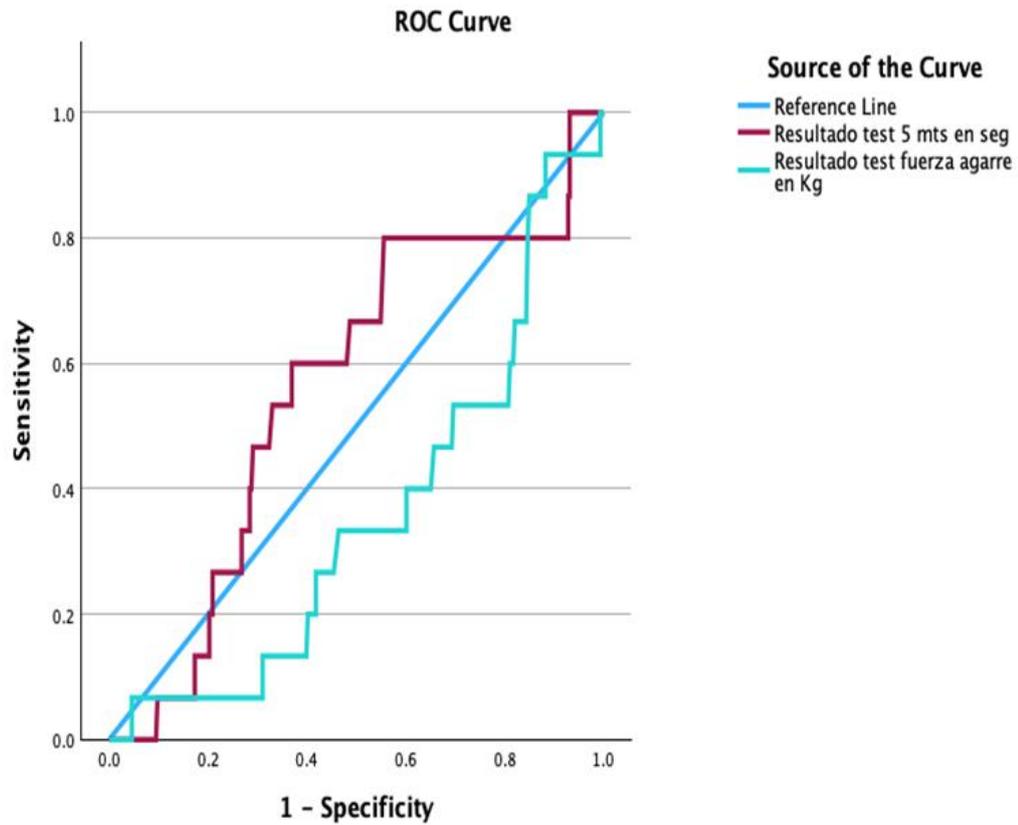


Figura 17. Curvas ROC comparativas para el test de velocidad de marcha y el test de fuerza de agarre.

Test	AUC	IC (95%)	Valor p
Fuerza de agarre (GrST)	0,358	0,20 – 0,51	0,30
Marcha en 5 metros (GST)	0,560	0,42 – 0,69	0,10

Tabla 19. Valores de área bajo la curva para GrST y GST en la predicción de mortalidad a 30 días.

5.5.4 Eficacia predictiva de EuroSCORE

En el análisis de la capacidad predictiva del EuroSCORE, tanto en su versión Logística como en el EuroSCORE II, se evaluó su eficacia en la predicción de mortalidad en nuestra cohorte mediante curvas ROC.

El EuroSCORE Logístico presentó un AUC de 0,683, lo que indica una capacidad moderada para discriminar entre los pacientes que fallecieron y aquellos que sobrevivieron en el periodo de 30 días. En términos prácticos, un AUC en este rango sugiere que el modelo Logístico es útil, pero tiene limitaciones en la identificación precisa de pacientes en riesgo. Por su parte, el EuroSCORE II alcanzó un AUC de 0,773, lo que refleja una capacidad discriminativa buena y superior al modelo Logístico (Tabla 20).

Modelo	AUC	IC 95%	Valor p
EuroSCORE Logístico	0,683	0,55 – 0,79	0,10
EuroSCORE II	0,773	0,65 – 0,88	0,01

Tabla 20. Valores de área bajo la curva para las versiones de EuroSCORE.

El análisis de las coordenadas de las curvas ROC del EuroSCORE Logístico muestra que el índice de Youden más alto, 0,28, se alcanzó en un punto de corte de 6,60, con una sensibilidad del 68,8% y una especificidad del 59,9%. Este punto de corte representa el mejor equilibrio posible entre sensibilidad y especificidad para este modelo. Sin embargo, es importante señalar que este equilibrio es solo moderado, ya que la especificidad permanece baja en comparación con otros modelos, lo que puede dar lugar

a una tasa relativamente alta de falsos positivos. Este patrón se mantiene en puntos de corte más altos, donde la especificidad mejora pero la sensibilidad disminuye de manera considerable, limitando la capacidad del modelo Logístico para discriminar de manera consistente en toda la cohorte.

En contraste, el EuroSCORE II mostró un rendimiento superior en todas las métricas evaluadas. Su índice de Youden máximo fue de 0,40, alcanzado en un punto de corte de 6,13, con una sensibilidad del 56,3% y una especificidad del 83,7%. Este punto de corte refleja un equilibrio mucho más favorable entre sensibilidad y especificidad en comparación con el modelo Logístico, lo que convierte al EuroSCORE II en una herramienta más confiable para la predicción de mortalidad a 30 días. Adicionalmente, la distribución de los valores de sensibilidad y especificidad a lo largo de diferentes puntos de corte muestra una mayor estabilidad en el EuroSCORE II, lo que refuerza su utilidad clínica al reducir la probabilidad de falsos positivos y negativos.

La Figura 18, que representa las curvas ROC para ambas versiones del EuroSCORE, ilustra de manera clara las diferencias descritas previamente. La curva correspondiente al EuroSCORE II se posiciona por encima de la del modelo Logístico a lo largo de todo el rango de especificidad, evidenciando su mejor desempeño global.

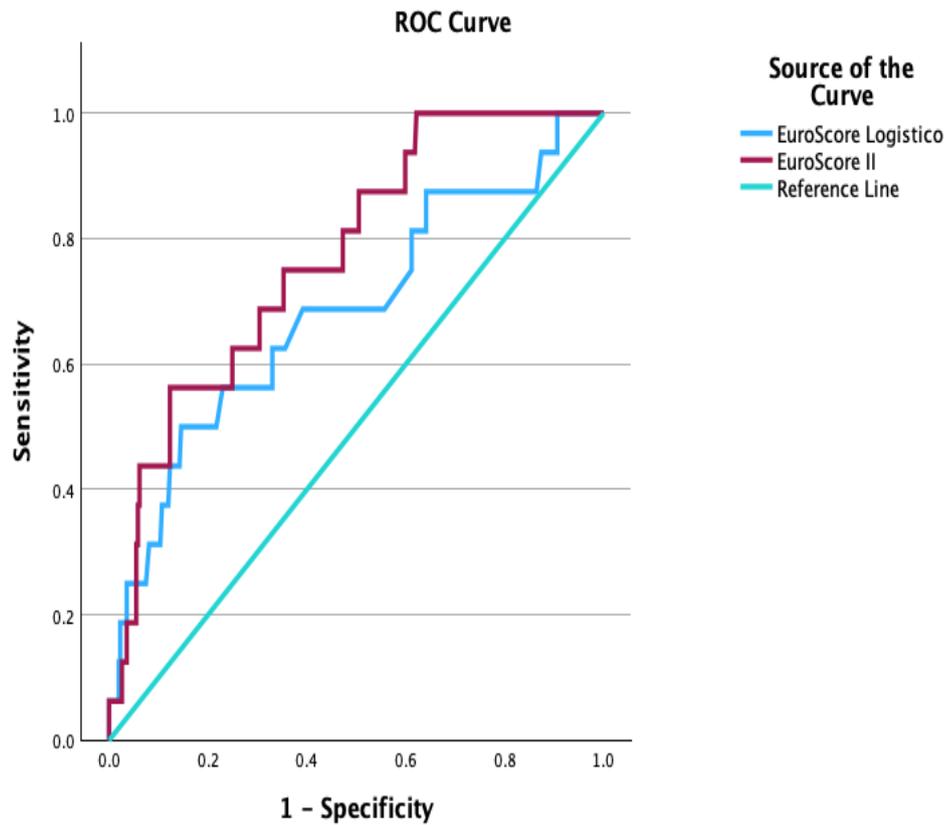


Figura 18. Curvas ROC del EuroSCORE Logístico y el EuroSCORE II para la predicción de mortalidad.

En síntesis, los resultados obtenidos indican que el EuroSCORE II es significativamente más eficaz que el EuroSCORE Logístico para la predicción de mortalidad a 30 días en esta población. Su mayor AUC y su mejor equilibrio entre sensibilidad y especificidad lo convierten en una herramienta más adecuada para este propósito.

5.5.5 Comparación entre capacidad predictiva de escalas de fragilidad, GrST, GST y EuroSCORE.

El análisis comparativo entre las herramientas predictivas empleadas en este estudio reveló diferencias significativas en la capacidad discriminativa para predecir la mortalidad a los 30 días tras la cirugía. Este apartado explora los resultados obtenidos para las escalas de fragilidad (Barthel, Katz, Frail y Edmonton), las pruebas objetivas (GrST y GST) y los modelos de riesgo quirúrgico (EuroSCORE logístico y EuroSCORE II), destacando las implicaciones de estas diferencias en la práctica clínica.

La comparación de las áreas bajo la curva permitió establecer un ranking de efectividad predictiva entre los parámetros evaluados. De acuerdo con los resultados obtenidos, las escalas de fragilidad mostraron un desempeño variable, siendo la escala Edmonton la que presentó una AUC más alta (0,729), clasificándola como moderadamente discriminativa. Por el contrario, las escalas Barthel y Katz mostraron las AUC más bajas (0,344 y 0,422, respectivamente), lo que refleja su baja utilidad como herramientas predictivas en este contexto. La escala Frail, con una AUC de 0,525, presentó una capacidad apenas superior al azar.

En contraste, los parámetros objetivamente medibles, GrST y GST, mostraron un desempeño limitado de las pruebas funcionales a la hora de la identificación clínica del paciente frágil con mayor riesgo de mortalidad en la población analizada.

Por último, los modelos EuroSCORE logístico y EuroSCORE II destacaron significativamente, con AUC de 0,683 y 0,773, respectivamente. El EuroSCORE II presentó el mejor desempeño global entre todas las herramientas analizadas, clasificándose como un predictor altamente discriminativo.

Los análisis estadísticos realizados para comparar las AUC revelaron diferencias significativas entre los EuroSCORE y el resto de las herramientas evaluadas. En particular, el EuroSCORE II superó significativamente a todas las escalas de fragilidad, así como a las pruebas de GrST y GST. De manera similar, el EuroSCORE logístico mostró una capacidad predictiva significativamente mayor en comparación con la mayoría de las escalas de fragilidad y las pruebas objetivas, con excepción de la escala Edmonton, donde las diferencias no alcanzaron significancia estadística.

Estos hallazgos resaltan la limitada utilidad de las pruebas objetivas y algunas escalas de fragilidad en la predicción de mortalidad postoperatoria, sugiriendo que los modelos ajustados de riesgo quirúrgico, como el EuroSCORE II, siguen siendo herramientas superiores en este contexto. Sin embargo, es importante destacar que la escala Edmonton, aunque no alcanza el desempeño del EuroSCORE II, mostró un equilibrio razonable entre sensibilidad y especificidad, lo que podría justificar su inclusión como herramienta complementaria en la evaluación del riesgo quirúrgico.

En síntesis, el análisis comparativo realizado subraya la superioridad del EuroSCORE II como predictor de mortalidad postoperatoria, seguido por la escala Edmonton como la mejor herramienta basada en la fragilidad. Las pruebas objetivas, aunque valiosas por su facilidad de aplicación, carecen de la precisión necesaria para ser consideradas como sustitutos efectivos de las herramientas más avanzadas.

5.6 Predicción de Morbilidad Hospitalaria

5.6.1 Incidencia de eventos adversos postoperatorios

La incidencia de eventos adversos postoperatorios en pacientes sometidos a cirugía cardíaca es un indicador crucial de la calidad del cuidado perioperatorio y de la recuperación. Por ello, en nuestro estudio, se identificaron y cuantificaron las principales complicaciones postoperatorias. Los criterios para la recopilación de variables vinculadas a la morbimortalidad se establecieron en la sección dedicada a la metodología.

La Figura 19 proporciona una visión detallada de las complicaciones postoperatorias más comunes y su frecuencia en la población estudiada. El shock cardiogénico, con una incidencia del 15,4% (n=50), destaca como una de las complicaciones más graves en el postoperatorio inmediato.

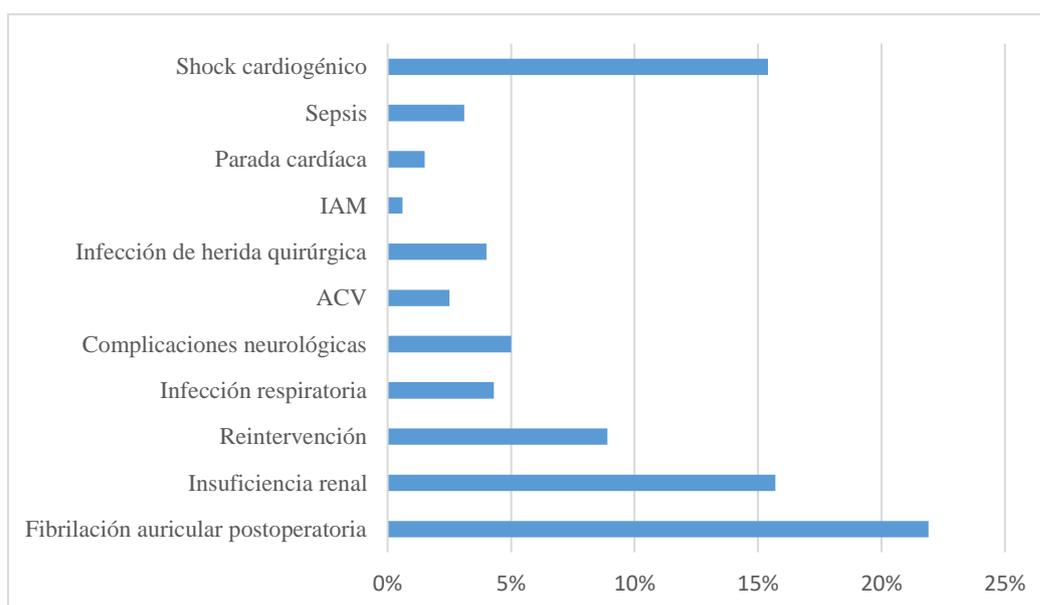


Figura 19. Incidencia de eventos adversos postoperatorios en los pacientes de la muestra.

A lo largo de este apartado se analizará la capacidad predictiva de la morbilidad hospitalaria aportada por las diferentes escalas estudiadas, centrándonos en aquellas complicaciones más graves que pueden comprometer la evolución clínica del paciente, su pronóstico vital y, en consecuencia, su calidad de vida tras la cirugía. Estas complicaciones incluyen: ictus, insuficiencia renal aguda, infección respiratoria, shock cardiogénico y sepsis. Todas ellas representan situaciones críticas que no solo incrementan el riesgo de mortalidad, sino que también prolongan la estancia hospitalaria y pueden condicionar secuelas permanentes que impacten negativamente en la recuperación funcional del paciente.

5.6.2 Eficacia predictiva de las escalas de fragilidad

- Ictus:

Los valores del área bajo la curva obtenidos para la predicción del ictus postoperatorio muestran diferencias en la capacidad discriminativa de cada escala, aunque en general revelan un rendimiento limitado y cercano al azar, lo que cuestiona su utilidad clínica en esta complicación (Tabla 21).

Escala de Fragilidad	AUC	IC 95%	Valor p
Resultado test Barthel	0,537	0,40 – 0,67	0,25
Resultado test Katz	0,501	0,35 – 0,65	0,50
Resultado escala Frail	0,447	0,30 – 0,59	0,40
Resultado escala Edmonton	0,402	0,28 – 0,52	0,35

Tabla 21. Capacidad predictiva de las escalas de fragilidad para la identificación de ACV postoperatorio mediante el área bajo la curva ROC.

Las escalas de fragilidad evaluadas en este estudio no ofrecen una capacidad predictiva adecuada para identificar pacientes con ictus postoperatorio (Figura 20).

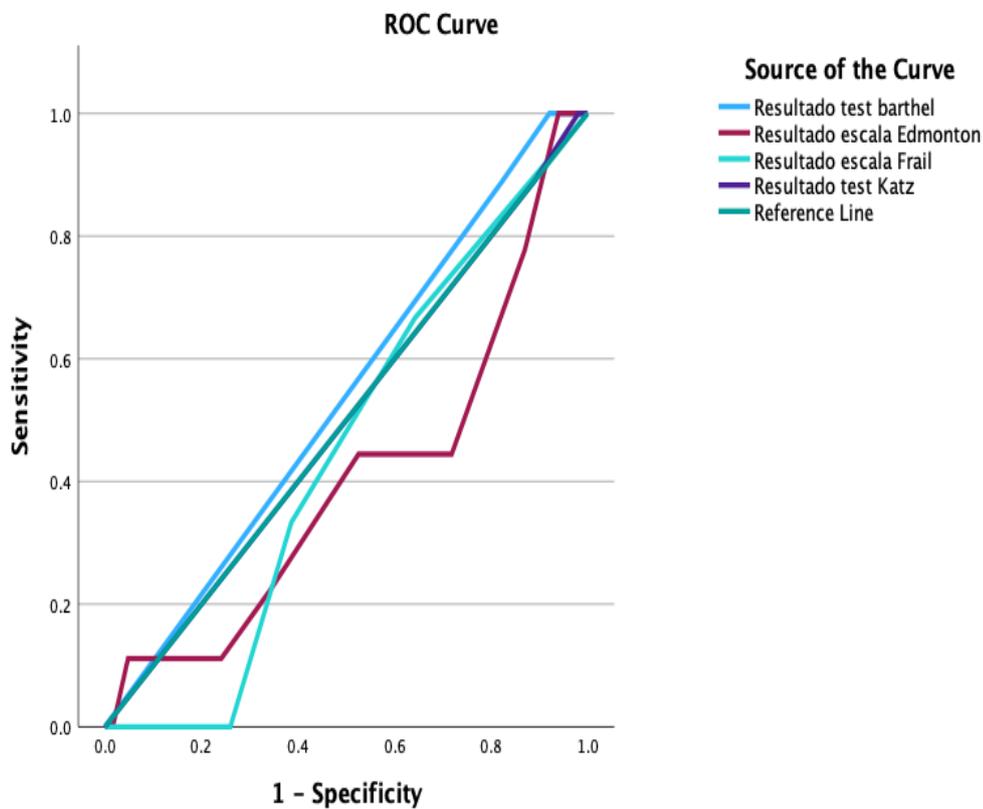


Figura 20. Curvas ROC para la predicción de ACV postoperatorio mediante las escalas de fragilidad.

- Insuficiencia renal aguda

Los valores del área bajo la curva resultantes muestran diferencias en la capacidad discriminativa de cada escala, aunque en general evidencian un rendimiento limitado para la predicción de esta complicación (Tabla 22).

Escala	AUC	IC 95%	Valor p
Barthel	0,425	0,30 – 0,55	0,20
Katz	0,457	0,34 – 0,58	0,25
Frail	0,535	0,42 – 0,65	0,10
Edmonton	0,633	0,52 – 0,74	0,02

Tabla 22. Área bajo la curva de las escalas de fragilidad en el fracaso renal postoperatorio.

Las escalas de fragilidad analizadas muestran una capacidad predictiva limitada para la identificación de fracaso renal postoperatorio (Figura 21).

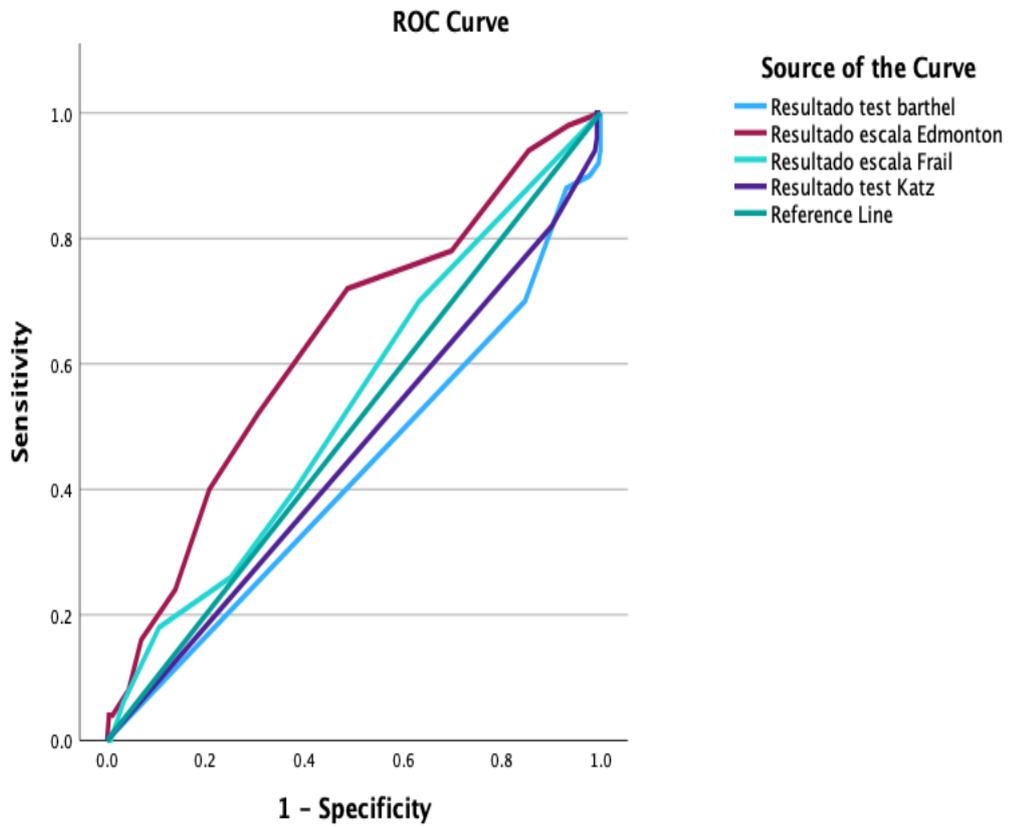


Figura 21. Curvas ROC para las escalas de fragilidad (Barthel, Katz, Frail y Edmonton) en la predicción de desarrollo de insuficiencia renal aguda.

- Infección respiratoria:

Analizamos ahora la capacidad predictiva de las escalas de fragilidad para identificar infecciones respiratorias postoperatorias en la población estudiada (Tabla 23).

Escala	AUC	IC 95%	Valor p
Barthel	0,489	0,34 – 0,63	0,40
Katz	0,485	0,33 – 0,62	0,45
Frail	0,402	0,28 – 0,53	0,30
Edmonton	0,556	0,41 – 0,69	0,10

Tabla 23. Área bajo la curva y capacidad predictiva de las escalas de fragilidad para infecciones respiratorias postoperatorias.

En el análisis de las escalas de fragilidad para la predicción de infecciones respiratorias postoperatorias, ninguna herramienta demostró una capacidad discriminativa adecuada (Figura 22).

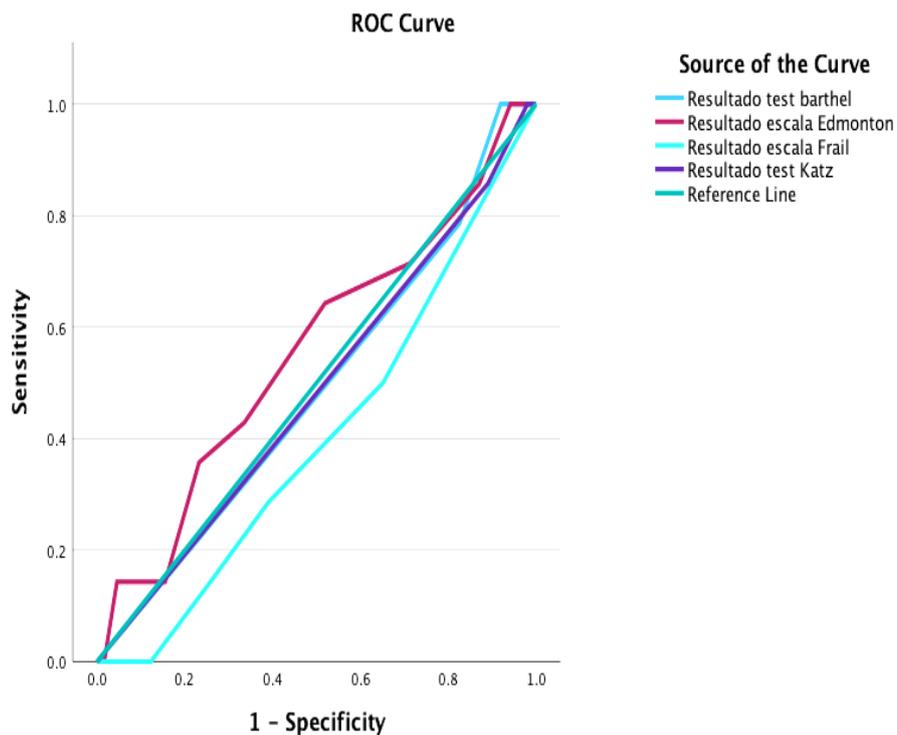


Figura 22. Curvas ROC para las escalas de fragilidad (Barthel, Katz, Frail y Edmonton) en la predicción de desarrollo de infecciones respiratorias.

- Shock cardiogénico:

Para evaluar la capacidad predictiva de las escalas de fragilidad (Barthel, Katz, Frail y Edmonton) en la identificación de shock cardiogénico postoperatorio, se emplearon las curvas ROC y se calculó el área bajo la curva (Tabla 24).

Escala	AUC	IC 95%	Valor p
Barthel	0,428	0,36 – 0,50	0,20
Katz	0,448	0,38 – 0,52	0,15
Frail	0,570	0,51 – 0,63	0,07
Edmonton	0,570	0,50 – 0,63	0,07

Tabla 24. Área bajo la curva de las escalas de fragilidad para la predicción de shock cardiogénico.

Como podemos observar, (Figura 23) aunque la escala Frail y la escala Edmonton presentan valores de AUC superiores al azar, su capacidad discriminativa continúa siendo limitada.

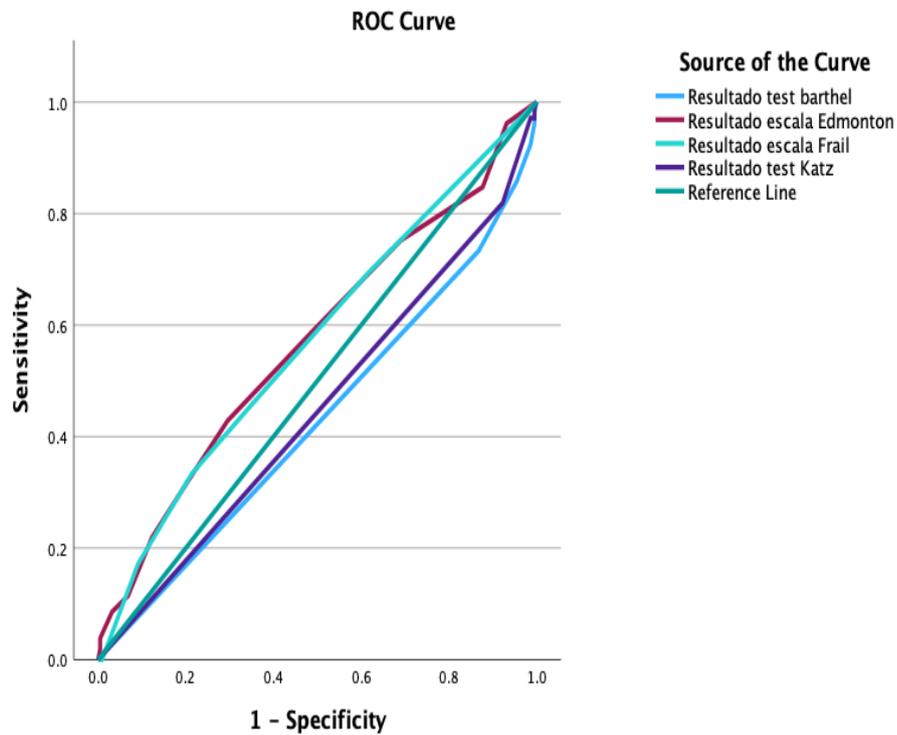


Figura 23. Curvas ROC para las escalas de fragilidad (Barthel, Katz, Frail y Edmonton) en la predicción de desarrollo de shock cardiogénico.

- Sepsis

Ninguna de las escalas de fragilidad evaluadas en este estudio mostró una capacidad predictiva adecuada para la identificación de sepsis postoperatoria (Tabla 25). (Figura 24).

Escala	AUC	IC (95%)	Valor de p
Barthel	0,442	0,33 – 0,56	0,25
Katz	0,414	0,28 – 0,55	0,35
Frail	0,503	0,38 – 0,62	0,95
Edmonton	0,562	0,42 – 0,69	0,10

Tabla 25. Capacidad predictiva de las escalas de fragilidad para sepsis postoperatoria.

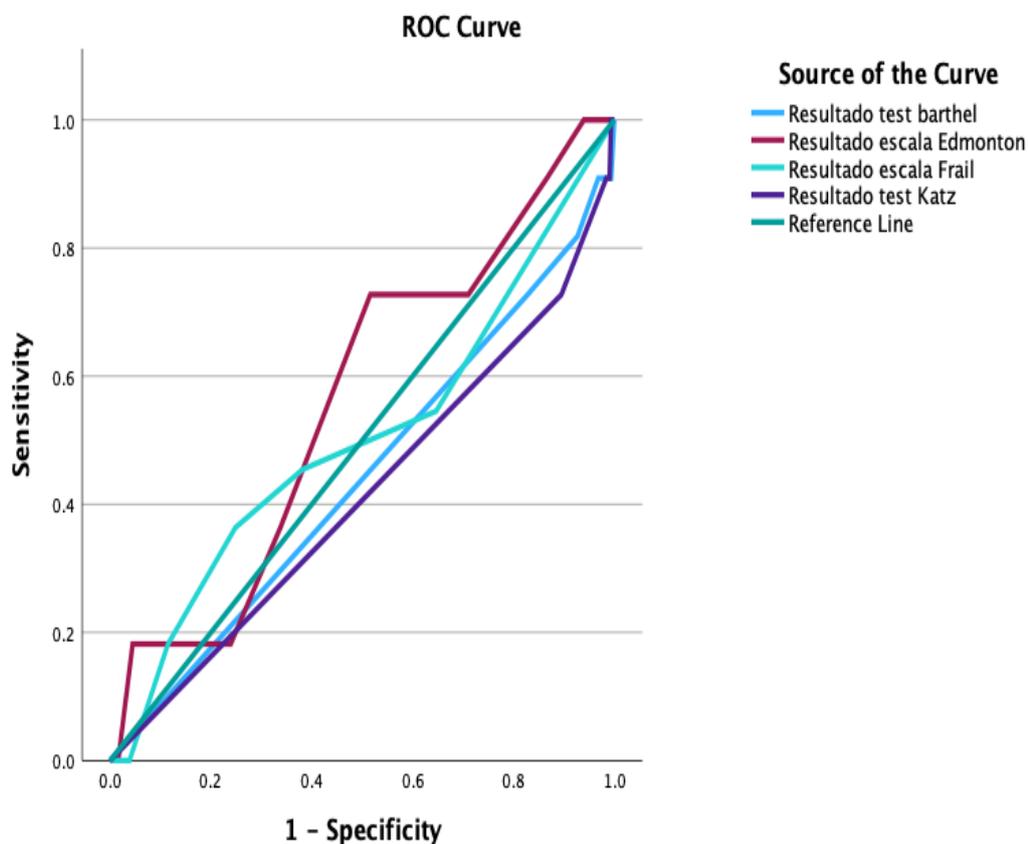


Figura 24. Curvas ROC para Barthel, Katz, Frail y Edmonton en la predicción de sepsis postoperatoria.

En conclusión, los resultados obtenidos evidencian una capacidad predictiva global limitada de las escalas de fragilidad analizadas (Barthel, Katz, Frail y Edmonton) para anticipar complicaciones postoperatorias en cirugía cardíaca. Si bien se observaron diferencias en el área bajo la curva en función del tipo de complicación, ninguna de las escalas alcanzó valores aceptables para su uso como herramienta discriminativa fiable.

5.6.3 Eficacia predictiva de GrST y GST

Ninguna de las dos pruebas objetivas mostró capacidad predictiva para las complicaciones postoperatorias estudiadas: ictus, insuficiencia renal, insuficiencia respiratoria y sepsis. Únicamente se observó, en el análisis univariante, una significación

estadística entre fragilidad preoperatoria determinada mediante GST y shock cardiogénico OR fue de 1,636 (IC 95%: 1,014-2,639) (p = 0,048).

En definitiva, el análisis de la eficacia predictiva de GrST y GST para morbilidad mostró una capacidad limitada de ambas herramientas en la mayoría de los casos.

5.6.4 Eficacia predictiva de EuroSCORE

- Ictus:

Tanto EuroSCORE logístico como EuroSCORE II presentaron un rendimiento limitado en la predicción de ictus postoperatorio (Tabla 26).

Modelo	AUC
EuroSCORE Logístico	0,533
EuroSCORE II	0,559

Tabla 26. Valores del área bajo la curva para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de ACV postoperatorio.

- Insuficiencia renal postoperatoria:

En el análisis de los EuroSCORE para la predicción de insuficiencia renal postoperatoria, ambas herramientas mostraron una capacidad discriminativa moderada, aunque ninguno de los modelos demostró ser óptimo. (Tabla 27) (Figura 25).

Escala	AUC	IC 95%	Valor p
EuroSCORE Logístico	0,667	0,584 – 0,750	< 0,05
EuroSCORE II	0,655	0,574 – 0,736	< 0,05

Tabla 27. Área bajo la curva y capacidad predictiva de los EuroSCORE para insuficiencia renal postoperatoria.

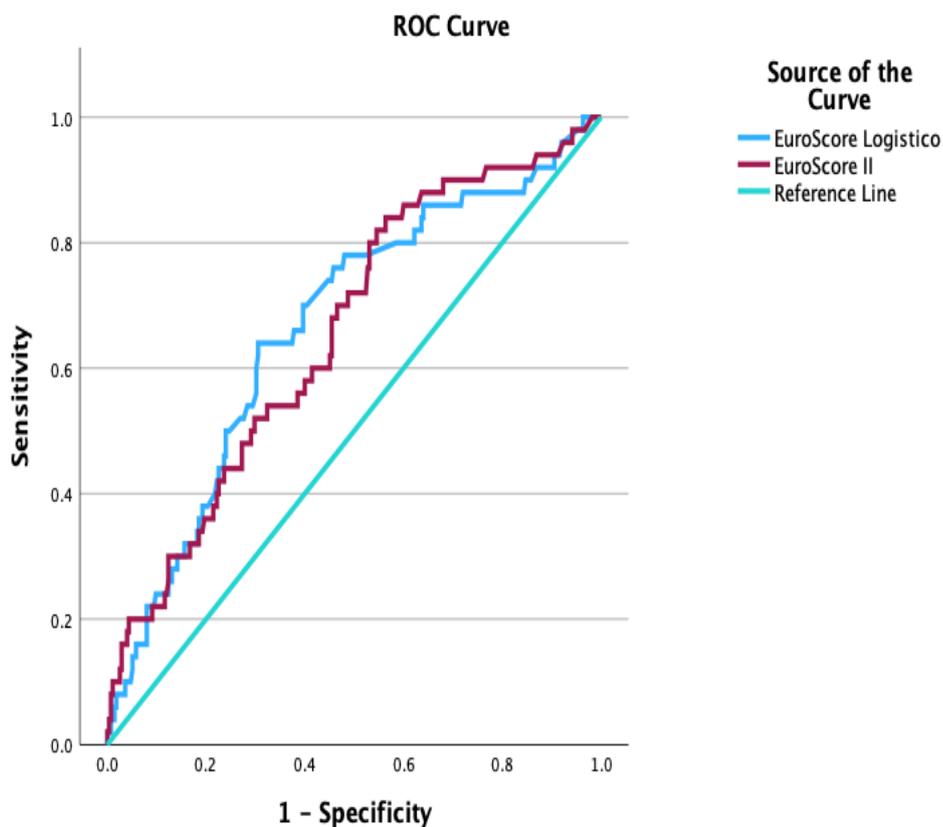


Figura 25. Curvas ROC para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de insuficiencia renal postoperatoria.

- Infección respiratoria:

Ambos scores demostraron un rendimiento limitado en la predicción de infecciones respiratorias postoperatorias (Tabla 28).

Modelo	AUC	IC 95%	Valor p
EuroSCORE Logístico	0,568	0,408 – 0,727	0,405
EuroSCORE II	0,594	0,422 – 0,767	0,285

Tabla 28. Valores del área bajo la curva para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de infecciones respiratorias postoperatorias.

En la curva ROC (Figura 26), se observa que ambos modelos presentan una sensibilidad alta en los puntos de corte más bajos, pero a expensas de una baja especificidad. A medida que aumenta el umbral de predicción, se produce un descenso en la sensibilidad sin que la especificidad mejore de forma significativa, lo que explica la limitada capacidad discriminativa global de los modelos. Este comportamiento refuerza la idea de que los EuroSCORE no son herramientas óptimas para predecir complicaciones respiratorias postoperatorias.

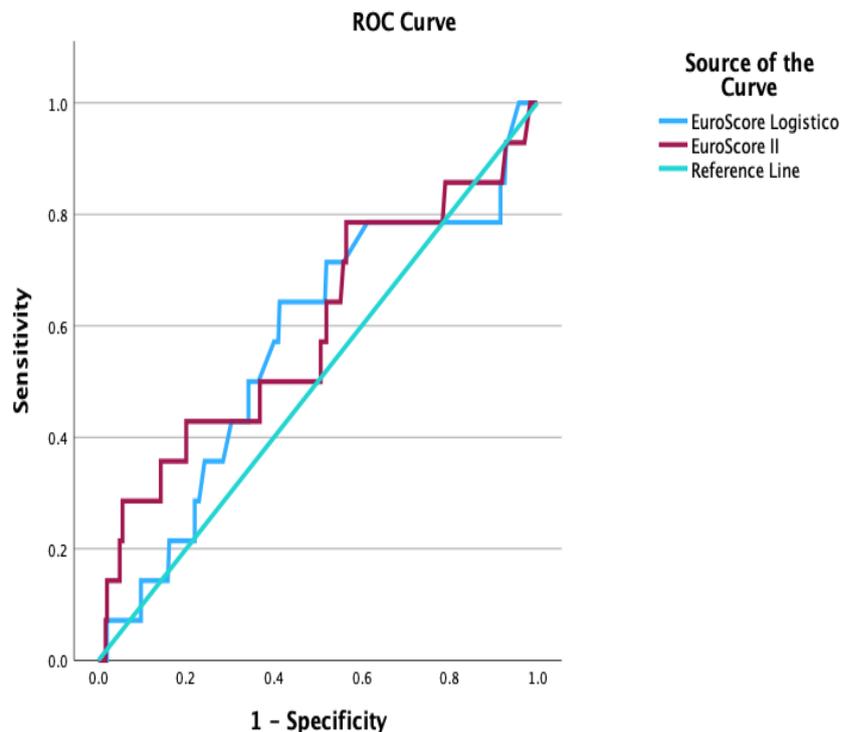


Figura 26. Curvas ROC para los modelos EuroSCORE en la predicción de infecciones respiratorias.

- Shock cardiogénico:

Ambos scores mostraron un rendimiento moderado en la predicción de desarrollar shock cardiogénico (Tabla 29).

Modelo	AUC	IC 95%	Valor p
EuroSCORE Logístico	0,671	0,610 – 0,732	<0,05
EuroSCORE II	0,684	0,625 – 0,744	<0,05

Tabla 29. Valores del área bajo la curva para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de shock cardiogénico postoperatorio.

Las curvas ROC muestran que ambos modelos logran una sensibilidad alta en puntos de corte bajos, a expensas de una disminución en la especificidad (Figura 27). El índice de Youden alcanza valores máximos de 0,315 para el EuroSCORE II, lo que subraya una moderada eficiencia en la identificación de pacientes con shock cardiogénico postoperatorio.

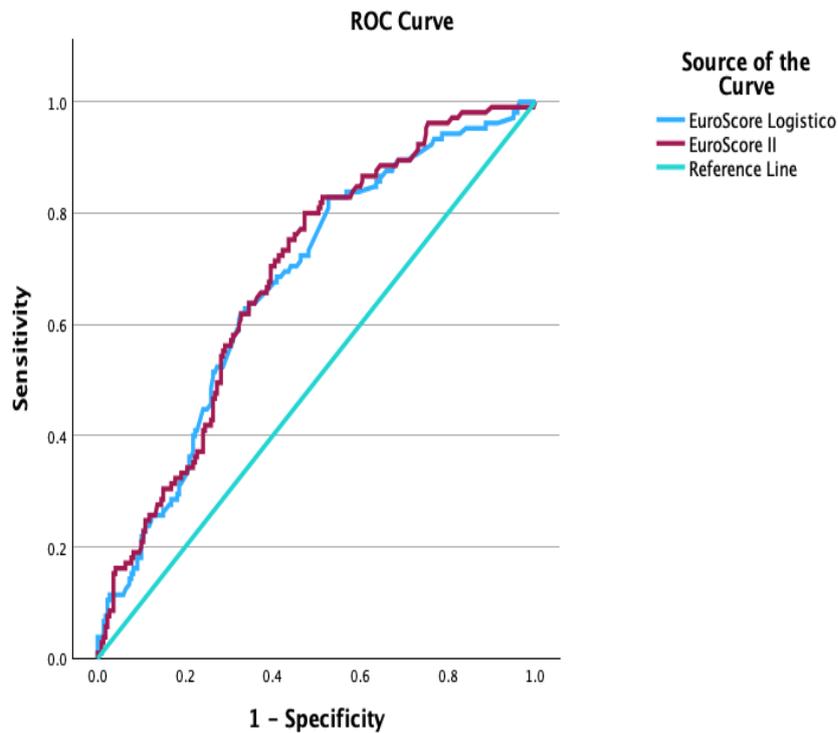


Figura 27. Curvas ROC para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de bajo gasto postoperatorio.

- Sepsis

Ambos modelos presentaron un desempeño desigual en la predicción de sepsis postoperatoria, una complicación grave y de baja incidencia en la población estudiada. El EuroSCORE Logístico alcanzó un AUC de 0,585 (Tabla 30), indicando una capacidad predictiva limitada y sin significancia estadística ($p = 0,280$). Por otro lado, el EuroSCORE II demostró un mejor rendimiento predictivo, con un AUC de 0,700 (IC 95%: 0,581–0,818), siendo estadísticamente significativo ($p = 0,001$).

Modelo	AUC	IC 95%	Valor p
EuroSCORE Logístico	0,585	0,430 – 0,740	0,280
EuroSCORE II	0,7	0,581 – 0,818	0,001

Tabla 30. Valores del área bajo la curva para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de sepsis postoperatoria.

El análisis comparativo de las curvas ROC resalta un desempeño más sólido del EuroSCORE II en la discriminación de pacientes con riesgo de sepsis postoperatoria. Aunque ambos modelos ofrecen una elevada sensibilidad en sus umbrales iniciales, el EuroSCORE II conserva una mejor especificidad con incrementos en los puntos de corte, consolidando su ventaja predictiva. No obstante, la baja prevalencia de sepsis podría haber condicionado la precisión de los resultados, particularmente en el caso del EuroSCORE Logístico (Figura 28).

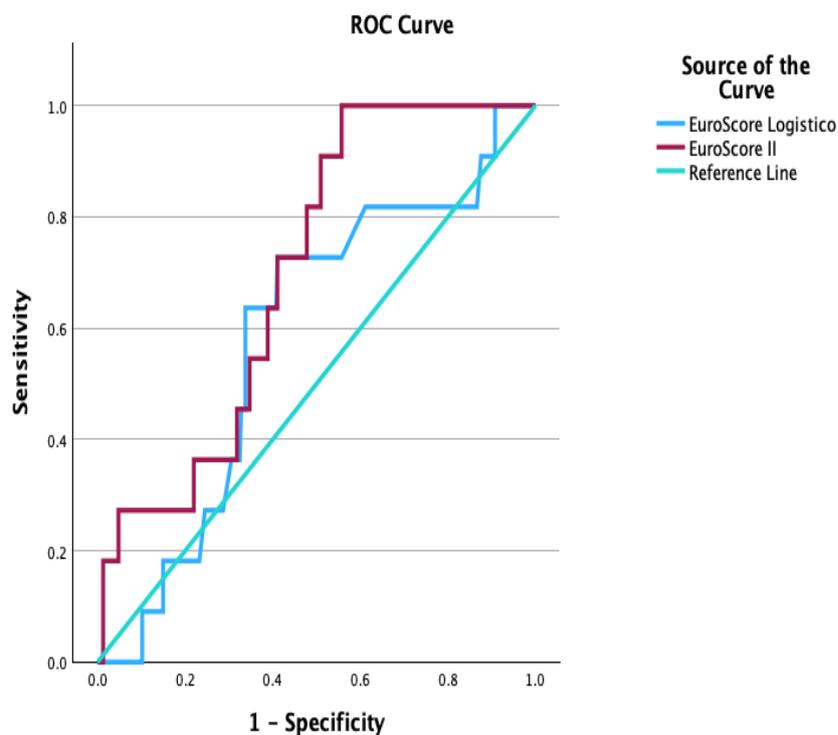


Figura 28. Curvas ROC para los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de sepsis postoperatoria.

En conjunto, los resultados obtenidos reflejan un rendimiento heterogéneo de los modelos EuroSCORE Logístico y EuroSCORE II en la predicción de complicaciones postoperatorias graves en cirugía cardiovascular. Si bien el EuroSCORE II demostró un mejor desempeño general en la mayoría de las complicaciones analizadas, como el shock cardiogénico y la sepsis, ambos modelos presentaron limitaciones significativas en su capacidad discriminativa, con áreas bajo la curva que en ocasiones no superaron significativamente el azar. Estas limitaciones resultan especialmente evidentes en complicaciones de baja incidencia, como el ictus, donde los intervalos de confianza amplios y la baja capacidad predictiva subrayan la necesidad de herramientas más precisas y adaptadas al perfil clínico de los pacientes.

5.6.5 Comparación entre capacidad predictiva de morbilidad postoperatoria de escalas de fragilidad, GrST, GST y EuroSCORE

El análisis comparativo entre las escalas de fragilidad, las pruebas objetivas (GrST y GST) y los modelos de predicción quirúrgica (EuroSCORE logístico y EuroSCORE II) en relación con su capacidad para anticipar la morbilidad hospitalaria en pacientes sometidos a cirugía cardíaca revela importantes diferencias en términos de precisión y aplicabilidad clínica.

En primer lugar, las escalas de fragilidad, utilizadas ampliamente en la evaluación geriátrica y en contextos de cirugía mayor, presentaron un rendimiento heterogéneo en función de la complicación específica estudiada. La escala Edmonton destacó entre las herramientas de este grupo, mostrando valores de AUC superiores en varias

complicaciones, como insuficiencia renal (AUC: 0,633) y shock cardiogénico postoperatorio (AUC: 0,570).

Por otro lado, las pruebas objetivas de funcionalidad física, representadas por el GrST y el GST, fueron evaluadas mediante OR. Para insuficiencia renal, el GrST mostró una OR de 1,701 (IC 95%: 0,928-3,116), sugiriendo una tendencia hacia un mayor riesgo en pacientes frágiles, aunque sin alcanzar significación estadística. El GST, por su parte, presentó una OR de 1,000 (IC 95%: 0,534-1,873), reflejando una capacidad predictiva limitada. Resultados similares se observaron para otras complicaciones, como sepsis e infección respiratoria, donde ambas pruebas mostraron asociaciones débiles y estadísticamente no significativas. Tan solo resulta reseñable que para shock cardiogénico, el GST alcanzó significación estadística, destacando su potencial utilidad en este contexto (OR 1,636 (IC 95%: 1,014-2,639) ($p = 0,048$)).

En contraste, los modelos EuroSCORE, diseñados específicamente para estimar el riesgo quirúrgico en cirugía cardíaca, demostraron ser significativamente más precisos y consistentes. El EuroSCORE II, en particular, destacó como la herramienta más discriminativa, con valores de AUC superiores en prácticamente todas las complicaciones evaluadas, como sepsis (AUC: 0,700) e insuficiencia renal (AUC: 0,684).

En conclusión, este análisis resalta las marcadas diferencias entre las herramientas evaluadas, destacando la superioridad del EuroSCORE II en la predicción de complicaciones postoperatorias. No obstante, la inclusión de herramientas complementarias, como el GST y la escala Edmonton, podría considerarse en escenarios clínicos específicos donde su simplicidad y rapidez de aplicación aporten valor a la evaluación del riesgo, siempre en el marco de una estrategia de evaluación multimodal y

ajustada al contexto clínico. Estos hallazgos serán analizados en profundidad en la discusión para determinar sus implicaciones en la práctica quirúrgica actual.

5.6.6 Capacidad predictiva de supervivencia a un año

Durante el seguimiento a un año, se registró un único fallecimiento entre los 309 supervivientes. Dada la baja incidencia de mortalidad en este periodo, no se dispone de datos suficientes para realizar un análisis estadístico significativo sobre la capacidad predictiva de las herramientas evaluadas en la supervivencia a largo plazo. En consecuencia, este apartado no ha sido desarrollado en el presente estudio, al no aportar valor adicional a las conclusiones obtenidas en la evaluación de la morbilidad hospitalaria.

5.7 Resumen de Resultados

Este estudio evaluó a 325 pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva, con una media de edad de 68,37 años y una distribución predominantemente masculina (59,7%). La cohorte presentó un perfil clínico caracterizado por una elevada prevalencia de comorbilidades.

La evaluación de fragilidad se llevó a cabo mediante diversas escalas, cada una con capacidades predictivas diferenciadas. La escala Edmonton emergió como la herramienta más discriminativa, identificando fragilidad severa en el 16,6% de los pacientes y obteniendo un AUC de 0,729 para la predicción de mortalidad hospitalaria. Este resultado la clasifica como una herramienta moderadamente efectiva. En contraste, las escalas Barthel y Katz mostraron capacidades predictivas considerablemente menores, con AUC de 0,344 y 0,422, respectivamente, lo que pone en evidencia su limitada utilidad

en el contexto de cirugía cardíaca. Por otro lado, la escala Frail presentó resultados intermedios, con una AUC de 0,525, apenas superior al azar.

En el análisis de las pruebas objetivas, se observó un desempeño dispar. Mientras que el GST alcanzó significación estadística en la predicción de shock cardiogénico (OR: 1,636; IC 95%: 1,014-2,639; $p = 0,048$), ambas pruebas presentaron asociaciones débiles y no significativas para el resto de complicaciones, como insuficiencia renal e infección respiratoria postoperatoria. En cuanto a la predicción de mortalidad hospitalaria, ni GrST ni GST lograron alcanzar significación estadística en ninguno de los casos, lo que limita su aplicación en este contexto.

En cuanto a los modelos quirúrgicos, EuroSCORE II demostró ser la herramienta más precisa y consistente, con AUC superiores a 0,7 en diversas categorías, incluyendo complicaciones como la sepsis. Este modelo sobresalió no solo en su capacidad discriminativa, sino también en su utilidad práctica para la estratificación del riesgo preoperatorio. En comparación, el EuroSCORE logístico mostró un rendimiento inferior pero aún superior al de las escalas de fragilidad y las pruebas objetivas, destacándose como una herramienta relevante, aunque menos precisa que su contraparte actualizada.

El análisis comparativo entre las herramientas permitió establecer jerarquías en cuanto a su efectividad predictiva. El EuroSCORE II se posicionó como el modelo más robusto, seguido por la escala Edmonton, que mostró un desempeño moderado en escenarios específicos. En contraste, las escalas Barthel y Katz, así como el GrST y el GST, demostraron una capacidad predictiva insuficiente.

En resumen, los resultados obtenidos reflejan un panorama heterogéneo en la eficacia predictiva de las herramientas evaluadas, destacando la superioridad del EuroSCORE II como el modelo más confiable para la estratificación del riesgo quirúrgico en cirugía cardíaca. Por su parte, la escala Edmonton podría considerarse como una herramienta auxiliar en contextos específicos, mientras que las pruebas objetivas y otras escalas de fragilidad presentan limitaciones significativas.

6. DISCUSIÓN

La evaluación preoperatoria de la fragilidad mediante pruebas objetivas, específicamente el test de fuerza de agarre y el test de velocidad de marcha, no se ha revelado como una prueba eficaz para identificar la asociación entre la fragilidad y los resultados adversos, tanto en términos de mortalidad como de morbilidad, en pacientes sometidos a cirugía cardíaca en la muestra analizada. En este grupo, las medidas objetivas de fragilidad estudiadas (GrST y GST) son tan inespecíficas en la predicción de resultados clínicos adversos, asociados a la fragilidad de los pacientes, como la mayoría de las escalas de fragilidad (Barthel, Katz y Frail) analizadas.

Los criterios de evaluación preoperatoria de la fragilidad en los pacientes programados sometidos a cirugía cardíaca con las cuatro escalas analizadas (Barthel, Katz, Edmonton y Frail) son extremadamente heterogéneos, existiendo una gran variabilidad en la identificación del paciente frágil entre las diferentes metodologías utilizadas. Esta extrema variabilidad se manifiesta en una oscilación en la identificación del paciente frágil entre el 2 % de pacientes, de acuerdo con la escala de Katz y el 92 % de la escala de Barthel para una misma población. Obtener una visión completa de la condición de fragilidad preoperatoria obliga, habitualmente, a combinar múltiples herramientas de evaluación debido a su falta de especificidad y sensibilidad. Sin embargo, los resultados obtenidos en la muestra analizada sugieren que la escala de Edmonton pueda ser utilizada como una herramienta complementaria adecuada para la estimación preoperatoria de la fragilidad y la mortalidad asociada a cirugía cardíaca.

La correlación de los test objetivos de evaluación de la fragilidad (test de fuerza de agarre y la velocidad de la marcha) y de las diferentes escalas de fragilidad es baja.

Todos estos hallazgos resaltan la limitada utilidad de las pruebas objetivas y las escalas de fragilidad analizadas en la predicción de mortalidad postoperatoria, sugiriendo que los modelos ajustados de riesgo quirúrgico, como el EuroSCORE II, siguen siendo herramientas superiores en este contexto. Sin embargo, es importante destacar que la escala Edmonton, aunque no alcanza el desempeño del EuroSCORE II, mostró un equilibrio razonable entre sensibilidad y especificidad, lo que podría justificar su inclusión como herramienta complementaria en la evaluación del riesgo quirúrgico.

En cuanto a la capacidad predictiva de la morbilidad postoperatoria, ninguna de las herramientas evaluadas, por sí sola, alcanza unos niveles de sensibilidad y especificidad adecuados en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca en la muestra analizada

6.1 Interpretación de Resultados

6.1.1 Relevancia clínica de la fragilidad en cirugía cardíaca

La fragilidad es un concepto multidimensional que se ha reconocido como un factor crucial en la evaluación de pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Su relevancia clínica radica en su capacidad para predecir resultados adversos postoperatorios, como mortalidad, morbilidad y complicaciones prolongadas. El reconocimiento de la fragilidad no solo contribuye a una mejor planificación quirúrgica, sino que también permite personalizar el tratamiento, adaptándolo a las necesidades y capacidades específicas de cada paciente (72, 74).

En este contexto, las herramientas analizadas en el estudio han evidenciado diferencias significativas en su capacidad para identificar pacientes frágiles y predecir resultados adversos. La escala de Edmonton se posicionó como la herramienta más eficaz entre las escalas de fragilidad evaluadas. Su enfoque multidimensional, que incluye dominios físicos, funcionales, sociales y cognitivos, la convierte en un instrumento robusto para captar la complejidad de la fragilidad. Este hallazgo coincide con estudios previos que han demostrado su utilidad en cohortes quirúrgicas y geriátricas, subrayando su capacidad para proporcionar información valiosa sobre la vulnerabilidad global del paciente (15, 72). Aunque esta escala no reemplaza a los modelos tradicionales de riesgo, como el EuroSCORE II, su integración en la evaluación preoperatoria permite identificar aspectos que no se reflejan en los modelos basados únicamente en factores clínicos (89). Esto resulta particularmente relevante en pacientes mayores o con múltiples comorbilidades, donde la interacción entre las dimensiones funcionales y sociales tiene un impacto directo en el pronóstico.

Por el contrario, escalas como Barthel, Katz y Frail mostraron limitaciones notables en su capacidad predictiva en el contexto quirúrgico. Estas herramientas, diseñadas originalmente para evaluar la dependencia funcional y las actividades básicas de la vida diaria, no logran captar la complejidad de la fragilidad en escenarios de alta exigencia como la cirugía cardíaca. Aunque pueden ser útiles para identificar niveles específicos de dependencia funcional, su valor como predictores de resultados adversos es limitado. Esto coincide con la literatura existente, que destaca la necesidad de utilizar escalas más amplias y multidimensionales para captar la verdadera vulnerabilidad de los pacientes quirúrgicos (52). Sin embargo, estas escalas pueden complementar modelos

quirúrgicos y parámetros funcionales, especialmente en pacientes con dependencia funcional marcada, proporcionando información adicional para la planificación quirúrgica.

La integración de estas herramientas con modelos quirúrgicos tradicionales, como el EuroSCORE II, es otro aspecto destacado de este estudio. Este modelo, ampliamente validado en cirugía cardíaca, sigue siendo la referencia estándar para la estratificación del riesgo, gracias a su capacidad para incorporar variables clínicas y quirúrgicas de manera precisa. Sin embargo, el EuroSCORE II por sí solo no capta la vulnerabilidad funcional ni la reserva fisiológica de los pacientes, lo que limita su utilidad en ciertos subgrupos (91, 92). La combinación de este modelo con escalas como la de Edmonton proporciona una visión más completa del riesgo quirúrgico, integrando tanto factores clínicos como elementos funcionales y sociales. Esta aproximación multimodal permite a los clínicos realizar una evaluación más precisa y personalizada, maximizando las oportunidades de intervención y optimización preoperatoria.

Más allá de su capacidad predictiva, la evaluación de la fragilidad tiene importantes implicaciones prácticas en la toma de decisiones clínicas. Identificar pacientes frágiles no solo permite anticipar posibles complicaciones, sino también adaptar las estrategias terapéuticas para minimizar riesgos y mejorar los resultados. Por ejemplo, la fragilidad puede guiar la implementación de programas de prehabilitación enfocados en mejorar la capacidad funcional mediante ejercicio físico, nutrición optimizada y soporte psicológico. Estas intervenciones, ampliamente respaldadas en la literatura, han demostrado reducir el riesgo de complicaciones postoperatorias y mejorar la recuperación

funcional, como lo reportaron Fried *et al.* (12) y Hoogendijk *et al.* (89). Asimismo, en casos donde la fragilidad sea marcada, la evaluación puede orientar hacia alternativas menos invasivas o incluso hacia una gestión conservadora en situaciones donde los riesgos quirúrgicos superen los beneficios esperados.

En conclusión, la fragilidad es un componente esencial en la evaluación preoperatoria de pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Herramientas como la escala de Edmonton, combinadas con modelos quirúrgicos como el EuroSCORE II y parámetros funcionales como el GST y el GrST, ofrecen una evaluación integral y multidimensional que mejora la estratificación del riesgo y permite una planificación quirúrgica más personalizada. Este enfoque no solo optimiza los resultados clínicos, sino que también mejora la calidad de vida de los pacientes, marcando un avance significativo en la gestión de esta población vulnerable.

6.1.2 Aplicación de escalas de fragilidad en la estratificación de riesgo en cirugía cardíaca

- Índice de Barthel

El índice de Barthel es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la capacidad funcional y la autonomía en las actividades básicas de la vida diaria. En el presente estudio, esta escala identificó fragilidad en el 92% de los pacientes, una proporción notablemente elevada en comparación con otras escalas de fragilidad evaluadas. Este hallazgo pone de manifiesto una posible sobrestimación de la fragilidad cuando se emplea el índice de Barthel en el contexto preoperatorio de la cirugía cardíaca.

Esta sobreestimación podría explicarse porque el índice de Barthel mide la dependencia funcional en tareas cotidianas como la movilidad, la alimentación y la higiene personal. Si bien estas actividades pueden estar comprometidas en pacientes con fragilidad avanzada, su afectación también puede deberse a otros factores que no necesariamente reflejan la fragilidad en su concepto geriátrico clásico (28). Por ejemplo, las restricciones funcionales previas a la cirugía pueden estar influidas por patologías cardiovasculares subyacentes, fatiga crónica o deterioro general del estado físico, sin que ello implique una vulnerabilidad sistémica atribuible a la fragilidad en sí misma (72).

Además, a diferencia de otras escalas que integran aspectos multidimensionales (estado cognitivo, estado nutricional, soporte social), el índice de Barthel se centra exclusivamente en la funcionalidad física. Esto podría explicar por qué en esta cohorte se observó una tasa tan elevada de fragilidad, ya que pacientes con afectación funcional transitoria o reversible también pueden ser clasificados como frágiles según esta escala.

El hallazgo de una alta tasa de fragilidad identificada por el índice de Barthel no es exclusivo de este estudio. Investigaciones previas han documentado una tendencia similar en contextos quirúrgicos y geriátricos. En un metaanálisis de Dent *et al.* (52), se observó que las escalas de dependencia funcional, incluido el Barthel, tienden a clasificar a un mayor número de pacientes como frágiles en comparación con herramientas más específicas de fragilidad. De manera similar, un estudio de Sündermann *et al.* (21) en pacientes sometidos a cirugía cardíaca mostró que los pacientes con dependencia funcional moderada o severa según Barthel presentaban mayor mortalidad postoperatoria, aunque con una baja especificidad como predictor de desenlaces adversos.

Así mismo, otros estudios han señalado limitaciones en la utilidad de Barthel para la evaluación preoperatoria en diferentes tipos de cirugías (91, 92). En un análisis de Uchinaka *et al.* (93), se concluyó que la dependencia funcional según Barthel no era un predictor independiente de mortalidad postoperatoria cuando se ajustaba por otros factores clínicos y quirúrgicos. . Estos resultados coinciden con los hallazgos del presente estudio, donde el índice de Barthel presentó una capacidad predictiva limitada para mortalidad y complicaciones postoperatorias específicas, como insuficiencia renal y shock cardiogénico.

En definitiva, los resultados obtenidos sugieren que el índice de Barthel, aunque útil para evaluar la dependencia funcional, puede no ser la herramienta más adecuada para la evaluación de fragilidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Su tendencia a identificar un alto porcentaje de pacientes como frágiles podría llevar a una sobreestimación del riesgo quirúrgico si se utilizara de manera aislada en la estratificación preoperatoria. Si bien algunos estudios han encontrado asociaciones entre la dependencia funcional y peores desenlaces postoperatorios, la baja especificidad del índice de Barthel en este contexto limita su aplicabilidad clínica. En consecuencia, la puntuación de fragilidad en la escala de Barthel tampoco debería ser utilizada como determinante a la hora de indicar procedimientos menos invasivos que la cirugía, para el tratamiento de los pacientes con patología cardiovascular.

- Índice de Katz

El índice de Katz fue originalmente diseñado para medir la independencia en actividades básicas de la vida diaria, evaluando funciones como el baño, la vestimenta, la continencia y la alimentación. En este estudio, esta escala identificó fragilidad en solo el 2% de los pacientes, lo que representa la menor prevalencia de fragilidad entre todas las herramientas evaluadas. Este resultado sugiere que el índice de Katz podría infraestimar significativamente la presencia de fragilidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Ante la búsqueda de explicaciones para estos resultados, probablemente se basen en que la escala de Katz, a diferencia de otras herramientas más complejas, utiliza un sistema dicotómico que clasifica a los pacientes únicamente como dependientes o independientes en cada una de las actividades evaluadas. Esto puede dar lugar a una baja sensibilidad en la detección de fragilidad, ya que los pacientes con cierto grado de deterioro funcional, pero aún capaces de realizar las ABVD con alguna asistencia mínima, seguirán siendo clasificados como no frágiles (94, 95).

En el contexto preoperatorio, este fenómeno es especialmente relevante. Los pacientes con patología cardiovascular avanzada pueden presentar una disminución de la reserva fisiológica sin que ello implique una pérdida total de autonomía en las ABVD. Sin embargo, esta limitación funcional puede influir en la respuesta al estrés quirúrgico y en la recuperación postoperatoria, lo que no es adecuadamente reflejado por la escala de Katz (72, 94).

Otro factor a considerar es que la escala de Katz fue desarrollada originalmente para evaluar la discapacidad en pacientes geriátricos hospitalizados, especialmente

aquellos con fracturas de cadera o enfermedades crónicas avanzadas (32). Su aplicación en cirugía cardíaca puede no ser ideal, ya que no considera aspectos clave de la fragilidad, como la sarcopenia, la velocidad de la marcha o el estado nutricional, elementos que han demostrado ser fundamentales en la predicción de resultados adversos en este contexto (72, 91).

Una revisión sistemática realizada por Sternberg *et al.* (26) sobre herramientas de evaluación de fragilidad concluyó que las escalas basadas exclusivamente en ABVD, como el índice de Katz, tienden a subestimar la fragilidad en comparación con herramientas multidimensionales que incorporan factores funcionales, cognitivos y nutricionales. En este sentido, el índice de Katz podría ser insuficiente para captar la vulnerabilidad global del paciente quirúrgico, lo que explicaría su bajo rendimiento en este estudio.

Por lo tanto podríamos decir que el índice de Katz, aunque útil para evaluar la independencia en las ABVD, parece ser inadecuado como herramienta de estratificación de fragilidad en cirugía cardíaca. Su enfoque dicotómico y su falta de sensibilidad para detectar grados intermedios de deterioro funcional limitan su capacidad para identificar pacientes con mayor riesgo de desenlaces adversos postoperatorios.

- Escala de Frail

En el presente estudio, la escala FRAIL identificó fragilidad en un porcentaje intermedio de los pacientes evaluados. Sin embargo, su capacidad predictiva para desenlaces adversos postoperatorios, como mortalidad y complicaciones específicas, fue

limitada. Este hallazgo sugiere que, aunque la escala FRAIL es efectiva para detectar fragilidad en una población general, puede no ser suficientemente sensible o específica en el contexto de la cirugía cardíaca.

Un estudio reciente publicado en la *Revista Chilena de Anestesia* comparó la exactitud diagnóstica de las escalas FRAIL y Clinical Frailty Scale en relación con el fenotipo de Fried, considerado el estándar de oro para la evaluación de la fragilidad. Este análisis incluyó a 116 pacientes mayores de 65 años programados para cirugía electiva. Los resultados mostraron que la escala FRAIL presentó una sensibilidad del 53,1% y una especificidad del 94%, mientras que la CFS tuvo una sensibilidad del 68,7% y una especificidad del 76,2%. Estos hallazgos sugieren que, aunque la escala FRAIL posee una alta especificidad, su sensibilidad es limitada, lo que podría conllevar a una subestimación de la fragilidad en algunos pacientes (96).

Los resultados obtenidos en este estudio, junto con la evidencia disponible, sugieren que la escala FRAIL, aunque útil para la detección general de la fragilidad, puede no ser la herramienta más adecuada para predecir desenlaces adversos en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Su simplicidad y enfoque en aspectos específicos del fenotipo de fragilidad podrían limitar su capacidad para capturar la complejidad y multidimensionalidad de la fragilidad en este contexto clínico.

- Escala de Edmonton

En nuestro estudio, la escala de Edmonton emergió como la herramienta más efectiva para la identificación de fragilidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Con una prevalencia de fragilidad del 46,15%, esta escala mostró una capacidad

discriminativa superior en la predicción de mortalidad postoperatoria (AUC: 0,729) en comparación con el resto de las escalas analizadas. Además, aunque su capacidad predictiva para complicaciones específicas como insuficiencia renal postoperatoria y shock cardiogénico fue moderada (AUC: 0,633 y 0,570 respectivamente), fue la única escala que demostró un rendimiento clínicamente relevante en estos aspectos.

Estos resultados sugieren que la escala de Edmonton no solo es más precisa en la identificación de pacientes frágiles, sino que también posee una mejor correlación con los desenlaces postoperatorios, lo que la convierte en una herramienta potencialmente útil en la evaluación preoperatoria de pacientes de cirugía cardíaca.

La eficacia de la escala de Edmonton ha sido respaldada por diversos estudios en poblaciones quirúrgicas y geriátricas. Un estudio de Amabili *et al.* (50) evaluó la capacidad predictiva de esta escala en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, encontrando que su inclusión en los modelos de riesgo mejoraba la predicción de mortalidad a 30 días en comparación con el uso exclusivo de modelos tradicionales como el EuroSCORE II. Estos hallazgos coinciden con los obtenidos en este estudio, donde la escala de Edmonton mostró una capacidad discriminativa relevante y complementaria al EuroSCORE II en la estratificación del riesgo preoperatorio.

Asimismo, Rolfson *et al.* (15) validaron la escala de Edmonton como una herramienta efectiva para la evaluación de la fragilidad en entornos clínicos, destacando su aplicabilidad incluso en poblaciones no geriátricas. En el contexto de la cirugía mayor, estudios recientes han sugerido que la evaluación de la fragilidad mediante Edmonton permite una mejor identificación de pacientes con riesgo elevado de complicaciones

postoperatorias (19, 91), lo que respalda su uso en escenarios como la cirugía cardíaca (97).

Además, la aplicabilidad de esta escala en la práctica clínica ha sido reforzada por su facilidad de uso y su integración con otros modelos de evaluación. A diferencia de otras escalas de fragilidad que requieren evaluaciones extensas o mediciones especializadas, la escala de Edmonton puede aplicarse rápidamente en el entorno hospitalario, sin necesidad de herramientas sofisticadas o evaluaciones complejas (98, 99). Su estructura permite que sea utilizada tanto por médicos como por personal de enfermería, lo que facilita su implementación en la evaluación preoperatoria de rutina y favorece su adopción en distintos niveles de atención sanitaria.

En definitiva, los resultados obtenidos refuerzan la utilidad de la escala de Edmonton como la herramienta más efectiva dentro de las escalas de fragilidad evaluadas en este estudio. Su enfoque multidimensional permite una mejor identificación de la fragilidad en pacientes de cirugía cardíaca y su capacidad predictiva para mortalidad postoperatoria es significativamente mayor que la de otras escalas como Barthel, Katz o FRAIL.

Si bien su capacidad para predecir complicaciones postoperatorias específicas es moderada, la combinación de la escala de Edmonton con modelos de riesgo quirúrgico como el EuroSCORE II podría proporcionar una evaluación más precisa y personalizada del riesgo preoperatorio. En este sentido, su aplicación en la práctica clínica podría mejorar la toma de decisiones preoperatorias, permitiendo una mejor selección de

candidatos quirúrgicos y la implementación de estrategias de optimización perioperatoria en pacientes identificados como frágiles.

6.1.3 Limitaciones de la evaluación de la fragilidad en la predicción de resultados en cirugía cardíaca

La fragilidad se ha consolidado como un factor de riesgo clave en la medicina geriátrica y en la cirugía mayor. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio ponen de manifiesto que la evaluación de la fragilidad mediante escalas convencionales (Barthel, Katz, FRAIL y Edmonton) no aporta un valor predictivo claro en la población sometida a cirugía cardíaca.

Si bien la escala de Edmonton mostró una capacidad discriminativa moderada en la predicción de mortalidad postoperatoria, ninguna de las herramientas evaluadas logró identificar de manera efectiva complicaciones postoperatorias graves como insuficiencia renal, infecciones respiratorias o shock cardiogénico. Estos hallazgos sugieren que, aunque la fragilidad sigue siendo un concepto clínicamente relevante, su evaluación mediante escalas tradicionales no parece proporcionar información adicional de valor en la estratificación del riesgo preoperatorio en cirugía cardíaca.

Los resultados de este estudio permiten formular varias hipótesis sobre las razones por las cuales la evaluación de la fragilidad no ha demostrado ser predictiva en este contexto.

Inicialmente, a diferencia de otras intervenciones quirúrgicas, la cirugía cardíaca implica un proceso de selección rigurosa de los pacientes. Los candidatos a cirugía suelen haber sido evaluados por equipos multidisciplinarios y, en muchos casos, aquellos con fragilidad extrema pueden no ser considerados aptos para el procedimiento. Esta selección previa podría explicar por qué, en la muestra estudiada, la fragilidad no mostró un impacto significativo en la predicción de resultados adversos. En otras palabras, los pacientes con mayor fragilidad podrían haber sido excluidos antes de la cirugía, reduciendo así la variabilidad en la población analizada.

Sumado a esto, es posible que la fragilidad tenga un impacto más marcado en la evolución a medio y largo plazo, en lugar de influir de manera determinante en la mortalidad y morbilidad hospitalaria. Estudios previos han sugerido que la fragilidad se asocia con un deterioro funcional progresivo y una mayor probabilidad de reingresos hospitalarios en el seguimiento postoperatorio (72, 91). Dado que este estudio se centró en desenlaces hospitalarios y a corto plazo, no se puede descartar que la fragilidad tenga un impacto más evidente en el pronóstico funcional más allá de los 12 meses tras la cirugía.

Añadido a lo anterior, los modelos de estratificación de riesgo en cirugía cardíaca, como el EuroSCORE II, han sido diseñados específicamente para predecir mortalidad y complicaciones postoperatorias en esta población. En este estudio, el EuroSCORE II mostró una capacidad predictiva superior a la de todas las escalas de fragilidad, lo que sugiere que la información aportada por estas últimas podría ser redundante o insuficiente en este contexto. Es posible que la fragilidad, como variable aislada, no capture de manera

adecuada la complejidad de los pacientes de cirugía cardíaca y que su integración con modelos de riesgo convencionales sea necesaria para mejorar su utilidad clínica.

Además, debemos tener en cuenta que existen varios factores metodológicos que podrían haber influido en la falta de impacto de la fragilidad en esta muestra:

- Diferencias en la aplicación de las escalas: Aunque las escalas de fragilidad han sido validadas en diversos contextos, su aplicación en pacientes de cirugía cardíaca puede requerir adaptaciones específicas.
- Momento de la evaluación: La fragilidad se evaluó en el período preoperatorio inmediato, lo que podría no reflejar con precisión la variabilidad funcional del paciente en el tiempo.
- Tamaño Muestral: Aunque el tamaño de la muestra fue representativo, podría no ser suficiente para detectar asociaciones más sutiles entre la fragilidad y los desenlaces clínicos postoperatorios.

Los resultados de este estudio sugieren que, aunque la fragilidad es un concepto clínico relevante, su evaluación mediante escalas convencionales presenta una utilidad limitada en la predicción de desenlaces postoperatorios en cirugía cardíaca. La variabilidad en la identificación de la fragilidad, la falta de correlación con complicaciones específicas y la superioridad de modelos de riesgo quirúrgico como el EuroSCORE II indican que la fragilidad, por sí sola, podría no ser un predictor fiable en esta población.

6.2 Capacidad predictiva de la fragilidad y las pruebas funcionales en la mortalidad postoperatoria: comparación con el EuroSCORE II

6.2.1 Capacidad predictiva de mortalidad de las escalas de fragilidad

La fragilidad ha sido propuesta como un factor determinante en la evolución postoperatoria de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca, particularmente en la predicción de la mortalidad hospitalaria. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio sugieren que la capacidad discriminativa de las escalas de fragilidad es limitada en este contexto, con importantes diferencias en el rendimiento entre las distintas herramientas analizadas.

El desempeño de las escalas de fragilidad en la predicción de la mortalidad postoperatoria ha mostrado una gran variabilidad, con valores de área bajo la curva que oscilan entre 0,344 y 0,729. Estos resultados reflejan la inconsistencia de estas herramientas para discriminar de manera efectiva a los pacientes con mayor riesgo de fallecimiento tras la cirugía.

El índice de Barthel, identificó un porcentaje elevado de pacientes como frágiles en este estudio. Sin embargo, su capacidad predictiva para la mortalidad postoperatoria fue la más baja entre las escalas analizadas. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que han demostrado que el índice de Barthel, aunque útil para evaluar la funcionalidad, no es un buen predictor de mortalidad en contextos quirúrgicos específicos,

Investigaciones como la de Uchinaka *et al.* (93) han demostrado que la funcionalidad basal, medida por el índice de Barthel, tiene una baja especificidad para la predicción de mortalidad en cirugía mayor, ya que muchos pacientes con dependencia funcional pueden seguir teniendo una adecuada reserva fisiológica para tolerar el procedimiento quirúrgico. Esto explicaría la baja capacidad discriminativa observada en este estudio. En contraste, existen en la bibliografía referencias que si han avalado su utilidad en contextos quirúrgicos más específicos, como por ejemplo el remplazo valvular aórtico en pacientes de elevada edad (100).

El índice de Katz, a diferencia del Barthel, identificó una proporción extremadamente baja de pacientes como frágiles. Esta escala, que evalúa la autonomía en ABVD con un enfoque dicotómico (dependencia o independencia), tiende a infraestimar la fragilidad en poblaciones quirúrgicas, lo que explica su bajo rendimiento en la predicción de la mortalidad postoperatoria.

La escala FRAIL, a pesar de estar diseñada específicamente para evaluar la fragilidad desde un enfoque funcional, metabólico y energético, no mostró tampoco una capacidad discriminativa significativa en la predicción de la mortalidad en este estudio. Su desempeño fue superior al de Barthel y Katz, pero insuficiente para considerarse una herramienta fiable en la práctica clínica.

Los hallazgos obtenidos en este estudio son divergentes con la literatura previa. Un metaanálisis publicado por Lee *et al.* (101) que incluyó a 66,448 pacientes sometidos a cirugía cardíaca, concluyó que la fragilidad, evaluada mediante diversas herramientas, incluida la escala FRAIL, se asocia con un aumento significativo en la mortalidad

operativa. Los pacientes frágiles presentaron un riesgo dos veces mayor de mortalidad operativa en comparación con aquellos no frágiles.

Entre todas las escalas analizadas, la Edmonton fue la que mostró la mejor capacidad predictiva para la mortalidad hospitalaria. Sin embargo, su desempeño siguió siendo inferior al de los modelos de riesgo quirúrgico convencionales. Estudios como el de Amabili *et al.* (50) han demostrado que la Escala de Edmonton mejora la predicción de la mortalidad a 30 días en pacientes ancianos sometidos a cirugía cardíaca, en comparación con otras herramientas de fragilidad.

En este sentido, aunque la Edmonton presenta una mayor sensibilidad que escalas como Barthel, Katz y FRAIL, su valor añadido en la predicción de la mortalidad sigue siendo discutible. Su utilidad radica en la identificación de pacientes con mayor vulnerabilidad preoperatoria, pero su capacidad para mejorar la estratificación del riesgo en cirugía cardíaca es limitada cuando se compara con modelos de riesgo clínico tradicionales, como el EuroSCORE II.

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan que, aunque la fragilidad es un concepto relevante en la cirugía cardíaca, su medición mediante escalas convencionales no aporta un valor predictivo significativo para la mortalidad postoperatoria.

Existen varias razones que podrían explicar esta falta de impacto:

Lo primero a tener en cuenta es que las escalas de fragilidad no fueron diseñadas específicamente para la cirugía cardíaca. La mayoría de estas herramientas fueron desarrolladas en contextos geriátricos o en cirugía general, sin considerar las particularidades de la cirugía cardíaca.

Consecutivamente, el impacto de la fragilidad puede no manifestarse en la mortalidad temprana, sino en la recuperación funcional y la morbilidad a largo plazo. Es posible que la fragilidad tenga un mayor impacto en la evolución postoperatoria prolongada, con una mayor incidencia de reingresos, deterioro funcional y peor calidad de vida en el seguimiento a 6-12 meses.

Además, el EuroSCORE II ya integra muchas de las variables que definen la fragilidad. Factores como la edad, el estado funcional y la presencia de comorbilidades están incorporados en los modelos de predicción quirúrgica convencionales, lo que podría hacer que la evaluación adicional de la fragilidad no aporte información nueva (102, 103).

Estos resultados sugieren que las escalas de fragilidad, tal como han sido concebidas, pueden no ser herramientas óptimas para la estratificación preoperatoria en cirugía cardíaca. Su aplicación podría ser más relevante en el seguimiento a largo plazo, donde la fragilidad podría estar más estrechamente relacionada con la recuperación funcional y la morbilidad prolongada (104).

6.2.2 Capacidad predictiva de mortalidad de las pruebas funcionales GrST y GST

El análisis de los resultados obtenidos en este estudio no encontró que el GrST fuera un predictor significativo de mortalidad a corto o largo plazo. A pesar de su amplio uso en la evaluación de la sarcopenia y la fragilidad física, no se estableció una asociación estadísticamente significativa con la mortalidad postoperatoria. Sin embargo, estudios

previos han reportado que una menor fuerza de agarre se correlaciona con peores desenlaces clínicos, incluyendo mayor incidencia de complicaciones postoperatorias y recuperación prolongada (65). La ausencia de significancia en este análisis podría explicarse por la diferencia entre la fragilidad física evaluada mediante el GrST y GST y los mecanismos fisiopatológicos más directamente implicados en la mortalidad postoperatoria en cirugía cardíaca, como la disfunción ventricular, la reserva metabólica y la respuesta inflamatoria postoperatoria. Además, la fuerza de agarre refleja solo un aspecto de la fragilidad física y no necesariamente captura otras dimensiones del estado funcional del paciente, como la capacidad aeróbica y la resistencia al estrés quirúrgico, que son cruciales en la cirugía cardíaca (76, 105).

Por otro lado, el GST, tampoco se comportó como un predictor significativo de mortalidad en esta cohorte. Si bien la literatura ha establecido una fuerte asociación entre la velocidad de la marcha y la fragilidad, particularmente en adultos mayores y en poblaciones con enfermedades crónicas (79, 106), estos resultados sugieren que, en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, la movilidad funcional medida a través del GST no es un factor determinante del pronóstico postoperatorio. La cirugía cardíaca implica una agresión fisiológica que afecta predominantemente al sistema cardiovascular y respiratorio, por lo que otros marcadores podrían ser más sensibles para predecir complicaciones en este contexto. Adicionalmente, es posible que el GST no capture de manera precisa el estado global del paciente, como ocurre con el GrST, ya que variables como la fatiga, la reserva metabólica y la respuesta inflamatoria postoperatoria juegan un papel crucial en la recuperación (72, 97).

A pesar de la falta de significancia estadística en la predicción de la mortalidad, tanto el GrST como el GST siguen siendo relevantes dentro de una evaluación multidimensional de la fragilidad. Estas pruebas proporcionan información complementaria sobre el estado funcional del paciente, lo que puede ser útil cuando se integran con otras herramientas, como escalas de fragilidad y modelos de predicción de riesgo quirúrgico. En particular, el GrST puede desempeñar un papel en la identificación de pacientes con fragilidad sarcopénica, un fenotipo que se ha asociado con peores desenlaces postoperatorios (107). Por su parte, el GST sigue siendo un marcador confiable de movilidad funcional y podría ser especialmente útil en la planificación de estrategias de rehabilitación postoperatoria (108).

Además, la integración de estas herramientas con modelos de estratificación de riesgo tradicionales, como el EuroSCORE II, podría mejorar la identificación de pacientes en riesgo. Estudios previos han demostrado que la combinación de múltiples marcadores de fragilidad mejora la precisión predictiva en comparación con la utilización de una única herramienta (109). En este sentido, la combinación de GrST y GST con escalas de fragilidad, como la de Edmonton o Barthel, podría aportar una visión más completa del estado general del paciente y permitir una estratificación del riesgo más precisa (19, 110).

Más allá de su papel en la predicción de la mortalidad, estos parámetros pueden ser útiles en la planificación de intervenciones prehabilitativas. La identificación de pacientes con disminución de la fuerza de agarre o movilidad reducida puede orientar estrategias dirigidas a mejorar la capacidad funcional antes de la cirugía. Programas de

prehabilitación que incluyen ejercicio físico progresivo, optimización nutricional y soporte psicológico han demostrado ser eficaces en la mejora de la resistencia y la funcionalidad, reduciendo así la incidencia de complicaciones postoperatorias (111, 112). En este sentido, la evaluación funcional preoperatoria no solo tiene valor pronóstico, sino que también puede contribuir activamente a la mejora de los resultados postoperatorios mediante intervenciones dirigidas.

En conclusión, aunque el GrST y el GST no fueron predictores significativos de mortalidad en este análisis, su utilidad no debe ser descartada. Como parte de una evaluación preoperatoria integral, estas herramientas pueden proporcionar información adicional sobre la fragilidad y el estado funcional de los pacientes, especialmente cuando se combinan con otras escalas y parámetros clínicos. Su valor radica en su capacidad para complementar las evaluaciones tradicionales y ofrecer una perspectiva más amplia del riesgo quirúrgico, contribuyendo así a una mejor planificación preoperatoria y a la toma de decisiones clínicas más informadas. Además, su papel en la identificación de pacientes que pueden beneficiarse de programas de prehabilitación destaca su importancia en la optimización del estado preoperatorio, lo que podría traducirse en una mejora en la recuperación postquirúrgica y en los desenlaces clínicos a largo plazo.

6.2.3 Comparación de la capacidad predictiva de mortalidad de las escalas de fragilidad y las pruebas funcionales respecto a EuroSCORE II

Tradicionalmente, el EuroSCORE II ha sido una herramienta ampliamente utilizada para predecir la mortalidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Sin embargo, estudios recientes han sugerido que la fragilidad, una condición caracterizada por una disminución de la reserva fisiológica y una mayor vulnerabilidad a factores estresantes, podría desempeñar un papel crucial en la predicción de desenlaces adversos en esta población (91, 97, 103).

El EuroSCORE II se desarrolló para mejorar la precisión en la predicción de la mortalidad postoperatoria en cirugía cardíaca, incorporando variables como la edad, el estado funcional, las comorbilidades y parámetros específicos de la cirugía. Aunque ha demostrado una buena capacidad discriminativa, algunos estudios han señalado limitaciones en su calibración con una importante subestimación del riesgo de mortalidad (113). Esta subestimación podría deberse a que el modelo no incorpora factores relacionados con la fragilidad, que son especialmente relevantes en pacientes de edad avanzada.

La fragilidad se ha identificado como un predictor independiente de resultados adversos en cirugía cardíaca (114). Además, la fragilidad se asoció con otras complicaciones, como uso prolongado de agentes vasoactivos. Estos hallazgos sugieren que la fragilidad captura aspectos del estado del paciente que no están contemplados en el EuroSCORE II (91, 97, 102).

Al comparar directamente las escalas de fragilidad con el EuroSCORE II, se observa que, aunque el EuroSCORE II es una herramienta valiosa para la predicción de la mortalidad, puede no capturar completamente la vulnerabilidad de los pacientes ancianos. Por otro lado, las escalas de fragilidad, aunque útiles para identificar pacientes en riesgo de complicaciones, pueden carecer de especificidad y no siempre se correlacionan con la mortalidad inmediata. Por ejemplo, la Escala de Edmonton ha mostrado una capacidad predictiva moderada, pero aún inferior al EuroSCORE II. Esto sugiere que, si bien la fragilidad es un factor importante, las escalas actuales pueden no ser suficientes por sí solas para predecir la mortalidad postoperatoria.

Dado que tanto el EuroSCORE II como las escalas de fragilidad tienen limitaciones cuando se utilizan de manera aislada, se ha propuesto que una evaluación combinada podría mejorar la precisión en la predicción de resultados adversos. La incorporación de medidas de fragilidad en los modelos de riesgo tradicionales podría proporcionar una visión más completa del estado del paciente, permitiendo una mejor identificación de aquellos en mayor riesgo y facilitando intervenciones preoperatorias más dirigidas (50). Esta aproximación integrada podría ser especialmente beneficiosa en pacientes ancianos, donde la fragilidad desempeña un papel más pronunciado en la recuperación postoperatoria.

6.3 Capacidad predictiva de las escalas fragilidad y las pruebas funcionales en la morbilidad postoperatoria: comparación con el EuroSCORE II

6.3.1 Capacidad predictiva de morbilidad de las escalas de fragilidad

En este estudio, se analizaron las principales escalas de fragilidad utilizadas en la práctica clínica para determinar su capacidad de discriminación en la predicción de morbilidad postoperatoria, encontrando resultados heterogéneos.

El índice de Barthel identificó un porcentaje elevado de pacientes como frágiles, lo que en principio sugeriría una alta sensibilidad en la detección de aquellos con peor evolución postoperatoria. Sin embargo, al evaluar su capacidad predictiva para complicaciones específicas como insuficiencia renal, infecciones respiratorias y shock cardiogénico, su desempeño fue limitado.

Estos hallazgos coinciden con los reportados en estudios previos que han evaluado la utilidad del índice de Barthel en pacientes quirúrgicos. Robinson *et al.* (108) observaron que la funcionalidad basal, medida a través del Barthel, tenía una asociación débil con la morbilidad postoperatoria en cirugía mayor, particularmente en procedimientos cardíacos y torácicos. La principal limitación de esta escala radica en que evalúa únicamente la capacidad funcional en actividades básicas de la vida diaria, sin integrar otros componentes clave de la fragilidad, como el estado nutricional, la inflamación sistémica o la sarcopenia, que pueden tener un mayor impacto en la recuperación postoperatoria.

El índice de Katz, al igual que el Barthel, se basa en la evaluación de la autonomía en actividades de la vida diaria. Sin embargo, su baja sensibilidad para identificar fragilidad se tradujo en una escasa capacidad predictiva de complicaciones postoperatorias en esta cohorte.

Investigaciones previas han señalado que el índice de Katz tiende a infraestimar la fragilidad en pacientes quirúrgicos, ya que su enfoque dicotómico no permite detectar grados intermedios de deterioro funcional. Un metaanálisis publicado por McIsaac *et al.* (110) en pacientes sometidos a cirugía cardíaca encontró que las escalas que solo evalúan independencia funcional, como el Katz, tienen menor capacidad predictiva en comparación con aquellas que incorporan medidas objetivas de fragilidad. Esto sugiere que su uso como herramienta aislada en la predicción de complicaciones postoperatorias es limitado.

La escala FRAIL mostró una capacidad moderada para predecir morbilidad postoperatoria, especialmente en relación con complicaciones metabólicas e inflamatorias. Su inclusión de componentes como fatiga y enfermedades crónicas podría explicar su mejor desempeño en la identificación de pacientes con mayor riesgo de deterioro clínico tras la cirugía.

Estudios como el de Afilalo *et al.* (59) han destacado que la fragilidad, medida con herramientas como la escala FRAIL, se asocia con un aumento en la incidencia de complicaciones infecciosas y síndromes inflamatorios postoperatorios en cirugía cardíaca. Sin embargo, su especificidad sigue siendo limitada, lo que sugiere que su combinación con otras herramientas podría mejorar su utilidad clínica.

La escala de Edmonton fue la que presentó el mejor desempeño en la predicción de morbilidad postoperatoria. Su enfoque multidimensional, que incluye evaluación cognitiva, estado nutricional y funcionalidad, le otorga una mayor capacidad para identificar pacientes en riesgo de complicaciones. Lal *et al.* (115) evaluaron el impacto de la fragilidad en pacientes mayores de 65 años sometidos a cirugía cardíaca, utilizando la escala de fragilidad de Edmonton. Encontraron que puntuaciones más altas en la escala predijeron de manera independiente una estancia hospitalaria más prolongada y un mayor número de reingresos a los 12 meses. Estos hallazgos refuerzan el valor de la escala de Edmonton en la identificación preoperatoria de pacientes en riesgo, lo que concuerda con los resultados de este estudio, donde la Edmonton mostró la mejor capacidad discriminativa para la morbilidad postoperatoria. También el estudio de Holierook *et al.* (116) investigó la relación entre la Escala de Fragilidad de Edmonton y los resultados clínicos en pacientes sometidos a implantación transcatóter de válvula aórtica. Se analizaron 357 pacientes, y la escala de Edmonton se mostró como predictor útil de estancias prolongadas.

Los resultados de este estudio indican que la escala de Edmonton fue la herramienta de fragilidad con mejor capacidad predictiva para la morbilidad postoperatoria en cirugía cardíaca, aunque su rendimiento sigue siendo inferior al de los modelos de riesgo convencionales como el EuroSCORE II.

6.3.2 Capacidad predictiva de morbilidad de las pruebas funcionales GrST y GST

El GrST, que mide la fuerza de agarre como un indicador de fragilidad sarcopénica y reserva muscular, no demostró ser un predictor fiable de complicaciones postoperatorias en nuestra cohorte. La fuerza muscular no es el único determinante de la capacidad funcional postoperatoria. Aunque la debilidad muscular es un componente clave de la fragilidad, otros factores, como la inflamación sistémica y la reserva cardiovascular, juegan un papel fundamental en la recuperación postoperatoria. Sin embargo la evidencia es contradictoria. Mientras que estudios previos han mostrado una asociación entre menor fuerza de agarre y mayor incidencia de complicaciones postoperatorias (60, 65) otros, sin embargo, han reportado resultados opuestos. Una revisión sistemática y metaanálisis concluyó que, si bien una menor fuerza de agarre se asocia con un mayor riesgo de eventos adversos en pacientes con enfermedades cardíacas, la evidencia no es concluyente para establecer el GrST como un predictor independiente de morbilidad postoperatoria (117). Debe de tenerse en cuenta que no existe un consenso universal sobre los valores de corte óptimos del GrST para la predicción de complicaciones en cirugía cardíaca. Diferentes estudios han utilizado umbrales variables, lo que podría explicar la inconsistencia de los resultados. Es por esto que podemos decir que a pesar de su utilidad en la evaluación de la fragilidad sarcopénica, el GrST no mostró un valor predictivo significativo para complicaciones postoperatorias en esta cohorte. Su integración con otros parámetros podría mejorar su aplicabilidad, pero su uso como herramienta aislada en cirugía cardíaca es cuestionable.

Por su parte, el GST, que mide la velocidad de la marcha como un marcador de capacidad funcional y fragilidad, si mostró una asociación estadísticamente significativa con el shock cardiogénico en nuestro estudio, lo que indica un 63,6% más de riesgo de bajo gasto postoperatorio en pacientes frágiles según el GST. Sin embargo, no alcanzó significación estadística para el resto de complicaciones analizadas (ictus, insuficiencia renal, infección respiratoria y sepsis). Entre las causas de estos resultados podrían estar que la cirugía cardíaca afecta predominantemente el sistema cardiovascular y respiratorio. A diferencia de otras cirugías en las que la movilidad funcional preoperatoria es un predictor clave de la recuperación (como cirugía ortopédica o abdominal), en cirugía cardíaca las complicaciones postoperatorias están más relacionadas con la función cardiovascular y la respuesta inflamatoria sistémica que con la velocidad de la marcha.

La literatura cuenta con trabajos que han demostrado que una disminución en la velocidad de la marcha se asocia con un aumento en la mortalidad y morbilidad postoperatoria. Por ejemplo, un estudio multicéntrico prospectivo encontró que una velocidad de marcha más lenta se asoció con un mayor riesgo de mortalidad y morbilidad mayor después de la cirugía cardíaca (22). Esto se debe a que una marcha más lenta suele reflejar la presencia de sarcopenia, deterioro cardiovascular y/o acumulación de comorbilidades, factores que influyen directamente en la capacidad de recuperación tras una intervención. En consecuencia, los pacientes con una velocidad de marcha reducida presentan un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias, lo que se traduce en un incremento de la morbilidad y la mortalidad.

Además, el GST ha mostrado mejor desempeño en poblaciones geriátricas generales. Estudios como el de Studenski *et al.* (79) han identificado el GST como un fuerte predictor de mortalidad en adultos mayores, pero su capacidad para predecir desenlaces quirúrgicos ha sido menos consistente. Sumado a lo anterior, la fragilidad funcional podría no manifestarse completamente en la fase preoperatoria. Algunos pacientes con velocidades de marcha conservadas pueden aún presentar fragilidad oculta, que solo se hace evidente en el postoperatorio a través de complicaciones metabólicas, inflamatorias o hemodinámicas. En conclusión, el GST, a pesar de su utilidad en la evaluación de la fragilidad y en la predicción de mortalidad a largo plazo en poblaciones geriátricas y aunque demostró cierta utilidad en la predicción de shock cardiogénico, no resultó eficaz para anticipar otras complicaciones postoperatorias en nuestro grupo de estudio.

En definitiva, el GrST y el GST no mostraron una capacidad predictiva significativa para la morbilidad postoperatoria en cirugía cardíaca. Su falta de asociación podría explicarse por el hecho de que la recuperación tras cirugía cardíaca depende más de la función cardiovascular, la inflamación y la reserva metabólica que de la fuerza muscular o la movilidad preoperatoria.

6.3.3 Comparación de la capacidad predictiva de morbilidad de las escalas de fragilidad y las pruebas funcionales respecto a EuroSCORE II

El EuroSCORE II fue diseñado para estimar el riesgo de mortalidad hospitalaria, incorporando variables clínicas, quirúrgicas y fisiológicas relevantes. No obstante, su

capacidad para predecir complicaciones postoperatorias específicas es menos robusta, ya que no integra aspectos funcionales ni parámetros de fragilidad, que han demostrado estar implicados en la recuperación postquirúrgica.

Estudios previos han evaluado la relación entre el EuroSCORE II y la morbilidad postoperatoria, con hallazgos variables. Mahmud *et al.* (118) compararon el EuroSCORE II con otros modelos de predicción y señalaron que, aunque sigue siendo una herramienta válida, su sensibilidad para identificar pacientes en riesgo de complicaciones no era óptima, particularmente en adultos mayores y pacientes frágiles. Del mismo modo, Schoenenberger *et al.* (119) destacaron que el EuroSCORE II no incorpora factores asociados a la reserva fisiológica del paciente, lo que limita su aplicabilidad en la predicción de recuperación funcional y morbilidad prolongada.

Estos estudios, como el nuestro, sugieren que, aunque el EuroSCORE II sigue siendo una herramienta de referencia en cirugía cardíaca, su capacidad para anticipar la morbilidad postoperatoria podría beneficiarse de la integración de variables relacionadas con la fragilidad y el estado funcional preoperatorio.

Por su parte, las escalas de fragilidad han sido propuestas como herramientas complementarias para identificar a los pacientes con mayor vulnerabilidad a complicaciones postoperatorias. En este estudio, la escala de Edmonton fue la herramienta con mejor desempeño dentro de las escalas de fragilidad, aunque con una capacidad discriminativa moderada en comparación con el EuroSCORE II.

Estos hallazgos son consistentes con estudios como el de Afilalo *et al.* (59), que evaluaron múltiples escalas de fragilidad en cirugía cardíaca y concluyeron que, aunque pueden proporcionar información complementaria, no superan a los modelos de riesgo quirúrgico en la predicción de complicaciones postoperatorias.

Finalmente, Las pruebas funcionales, GrST y GST, han sido utilizadas como marcadores de reserva fisiológica en diversos escenarios clínicos. Sin embargo, en este estudio, ninguna de ellas mostró una capacidad predictiva significativa para complicaciones postoperatorias, salvo GST en cuanto al shock cardiogénico postquirúrgico.

Dado que ni las escalas de fragilidad ni las pruebas funcionales lograron superar al EuroSCORE II en la predicción de complicaciones postoperatorias, se plantea la necesidad de evaluar si su combinación con modelos de riesgo quirúrgico podría mejorar la estratificación del riesgo.

Algunos estudios han sugerido que, como ya se ha mencionado previamente, la combinación de EuroSCORE II junto con la escala de Edmonton podría mejorar la identificación de pacientes en riesgo de complicaciones (50). También cabría la posibilidad de utilizar pruebas funcionales para la planificación postoperatoria, más que para la predicción de complicaciones agudas. Aunque el GrST y el GST no fueron buenos predictores de morbilidad, podrían ser útiles para diseñar estrategias de rehabilitación y optimización preoperatoria.

6.4 Implicaciones Clínicas y Prácticas

Como hemos podido desarrollar a lo largo de los anteriores capítulos, la implementación de evaluaciones de fragilidad en la práctica clínica es crucial para mejorar la atención y los resultados en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Este enfoque no solo mejora la estratificación del riesgo preoperatorio, sino que también guía intervenciones más personalizadas y optimiza los resultados postoperatorios. Dada la relevancia de la fragilidad como predictor de resultados adversos, su incorporación en la práctica clínica debe considerarse una prioridad.

En primer lugar, la escala de Edmonton ha demostrado ser predictor de mortalidad a corto plazo en nuestra cohorte. Este hallazgo sugiere que la dependencia funcional, medida por esta escala, debe plantearse como una herramienta de uso rutinario en la evaluación preoperatoria de los pacientes candidatos a cirugía cardíaca. La inclusión de esta escala permite identificar a los pacientes en mayor riesgo, quienes podrían beneficiarse de intervenciones preventivas y de una planificación quirúrgica más cuidadosa. El uso de la escala de Edmonton no solo proporciona información crucial sobre la capacidad del paciente para realizar actividades diarias, sino que también predice su capacidad para soportar el estrés quirúrgico y recuperarse con éxito del procedimiento.

Los resultados de nuestro trabajo indican que en la cirugía cardíaca, la fuerza de agarre y la velocidad de la marcha por sí solas podrían no ser suficientes para predecir con precisión los resultados.

La creación de protocolos estandarizados para la evaluación de la fragilidad es otro aspecto clave. Estos protocolos deben asegurar que todos los pacientes sometidos a

cirugía cardíaca sean evaluados de manera sistemática y consistente antes del procedimiento. En particular, aquellos que presenten una mayor dependencia funcional, según la escala de Edmonton, deberían ser considerados para intervenciones prehabilitativas. Estas intervenciones podrían incluir programas de ejercicio físico, nutrición optimizada y, en algunos casos, un enfoque menos invasivo en la planificación quirúrgica. Se ha demostrado que las intervenciones prehabilitativas pueden mejorar la resistencia física del paciente y reducir el riesgo de complicaciones, lo que refuerza la necesidad de implementar estas estrategias como parte del cuidado rutinario en pacientes frágiles (112).

6.5 Fortalezas y Limitaciones del Estudio

En primer lugar, el trabajo corresponde a un estudio unicéntrico y el diseño observacional del estudio, aunque valioso para identificar asociaciones, no permite establecer relaciones causales definitivas. A pesar de la potencia del análisis estadístico utilizado, sigue existiendo la posibilidad de sesgos residuales y confusión por variables no medidas, lo que puede afectar la interpretación de los hallazgos (120, 121).

En cuanto al tamaño de la muestra, si bien la cohorte de 325 pacientes es representativa, podría no ser suficientemente grande para detectar asociaciones más sutiles o para realizar subanálisis específicos en subgrupos. Esto es particularmente relevante en el contexto de las complicaciones postoperatorias, donde variables como la fuerza de agarre y la velocidad de marcha no alcanzaron significancia estadística. Un tamaño muestral mayor podría haber permitido una mejor evaluación de estas variables

y su relación con los resultados postoperatorios a largo plazo. Además, la representatividad de la muestra podría verse limitada en poblaciones de pacientes sometidos a cirugía cardíaca en diferentes contextos geográficos o demográficos, lo que afecta la generalización de los hallazgos (122).

Una limitación adicional reside en el seguimiento a corto y mediano plazo en la evaluación de los resultados. La ausencia de un seguimiento a largo plazo restringe la comprensión completa del impacto de la fragilidad en la evolución de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Realizar evaluaciones en plazos más extensos podría haber ofrecido una visión más completa tanto de los resultados a largo plazo como de la efectividad de las intervenciones preoperatorias. (123).

La variabilidad interobservador en la aplicación de las escalas de fragilidad y las pruebas funcionales, como el GrST y GST, también puede haber influido en los resultados. Aunque estas herramientas son validadas y de fácil uso, la precisión en su aplicación es crucial para garantizar la fiabilidad de los hallazgos. Cualquier inconsistencia en la medición de estos parámetros podría introducir sesgos y afectar la reproducibilidad de los resultados, limitando su validez interna (124, 125).

Por último, la selección de pacientes para el estudio podría haber introducido un sesgo de selección. Los pacientes que participaron en el estudio podrían tener características diferentes de aquellos que no lo hicieron, lo que podría afectar la representatividad de la muestra. Además, no se realizó una evaluación nutricional exhaustiva, a pesar de que la malnutrición es un componente clave de la fragilidad. La inclusión de una evaluación nutricional más detallada podría haber proporcionado

información adicional sobre la relación entre el estado nutricional y los resultados postoperatorios (126).

6.6 Futuras Líneas de Investigación

Este estudio ha proporcionado información valiosa sobre la fragilidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, resaltando tanto su relevancia clínica como las limitaciones de las herramientas de evaluación actualmente disponibles. No obstante, se han identificado áreas clave que merecen una investigación más profunda para optimizar la evaluación preoperatoria y mejorar los resultados postoperatorios en esta población vulnerable. A continuación, se destacan las principales líneas de investigación futura que surgen a partir de los hallazgos de este estudio.

1. Evaluación longitudinal de la fragilidad y resultados a largo plazo

Una de las limitaciones de este estudio es la ausencia de seguimiento a largo plazo, lo cual impide una evaluación completa de la evolución de la fragilidad y sus implicaciones en la morbilidad más allá del primer año postoperatorio. Aunque se ha identificado la escala de Edmonton como un predictor significativo de mortalidad a corto plazo, la fragilidad es una condición dinámica que puede variar con el tiempo. Por ello, futuros estudios deberían enfocarse en seguimientos longitudinales más extensos para analizar cómo evolucionan la fragilidad y la dependencia funcional tras la cirugía cardíaca y determinar si las intervenciones dirigidas pueden modificar estos resultados a largo plazo. Esto ofrecería una visión más integral del impacto de la fragilidad en la

supervivencia y la calidad de vida a lo largo del tiempo, así como de la eficacia de las intervenciones continuas para mitigar sus efectos.

2. Impacto de las intervenciones prehabilitativas en pacientes frágiles

El análisis estadístico no ha mostrado que las pruebas funcionales como el GrST o el GST sean predictoras significativas de mortalidad o complicaciones, pero sigue existiendo una necesidad evidente de mejorar la condición física de los pacientes antes de la cirugía. Futuros estudios deberían centrarse en intervenciones prehabilitativas que aborden la fragilidad física de manera integral. Los programas de ejercicio, optimización nutricional y soporte psicológico podrían ser implementados antes de la cirugía para reducir la fragilidad y mejorar los resultados postoperatorios. Ensayos clínicos aleatorizados que evalúen el impacto de estas intervenciones serían esenciales para determinar las mejores estrategias de prehabilitación, sobre todo en pacientes que muestran dependencia funcional elevada.

3. Evaluación integral de la fragilidad incorporando factores psicosociales

Aunque la fragilidad física ha sido ampliamente investigada, otros componentes de la fragilidad, como los factores psicosociales, no fueron abordados en este estudio y podrían jugar un papel crucial en los resultados quirúrgicos. Futuros estudios deberían explorar en mayor profundidad el impacto del apoyo social, la calidad de vida y el estado emocional en la fragilidad. La inclusión de estos factores psicosociales en las

evaluaciones podría proporcionar una imagen más completa de la vulnerabilidad del paciente y guiar intervenciones más holísticas y personalizadas. Además, es importante entender cómo interactúan con la fragilidad física y si intervenciones específicas pueden mejorar tanto los componentes físicos como psicosociales.

4. Mejora y validación de herramientas de evaluación de la fragilidad

Si bien la escala de Edmonton ha demostrado ser un predictor significativo de mortalidad, no lo fueron otras escalas de fragilidad como Frail o Katz en este contexto. Futuros estudios deben centrarse en mejorar y validar herramientas más sensibles y específicas para la población sometida a cirugía cardíaca. La validación de nuevas escalas, que puedan incorporar parámetros funcionales y psicosociales, podría aumentar la precisión en la predicción de resultados postoperatorios. Asimismo, la creación de índices compuestos que combinen diferentes escalas, incluidos parámetros como la fuerza de agarre y la velocidad de marcha, podrían proporcionar evaluaciones más precisas y robustas, optimizando así la toma de decisiones clínicas.

5. Papel de la evaluación nutricional en la fragilidad y resultados postoperatorios

La malnutrición es un componente crucial de la fragilidad, pero no fue evaluada exhaustivamente en este estudio y es posible que el estado nutricional juegue un papel mediador en la relación entre la fragilidad y los resultados adversos. Futuras

investigaciones deben centrarse en evaluar de manera más detallada el estado nutricional de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca y cómo las intervenciones nutricionales preoperatorias pueden reducir la fragilidad y mejorar los resultados postoperatorios. Intervenciones que combinen evaluación nutricional con programas de rehabilitación podrían proporcionar nuevas estrategias para mejorar los resultados quirúrgicos en pacientes frágiles.

6. Exploración de biomarcadores de fragilidad

Aunque las escalas funcionales son útiles para evaluar la fragilidad, su combinación con biomarcadores específicos podría mejorar la precisión en la identificación de pacientes frágiles. Futuros estudios deberían investigar el papel de biomarcadores como los marcadores inflamatorios, el estrés oxidativo o los niveles hormonales en la evaluación de la fragilidad. La identificación de biomarcadores fiables permitiría una evaluación más objetiva y precoz de la fragilidad, complementando las escalas clínicas y mejorando la predicción de resultados adversos. Además, estos biomarcadores podrían proporcionar información sobre los mecanismos fisiopatológicos subyacentes de la fragilidad y abrir nuevas vías terapéuticas.

7. Análisis de coste-efectividad de las intervenciones en fragilidad

El uso de herramientas de evaluación de la fragilidad y la implementación de intervenciones prehabilitativas y nutricionales tienen implicaciones económicas que

deben ser evaluadas. Futuros estudios deben realizar análisis de coste-efectividad para determinar si la inversión en la detección y manejo de la fragilidad se traduce en una reducción de complicaciones y estancias hospitalarias y una mejor calidad de vida para los pacientes. Estos análisis podrían justificar la adopción generalizada de protocolos de evaluación de la fragilidad y programas de rehabilitación en sistemas de salud con recursos limitados, proporcionando evidencia de su impacto en los costos generales de atención médica.

.En conclusión, aunque este estudio ha aportado una comprensión más profunda de la fragilidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, todavía hay muchas áreas que requieren investigación adicional. Explorar estas líneas de investigación permitirá avanzar en la evaluación y manejo de la fragilidad, optimizando los resultados postoperatorios y mejorando la calidad de vida de los pacientes frágiles. A medida que se desarrollen nuevas herramientas, intervenciones y biomarcadores, será crucial integrar estos avances en la práctica clínica para lograr una atención más personalizada y efectiva.

7. CONCLUSIONES

Este estudio ha aportado una visión integral sobre la evaluación de la fragilidad en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, subrayando la importancia de integrar múltiples herramientas de evaluación para mejorar la predicción de resultados postoperatorios. A través de un análisis detallado de escalas de fragilidad, parámetros funcionales y modelos multivariantes, se han identificado factores clave que influyen en la mortalidad y morbilidad postoperatoria. Las principales conclusiones se resumen a continuación:

1. Relevancia clínica de la escala de Edmonton: Su capacidad para evaluar múltiples dimensiones de la fragilidad, incluyendo factores físicos, cognitivos y sociales, la convierte en un instrumento clínico de gran valor para la identificación de pacientes en alto riesgo. La literatura existente ya ha señalado que las escalas multidimensionales son superiores en la evaluación preoperatoria frente a herramientas más reduccionistas, y los resultados de este estudio refuerzan esa idea. Su facilidad de aplicación y su fiabilidad en la identificación de pacientes vulnerables justifican su incorporación en la evaluación prequirúrgica, permitiendo optimizar la planificación perioperatoria y personalizar las estrategias de manejo según el grado de fragilidad del paciente.

2. Limitada utilidad de otras escalas de fragilidad: A pesar de su uso extendido en la práctica clínica, las escalas como Frail, Barthel y Katz no mostraron ser predictores significativos de mortalidad o complicaciones en esta cohorte.

3. Impacto limitado de las pruebas funcionales: Aunque la literatura ha señalado que estos indicadores son útiles en la evaluación de la fragilidad en poblaciones geriátricas y en otros contextos clínicos, en este estudio no mostraron una capacidad discriminativa relevante en la estratificación del riesgo quirúrgico. La ausencia de significancia estadística sugiere que, en la población de cirugía cardíaca, su utilidad podría ser limitada cuando se utilizan como herramientas independientes. No obstante, podrían seguir siendo relevantes dentro de una evaluación multidimensional, complementando escalas como la de Edmonton en casos específicos donde se desee una valoración más detallada de la funcionalidad del paciente.

4. Relevancia de EuroSCORE II: se confirmó como el modelo quirúrgico con mejor capacidad predictiva de mortalidad postoperatoria lo que refuerza su validez en la estratificación del riesgo en nuestro grupo de estudio. Además, el hecho de que la escala de Edmonton haya demostrado utilidad en la predicción de mortalidad subraya la importancia de integrar la evaluación de la fragilidad con los modelos tradicionales de riesgo quirúrgico. La combinación de herramientas clínicas y escalas de fragilidad podría ofrecer una valoración más precisa del riesgo global del paciente y permitir la identificación de aquellos que podrían beneficiarse de estrategias perioperatorias específicas.

5. Importancia de la evaluación multidimensional: Este estudio refuerza la necesidad de realizar una evaluación integral que combine escalas de fragilidad, pruebas funcionales y factores clínicos. Dado que la fragilidad afecta a múltiples sistemas fisiológicos, este

enfoque multidimensional proporciona una evaluación más completa del riesgo quirúrgico y facilita la planificación quirúrgica y postoperatoria adaptada a las necesidades específicas de cada paciente.

6. Desarrollo de nuevas herramientas de evaluación: Existe la necesidad de desarrollar y validar nuevas herramientas de evaluación de la fragilidad que sean más sensibles y específicas para la población de pacientes sometidos a cirugía cardíaca, complementando las existentes y proporcionando una evaluación aún más precisa.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. (2024). Clasificación Internacional de Enfermedades (11^a revisión). Recuperado de <https://cnrha.sanidad.gob.es/documentacion/bioetica/pdf/Helsinki.pdf>
2. Organización Mundial de la Salud. (2017). Enfermedades cardiovasculares. *Informe Global sobre Enfermedades No Transmisibles 2016*. Ginebra: OMS. Recuperado de <https://www.who.int>.
3. Instituto Nacional de Estadística. (2018). INEbase. Instituto Nacional de Estadística. Recuperado de <http://www.ine.es/inebmenu/indice.htm>.
4. Ministerio de Sanidad. (2022). *Análisis con perspectiva de género de los registros sobre la enfermedad cardiovascular* contenidos en la Base de Datos Clínicos de Atención Primaria. Centro de Publicaciones. Recuperado de <https://cpage.mpr.gob.es>.
5. Instituto Nacional de Estadística. (2024). *Proyecciones de población. Años 2024-2074*. INEbase. Recuperado de <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/PROP20242074.htm>.
6. García-Tornel, M. J., Cañas, A. C., Hernández, T. C., et al. C. A. M. (2012). Cardiovascular surgery: Definition, organization, activity, standards and recommendations. *Cardiovascular Surgery*, 19(1), 15-38.
7. Roques, F., Michel, P., Goldstone, A. R., et al. S. A. (2003). The logistic EuroSCORE. *European Heart Journal*, 24(9), 881-882. [https://doi.org/10.1016/s0195-668x\(02\)00799-6](https://doi.org/10.1016/s0195-668x(02)00799-6).
8. Speziale, G., Nasso, G., Barattoni, M., et al. (2011). Short-term and long-term results of cardiac surgery in elderly and very elderly patients. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 141(3), 725-731.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.05.010>.
9. Craver, J. M., Puskas, J. D., Weintraub, W. W., et al. (1999). 601 octogenarians undergoing cardiac surgery: Outcome and comparison with younger age groups. *Annals of Thoracic Surgery*, 67(4), 1104-1110. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(99\)00154-x](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(99)00154-x).

10. Heijmeriks, J. A., Pourrier, S., Dassen, P., et al. (1999). Comparison of quality of life after coronary and/or valvular cardiac surgery in patients ≥ 75 years of age with younger patients. *The American Journal of Cardiology*, 83(7), 1129–A9. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(99\)00028-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(99)00028-4).
11. Avery, G. J., Ley, S. J., Hill, J. D., et al. (2001). Cardiac surgery in the octogenarian: Evaluation of risk, cost, and outcome. *Annals of Thoracic Surgery*, 71(2), 591–596. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(00\)02163-9](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(00)02163-9).
12. Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., et al. (2001). Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *Journal of Gerontology*, 56A(3), M146–M156. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>.
13. Wilson, J. F. (2004). Frailty—and its dangerous effects—might be preventable. *Annals of Internal Medicine*, 141(6), 489–492. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-141-6-200409210-00035>.
14. Boyd, C. M., Xue, Q. L., Simpson, C. F., et al. (2005). Frailty, hospitalization, and progression of disability in a cohort of disabled older women. *American Journal of Medicine*, 118(11), 1225–1231. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2005.01.062>.
15. Rolfson, D. B., Majumdar, S. R., Tsuyuki, R. T., et al. (2006). Validity and reliability of the Edmonton Frail Scale. *Age and Ageing*, 35(5), 526–529. <https://doi.org/10.1093/ageing/af1041>.
16. Arozullah, A. M., Daley, J., Henderson, W. G., et al. (2000). Multifactorial risk index for predicting postoperative respiratory failure in men after major noncardiac surgery. *Annals of Surgery*, 232(2), 242–253. <https://doi.org/10.1097/00000658-200008000-00015>.
17. Dasgupta, M., Rolfson, D. B., Stolee, P., et al. (2009). Frailty is associated with postoperative complications in *older adults with medical problems*. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 48(1), 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2007.10.007>.

18. Lee, D. H., Buth, K. J., Martin, B. J., et al. (2010). Frail patients are at increased risk for mortality and prolonged institutional care after cardiac surgery. *Circulation*, 121(8), 973–978. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.841437>.
19. Makary, M. A., Segev, D. L., Pronovost, P. J., et al. (2010). Frailty as a predictor of surgical outcomes in older patients. *Journal of the American College of Surgeons*, 210(6), 901-908. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2010.01.028>.
20. Sepehri, A., Beggs, T., Hassan, A., et al. (2014). The impact of frailty on outcomes after cardiac surgery: A systematic review. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 148(6), 3110-3117. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.07.087>.
21. Sündermann, S., Dademasch, A., Praetorius, J., et al. (2011). Comprehensive assessment of frailty for elderly high-risk patients undergoing cardiac surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 39(1), 33–37. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2010.04.013>.
22. Afilalo, J., Eisenberg, M. J., Morin, J. F., et al. (2010). Gait speed as an incremental predictor of mortality and major morbidity in elderly patients undergoing cardiac surgery. *Journal of the American College of Cardiology*, 56(20), 1668–1676. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.06.039>.
23. Nishimura, R. A., Otto, C. M., Bonow, R. O., et al. (2014). 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary. *Circulation*, 129(23), 2440–2492. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000029>.
24. Walston, J. D., & Bandeen-Roche, K. (2015). Frailty: a tale of two concepts. *BMC Medicine*, 13, 185. <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0420-6>.
25. Buta, B. J., Walston, J. D., Godino, J. G., et al. (2016). Frailty assessment instruments: Systematic characterization of the uses and contexts of highly-cited instruments. *Ageing Research Reviews*, 26, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.12.003>.
26. Sternberg, S. A., Wershof Schwartz, A., Karunanathan, S., et al. (2011). The identification of frailty: A systematic literature review. *Journal of the American*

Geriatrics Society, 59(11), 2129–2138. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03597.x>.

27. Avila-Funes, J. A., Amieva, H., Barberger-Gateau, P., et al. (2009). Cognitive impairment improves the predictive validity of the phenotype of frailty for adverse health outcomes: The three-city study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(3), 453–461. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02136.x>.

28. Mahoney, F. I., & Barthel, D. W. (1965). Functional evaluation: The Barthel Index. *Maryland State Medical Journal*, 14, 61–65.

29. Martín-Sánchez, F. J., Gil, V., Llorens, P., et al. (2012). Barthel Index-Enhanced Feedback for Effective Cardiac Treatment (BI-EFFECT) Study: Contribution of the Barthel Index to the Heart Failure Risk Scoring System Model in Elderly Adults with Acute Heart Failure in the Emergency Department. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(3), 493–498. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03845.x>.

30. Chivite, D., Formiga, F., Corbella, X., et al. (2018). Basal functional status predicts one-year mortality after a heart failure hospitalization in elderly patients—The RICA prospective study. *International Journal of Cardiology*, 254, 182–188. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.10.104>.

31. Duffy, L., Gajree, S., Langhorne, P., et al. (2013). Reliability (Inter-rater Agreement) of the Barthel Index for Assessment of Stroke Survivors: Systematic Review and Meta-analysis. *Stroke*, 44(2), 462–468. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.112.678615>.

32. Katz, S., Ford, A. B., Moskowitz, R. W., et al. (1963). Studies of illness in the aged: The Index of ADL, a standardized measure of biological and psychosocial function. *JAMA*, 185(12), 914–919. <https://doi.org/10.1001/jama.1963.03060120024016>.

33. Trigás-Ferrín, M., Ferreira-González, L., & Mejjide-Míguez, H. (2011). Escalas de valoración funcional en el anciano. *Galicía Clínica*, 72(1), 11–16.

34. Valderrama, E., Pérez del Molino, J. (1997). Una visión crítica de las escalas de valoración funcional traducidas al castellano. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 32(5), 297–306.

35. Tan, K. Y., Kawamura, Y. J., Tokomitsu, A., et al. (2012). Assessment for frailty is useful for predicting morbidity in elderly patients undergoing colorectal cancer resection whose comorbidities are already optimized. *The American Journal of Surgery*, 204(2), 139–143. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2011.08.012>.
36. Revenig, L. M., Canter, D. J., Taylor, M. D., et al. (2013). Too frail for surgery? Initial results of a large multidisciplinary prospective study examining preoperative variables predictive of poor surgical outcomes. *Journal of the American College of Surgeons*, 217(4), 665–670. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2013.06.012>.
37. Courtney-Brooks, M., Tellawi, A. R., Scalici, J., et al. (2012). Frailty: An outcome predictor for elderly gynecologic oncology patients. *Gynecologic Oncology*, 126(1), 20–24. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2012.04.019>.
38. Kojima, G. (2018). Quick and Simple FRAIL Scale Predicts Incident Activities of Daily Living (ADL) and Instrumental ADL (IADL) Disabilities: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of the American Medical Directors Association*, 19(12), 1063–1068. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.07.019>.
39. Woo, J., Leung, J., & Morley, J. E. (2012). Comparison of frailty indicators based on clinical phenotype and the multiple deficit approach in predicting mortality and physical limitation. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(8), 1478–1486. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2012.04074.x>.
40. Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>.
41. Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy*, 80(9), 896–903. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.9.896>.
42. Mathiowetz, V., Rennells, C., & Donahoe, L. (1985). Effect of elbow position on grip and key pinch strength. *The Journal of Hand Surgery*, 10(5), 694–697. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(85\)80210-0](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(85)80210-0).

43. Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189–198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6).
44. Mitchell, A. J., Bird, V., Rizzo, M., et al. (2010). Diagnostic validity and added value of the Geriatric Depression Scale for depression in primary care: A meta-analysis of GDS30 and GDS15. *Journal of Affective Disorders*, 125(1-3), 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2009.08.019>.
45. Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., et al. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95(5), 1851–1860. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00246.2003>.
46. Perna, S., Francis, M. D., Bologna, et al. (2017). Performance of Edmonton Frail Scale on frailty assessment: its association with multi-dimensional geriatric conditions assessed with specific screening tools. *BMC Geriatrics*, 17(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0382-3>.
47. Blanco, S., Ferrières, J., Bongard, V., et al. (2017). Prognosis Impact of Frailty Assessed by the Edmonton Frail Scale in the Setting of Acute Coronary Syndrome in the Elderly. *Canadian Journal of Cardiology*, 33(7), 933–939. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2017.03.026>.
48. Nashef, S. A. M., Roques, F., Michel, P., et al. (1999). European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 16(1), 9–13. [https://doi.org/10.1016/S1010-7940\(99\)00134-7](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(99)00134-7).
49. Nashef, S. A. M., Roques, F., Sharples, L. D., et al. (2012). EuroSCORE II. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 41(4), 734–744. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs043>.
50. Amabili, P., Wozolek, A., Noirot, I., et al. (2019). The Edmonton Frail Scale Improves the Prediction of 30-Day Mortality in Elderly Patients Undergoing Cardiac Surgery: A

Prospective Observational Study. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 33(4), 945–952. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2018.05.038>.

51. Ramírez, J. U., Cadena, M. O., & Ochoa, M. E. (2017). Edmonton Frail Scale in Colombian older people. Comparison with the Fried criteria. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 52(6), 322-325. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2017.04.001>.

52. Dent, E., Kowal, P., & Hoogendijk, E. O. (2016). Frailty measurement in research and clinical practice: A review. *European Journal of Internal Medicine*, 31, 3-10. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2016.03.007>.

53. Fabrício-Wehbe, C., Schiaveto, F., & Vendrusculo Ramos, T. (2009). Cross-cultural adaptation and validity of the "Edmonton Frail Scale - EFS" in a Brazilian elderly sample. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 17(6), 1043-1049. <https://doi.org/10.1590/s0104-11692009000600018>.

54. Bohannon, R. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20—79 years: Reference values and determinants. *Age and Ageing*, 26(1), 15-19. <https://doi.org/10.1093/ageing/26.1.15>.

55. Alonso Martínez, A., Izquierdo Aymerich, M. M., & Cecchini Estrada, J. A. (2003). Asociación de la condición física saludable y los indicadores del estado de salud (I). *Archivos de Medicina del Deporte*, 96, 339.

56. Verghese, J., Wang, C., Lipton, R., et al. (2007). Quantitative gait dysfunction and risk of cognitive decline and dementia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78(9), 929-935. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2006.106914>.

57. Abizanda-Soler, P., Gómez-Pavón, J., Martín-Lesende, I., et al. (2010). Detección y prevención de la fragilidad: una nueva perspectiva de prevención de la dependencia en las personas mayores. *Medicina Clínica*, 135(15), 713-719.

58. Kan, G., Rolland, Y., Andrieu, S., et al. (2009). Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people: An International Academy on Nutrition and Aging (IANA) task force. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13(10), 881-889. <https://doi.org/10.1007/s12603-009-0246-z>.

59. Afilalo, J., et al. (2017). Frailty in older adults undergoing aortic valve replacement: The FRAILTY-AVR study. *Journal of the American College of Cardiology*, 70(6), 689–700. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.06.024>.
60. Fu, L., Zhang, Y., Shao, B., et al. (2019). Perioperative poor grip strength recovery is associated with 30-day complication rate after cardiac surgery discharge in middle-aged and older adults: A prospective observational study. *BMC Cardiovascular Disorders*. <https://doi.org/10.1186/s12872-019-1241-x>.
61. Lim, S., Jacques, F., Babaki, S., et al. (2023). Preoperative physical frailty assessment among octogenarians undergoing cardiac surgery: Upgrading the "eyeball" test. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 165(4), 1473–1483.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2021.02.100>.
62. Leong, D. P., Teo, K. K., Rangarajan, S., et al. (2015). Prognostic value of grip strength: Findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *The Lancet*, 386(9990), 266–273. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62000-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62000-6).
63. Gale, C. R., Martyn, C. N., Cooper, C., et al. (2007). Grip strength, body composition, and mortality. *International Journal of Epidemiology*, 36(1), 228–235. <https://doi.org/10.1093/ije/dyl224>.
64. Rantanen, T., Harris, T., Leveille, S. G., et al. (2000). Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(3), M168–M173. <https://doi.org/10.1093/gerona/55.3.m168>.
65. Bohannon, R. W. (2008). Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 31(1), 3–10. <https://doi.org/10.1519/00139143-200831010-00002>.
66. Sayer, A. A., & Kirkwood, T. B. (2015). Grip strength and mortality: A biomarker of ageing? *The Lancet*, 386(9990), 226–227. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62349-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62349-7).

67. Reeve, T., Ur, R., Craven, T., et al. (2017). Grip strength measurement for frailty assessment in patients with vascular disease and associations with comorbidity, cardiac risk, and sarcopenia. *Journal of Vascular Surgery*, 67, 1512–1520. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.08.078>.
68. Mathiowetz, V. (2002). Comparison of Rolyan and Jamar dynamometers for measuring grip strength. *Occupational Therapy International*, 9(3), 201–209. <https://doi.org/10.1002/oti.165>.
69. Roberts, H. C., Denison, H. J., Martin, H. J., et al. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: Towards a standardized approach. *Age and Ageing*, 40(4), 423–429. <https://doi.org/10.1093/ageing/afr051>.
70. Mitnitski, A., Howlett, S. E., & Rockwood, K. (2017). Heterogeneity of human aging and its assessment. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, glw089. <https://doi.org/10.1093/gerona/glw089>.
71. Searle, S. D., Mitnitski, A., Gahbauer, E. A., et al. (2008). A standard procedure for creating a frailty index. *BMC Geriatrics*, 8, 24. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-8-24>.
72. Clegg, A., Young, J., Iliffe, S., et al. (2013). Frailty in elderly people. *The Lancet*, 381(9868), 752–762. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)62167-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62167-9).
73. Norkiene, I., Urbanavičiūtė, I., Kezytė, G., et al. (2018). Impact of pre-operative health-related quality of life on outcomes after heart surgery. *ANZ Journal of Surgery*, 88. <https://doi.org/10.1111/ans.14061>.
74. Afilalo, J., Karunanathan, S., Eisenberg, M. J., et al. (2009). Role of frailty in patients with cardiovascular disease. *The American Journal of Cardiology*, 103(11), 1616–1621. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2009.01.375>.
75. Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., & Bauer, J., et al. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>.

76. Bohannon, R. W. (2015). Muscle strength: Clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 18(5), 465–470. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000202>.
77. Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., et al. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39(4), 412–423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>.
78. Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., et al. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the Health, Aging and Body Composition Study cohort. *The Journals of Gerontology: Series A*, 61(10), 1059–1064. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.1.72>.
79. Studenski, S. (2011). Gait speed and survival in older adults. *JAMA*, 305(1), 50. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1923>.
80. Allen, K. B. (2014). Frailty: It's hard to define, but you know it when you see it. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 148(6), 3117–3118. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.10.013>.
81. Vahanian, A., Beyersdorf, F., Praz, F., et al. (2022). Guía ESC/EACTS 2021 sobre el diagnóstico y tratamiento de las valvulopatías. *Revista Española de Cardiología*, 75(6), 524.e1-524.e69. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.11.023>.
82. Neumann, F. J., Sousa-Uva, M., Ahlsson, A., et al. (2019). Guía ESC/EACTS 2018 sobre revascularización miocárdica. *Revista Española de Cardiología*, 72(1), 73.e1-73.e95. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.11.001>.
83. Bellomo, R., Ronco, C., Kellum, J. A., et al. (2004). Acute renal failure - definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: The Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Critical Care*, 8(4), R204-R212.

84. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplements*, 3(1), 1-150. <https://doi.org/10.1038/kisup.2012.73>.
85. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). (2024). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2024 report). Recuperado de <https://goldcopd.org>.
86. Rodríguez-Aguirre, A., Morales-González, J., Díaz-Chiguer, D., et al. (2021). Fragilidad como predictor de complicaciones en adultos mayores tratados con colecistectomía laparoscópica. *Revista De Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 25(1). <https://doi.org/10.24875/remq.21000006>.
87. World Medical Association. (2013). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Recuperado de: <https://cnrha.sanidad.gob.es/documentacion/bioetica/pdf/Helsinki.pdf>.
88. Von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., et al. (2007). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for reporting observational studies. *PLoS Medicine*, 4(10), e296. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040296>.
89. Roopsawang, I., Thompson, H., Zaslavsky, O., et al. (2020). Predicting hospital outcomes with the reported Edmonton Frail Scale-Thai version in orthopaedic older patients. *Journal of Clinical Nursing*, 29, 4708-4719. <https://doi.org/10.1111/jocn.15512>.
90. Hoogendijk, E. O., Afilalo, J., Ensrud, K. E., et al. (2019). Frailty: Implications for clinical practice and public health. *Lancet* (London, England), 394(10206), 1365–1375. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31786-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31786-6).
91. Partridge, J. S. L., Harari, D., Martin, F. C., et al. (2014). The impact of preoperative frailty assessments in older surgical patients: A systematic review. *Age and Ageing*, 41(2), 142–147. <https://doi.org/10.1111/anae.12494>.

92. Robinson, T. N., Wu, D. S., Pointer, L., et al. (2013). Simple frailty score predicts postoperative complications across surgical specialties. *American Journal of Surgery*, 206(4), 544–550. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2013.03.012>
93. Uchinaka, E. I., Hanaki, T., Morimoto, M., et al. (2022). The Barthel Index for predicting postoperative complications in elderly patients undergoing abdominal surgery: A prospective single-center study. *In Vivo*, 36(6), 2973–2980. <https://doi.org/10.21873/invivo.13041>.
94. Verbrugge, L. M., & Jette, A. M. (1994). The disablement process. *Social Science & Medicine*, 38(1), 1–14. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(94\)90294-1](https://doi.org/10.1016/0277-9536(94)90294-1).
95. Covinsky, K. E., Palmer, R. M., Fortinsky, R. H., et al. (2003). Loss of independence in activities of daily living in older adults hospitalized with medical illnesses: Increased vulnerability with age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(4), 451–458. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51152.x>
96. Contreras Ibacache, V., Elgueta Le-Beuffe, M. F., Carrasco Gorman, M., et al. (2023). Instrumentos para medir fragilidad en pacientes mayores chilenos prequirúrgicos utilizando la escala FRAIL, CFS y fenotipo FRIED. *49° Congreso Chileno de Anestesiología: Tomo de Resúmenes*. <https://doi.org/10.25237/congreso2023-15>.
97. Afilalo, J., Alexander, K. P., Mack, M. J., et al. (2014). Frailty in the cardiovascular care of older adults. *Journal of the American College of Cardiology*, 63(8), 747–762. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.09.070>
98. Meyers, B., Al-Shamsi, H., Rask, S., et al. (2017). Utility of the Edmonton Frail Scale in identifying frail elderly patients during treatment of colorectal cancer. *Journal of Gastrointestinal Oncology*, 8(1), 32–38. <https://doi.org/10.21037/jgo.2016.11.12>.
99. Abernethy, G., Smyth, W., Arnold-Nott, C., et al. (2018). Investigation on the use and acceptability of the Edmonton Frail Scale in a rural primary care setting. *Australian Journal of Rural Health*, 26, 449–450. <https://doi.org/10.1111/ajr.12434>.
100. Maze, Y., Tokui, T., Narukawa, T., et al. (2024). Impact of the Barthel Index score and prognosis on patients undergoing transcatheter aortic valve replacement and surgical

aortic valve replacement. *Circulation Journal*, 88(4), 483-491. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-23-0458>.

101. Lee, J. A., Yanagawa, B., An, K. R., et al. (2021). Frailty and pre-frailty in cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis of 66,448 patients. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 16(1), 184. <https://doi.org/10.1186/s13019-021-01541-8>

102. Partridge, J. S. L., Harari, D., & Dhesi, J. K. (2018). Frailty in the older surgical patient: A review. *Age and Ageing*, 47(4), 1–9. <https://doi.org/10.1093/ageing/afr182>.

103. Sündermann, S. H., Dademasch, A., Seifert, D., et al. (2014). Frailty is a predictor of short- and mid-term mortality after elective cardiac surgery independently of age. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 18, 580–585. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivu006>.

104. Graham A, Brown CH 4th. Frailty, Aging, and Cardiovascular Surgery. *Anesth Analg*. 2017 Apr;124(4):1053-1060. doi: 10.1213/ANE.0000000000001560.

105. Kleipool EE, Hoogendijk EO, Trappenburg MC, et al. Frailty in Older Adults with Cardiovascular Disease: Cause, Effect or Both? *Aging Dis*. 2018 Jun 1;9(3):489-497. doi: 10.14336/AD.2017.1125.

106. Middleton, A., Fritz, S. L., & Lusardi, M. (2015). Walking speed: The functional vital sign. *Journal of Aging and Physical Activity*, 23(2), 314–322. <https://doi.org/10.1123/japa.2013-0236>.

107. Ansari-pour, A., Rad, A., Koulouroudias, M., et al. (2023). Sarcopenia adversely affects outcomes following cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 12. <https://doi.org/10.3390/jcm12175573>.

108. Robinson, T. N., Walston, J. D., & Brummel, N. E., et al. (2015). Frailty for surgeons: Review of a National Institute on Aging conference on frailty for specialty care and research. *Journal of the American College of Surgeons*, 221(6), 1083–1092. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2015.08.428>.

109. Rockwood, K. (2005). A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *Canadian Medical Association Journal*, 173(5), 489–495. doi:10.1503/cmaj.050051.
110. McIsaac, D. I., MacDonald, D. B., & Aucoin, S. D. (2020). Frailty for Perioperative Clinicians: A Narrative Review. *Anesthesia & Analgesia*, 130(6), 1450-1460. doi: 10.1213/ANE.0000000000004602.
111. Coca-Martínez, M., López-Hernández, A., Montané-Muntané, M., et al. (2020). Multimodal prehabilitation as strategy for reduction of postoperative complications after cardiac surgery: A randomised controlled trial protocol. *BMJ Open*, 10. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-039885>
112. Marmelo, F., Rocha, V., & Moreira-Gonçalves, D. (2018). The impact of prehabilitation on post-surgical complications in patients undergoing non-urgent cardiovascular surgical intervention: Systematic review and meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 25, 404 - 417. <https://doi.org/10.1177/2047487317752373>.
113. Politi, M. T., Di Benedetto, S., Ferreyra, R., et al. (2024). Caracterización y predicción del riesgo de cirugías cardiovasculares con uso de bomba de circulación extracorpórea: Un estudio transversal. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, (Córdoba, Argentina), 81(2), 233–253. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.v81.n2.42432>.
114. Lemus Barrios, G. A., & Gómez, M. (2019). Efectos de la fragilidad en los resultados adversos de la cirugía cardíaca en el anciano. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27(4), 250-261. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2018.11.005>
115. Lal, S., Gray, A., Kim, E., et al. (2019). Frailty in elderly patients undergoing cardiac surgery increases hospital stay and 12-month readmission rate. *Heart, Lung & Circulation*. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2019.10.007>.
116. Holierook, M., Henstra, M., Dolman, D., et al. (2023). Higher Edmonton Frail Scale prior to transcatheter aortic valve implantation is related to longer hospital stay and

mortality. *International Journal of Cardiology*, 131637. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4359066>.

117. Pavasini, R., Serenelli, M., Celis-Morales, C. A., et al. (2019). Grip strength predicts cardiac adverse events in patients with cardiac disorders: An individual patient pooled meta-analysis. *Heart*, 105(11), 834–841. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-313816>.

118. Mahmud, A. U., Sazzad, M. F., & Wadud, M. A., et al. (2019). Performance of EuroSCORE II in predicting early mortality after Mitral, Aortic or Mitral & Aortic valve surgery patients in National Heart Foundation Hospital and Research Institute. *Bangladesh Heart Journal*, 34(1), 11–24. <https://doi.org/10.3329/bhj.v34i1.41903>.

119. Schoenenberger, A. W., Stortecky, S., & Neumann, S., et al. (2013). Predictors of functional decline in elderly patients undergoing transcatheter aortic valve implantation (TAVI). *European Heart Journal*, 34(9), 684–692. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs304>.

120. Rothman, K. J., Greenland, S., & Lash, T. L. (2008). *Modern Epidemiology*. 3rd edition. Lippincott Williams & Wilkins. "Capítulo 20: "Logistic Regression".

121. Markham, J. L., Richardson, T., Stephens, J. R., et al. (2023). Essential concepts for reducing bias in observational studies. *Hospital Pediatrics*, 13(8), e234–e239. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2023-007116>.

122. Greene, T. (2015). Randomized controlled trials 5: Determining the sample size and power for clinical trials and cohort studies. *Clinical Epidemiology*, 225–247. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2428-8_13.

123. Cuzick, J. (2023). The importance of long-term follow up of participants in clinical trials. *British Journal of Cancer*, 128, 432–438. <https://doi.org/10.1038/s41416-022-02038-4>.

124. Hynes, C., & Galvin, R. (2022). The diagnostic and predictive accuracy of the Edmonton frail scale for screening frailty in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*. <https://doi.org/10.1093/ageing/afac218.023>.

125. Sirisegaram, L., Owodunni, O. P., Ehrlich, A., et al. (2023). Validation of the self-reported domains of the Edmonton Frail Scale in patients 65 years of age and older. *BMC Geriatrics*, 23, 15. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03623-1>.
126. Weimann, A., Braga, M., Carli, F., et al. (2017). ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clinical Nutrition*, 36(3), 623–650. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.02.013>.

9. ANEXOS

ÍNDICE DE BARTHEL

	Valoración
Comer	
Independiente	10
Necesita ayuda para cortar la carne y el pan, extender la mantequilla, etc.	5
Dependiente	0
Lavarse	
Independiente: es capaz de lavarse entero utilizando la ducha o el baño	5
Dependiente	0
Vestirse	
Independiente: es capaz de ponerse y quitarse toda la ropa sin ayuda	10
Necesita ayuda, pero realiza solo al menos la mitad de la tarea en un tiempo razonable	5
Dependiente	0
Arreglarse	
Independiente: incluye lavarse la cara y las manos, peinarse, maquillarse, afeitarse, etc	5
Dependiente	0
Deposición (valorar la semana previa)	
Continente: ningún episodio de incontinencia	10
Ocasional: un episodio de incontinencia, necesita ayuda para administrarse enemas o supositorios	5
Incontinente	0
Micción (valorar la semana previa)	
Continente: ningún episodio de incontinencia	10
Ocasional: como máximo ningún episodio de incontinencia en 24 horas; necesita ayuda para el cuidado de la sonda o el colector.	0
Incontinente	0
Usar el retrete	
Independiente: usa el retrete, bacinilla o cuña sin ayuda y sin manchar o mancharse	10
Necesita una pequeña ayuda para quitarse y ponerse la ropa, pero se limpia solo	5
Dependiente	0
Trasladarse (sillón/cama)	
Independiente	15
Mínima ayuda física o supervisión verbal	10
Necesita gran ayuda (persona entrenada), pero se sienta sin ayuda	5
Dependiente: necesita grúa o ayuda de dos personas; no puede permanecer sentado	0
Deambular	
Independiente: camina solo 50 metros, puede ayudarse de bastón, muletas o andador sin ruedas; si utiliza prótesis es capaz de quitársela o ponérsela	15
Necesita ayuda física o supervisión para andar 50 metros	10
Independiente en silla de ruedas sin ayuda ni supervisión	5
Dependiente	0
Subir escaleras	
Independiente para subir y bajar un piso sin supervisión ni ayuda de otra persona	10
Necesita ayuda física de otra persona o supervisión	5
Dependiente	0

Independencia	100
Dependencia escasa	91-99
Dependencia moderada	61-90
Dependencia grave	21-60
Dependencia total	<21

ÍNDICE DE KATZ

Baño	Independiente: necesita ayuda para lavarse una sola parte (con la espalda o una extremidad incapacitada) o se baña completamente sin ayuda	
	Dependiente: necesita ayuda para lavarse más de una parte del cuerpo, para salir o entrar en la bañera o no se lava solo.	
Vestido	Independiente: coge la ropa solo, se la pone, se pone adornos y abrigos y usa cremalleras (se excluye el atarse los zapatos).	
	Dependiente: no se viste solo o permanece vestido parcialmente.	
Uso del WC	Independiente: accede al retrete, entra y sale de él, se limpia los órganos excretorios y se arregla la ropa (puede usar o no soportes mecánicos).	
	Dependiente: usa orinal o cuña o precisa ayuda para acceder al retrete y utilizarlo.	
Movilidad	Independiente: entra y sale de la cama y se sienta y levanta de la silla solo (puede usar o no soportes mecánicos).	
	Dependiente: precisa de ayuda para utilizar la cama y/o la silla; no realiza uno o más desplazamientos.	
Continencia	Independiente: control completo de micción y defecación.	
	Dependiente: incontinencia urinaria o fecal parcial o total.	
Alimentación	Independiente: lleva la comida desde el plato o su equivalente a la boca (se excluyen cortar la carne y untar la mantequilla o similar).	
	Dependiente: precisa ayuda para la acción de alimentarse o necesita de alimentación enteral o parental.	

Por ayuda se entiende la supervisión, dirección o ayuda personal activa. La evaluación debe realizarse según lo que el enfermo realice y no sobre lo que sería capaz de realizar

Cada actividad en la que el paciente es independiente cuenta como 1 punto.

Se considera paciente frágil si la puntuación total es menor de ≤ 4 .

ÍNDICE DE FRAIL

Ítem	Valoración	Respuesta	
		1	0
Fatiga	¿Qué parte del tiempo durante las últimas cuatro semanas se siente cansado? 1: todo el tiempo; 2: la mayoría de las veces; 3: parte del tiempo; 4: un poco del tiempo; 5: en ningún momento 1 o 2 = 1 3, 4 o 5 = 0		
Resistencia	¿Tiene alguna dificultad para caminar 10 escalones sin descansar por usted mismo, sin ayuda? Sí = 1 No = 0		
Deambulaci3n	¿Tiene alguna dificultad para caminar varios cientos de metros por usted mismo, sin ayuda? Sí = 1 No = 0		
Comorbilidad	Para 11 enfermedades. Hipertensi3n, diabetes, c3ncer, enfermedad pulmonar obstructiva cr3nica, infarto de miocardio, insuficiencia cardiaca congestiva, angina de pecho, asma, artritis, ictus, enfermedad renal 5-11 = 1 0-4 = 0		
P3rdida de peso	Cambio de peso porcentual en el 3ltimo a3o >5% = 1 <5% = 0		

Fragilidad si puntuaci3n ≥ 2

ESCALA DE FRAGILIDAD DE EDMONTON

Dominio	Ítem	0 puntos	1 punto	2 puntos	Puntuación
Cognitivo	Imagine que este círculo es un reloj y señale las “10 y 10”	Sin errores	Errores de espacio menores	Otros errores	
Estado de salud general	Durante el año pasado ¿Cuántas veces ingresó en el hospital?	0	1-2	≥2	
	En general, ¿cómo describiría su salud?	Excelente, muy buena, buena	Regular	Mala	
Independencia funcional	Para qué actividades requiere ayuda: preparar comida, comprar, transporte, uso de teléfono, labores del hogar, lavar la ropa, manejar dinero, toma de medicación.	0-1	2-4	5-8	
Soporte social	Cuando necesita ayuda ¿Cuenta con alguien que esté disponible para sus necesidades?	Siempre	A veces	Nunca	
Uso de medicación	¿Toma regularmente más de 5 medicamentos?	No	Si		
	¿Ha olvidado alguna vez tomarlos?	No	Si		
Nutrición	¿Ha perdido peso recientemente y le queda más grande la ropa?	No	Si		
Estado de ánimo	¿Se ha encontrado triste o deprimido últimamente?	No	Si		
Continencia	¿Ha tenido problemas de pérdida de control de orina?	No	Si		
Capacidad funcional	Siéntese en esta silla y deje los brazos en reposo. Cuando yo diga “YA”, levántese y camine hasta la marca del suelo (unos 3 metros), después vuelva a la silla y siéntese.	0-10 seg	11-20 seg	>20 seg, o paciente incapaz o que requiere asistencia	
TOTAL					Score: /17

No frágil ≤5 puntos

Frágil ≥ 6 puntos

**COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA
ÁREA DE SALUD VALLADOLID – ESTE (CEIC-VA-ESTE-HCUV)**

Valladolid a 15 de febrero de 2018

En la reunión del CEIC/CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID – ESTE del 15 de febrero de 2018, se procedió a la evaluación de los aspectos éticos del siguiente proyecto de investigación.

PI-GR-18-905	UTILIDAD DE LOS TEST EVALUADORES DE LA SARCOPENIA EN LA ESTIMACIÓN PREOPERATORIA DE LA FRAGILIDAD Y EL RIESGO DE MORBIMORTALIDAD EN CIRUGÍA CARDIACA.	I.P.: YOLANDA CARRASCAL HINOJAL. EQUIPO: MIRIAM BLANCO SÁEZ, MARTA MARTÍN FERNÁNDEZ, ALICIA ORTEGA ANDRÉS, LUCÍA PAÑEDA DELGADO, MARÍA ISABEL MERINO ROMERO, BÁRBARA SEGURA MÉNDEZ. CIRUGÍA CARDIACA.
--------------	---	---

A continuación les señalo los acuerdos tomados por el CEIC/CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID – ESTE en relación a dicho Proyecto de Investigación:

Considerando que el Proyecto (y la Hoja de Información al Paciente/consentimiento Informado) contempla los Convenios y Normas establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética, se hace constar el **informe favorable** y la **aceptación** del Comité Ético de Investigación Clínica del Área de Salud Valladolid Este para que sea llevado a efecto dicho Proyecto de Investigación.

Un cordial saludo.

**ALVAREZ
GONZALEZ
FRANCISCO
O JAVIER -**

Firmado digitalmente por
ALVAREZ GONZALEZ
FRANCISCO JAVIER -
Nombre de reconocimiento
(DN): c=ES,
serialNumber=DCE5-41111111
96, givenName=FRANCISCO
JAVIER, st=ALVAREZ
GONZALEZ, cn=ALVAREZ
GONZALEZ FRANCISCO
JAVIER -
Fecha: 2018.02.15 11:44:54
+01'00'

Dr. F. Javier Álvarez.
CEIC/CEIm Área de Salud Valladolid Este –
Hospital Clínico Universitario de Valladolid
Farmacología
Facultad de Medicina,
Universidad de Valladolid,
c/ Ramón y Cajal 7,
47005 Valladolid
j.alvarez@med.uva.es,
j.alvarez@saludcastillayleon.es
tel.: 983 420000



**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO
INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA
QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS
HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID
Versión 6 de 22-09-2015**

Código: FO-P-07-04
Edición: 02
Unidad: iHCUV
Fecha: 25/08/2014
Pág.: 1 de 5



**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE
NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS**

**HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID
Versión 6 de 22-09-2015**

SERVICIO: Cirugía Cardíaca

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Yolanda Carrascal Hinojal

TELÉFONO DE CONTACTO:

EMAIL: \

l@saludcastillayleon.es

NOMBRE DE LA LÍNEA DE TRABAJO: Fragilidad en cirugía cardíaca

VERSIÓN DE DOCUMENTO: (Número de versión, fecha): Versión 1.0. Fecha 22/3/2017

I) Finalidad de la línea de trabajo propuesta:

Por favor lea atentamente la información de este documento que le presenta su médico y asegúrese de haberla comprendido bien.

Firme el consentimiento informado si está de acuerdo en participar en el estudio. Usted es libre de participar en el estudio. Tras firmar el documento recibirá una copia del mismo.

Objetivo del estudio:

El objetivo de este estudio es identificar, dentro de los pacientes que como usted tienen que ser sometidos a una intervención de corazón, presentan unas características que les hacen más frágiles y les predisponen para tener mayor número de complicaciones durante el postoperatorio.

Algunos estudios han llegado a la conclusión de que el grado de fragilidad se puede determinar mediante una serie de pruebas sencillas, tales como la medición de la velocidad de la marcha o la fuerza prensil y que pretendemos evaluar en este estudio. También se ha relacionado la fragilidad con la activación de la actividad inflamatoria, que se puede detectar mediante controles analíticos.

La identificación de los pacientes más frágiles podría permitirnos contar con un criterio adicional para aplicar técnicas menos agresivas o invasivas en estos casos, con la finalidad de disminuir la posibilidad de complicaciones postoperatorias, que no son deseables tras una cirugía cardíaca.

En un pequeño grupo de pacientes utilizaremos los análisis habituales en el preoperatorio para analizar un grupo de marcadores de inflamación y averiguar si se correlacionan con los test no invasivos para determinar la fragilidad de un paciente.

Los resultados de estos estudios ayudarán probablemente a diagnosticar y/o tratar de manera más precisa a los enfermos con una enfermedad como la suya.

II) Algunas consideraciones sobre su participación:

Se entrega copia de este documento al paciente

 <p>HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO C/ Ramón y Cajal, 3 47005 - VALLADOLID</p>	<p>DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID Versión 6 de 22-09-2015</p>	<p>Código: FO-P-07-04 Edición: 02 Unidad: iHCUV Fecha: 25/08/2014 Pág.: 2 de 5</p>	 <p>Sacyl SANIDAD DE CASTILLA Y LEÓN</p>
--	---	--	---

Es importante que Vd., como participante en esta línea de trabajo, conozca varios aspectos importantes:

A) Su participación es totalmente voluntaria. Dentro del proceso de asistencia hospitalaria por su enfermedad, se realizará una encuesta clínica. Esta encuesta no interferirá con los procesos diagnósticos o terapéuticos que usted ha de recibir por causa de su enfermedad

B) Puede plantear todas las dudas que considere sobre su participación en este estudio.

C) No percibirá ninguna compensación económica o de otro tipo por su participación en el estudio. No obstante, la información generada en el mismo podría ser fuente de beneficios comerciales. En tal caso, están previstos mecanismos para que estos beneficios reviertan en la salud de la población, aunque no de forma individual en el participante.

D) La información obtenida se almacenará en una base de datos, en soporte informático, registrada en la Agencia Española de Protección de Datos, según lo indicado en la legislación vigente sobre protección de datos de carácter personal (Ley Orgánica 15/1999), de 13 de diciembre). Los datos registrados serán tratados estadísticamente de forma codificada.

E) En todo momento el participante tendrá derecho de acceso, rectificación o cancelación de los datos depositados en la base de datos siempre que expresamente lo solicite. Para ello deberá ponerse en contacto con el investigador principal. Los datos quedarán custodiados bajo la responsabilidad del Investigador Principal del Estudio Dra. Yolanda Carrascal Hinojal.

F) Los datos serán guardados de forma indefinida, lo que permitirá que puedan ser utilizados por el grupo del investigador principal en estudios futuros de investigación relacionados con la línea de trabajo arriba expuesta. Dichos datos podrán ser cedidos a otros investigadores designados por el Investigador Principal para trabajos relacionados con esta línea, siempre al servicio de proyectos que tengan alta calidad científica y respeto por los principios éticos. En estos dos últimos casos, se solicitará antes autorización al CEIC (Comité Ético de Investigación Clínica) del Área de Salud Valladolid Éste.

G) La falta de consentimiento o la revocación de este consentimiento previamente otorgado no supondrá perjuicio alguno en la asistencia sanitaria que Vd. recibe/recibirá.

 <p>HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO C/ Ramón y Cajal, 3 47005 - VALLADOLID</p>	<p>DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID Versión 6 de 22-09-2015</p>	<p>Código: FO-P-07-04 Edición: 02 Unidad: iHCUV Fecha: 25/08/2014 Pág.: 3 de 5</p>	 <p>Sacyl SANIDAD DE CASTILLA Y LEÓN</p>
--	---	--	---

H) Es posible que los estudios realizados aporten información relevante para su salud o la de sus familiares. Vd. tiene derecho a conocerla y transmitirla a sus familiares si así lo desea.

I) Sólo si Vd. lo desea, existe la posibilidad de que pueda ser contactado en el futuro para completar o actualizar la información asociada al estudio.

 <p>HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO C/ Ramón y Cajal, 3 47005 - VALLADOLID</p>	<p>DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID Versión 6 de 22-09-2015</p>	<p>Código: FO-P-07-04 Edición: 02 Unidad: iHCUV Fecha: 25/08/2014 Pág.: 5 de 5</p>	 <p>Sacyl SANIDAD DE CASTILLA Y LEÓN</p>
--	---	--	---

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE POR ESCRITO.

APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO (CONTACTAR CON EL INVESTIGADOR PRINCIPAL)

Yo _____ revoco el consentimiento de participación en el estudio, arriba firmado con fecha _____

Firma:

