



VNIVERSITAT
E VALÈNCIA  Facultat de Fisioteràpia

Programa de doctorado en Fisioterapia

Efectos de un programa de fisioterapia respiratoria preoperatoria sobre las complicaciones pulmonares posquirúrgicas, la estancia hospitalaria y el coste asociado al procedimiento en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

TESIS DOCTORAL

PRESENTADA POR:

Jorge Montero Cámara

DIRIGIDA POR:

Dra. María Luz Sánchez Sánchez

Dr. Francisco José Ferrer Sargues.

Dr. David Cuesta Peredo.

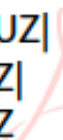
Abril 2025.

INFORME DIRECTORA PARA EL DEPÓSITO DE TESIS.

Dña. María Luz Sánchez Sánchez, profesora Contratada Doctora del Departament de Fisioteràpia de la Universitat de València, con dirección de correo electrónico: m.luz.sanchez@uv.es, y directora de la tesis doctoral de **D. Jorge Montero Cámara**, titulada “Efectos de un programa de fisioterapia respiratoria preoperatoria sobre las complicaciones pulmonares posquirúrgicas, la estancia hospitalaria y el coste asociado al procedimiento en pacientes sometidos a cirugía cardíaca” emite un informe **favorable** para la realización del depósito y la defensa de la tesis, y da su visto bueno a la propuesta de expertos presentada.

Fecha: 7 de abril de 2025.

MARIA LUZ|
SANCHEZ|
SANCHEZ|



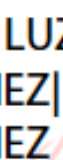
Firmado digitalmente
por MARIA LUZ|
SANCHEZ|SANCHEZ
Fecha: 2025.04.07
09:22:05 +02'00'

Fdo.: María Luz Sánchez Sánchez

Directora.

Ratificación de la tutora con su firma:

MARIA LUZ|
SANCHEZ|
SANCHEZ|



Firmado digitalmente
por MARIA LUZ|
SANCHEZ|SANCHEZ
Fecha: 2025.04.07
09:22:23 +02'00'

Fdo.: María Luz Sánchez Sánchez

Tutora.

INFORME DIRECTORA: TESIS EN FORMATO GENERAL.

TÍTULO DE LA TESIS

Efectos de un programa de fisioterapia respiratoria preoperatoria sobre las complicaciones pulmonares posquirúrgicas, la estancia hospitalaria y el coste asociado al procedimiento en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Programa de doctorado

Fisioterapia, código 3165, de la Universitat de València. R.D. 99/2011.
Modalidad general.

Datos del doctorando

Apellidos y nombre: Montero Cámara, Jorge.
DNI: 53054018X.

Directora

Apellidos y nombre: Sánchez Sánchez, María Luz.
DNI: 53052188C
Departament de Fisioteràpia.
Centro: Universitat de València.

Codirectores

Apellidos y nombre: Ferrer Sargues, Francisco José.
DNI: 22599641W
Departamento de Fisioterapia.
Centro: Universidad Cardenal Herrera CEU.

Apellidos y nombre: Cuesta Peredo, David.
DNI: 20785843F.
Departamento de Medicina.
Centro: Hospital Universitario de La Ribera.

El presente trabajo se ha realizado en formato general tradicional, contando con la publicación de dos artículos, con dos exposiciones en congresos y cuatro cursos de formación de la SFPIE durante el tiempo en que el doctorando pertenecía al programa de doctorado en Fisioterapia.

Mediante este informe, hago constar que ninguno de los artículos citados se ha empleado en otra tesis doctoral y que el trabajo se presenta respetando la normativa vigente.

Todos los trabajos han sido publicados en revistas indexadas en el Journal Citations Reports (JCR) de la Web of Knowledge (WoS) y cuyo factor de impacto, cuartil y área de conocimiento pertenecientes al año de publicación se muestra a continuación.

Estudio 1. *Can resistance prehabilitation training bring additional benefits in valvular cardiac surgery? protocol for a randomized controlled trial.*

Revista Plos One.

ISSN: 1932-6203

Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303163>

Categoría		Multidisciplinary sciences	
Factor de impacto	Ranking	Cuartil	Percentil de factor de impacto.
2,9	32/134	Q1	76,5

Estudio 2. *Home-Based Physiotherapy Programme Reduces Hospital Stay and Costs in Cardiac Surgery. A Retrospective Cohort Study.*

Revista: Physiotherapy Research International.

ISSN: 1358-2267

Doi: <https://doi.org/10.1002/pri.70032>

Categoría		Rehabilitation	
Factor de impacto	Ranking	Cuartil	Percentil de factor de impacto.
1,5	88/170	Q3	48.5

Presentaciones en el 19º Congreso Internacional de Estudiantes de la Universidad Cardenal Herrera CEU, celebrado los días 26 y 27 de abril de 2023:

Presentación 1. Incidencia de las complicaciones respiratorias tras cardiocirugía mayor Fast-track en el Hospital Universitario de la Riebra, Alzira, en los últimos cinco años.

Presentación 2. Capacidad de evaluación del riesgo cardiovascular por fisioterapeutas españoles y franceses. Protocolo de estudio observacional transversal.

Firma de los directores

MARIA LUZ SANCHEZ SANCHEZ Firmado digitalmente por MARIA LUZ SANCHEZ SANCHEZ Fecha: 2025.04.07 09:19:33 +02'00'	FRANCISCO JOSE FERRER SARGUES Firmado digitalmente por FRANCISCO JOSE FERRER SARGUES Fecha: 2025.04.07 09:06:16 +02'00'	DAVID CUESTA PEREDO Firmado digitalmente por DAVID CUESTA PEREDO Fecha: 2025.04.08 08:33:58 +02'00'
Sánchez Sánchez, María Luz	Ferrer Sargues, Francisco José	Cuesta Peredo, David
Directora	Codirector	Codirector

Agradecimientos.

A Fran Ferrer, a Luz Sánchez, a Noemí Valtueña y a Juan Pardo, por su apoyo, supervisión y ayuda, sin ellos no hubiese sido posible este trabajo.

A La Nueva Era por sus ratitos de café, charlitas y otras confesiones. Ahora tenemos que quedar más.

A mis compañeras y compañeros del Departamento de Fisioterapia por servirme de ejemplo en esto de ser profesor universitario y sus ventajas: seguimos tratando de identificarlas.

Al personal del Hospital Universitario de La Ribera: Majo Segrera, David Cuesta, Adrián Sarria y Juan de la Cámara, por facilitar la adquisición y gestión de los datos.

A mis estudiantes, los profesores más exigentes que he tenido nunca, por animarme a estudiar mucho para resolver sus dudas.

A mis padres, a mis tíos y a mis primas, que creen que, si sigo así, voy a acumular más títulos que la Duquesa de Alba.

A los Fraggles, a David y a Andrés, por aguantar mi “buen humor” en los momentos de desesperación. Al final salió.

A mis “perrhijos”, Lola y Óscar, por sacarme a pasear incluso los días en los que había prisa por terminar algo.

Índice.

ÍNDICE.....	7
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR Y MORBIMORTALIDAD.....	14
1.1.1. <i>Incidencia y prevalencia de la enfermedad cardiovascular en España y la Comunitat Valenciana.</i>	15
1.2. FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR.....	16
1.2.1. <i>Factores metabólicos</i>	18
1.2.1.1. Presión arterial elevada.....	18
1.2.1.2. Índices elevados de colesterol LDL.....	19
1.2.1.3. Obesidad.....	20
1.2.1.4. Diabetes Mellitus.....	21
1.2.2. <i>Factores Ambientales.</i>	23
1.2.2.1. Exposición medioambiental.....	23
1.2.3. <i>Factores comportamentales</i>	23
1.2.3.1. Sustancias nocivas.....	23
1.2.3.2. Sedentarismo y fragilidad.....	24
1.2.3.3. Dieta.....	25
1.2.4. <i>Otros factores.</i>	26
1.2.4.1. Edad y sexo.....	26
1.2.4.2. Etnia.....	27
1.2.4.3. Antecedentes familiares.....	27
1.2.4.4. Determinantes socioeconómicos.....	28
1.2.5. <i>Prevalencia de los factores de riesgo en España y la Comunitat Valenciana.</i>	29
1.3. LA ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR DESDE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO Y SEXO BIOLÓGICO. EL ROL DE LAS HORMONAS.....	30
1.3.1. <i>Sexo biológico y género en salud cardiovascular.</i>	30
1.3.2. <i>La importancia de los estrógenos en la cardioprotección. Estrógenos y factores de riesgo.</i>	31
1.3.3. <i>Sexo biológico y manifestaciones clínicas.</i>	32
1.3.4. <i>Factores de riesgo en España. Diferencias en el comportamiento en función del sexo biológico.</i>	33
1.3.5. <i>Distribución de la prevalencia de las enfermedades cardiovasculares en España en función del sexo biológico.</i>	34
1.4. CLASIFICACIÓN Y ABORDAJE DE LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES.....	35
1.4.1. <i>Cardiopatía isquémica.</i>	36
1.4.2. <i>Insuficiencia cardíaca.</i>	40
1.4.3. <i>Enfermedad arterial periférica</i>	42
1.4.4. <i>Fibrilación atrial.</i>	43
1.4.5. <i>Valvulopatías cardíacas.</i>	45
1.4.6. <i>Insuficiencia aórtica.</i>	47
1.4.7. <i>Insuficiencia mitral.</i>	50
1.4.8. <i>Insuficiencia tricuspídea</i>	51
1.5. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE PACIENTES POR GRUPOS RELACIONADOS POR EL DIAGNÓSTICO O GRD.	51
1.6. EL PAPEL DE LA FISIOTERAPIA ANTES DE LA CIRUGÍA CARDIOTORÁCICA.....	53
1.6.1. <i>Breve aproximación histórica.</i>	53
1.6.2. <i>El inspirómetro incentivador volumétrico tras cirugía cardiotorácica.</i>	55

1.6.3.	<i>El fortalecimiento de la musculatura respiratoria previo a la cirugía como nuevo paradigma.</i>	57
1.6.4.	<i>La inclusión del ejercicio físico en la rehabilitación de pacientes cardiopatas.</i>	59
2.	JUSTIFICACIÓN	62
3.	HIPÓTESIS	63
4.	OBJETIVOS	63
4.1.	OBJETIVO GENERAL	63
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	64
5.	MATERIAL Y MÉTODOS	65
5.1.	ESTUDIO DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA.	65
5.1.1.	<i>Diseño del estudio.</i>	65
5.1.2.	<i>Criterios de selección.</i>	66
5.1.3.	<i>Programa de rehabilitación.</i>	67
5.1.4.	<i>Protocolo de rehabilitación posquirúrgica.</i>	68
5.1.5.	<i>Recogida de datos.</i>	70
5.1.6.	<i>Análisis de los datos y análisis estadístico.</i>	73
5.1.6.1.	Análisis descriptivo.	73
5.1.6.2.	Análisis inferencial.	73
5.2.	ESTUDIO OBSERVACIONAL A NIVEL ESTATAL.	75
5.2.1.	<i>Diseño del estudio.</i>	75
5.2.2.	<i>Criterios de selección.</i>	75
5.2.3.	<i>Recogida de datos.</i>	76
5.2.4.	<i>Análisis descriptivo de los datos.</i>	77
5.3.	DISEÑO DE UN NUEVO PROTOCOLO DE PREHABILITACIÓN, BASADO EN LA EVIDENCIA CIENTÍFICA ACTUAL, QUE SEA VIABLE PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA.	78
5.3.1.	<i>Diseño del estudio.</i>	78
5.3.2.	<i>Criterios de selección.</i>	79
5.3.3.	<i>Recogida y análisis de los datos.</i>	79
6.	RESULTADOS	80
6.1.	HOSPITAL DE LA RIBERA	80
6.1.1.	<i>Características sociodemográficas y clínicas de la muestra.</i>	80
6.1.2.	<i>Estancia hospitalaria total y en UCI.</i>	85
6.1.3.	<i>Análisis de los resultados por APR-GRD.</i>	93
6.1.4.	<i>Comparación de las complicaciones posquirúrgicas entre sexos.</i>	97
6.1.5.	<i>Comparación de los costes económicos entre el grupo prehabilitación y no prehabilitación.</i>	99
6.1.6.	<i>Análisis descriptivo de las principales comorbilidades y complicaciones en el Hospital Universitario de La Ribera.</i>	101
6.1.6.1.	Principales comorbilidades en general en la muestra analizada.	101
6.1.6.2.	Estancia hospitalaria para cada APR-GRD.	103
6.1.6.3.	Recuento de diagnósticos relativos a las complicaciones durante la estancia hospitalaria.	104
6.2.	DATOS DESCRIPTIVOS A NIVEL ESTATAL	107
6.2.1.	<i>APR-GRD 162. Procedimientos sobre válvulas con infarto de miocardio o diagnóstico complejo.</i>	107
6.2.2.	<i>Estancia hospitalaria en el APR-GRD 162.</i>	109
6.2.3.	<i>Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 162.</i>	110
6.2.4.	<i>Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico. APR-GRD162.</i>	112
6.2.5.	<i>APR-GRD 163. Procedimientos sobre válvulas sin infarto de miocardio o diagnóstico complejo.</i>	113
6.2.6.	<i>Estancia hospitalaria en el APR-GRD 163.</i>	115
6.2.7.	<i>Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 163.</i>	116

6.2.8.	Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico en el APR-GRD 163.....	118
6.2.9.	APR-GRD 165. Baipás coronario con infarto de miocardio o diagnóstico complejo. ...	119
6.2.10.	Estancia hospitalaria en el APR-GRD 165.....	121
6.2.11.	Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 165.	122
6.2.12.	Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico en el APR-GRD 165.....	124
6.2.13.	APR-GRD 166. Baipás coronario sin infarto de miocardio o diagnóstico complejo.....	125
6.2.14.	Estancia hospitalaria en el APR-GRD 166.....	127
6.2.15.	Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 166.	128
6.2.16.	Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico en el APR-GRD 166.....	130
6.2.17.	APR-GRD 167. Otros procedimientos sobre vasos cardiorácicos y torácicos.	131
6.2.18.	Estancia hospitalaria en el APR-GRD 167.....	132
6.2.19.	Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 167.	133
6.2.20.	Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico en el APR-GRD 167.....	135
7.	DISCUSIÓN.	136
7.1.	CONTEXTUALIZACIÓN GENERAL.....	136
7.2.	CARACTERÍSTICAS DE LA INTERVENCIÓN DOMICILIARIA NO SUPERVISADA.	137
7.3.	ESTANCIA HOSPITALARIA.	139
7.4.	COMPLICACIONES POSQUIRÚRGICAS.	141
7.5.	COSTES ECONÓMICOS.	142
7.6.	APR-GRD.	142
7.7.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS COMORBILIDADES EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA Y A NIVEL NACIONAL.	144
7.8.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ESTANCIA PARA CADA SEXO POR APR-GRD EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA Y A NIVEL NACIONAL.	145
7.9.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS COMPLICACIONES EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA Y A NIVEL NACIONAL.	147
7.10.	FORTALEZAS DEL ESTUDIO.	149
7.11.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO.	151
7.12.	TRASLACIÓN CLÍNICA.	152
7.13.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.	153
8.	CONCLUSIONES	153
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	156
10.	ANEXOS	186
	ANEXO 1. RESOLUCIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA POR LA QUE SE AUTORIZA EL ESTUDIO OBSERVACIONAL RETROSPECTIVO.....	186
	ANEXO 2. RESOLUCIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA DEL HOSPITAL DE LA RIBERA POR LA QUE SE AUTORIZA EL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN DEL ESTUDIO EXPERIMENTAL ALEATORIO LONGITUDINAL PROSPECTIVO.	187
	ANEXO 3. PUBLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE ESTUDIO EXPERIMENTAL PROSPECTIVO ALEATORIZADO TITULADO: <i>CAN RESISTANCE PREHABILITATION TRAINING BRING ADDITIONAL BENEFITS IN VASCULAR CARDIAC SURGERY? PROTOCOL FOR A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL.</i>	188
	ANEXO 4. PUBLICACIÓN DEL ESTUDIO OBSERVACIONAL RETROSPECTIVO TITULADO: <i>HOME-BASED PHYSIOTHERAPY PROGRAMME REDUCES HOSPITAL STAY AND COSTS IN CARDIAC SURGERY. A RETROSPECTIVE COHORT STUDY.</i>	202

Índice de abreviaturas

APR-GRD	<i>ALL PATIENTS REFINED DIAGNOSIS RELATED GROUP</i>
CDM	CATEGORÍAS DIAGNÓSTICAS MAYORES
CIE	<i>CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE ENFERMEDADES</i>
CMBD	CONJUNTO MÍNIMO BÁSICO DE DATOS
COVID 19	CORONAVIRUS DISEASE 2019
CV	COMUNITAT VALENCIANA
DE	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
FEVI	FRACCIÓN DE EYECCIÓN DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO
Fig	FIGURA
GRACE	<i>GLOBAL REGISTRY OF ACUTE CORONARY EVENTS</i>
GRD	GRUPOS RELACIONADOS POR EL DIAGNÓSTICO
HDL	LIPOPROTEÍNAS DE ALTA DENSIDAD
HLOS	ESTANCIA HOSPITALARIA TOTAL
IC	INTERVALO DE CONFIANZA
IMC	ÍNDICE DE MASA CORPORAL
IMT	<i>INSPIRATORY MUSCLE TRAINING</i>
Kg/M ²	KILÓGRAMOS /METROS CUADRADOS
LDL	LIPOPROTEÍNAS DE BAJA DENSIDAD
mmHg	MILÍMETROS DE MERCURIO
P	VALOR P
PIB	PRODUCTO INTERIOR BRUTO
POA	<i>PRESENT ON ADMISSION</i>
SEC	SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA
SEM	ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDIA
SPPB	<i>SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY</i>
STROBE	<i>STRENGTHENING THE REPORTING OF OBSERVATIONAL STUDIES IN EPIDEMIOLOGY</i>
UCI	UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS
UCILOS	ESTANCIA EN UCI
VIF	FACTOR DE INFLACIÓN DE LA VARIANZA

Índice de tablas.

TABLA 1. ESTADO DE SALUD Y ENFERMEDADES CRÓNICAS POR SEXO.	34
TABLA 2. DESCRIPTIVOS, PORCENTAJE DE PATOLOGÍAS Y DE HÁBITOS TÓXICOS ENTRE GRUPOS.	82
TABLA 3. DESCRIPTIVOS Y PORCENTAJES TANTO DE PATOLOGÍAS COMO DE HÁBITOS TÓXICOS EN CADA APR-GRD	82
TABLA 4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO SEGÚN SEXO.	83
TABLA 5. COMPARACIÓN ENTRE SEXOS DE LAS COMORBILIDADES, LA ASISTENCIA A LA PREHABILITACIÓN Y LA MODALIDAD QUIRÚRGICA PROGRAMADA O URGENTE.	84
TABLA 6. ESTANCIA TOTAL Y EN UCI EN CADA UNO DE LOS GRUPOS. PORCENTAJES DE COMPLICACIONES Y RIESGO DE MORTALIDAD.....	86
TABLA 7. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE E INTRA-SEXOS EN HLOS E UCILOS.	88
TABLA 8. RELACIÓN DE VARIABLES INCLUIDAS EN LA REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE.	91
TABLA 9. ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES SOBRE HLOS E UCILOS.	92
TABLA 10. RESULTADOS DESCRIPTIVOS Y COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS PARA UCILOS Y HLOS EN CADA APR-GRD.	94
TABLA 11. RELACIÓN ENTRE EL NIVEL DE SEVERIDAD Y EL RIESGO DE MORTALIDAD, TOTAL Y EN CADA APR-GRD.....	97
TABLA 12. PORCENTAJE DE HOMBRES Y MUJERES EN CADA APR-GRD.	97
TABLA 13. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE FRECUENCIAS EN CADA UNO DE LOS SEXOS.	98
TABLA 14. DIFERENCIAS ENTRE COSTES EN CADA APR-GRD.	100
TABLA 15. DATOS DESCRIPTIVOS DE LA ESTANCIA SEGÚN SEXOS Y ARP-GRD.	103
TABLA 16. INCIDENCIA DE LAS COMPLICACIONES EN CADA SEXO SEGÚN APR-GRD EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA.	106
TABLA 17. NÚMERO DE PERSONAS Y PORCENTAJES EN CADA UNO DE LOS NIVELES DE SEVERIDAD Y DE RIESGO DE MORTALIDAD PARA EL APR-GRD 162.	112
TABLA 18. NÚMERO DE PERSONAS Y PORCENTAJES EN CADA UNO DE LOS NIVELES DE SEVERIDAD Y DE RIESGO DE MORTALIDAD PARA EL APR-GRD 163.	118
TABLA 19. NÚMERO DE PERSONAS Y PORCENTAJES EN CADA UNO DE LOS NIVELES DE SEVERIDAD Y DE RIESGO DE MORTALIDAD PARA EL APR-GRD 165.	124
TABLA 20. NÚMERO DE PERSONAS Y PORCENTAJES EN CADA UNO DE LOS NIVELES DE SEVERIDAD Y DE RIESGO DE MORTALIDAD PARA EL APR-GRD 166.	130
TABLA 21. NÚMERO DE PERSONAS Y PORCENTAJES EN CADA UNO DE LOS NIVELES DE SEVERIDAD Y DE RIESGO DE MORTALIDAD PARA EL APR-GRD167.	135

Índice de Figuras.

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS DE FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR	18
FIGURA 2. ABORDAJES INDICADOS EN PERSONAS CON CARDIOPATÍA ISQUÉMICA.	38
FIGURA 3. CLASIFICACIÓN Y ABORDAJES DE LAS PERSONAS CON INSUFICIENCIA CARDÍACA.....	41
FIGURA 4. ABORDAJE Y MANEJO INDICADO EN PERSONAS CON ENFERMEDAD ARTERIAL PERIFÉRICA.	42
FIGURA 5. TRATAMIENTOS PROPUESTOS EN PERSONAS CON FIBRILACIÓN ATRIAL.	44
FIGURA 6. VENTAJAS Y COMPLICACIONES EN CADA TIPO DE ABORDAJE DE LA PATOLOGÍA VALVULAR AÓRTICA.	48
FIGURA 7. INDICACIONES Y VENTAJAS DE LOS TIPOS DE INTERVENCIÓN EN PATOLOGÍA VALVULAR MITRAL.	51
FIGURA 8. CRONOGRAMA DE LOS AVANCES EN FISIOTERAPIA RESPIRATORIA PREQUIRÚRGICA.	58
FIGURA 9. CIRCUITO DESDE LA PRIMERA CONSULTA EN CARDIOCIRUGÍA HASTA EL ALTA HOSPITALARIA.	70
FIGURA 10. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE GRUPOS DE LA ESTANCIA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS.	89
FIGURA 11. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE GRUPOS DE LA ESTANCIA HOSPITALARIA TOTAL.	90
FIGURA 12. PORCENTAJE DE PERSONAS EN CADA APR-GRD.....	93
FIGURA 13. PORCENTAJE DE CADA NIVEL DE SEVERIDAD EN CADA APR-GRD.....	95
FIGURA 14. PORCENTAJE DE CADA NIVEL DE RIESGO DE MORTALIDAD EN CADA APR-GRD.	96
FIGURA 15. PORCENTAJES TOTALES DE LAS COMORBILIDADES EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA.	101
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN DE COMORBILIDADES EN CADA SEXO EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA.....	102
FIGURA 17. PORCENTAJES TOTALES DE COMPLICACIONES EN EL TOTAL DE LA MUESTRA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA.	104
FIGURA 18. INCIDENCIA DE COMPLICACIONES EN CADA UNO DE LOS SEXOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA.	105
FIGURA 19. DISTRIBUCIÓN DE LAS COMORBILIDADES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 162.	108
FIGURA 20. ESTANCIA TOTAL Y EN UCI EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 162.	109
FIGURA 21. RECUENTO TOTAL DE COMPLICACIONES EN EL APR-GRD 162.	110
FIGURA 22. INCIDENCIA DE LOS TIPOS DE COMPLICACIONES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 162.....	111
FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN DE LAS COMORBILIDADES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 163.	114
FIGURA 24. ESTANCIA TOTAL Y EN UCI EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 163.	115
FIGURA 25. RECUENTO TOTAL DE COMPLICACIONES EN EL APR-GRD 163.	116
FIGURA 26. INCIDENCIA DE LOS TIPOS DE COMPLICACIONES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 163.....	117
FIGURA 27. DISTRIBUCIÓN DE LAS COMORBILIDADES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 165.	120
FIGURA 28. ESTANCIA TOTAL Y EN UCI EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 165.	121
FIGURA 29. RECUENTO TOTAL DE COMPLICACIONES EN EL APR-GRD 165.	122
FIGURA 30. INCIDENCIA DE LOS TIPOS DE COMPLICACIONES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 165.....	123
FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN DE LAS COMORBILIDADES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 166.	126
FIGURA 32. ESTANCIA TOTAL Y EN UCI EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 166.	127
FIGURA 33. RECUENTO TOTAL DE COMPLICACIONES EN EL APR-GRD 166.	128
FIGURA 34. INCIDENCIA DE LOS TIPOS DE COMPLICACIONES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 166.....	129
FIGURA 35. DISTRIBUCIÓN DE LAS COMORBILIDADES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 167.....	131
FIGURA 36. ESTANCIA TOTAL Y EN UCI EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 167.	132
FIGURA 37. RECUENTO TOTAL DE COMPLICACIONES EN EL APR-GRD 167.	133
FIGURA 38. INCIDENCIA DE LOS TIPOS DE COMPLICACIONES EN CADA SEXO EN EL APR-GRD 167.....	134

1. Introducción

1.1. Enfermedad cardiovascular y morbimortalidad.

La enfermedad cardiovascular es la patología con mayor prevalencia a nivel mundial; asimismo es también el factor que más contribuye a la discapacidad y la principal causa de muerte a nivel global¹⁻⁶. En 2019, cerca de 19 millones de personas afectadas fallecieron por esta afección en el mundo; un 49,2% debido a enfermedad isquémica coronaria, un 17,7% por accidente cerebrovascular isquémico y un 15,5% por hemorragia intracraneal⁵. En España, durante los últimos cuatro años, cerca de 120.000 personas han fallecido cada año por esta causa y en la Comunitat Valenciana (CV) esta cifra ronda las 13.000 personas⁷. Esta comunidad autónoma, pese a ser una de las cinco comunidades con menor mortalidad hospitalaria postinfarto cardíaco, es la cuarta a la cabeza en número de muertes por accidente cerebrovascular hemorrágico⁸. A nivel estatal, la mortalidad por enfermedades cardiovasculares supuso la primera causa de muerte en España en 2019, alcanzando el 27,9% del total de las muertes registradas, suponiendo un total de 247,6 defunciones por cada 100.000 habitantes⁸.

En España, desde el año 2000 hasta 2019 la mortalidad por infarto cardíaco y por enfermedad cerebrovascular se redujo un 50% y un 60% respectivamente⁸. Cifras similares ofrece el portal estadístico de la CV, en el que se aprecia que, si bien entre 2007 y 2009 de cada 100.000 habitantes 111 personas fallecían por enfermedad isquémica cardíaca y 85,2 por accidentes cerebrovasculares, en el periodo de 2019 a 2021, de cada 100.000 habitantes, 61,7 personas fallecieron por patología isquémica cardíaca y 49,6 por accidente cerebrovascular⁹. También en esta misma comunidad, se observó que el área de Salud de La Ribera era uno de los

departamentos de salud con mayor mortalidad estandarizada por cardiopatía isquémica y enfermedad cerebrovascular¹⁰.

El descenso en la mortalidad asociada a patología cardiovascular en España parece deberse principalmente a la gratuidad de los fármacos y la atención sanitaria necesaria para controlar la hipertensión y el colesterol, datos que correlacionan con los expuestos a nivel global sobre la relación coste-efectividad en este aspecto^{6,11}, así como con una mayor mortalidad asociada en países cuyas poblaciones están más envejecidas² y en aquellos en los que sus habitantes tienen mayores dificultades para acceder a una prevención primaria o secundaria⁵. En nuestro país, el gasto destinado a sanidad aumentó desde el año 2000 y, solo en el periodo 2015-2019, se incrementó un 14,7%, con una tasa anual de alrededor del 3,5%, suponiendo un crecimiento del 13% del gasto público por habitante⁸. España destinó en 2019 el 9,3% de su Producto Interior Bruto (PIB) a la Sanidad Pública, consiguiendo un gasto por habitante de 2.451€^{2,8}, del que un 57,5% se destina a la asistencia curativa y rehabilitación de personas⁸. Por su parte, la CV destinó ese mismo año el 6,4% de su PIB al gasto sanitario, lo que situaba la cuantía por paciente en 1.477€⁸. Datos más recientes muestran que a partir de 2020, tal vez debido a la pandemia por coronavirus, el porcentaje del PIB destinado a la sanidad en la CV ha ido en aumento, alcanzando en 2021 un 7,4% y elevando el gasto por habitante hasta los 1.656€¹².

1.1.1. Incidencia y prevalencia de la enfermedad cardiovascular en España y la Comunitat Valenciana.

En 2019, en España, 61.101 personas sufrieron un accidente cerebrovascular y 166.333 una enfermedad isquémica cardíaca¹³. Ese mismo año, a nivel global, se estimó una prevalencia media de 197 millones de personas para el infarto isquémico coronario, 143 millones para el

accidente cerebrovascular y 18,6 millones para la cardiopatía hipertensiva⁵. Las cifras de prevalencia estatales para ese mismo año por cada 1.000 habitantes fueron de 20,9 para la enfermedad isquémica del corazón, ascendiendo hasta los 27 casos por cada 1.000 habitantes en la CV⁸, y 15,1 casos para los accidentes cerebrovasculares, situándose en los 25,2 casos por cada 1.000 habitantes en la CV⁸. El porcentaje de personas afectadas en España, según el informe de indicadores clínicos en atención primaria¹⁴, indica una prevalencia en la población general del 2,4% para la cardiopatía isquémica, un 1,9% para la enfermedad cardiovascular, un 1,1% para la insuficiencia cardíaca, un 1,9% para la fibrilación auricular y un 1,1% para la arteriopatía periférica.

Dado que la prevalencia de la enfermedad cardiovascular aumenta conforme disminuye la renta media de las personas^{6,15,16} se ha establecido una relación plausible entre el nivel de ingresos y factores de riesgo. En aquellas personas con rentas inferiores a los 18.000€ anuales estos factores de riesgo son mayores⁸, hecho que puede deberse a la menor posibilidad de acceso a alimentos frescos^{17,18}, dificultando la posibilidad de realizar variaciones dietéticas o, incluso, a una peor concepción sobre la salud cardiovascular^{15,16,19,20}.

1.2. Factores de riesgo cardiovascular.

Los factores de riesgo que predisponen a sufrir enfermedades cardiovasculares pueden ser identificados de manera sistemática u oportunista²¹. El cribado sistemático se realiza mediante la citación reiterada de la población diana, mientras que el oportunista se realiza aprovechando la visita de la persona a consulta por cualquier otro motivo. En 2019, se presentaron los estándares de la Sociedad Española de Arteriosclerosis para el control global del riesgo cardiovascular²², indicando que la exploración sistemática debe incluir: una anamnesis relativa a los antecedentes personales y familiares que puedan ser susceptibles de

indicar riesgo cardiovascular, así como hábitos tóxicos y tratamientos farmacológicos; una exploración física que incluya las medidas antropométricas, presión arterial, un perfil lipídico y hepático, índices de glucemia, sodio, potasio, calcio y ácido úrico, niveles de hemoglobina glicosilada, hormona estimulante tiroidea, filtrado glomerular estimado, albuminuria, creatinfosfoquinasa y apolipoproteína B, además de un electrocardiograma. Deben incluirse también cuestionarios de dieta y ejercicio, y, opcionalmente, un estudio de la enfermedad cardiovascular subclínica.

Numerosos estudios y guías han dividido los factores de riesgo cardiovascular, englobándolos en metabólicos, ambientales, comportamentales y sociales^{1,2,4,5,23,24}. Los riesgos metabólicos engloban la hipertensión arterial sistólica, los niveles elevados de lipoproteínas de baja densidad (LDL), un índice de masa corporal elevado, la disfunción renal y un nivel elevado de glucosa en ayunas. Los riesgos ambientales u ocupacionales vienen determinados principalmente por los altos niveles de polución o una temperatura ambiente inadecuada, bien sea por la población o área de residencia, o por el entorno laboral. Por último, los sociales o comportamentales integran la dieta, el tabaquismo, el consumo elevado de alcohol y una baja actividad física. La figura 1 ilustra el resumen de los diferentes grupos de factores de riesgo cardiovascular.



Figura 1. Distribución de los de factores de riesgo cardiovascular

1.2.1. Factores metabólicos.

1.2.1.1. Presión arterial elevada.

La presión sanguínea elevada o hipertensión es una de las mayores causas de morbilidad y mortalidad, afectando en torno a 150 millones de personas en Europa^{21,25}. Pese a que en los últimos 30-35 años el número de personas afectadas ha disminuido^{6,21,26}, alcanzando incluso reducciones del 35%², actualmente la hipertensión afecta, al menos, a una de cada cuatro personas en el mundo, siendo mayor en hombres que en mujeres y en países con ingresos medios^{1,2}.

La presión arterial elevada constituye un factor de riesgo para las enfermedades coronarias, cerebrovasculares, arterioescleróticas de las extremidades inferiores, para la insuficiencia renal crónica y para la fibrilación auricular^{21,25}, y diversos estudios genéticos y clínicos han demostrado que la tensión o presión arterial elevada constituye un potencial factor de riesgo cardiovascular^{1,2,11,21,25,27}.

Los valores óptimos de tensión arterial son los comprendidos entre los 120-129 y los 80-94 mmHg para la sistólica y diastólica respectivamente. Se considera hipertensión cuando los valores sistólicos superan los 140 mmHg y/o los diastólicos los 90 mmHg^{21,22,25}. El seguimiento ambulatorio y domiciliario de la presión arterial puede contribuir a mejorar su manejo^{25,28,29} y a la adhesión a los fármacos antihipertensivos por parte de la persona afectada^{25,28}. Una vez iniciado el tratamiento con fármacos antihipertensivos, que incluirá también modificaciones en la dieta y el estilo de vida, se deben reevaluar los valores tensionales en un periodo inferior a dos meses y, posteriormente, cada 3-6 meses para verificar la adherencia y la ausencia de efectos no deseados^{21,22,25}.

1.2.1.2. Índices elevados de colesterol LDL.

Los factores metabólicos representaron el 88% de las enfermedades cardíacas isquémicas en 2019^{13,30}. Entre estos factores, la exposición a niveles elevados de colesterol LDL constituye un factor causal del 44% de las muertes asociadas a enfermedad cardíaca isquémica³⁰, siendo numerosos los estudios que relacionan los índices elevados de colesterol LDL con las enfermedades cardiovasculares mediante estudios genéticos, observacionales y clínicos de intervención, viéndose que una reducción de los valores de colesterol LDL se asocia a una reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular^{1,2,5,21,31-35}, además de evidenciar que cuanto mayor es la reducción de los niveles de colesterol LDL, mayor es el beneficio clínico para las personas afectadas, pese a que esta reducción no elimine el riesgo cardiovascular³⁰. Por el contrario, en cuanto al colesterol asociado a lipoproteínas

de alta densidad o HDL, solo valores extremadamente altos indicarían un aumento del riesgo cardiovascular²¹.

En los países desarrollados, la asociación entre el colesterol total elevado y la enfermedad cardiovascular es similar en hombres y en mujeres, pero parece suponer un factor de riesgo algo mayor para enfermedad coronaria en hombres³⁶.

Las personas afectadas por esta patología deben modificar su dieta, reduciendo la ingesta de grasas de origen animal e iniciando una dieta mediterránea. Se les instará a abandonar el tabaquismo, incrementar o iniciar actividad física, y se estimulará su reducción de masa corporal, prescribiéndose tratamiento farmacológico hipolipemiente si fuese preciso^{21,22,26}.

1.2.1.3. Obesidad

Un índice de masa corporal (IMC) elevado supone un factor de riesgo para padecer cualquier tipo de enfermedad, incluidas las enfermedades cardiovasculares³⁷. En la población mundial, el IMC ha experimentado un aumento en las últimas décadas^{21,38} y actualmente afecta a uno de cada cinco adultos de los países miembros de la Sociedad Europea de Cardiología (SEC)^{1,2}. Existe una relación entre el IMC y la mortalidad^{1,2,6,39-41}, siendo menor la mortalidad en personas con IMC de 20-25 (considerándose como valores normales los comprendidos entre los 18,5 y los 25)⁴⁰⁻⁴², habiéndose probado, además, que existe una relación directa entre un IMC elevado y enfermedad arteriosclerótica o diabetes mellitus tipo II^{43,44}. Se considera que políticas destinadas a prevenir la obesidad, fomentando cambios en la alimentación y un mayor nivel de actividad física, podrían ayudar a reducir la mortalidad asociada a esta epidemia⁶.

En lo referente a la detección de la obesidad, la Guía de práctica clínica publicada en 2021²¹ sugiere utilizar tanto el cálculo del IMC, dividiendo el peso en kg por el cuadrado de la estatura en metros, como la medición de la circunferencia de la cintura, advirtiéndose de que, a pesar de que sería recomendable que existieran umbrales de medida de la circunferencia de la cintura ajustados a las diferentes etnias, se recomiendan dos niveles de acción:

- Circunferencia de la cintura ≥ 94 cm en varones y ≥ 80 cm en mujeres: evite la ganancia ponderal.
- Circunferencia de la cintura ≥ 102 cm en varones y ≥ 88 cm en mujeres: se recomienda la pérdida ponderal.

Entre las recomendaciones a la persona con obesidad se destacan la necesidad de iniciar una dieta cardiosaludable, similar a la recomendada para personas con diabetes mellitus o prediabetes, y la realización de actividad física aeróbica y de fuerza²².

1.2.1.4. *Diabetes Mellitus.*

Esta patología, en los países miembros de la SEC, afecta a un 6,9% de las personas residentes en países con rentas medias y a un 5,8% de las residentes en países con rentas altas, y, dada su relación con la obesidad, ambas son consideradas como la mayor crisis mundial sanitaria del siglo XXI². Realizar actividad física entre ligera y moderada con una asiduidad de entre 5 y 7 horas semanales produce una reducción del riesgo de sufrir diabetes comprendida entre el 25% y el 55%, asociada a una reducción de la adiposidad⁴⁵. La actividad física ligera se define como aquella que requiere poco esfuerzo y apenas acelera el ritmo cardíaco, como

caminar, mientras que la actividad física moderada aumenta de forma notable la respiración y el ritmo cardíaco, como nadar o caminar a paso ligero⁴⁶.

Tanto la diabetes mellitus tipo I, tipo II, así como la prediabetes, prácticamente duplican el riesgo de muerte^{2,11}, así como el riesgo de sufrir una enfermedad arteriosclerótica^{21,47}, fibrilación atrial o insuficiencia cardíaca⁴⁸, a lo que cabe sumar la alta probabilidad de que las personas que las sufren padezcan además dislipemia e hipertensión, traduciéndose en un aumento del riesgo cardiovascular²¹. Sufrir diabetes tipo II duplica la posibilidad de sufrir una muerte súbita cardíaca⁴⁹, riesgo que se reduce de manera indirecta con la práctica de actividad física⁴⁹. El riesgo de sufrir una enfermedad coronaria o de fallecer es mayor en mujeres con diabetes que en hombres con la misma condición^{50,51}.

Pese a que, a nivel global, se ha reducido el número de muertes por diabetes tipo I en los últimos años, las muertes asociadas a diabetes tipo II se han visto incrementadas entre un 5 y un 9%⁶. Cabe decir, sin embargo, que el número de muertes por enfermedad cardiovascular asociadas a niveles altos de glucosa en ayunas no ha experimentado variaciones destacables en su porcentaje³¹.

Entre las pautas de cambio del estilo de vida, se recomienda a la persona afectada el cese del tabaquismo, la gestión de la pérdida de peso, realización de actividad física, combinando ejercicio aeróbico y de fuerza, reducir la ingesta de hidratos de carbono, consumir ácidos grasos poliinsaturados, una dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados, y mayor ingesta de fibra, iniciándose si es preciso el tratamiento farmacológico para el control hiperglucémico^{21,22,52}.

1.2.2. Factores Ambientales.

1.2.2.1. *Exposición medioambiental.*

El riesgo cardiovascular se ve influido no solo por la contaminación atmosférica, también por la contaminación en el suelo y la cantidad de ruido por encima de los umbrales recomendados^{1,2,21}. La exposición a determinadas sustancias y a metales pesados pueden suponer un incremento del riesgo cardiovascular⁵³, por lo que terapias como la quelación pueden suponer un avance en la prevención y el tratamiento^{54,55}. En cuanto al ruido, una optimización del tráfico rodado y la reducción de la exposición al ruido de este puede reducir la posibilidad de infarto cardíaco y mejorar otros aspectos relacionados con la salud^{1,2,56}.

1.2.3. Factores comportamentales.

1.2.3.1. *Sustancias nocivas.*

El tabaco es uno de los principales riesgos modificables de padecer una enfermedad^{1,2,37}, relacionándose directamente con las enfermedades cardiometabólicas⁵⁷. Aunque su consumo suponga un solo cigarrillo al día, es factor de riesgo para sufrir una enfermedad coronaria⁵⁸ y afecta a ambos sexos por igual a la hora de predisponerles a sufrir un accidente cerebrovascular⁵⁹. Cabe decir, sin embargo, de todas las muertes atribuidas al tabaco, un 36,7% de ellas son debidas a enfermedad cardiovascular⁵. Se ha observado que, cuando se produce una reducción de la prevalencia del tabaquismo, sucede también una reducción de las muertes por enfermedad cardiovascular, pero en aquellos países miembros de la SEC con rentas medias, donde la prevalencia del tabaquismo sigue siendo alta, el descenso de muertes por enfermedad cardiovascular sigue siendo menor². El riesgo cardiovascular en personas fumadoras es cinco veces mayor que

en no fumadoras^{1,2,21}, sin embargo, el abandono del tabaco se considera la medida más rentable para reducir el riesgo cardiovascular^{22,58}. Cabe señalar que, pese a que en 2019 la incidencia de fumadores varones era de un 33,5% frente al 6,8% en mujeres, el uso de esta sustancia es más nocivo para las mujeres que para los hombres cuando el tabaquismo es de larga evolución^{21,60-63}.

En cuanto a la sustitución del tabaco por cigarrillos electrónicos, pese a que existe la creencia de que estos son inocuos o menos perjudiciales para la salud, se ha observado que el consumo de las sustancias que contiene se asocia a un mayor riesgo cardiovascular^{64,65}.

En cuanto al consumo de alcohol, si bien un consumo leve de alcohol podría asociarse a un menor riesgo cardiovascular, el riesgo aumenta conforme aumenta el consumo^{11,66}. El consumo recomendable de alcohol semanal no debería sobrepasar los 105g, es decir, media pinta de cerveza o un vaso de vino^{2,67}.

1.2.3.2. Sedentarismo y fragilidad.

El sedentarismo se asocia a un mayor riesgo de sufrir enfermedades y a un mayor riesgo de muerte⁶⁸⁻⁷¹, como también a mayor índice de obesidad abdominal⁷²⁻⁷⁴, elevación de triglicéridos y síndrome metabólico^{72,75-77}, así como con diabetes tipo II^{76,78-81}. Por tanto, el sedentarismo es un factor de riesgo para sufrir una enfermedad cardiovascular^{69,70,82,83}. Además, este comportamiento conduce a la fragilidad en personas mayores y esta constituye un factor de riesgo que incrementa la morbilidad y la mortalidad, tanto cardiovascular como no cardiovascular^{21,84,85}, suponiendo además un factor que incide negativamente en la recuperación posquirúrgica y que puede predecir tanto la muerte a corto plazo

como las complicaciones tras una cirugía⁸⁶. La fragilidad es más común en aquellos países cuya renta es mayor, afectando, aproximadamente, a un tercio de las personas que sufren enfermedades cardiovasculares².

La práctica de actividad física proporciona beneficios vasculares, reducción de los riesgos cardiovasculares, puede realizarse de manera supervisada o domiciliaria y no precisa de materiales costosos o altas intensidades para producir mejoras^{21,22,25,26,49,52,87-95}.

1.2.3.3. Dieta.

La dieta supone uno de los factores de riesgo mundiales en la aparición de determinadas enfermedades, incluidas las patologías cardiovasculares^{2,37}. Se ha observado que un consumo elevado de frutas, vegetales y legumbres se asocia a un menor riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular grave, así como a un menor riesgo de mortalidad^{2,18}. Entre otras medidas, una dieta baja en sal y rica en frutas, verduras, cereales integrales, lácteos bajos en grasas, así como proteína magra puede reducir el riesgo cardiovascular⁹⁶⁻⁹⁸.

El estudio de Ribot et al. (2022)⁵⁷ observó en las personas con patología cardiometabólica un consumo menor de frutas y pescados, así como un mayor índice de desempleo. Estos datos coinciden con los hallazgos de otros estudios en los que se correlaciona el nivel de ingresos de los hogares y la calidad alimentaria de los mismos^{17,99}, observándose que los hogares con menores ingresos consumen menor cantidad de frutas y verduras, así como mayor cantidad de bebidas azucaradas que aquellos con mayores ingresos¹⁷. Sin embargo, es en los países

miembros de la SEC con rentas más altas donde se ha observado un mayor consumo de bebidas azucaradas, así como de ácidos grasos insaturados².

1.2.4.Otros factores.

1.2.4.1. *Edad y sexo.*

La posibilidad de sufrir una enfermedad cardiovascular en ambos sexos aumenta conforme aumenta la edad de la persona², así como también lo hace el riesgo de discapacidad asociada, en mayor medida, a partir de la quinta década de vida⁵. El aumento de la prevalencia se debe no solo a una mayor exposición a factores de riesgo como la hipertensión o la dislipemia, sino también a las intervenciones que permiten alargar la vida de las personas que sufren estas patologías². La edad media de los países con ingresos más altos en Europa ronda los 41 años y aproximadamente un 17% de su población supera los 65 años². En estos países, la esperanza de vida para una mujer es de 80 años y de 74 para los hombres².

Las manifestaciones mórbidas de la enfermedad cardiovascular incluyen enfermedades isquémicas cardíacas, cerebrovasculares, arterioescleróticas periféricas, fibrilación atrial y patología valvular². Pese que antes de los 80 años suele afectar más a los hombres, a partir de esta edad, suele afectar más a las mujeres⁵. En Europa, la incidencia de la patología isquémica cardíaca se duplica en los varones, pero es similar en ambos sexos en el accidente cerebrovascular².

En cuanto a la mortalidad, a nivel global, es mayor en hombres que en mujeres, pero esta diferencia cesa cuando las personas alcanzan los 80 años de vida^{5,6}. En los países miembros de la SEC, sin embargo, la mortalidad asociada a enfermedad isquémica cardíaca es del 45% para las mujeres y del 39% para los hombres².

1.2.4.2. *Etnia.*

Los grupos étnicos asiáticos, negros del Caribe, africanos negros y chinos ven multiplicado el riesgo de enfermedad cardiovascular entre un 0,7 y un 1,7, en función de su pertenencia²¹. En este sentido, la Guía sobre la prevención de la enfermedad cardiovascular en la práctica clínica²¹ advierte que sería óptimo que cada país contase con su propia calculadora del riesgo y tuviese en cuenta las variaciones regionales.

1.2.4.3. *Antecedentes familiares.*

Los antecedentes familiares de enfermedad cardiovascular prematura suponen un indicador de riesgo cardiovascular¹⁰⁰⁻¹⁰² y parecen estar relacionados con la muerte por enfermedad coronaria, con independencia de otros factores de riesgo, en hombres de mediana edad¹⁰¹. En individuos aparentemente sanos, el biomarcador troponina T elevado se asociada a niveles elevados de proteína C-reactiva de alta sensibilidad, lo que sugiere un proceso inflamatorio¹⁰². Estos niveles de troponina T pueden estar igualmente elevados en personas aparentemente sanas cardiovascularmente cuando hay presencia de factores de riesgo como la hipertensión, la diabetes mellitus, insuficiencia renal o un índice de masa corporal elevado¹⁰³.

El rol de las sustancias inflamatorias como factor de riesgo cardiovascular puede observarse también en la relación entre las enfermedades inflamatorias sistémicas reumáticas y el riesgo de sufrir una arterosclerosis y enfermedades cardiovasculares prematuras¹⁰⁴.

1.2.4.4. Determinantes socioeconómicos.

Existe una correlación entre ingresos bajos y muerte por enfermedad cardiovascular^{11,20}, así como una estrecha relación entre altos ingresos y el ideal de salud cardiovascular¹⁶ (que engloba una dieta saludable, la realización de actividad física, unos índices óptimos de colesterol total, una presión arterial ideal y unos niveles adecuados de glucosa plasmática en ayunas). Asimismo, los determinantes sociales, como las circunstancias económicas, el contexto social y comunitarios, así como el entorno, se asocian con mayor riesgo cardiovascular tanto en hombres como en mujeres^{105,106}.

Esta relación no es ajena a Europa. Así, en los países miembros de la SEC con ingresos medios se observa una mayor incidencia de enfermedad isquémica cardíaca, enfermedad reumática cardíaca y accidente cerebrovascular, multiplicándose prácticamente por dos, mientras que en aquellos países con rentas más altas la incidencia de la enfermedad por válvula aórtica calcificada cuadruplica las cifras encontradas en países con menores ingresos². La diferencia de ingresos afecta también a la cantidad de muertes prematuras por enfermedad cardiovascular, es decir, en menores de 70 años, siendo mayor en aquellos países europeos con rentas medias y afectando en mayor medida a las mujeres².

Estos datos podrían estar relacionados con las mayores dificultades para mejorar la salud cardiovascular que se observan en personas con dificultades económicas, bien sea por pocos ingresos, desempleo, marginación o racismo^{15,19}, entre otras cosas puede ser debido a la imposibilidad para realizar cambios en su dieta^{17,99} y acceder a según qué alimentos, cosa que podría ayudar a modificar su índice de

riesgo de enfermedad cardiovascular¹⁷. En España, donde la cobertura sanitaria es gratuita de manera universal, existe también un peor control de la glucosa, el colesterol y la presión arterial, así como mayor índice de sobrepeso entre personas con rentas más bajas¹⁴.

1.2.5.Prevalencia de los factores de riesgo en España y la Comunitat Valenciana.

Las cifras del registro de indicadores clave del Ministerio de Sanidad en 2022, muestran que, mientras que en España la prevalencia de la hipertensión arterial es del 18,45%, en la CV la cifra asciende hasta el 21,03%, situación similar a la de la diabetes mellitus, cuya prevalencia estatal es del 5,71% y en nuestra autonomía de 6,36%¹⁰⁷. En cuanto a la prevalencia de otros factores de riesgo en España, en términos de población general, en el año 2019 se observó una prevalencia del 19,9% para el trastorno del metabolismo lipídico, del 22,1% para el tabaquismo, del 17,4% para la obesidad y del 37,1% para el sobrepeso¹⁴. Si bien es cierto que no se observaron diferencias relevantes en función del sexo o el nivel de renta para la hipertensión arterial, a nivel estatal, el control de la hemoglobina glicosilada parece ser peor en personas con rentas más bajas¹⁴, lo que parece estar en relación con los estudios sobre la calidad alimentaria y el nivel de renta^{17,57}.

La mayor prevalencia de las enfermedades isquémicas cardíacas y cerebrovasculares en la CV podría deberse a la mayor prevalencia de hipertensión y diabetes mellitus, lo que se suma al hecho de que es una de las comunidades autónomas con una mayor concentración de partículas contaminantes en el aire del territorio español¹⁰⁸, así como una de las tres comunidades con mayor consumo de cannabis entre la población de entre 15 y 64 años¹⁰⁹, aunque no existe un consenso entre el uso de esta sustancia y el incremento de riesgo

cardiovascular¹¹⁰. En cuanto al resto de factores de riesgo, no existen diferencias sustanciales en otros como los índices de actividad física¹¹¹, el consumo de alcohol¹¹² o el tabaquismo¹¹³, que son similares a otras comunidades autónomas. Tampoco parece haber una diferencia en los hábitos de consumo de los distintos tipos de alimentos¹¹⁴ y cabe señalar que la tasa de sedentarismo en la CV se sitúa entre los valores más bajos de España⁸.

1.3. La enfermedad cardiovascular desde una perspectiva de género y sexo biológico. El rol de las hormonas.

1.3.1. Sexo biológico y género en salud cardiovascular.

En los seres humanos, la visión binaria del sexo biológico (femenino o masculino) se ve limitada por las diferentes formas de los genes y las hormonas, que pueden generar también fenotipos intersexuales, lo que sucede en menos de un 1% de la población, por lo que el estudio del comportamiento de las patologías en estas personas requeriría estudios específicos, hecho que hace que la investigación cardiovascular continúe empleando el sexo biológico de manera binaria¹¹⁵. El género es diferente al sexo biológico^{21,116,117}, puesto que se refiere a las características, normas, comportamientos y roles que cada sociedad asocia al hecho de ser hombre, mujer, niña o niño^{116,117}. Es un constructo jerárquico que produce desigualdades y discriminación, lo que no excluye a otros factores de discriminación como “la etnia, el nivel socioeconómico, la discapacidad, la edad, la ubicación geográfica, la identidad de género y la orientación sexual”¹¹⁶. A pesar de estas diferencias entre sexo y género, muchos artículos utilizan ambos términos de manera indistinta^{118,119}, restringiendo el género a los términos “hombre” o “mujer”, lo que hace realmente difícil plantear las diferencias en las manifestaciones clínicas y de riesgo cardiovascular atendiendo a una perspectiva basada en la identidad de género.

La importancia de atender al sexo en salud cardiovascular^{21,120} radica en que, por ejemplo, se han reportado diferencias entre sexos en el seguimiento de los factores de riesgo y en la prevención de la enfermedad cardiovascular en detrimento de las mujeres¹²⁰⁻¹²², así como también se ha visto que puede producirse una respuesta dispar a los fármacos y a sus reacciones adversas^{123,124} y, además, cabe tener presente que existen variaciones entre sexos en funciones cardíacas, como los tiempos de intervalo cardíaco o la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI)¹²⁵⁻¹²⁸. Así mismo, al mismo tiempo que la genética y los niveles de hormonas propios de cada persona pueden condicionar un mayor o menor riesgo cardiovascular¹²⁹, se ha postulado que puede existir un factor de riesgo cardiovascular asociado a los niveles de hormonas a las que se ve influido el feto durante su gestación¹³⁰.

1.3.2. La importancia de los estrógenos en la cardioprotección.

Estrógenos y factores de riesgo.

Numerosos estudios han abordado el papel protector de los estrógenos, explicando cómo su pérdida tras la menopausia parece explicar el aumento de las enfermedades cardiovasculares en las mujeres cuando alcanzan cierta edad¹³¹⁻¹³⁶, cómo los niveles bajos de estrógenos en las primeras etapas de la vida hace a las mujeres jóvenes más propensas a una patología de este tipo^{119,137,138}, y cómo se incrementa el riesgo durante el embarazo, debido, entre otros factores, a desórdenes endocrinos¹³⁹⁻¹⁴¹. Posiblemente, este aumento del riesgo, tanto tras la menopausia como durante la pubertad, pueda ser debido a un desequilibrio entre estrógenos y andrógenos, y a los efectos relacionados con estos últimos, como el aumento de los niveles de lipoproteína y adiposidad, incrementando el riesgo de obesidad, diabetes, síndrome metabólico y enfermedad coronaria¹³¹. Aludiendo a lo anterior, se ha planteado que tanto la epidemiología como los tratamientos podrían verse condicionados por la

influencia de los estrógenos¹³⁴, hallazgo que no es ajeno a las mujeres trans, que, una vez iniciado el tratamiento hormonal de reasignación de sexo, muestran una reducción del colesterol total y del LDL^{142,143}, mientras que esos cambios fueron desfavorables para los hombres trans^{143,144}.

Por su lado, los factores de riesgo tampoco parecen comportarse igual: la hipertensión^{145,146}, la diabetes y el tabaquismo son factores de riesgo para la enfermedad isquémica cardíaca más potentes en mujeres¹⁴⁷, a los que se suman la menopausia, la diabetes gestacional y la preeclampsia¹⁴⁸⁻¹⁵³ como factores de riesgo asociados a cambios hormonales. Por otro lado, la asociación entre colesterol total y riesgo de infarto de miocardio es más potente en varones que en mujeres¹⁴⁵. Por otro lado, los roles de género, entre los que se engloban las responsabilidades tales como el cuidado de los hijos, de personas dependientes, el estatus económico, el tipo de ocupación y los cuidados del hogar, pueden influir como factor de riesgo cardiovascular adicional¹¹⁹.

1.3.3. Sexo biológico y manifestaciones clínicas.

Las diferencias entre hombres y mujeres son extrapolables también a las presentaciones clínicas de según qué patologías cardiovasculares, lo que puede traducirse en retrasos en el diagnóstico o en el tratamiento quirúrgico precoz^{119,154-156}. Así, por ejemplo, en personas con valvulopatía cardíaca asociada a la edad¹⁵⁷, el diagnóstico y el tratamiento tampoco son ajenos a la diferencia entre sexos¹⁵⁴: en personas intervenidas quirúrgicamente se observó que las mujeres eran intervenidas con cirugía temprana en menor proporción que los hombres, debido a que las pruebas de imagen tienden a subestimar la gravedad de la patología en mujeres^{155,158}, lo que hace que los varones, pese a presentar peores comorbilidades previas a la intervención, tengan mejor pronóstico¹⁵⁸. Estas variaciones en la

presentación clínica suceden también en la enfermedad isquémica cardíaca, donde las mujeres suelen asociar mayor tasa de discapacidad funcional pese a mostrar menor prevalencia de enfermedad obstructiva arterial coronaria visible en angiografía, lo que hace que sus síntomas puedan identificarse más fácilmente como “falsos positivos”^{60,156,159,160}.

1.3.4. Factores de riesgo en España. Diferencias en el comportamiento en función del sexo biológico.

En España, según el estudio de los principales indicadores estadísticos de igualdad¹⁶¹, la tasa de desempleo, las cifras de empleo a tiempo parcial y el tiempo destinado a cuidar de otras personas o a las labores domésticas son mayores en mujeres. El salario medio de las mujeres y sus pensiones son inferiores a los que perciben los hombres, como también el tiempo destinado a actividades deportivas, culturales y de ocio. En cuanto a otros factores de riesgo, según el informe anual del Sistema Nacional de Salud⁸, en 2021 tanto el tabaquismo como el consumo de alcohol fueron mayores en hombres, mientras que el sedentarismo estuvo más extendido entre las mujeres⁸. Así mismo, pese a que no parecía haber una diferencia en la tasa de obesidad entre hombres y mujeres adultos en España, el porcentaje de mujeres menores de 18 años obesas fue inferior al de los hombres¹⁰⁷. Cabe señalar que, hasta los 64 años, la obesidad es más frecuente en los varones, pero, una vez superada esa edad, será más frecuente en mujeres, y, con independencia de la edad, aumenta conforme disminuye la renta¹⁴. En cuanto al consumo de frutas y verduras en nuestro país, en torno al 70% de la población lo hace asiduamente con independencia de su sexo, pero fue mayor entre mujeres, aunque en el periodo 2017-2021 había crecido 5 puntos entre los hombres¹⁰⁷.

En cifras absolutas, en los últimos 12 meses, no se aprecian diferencias entre hombres y mujeres en las tasas de personas afectadas por diabetes, hipertensión o dislipemia¹⁶². Las

tablas de indicadores clave del sistema Nacional de Salud indican que, tanto a nivel estatal como en la CV, la prevalencia de la hipertensión arterial ha sido menor en hombres desde el año 2015 hasta el 2021, mientras que la diabetes mellitus cuenta con una menor prevalencia en mujeres desde esos mismos años¹⁰⁷. Si disgregamos estos datos por edades, encontramos diferencias entre sexos más notorias a partir de la sexta década de vida tanto para la hipertensión como para la dislipemia (tabla 1), datos que correlacionan con los aportados por el último informe de indicadores clínicos en atención primaria¹⁴.

Tabla 1. Estado de salud y enfermedades crónicas por sexo.

Edad	Hipertensión		Dislipemia		Diabetes	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
35-44 años	5%	4%	7,3%	3,7%	1,6%	0,7%
45-54 años	12%	12%	13%	9,8%	4,3%	4%
55-64 años	26,8%	28%	19,5%	22,79%	12%	10%
65-74 años	32,9%	44,2%	20%	29,4%	16%	17,3%
más de 75 años	49,5%	36%	16,9%	23,3%	18,5%	19,7%

Datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística¹⁶².

1.3.5. Distribución de la prevalencia de las enfermedades cardiovasculares en España en función del sexo biológico.

Cabe señalar que la prevalencia de las enfermedades cardiovasculares en nuestro país también se distribuye en mayor medida entre las personas con menor renta, tal como expone el informe de los indicadores clínicos en atención primaria¹⁴. En el mismo informe, se destacan diferencias entre géneros en la prevalencia de diversas enfermedades cardiovasculares:

- **Cardiopatía isquémica:** Se observa una prevalencia del 3,8% en hombres y del 1,6% en mujeres menores de 64 años. Esta cifra aumenta a un 11,4% en hombres y un 5% en mujeres una vez superada esa edad. Aunque hasta los 80 años la prevalencia en hombres es cuatro veces mayor que en mujeres, esta brecha se reduce después, triplicando la prevalencia masculina a partir de esa edad.

- **Enfermedad cerebrovascular:** Hasta los 64 años, la prevalencia es del 1,95% en hombres y del 1,6% en mujeres, pero después de esta edad, aumenta a un 6,75% en hombres y un 5,3% en mujeres.
- **Arteriopatía periférica:** En personas mayores de 64 años, la prevalencia en varones duplica a la de las mujeres, con cifras de 4,9% y 2% respectivamente.
- **Insuficiencia cardíaca:** La prevalencia es cercana al 4% para ambos sexos, aunque a partir de los 80 años será más común en mujeres.
- **Fibrilación auricular:** La fibrilación auricular afecta al 8,7% de los hombres y al 7,3% de las mujeres.

1.4. Clasificación y abordaje de las enfermedades cardiovasculares.

A pesar de la relevancia de los eventos cerebrovasculares en las enfermedades cardiovasculares, dado el tema de este trabajo de tesis doctoral, el análisis que se presenta a continuación se centra en los procedimientos quirúrgicos empleados en el tratamiento de las afecciones cardíacas y cardiorácicas.

La cirugía cardíaca es una especialidad médica enfocada en la intervención de las patologías del corazón y de la aorta torácica, que tradicionalmente se abordan mediante esternotomía o hemiesternotomía superior¹⁶⁴. En el año 2021, según el registro de la Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular, se realizaron en España 19.229 procedimientos de cirugía mayor, cifrando estos en un total de 7.673 abordajes de patología valvular aislada, 4.287 intervenciones de revascularización, 2.159 cirugías de aorta, 1.523 procedimientos por problemas valvulares combinados y 654 abordajes valvulares transcatéter, de los cuales, un 84% se realizó mediante abordaje periférico¹⁶⁵. Si bien la cirugía de baipás es la más frecuente

en el mundo^{164,166}, desde el año 2001 el procedimiento percutáneo para la revascularización es el más extendido en España¹⁶⁷, manteniendo una tendencia al alza desde 1998¹⁶⁸, ya que se asocia a una disminución de la mortalidad a pesar del perfil de riesgo del paciente^{167,168}.

Las complicaciones más frecuentes que pueden ocurrir a largo plazo tras una cirugía cardíaca son: la necesidad de transfusión sanguínea, la fibrilación auricular, requerir el uso de ventilación prolongada, el sangrado que precisa de reintervención, la implantación de un marcapasos o un desfibrilador, sufrir un accidente cerebrovascular, una insuficiencia renal y/o una neumonía¹⁶⁹. La fibrilación atrial es una complicación frecuente, pudiendo afectar a entre un 20% y un 40% de las personas sometidas a cirugía cardíaca y se asocia a una mayor tasa de muerte a largo plazo tras la intervención, mayor probabilidad de sufrir un accidente cerebrovascular, necesidad de reintervención y mayor duración de la estancia hospitalaria¹⁷⁰⁻¹⁷⁴. En cualquier caso, la posibilidad de supervivencia a largo plazo disminuye conforme aumenta el número de complicaciones posquirúrgicas¹⁶⁹.

1.4.1. Cardiopatía isquémica.

La cardiopatía isquémica, en 2019, tuvo una prevalencia de 47,6 millones de habitantes (21,1 millones de mujeres y 26,5 millones de hombres) en los países miembros de la SEC, donde fue la manifestación más común de enfermedad cardiovascular, afectando por primera vez a 5,8 millones de personas (2,6 millones de mujeres y 3,2 millones de hombres)². Esta patología, producida normalmente por arteriosclerosis, puede resultar en una isquemia y en la subsiguiente muerte de células del miocardio, produciendo un infarto de miocardio^{2,175,176}.

La detección del infarto de miocardio se realiza mediante la evaluación bioquímica de la presencia de marcadores de troponina cardíaca I y T, cuyos valores alterados indican lesión miocárdica^{175,177,178}. A esta herramienta de detección, se suman pruebas tales como la

valoración del flujo de reserva fraccional derivado de la presión coronaria^{166,179,180} (que permite realizar una evaluación funcional de la gravedad cuando existe una estenosis de grado medio), el ultrasonido intravascular¹⁶⁶ (que permite evaluar la severidad de la estenosis en lesiones con estenosis intermedias), así como la composición de la placa, y los índices derivados de gradientes en reposo: la presión coronaria distal aórtica o relación de onda libre instantánea^{166,179,180}.

En personas que presenten una enfermedad coronaria estable, las características cardíacas y extracardíacas individuales deben orientar al equipo a la toma de decisiones entre una intervención coronaria percutánea o la realización de una cirugía de baipás coronario, normalmente mediante esternotomía, pudiendo verse modificados estos criterios en personas que presenten o no una elevación del segmento ST^{166,181–183}. En la enfermedad coronaria estable, algunos de los términos para optar por el abordaje percutáneo serán la presencia de comorbilidades graves, la edad avanzada, la fragilidad, la corta esperanza de vida o la movilidad reducida, mientras que la presencia de diabetes mellitus, una FEVI menor o igual al 35%, una reestenosis en el *stent* o la contraindicación de tratamiento antiagregante plaquetario doble serán factores que determinarán la realización de cirugía de baipás^{166,183}. Es necesario apuntar que, dado que la espera en la revascularización puede elevar el número de complicaciones^{166,183–186} y de muertes^{166,183–185}, la intervención de aquellas personas que no sean catalogadas como urgencias o emergencias no debería sobrepasar las seis semanas para pacientes que no sean de alto riesgo^{166,183}. La figura 2 muestra las indicaciones del tipo quirúrgico tanto en personas de alto riesgo como aquellas que no obtienen esta catalogación.

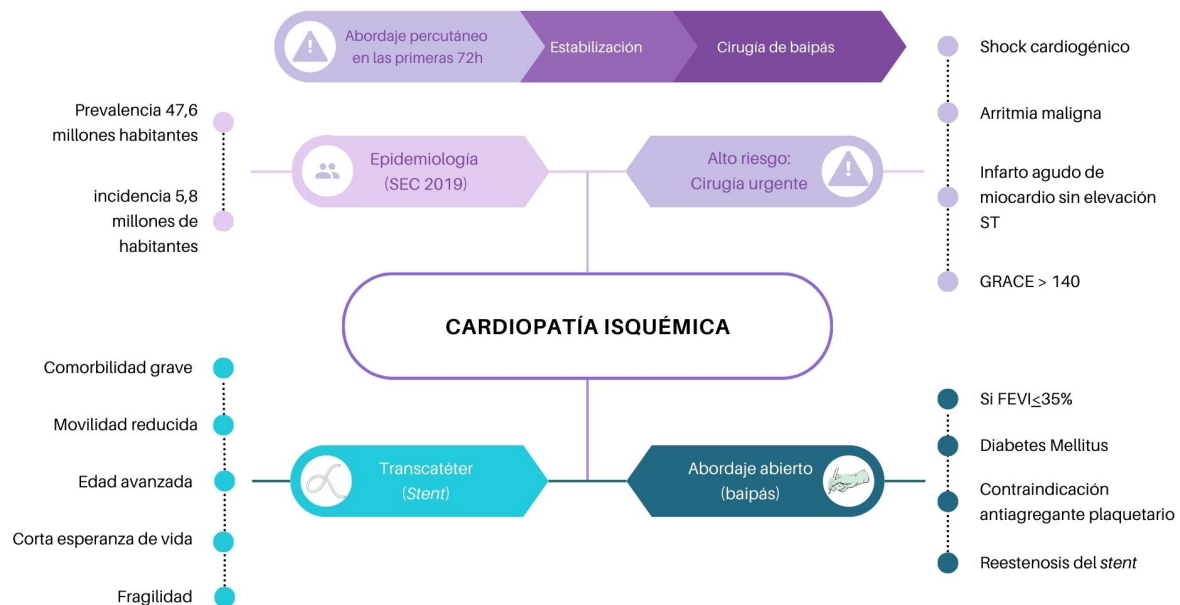


Figura 2. Abordajes indicados en personas con cardiopatía isquémica.

FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo, GRACE: *Global registry of acute coronary events*, SEC: Sociedad Europea de cardiología.

En los pacientes que presenten síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST, el factor de riesgo isquémico determinará la urgencia o emergencia, debiendo ser atendidos entre las 2 y las 72 horas siguientes a la primera presentación^{166,181-183}. El tratamiento que cada persona recibirá en primera instancia dependerá del riesgo isquémico que presente, pudiéndose optar en un primer momento por un tratamiento conservador farmacológico y, una vez que la persona esté estabilizada, se puede optar por una revascularización mediante intervención percutánea o cirugía de baipás en un periodo inferior a las 72 horas^{166,181,182}. Así, en este tipo de personas, se requerirá la estrategia invasiva inmediata en pacientes catalogados como de muy alto riesgo por presentar inestabilidad hemodinámica o shock cardiogénico, dolor persistente o recurrente refractario al tratamiento médico, arritmias potencialmente mortales o parada cardíaca, complicaciones mecánicas del infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca aguda o cambios recurrentes de la onda ST-T. Así mismo, se

catalogará de riesgo alto, requiriendo intervención temprana, no superior a 24 horas, a quienes presenten diagnóstico de infarto agudo de miocardio sin elevación del segmento ST establecido en base a la determinación de troponinas cardíacas, cambios dinámicos de la onda ST-T o una puntuación en la escala de Registro Global de Eventos Coronarios Agudos (GRACE, por sus siglas en inglés) superior a 140. El riesgo intermedio engloba a quienes presenten diabetes mellitus y/o insuficiencia renal, una FEVI inferior al 40% o insuficiencia cardíaca congestiva, angina temprana tras el infarto o antes de la intervención, una puntuación GRACE mayor que 109 y menor que 140, o síntomas de isquemia recurrente^{166,182}. En cuanto a los efectos de la elección de tipo de intervención y sus complicaciones a largo plazo, en estos pacientes se ha observado que el número de muertes, infarto de miocardio o accidente cerebrovascular era menor 5 años después en el grupo tratado con cirugía de baipás frente al grupo tratado con cirugía percutánea¹⁶⁶. Sin embargo, en personas que presenten un infarto de miocardio con elevación del segmento ST se prefiere la reperusión mediante cirugía invasiva percutánea primaria, ya que reduce el riesgo de mortalidad, de repetición del infarto y del accidente cerebrovascular, por lo que, aunque no es obligatorio realizar la intervención de revascularización en fase aguda, esta debe programarse de manera emergente^{166,181,183}. Por último, en los casos de infarto de miocardio sin elevación del segmento ST, es recomendable realizar una intervención invasiva de revascularización en las siguientes 24 horas tras el episodio^{166,182}.

Con independencia del riesgo de isquemia de cada paciente, cabe señalar que la cirugía de revascularización mediante baipás, en comparación con procedimientos percutáneos, se asocia a un mayor riesgo de sufrir complicaciones posteriores a la intervención, tales como problemas pulmonares, insuficiencia renal, insuficiencia cardíaca, mayor estancia en la

unidad de cuidados intensivos (UCI) y un mayor tiempo de estancia hospitalaria total, lo que se traduce en mayor coste económico¹⁸⁷⁻¹⁹⁰.

1.4.2. Insuficiencia cardíaca.

La insuficiencia cardíaca afecta en Europa a 3 de cada 1.000 personas cada año^{94,95,191} y su prevalencia en adultos es del 1-2%^{94,95,192,193}. Su etiología puede ser por alteraciones funcionales o estructurales cardíacas, que se traducen en una elevada presión intracardíaca y en un gasto cardíaco anormal, produciendo un síndrome clínico que incluye síntomas como, por ejemplo, la disnea, la tumefacción de los tobillos y la fatiga, al tiempo que se acompaña de signos clínicos como, por ejemplo, la presión venosa yugular elevada, crepitaciones pulmonares y edema periférico, entre otros^{94,95,194}.

La clasificación de la insuficiencia cardíaca se realiza en función del volumen de eyección del ventrículo izquierdo, considerándose disminuido cuando la FEVI no supera el 40%, medianamente reducido cuando se sitúa entre el 41% y el 49% y preservado si es mayor del 50%^{94,95,194}. En cuanto al ventrículo derecho, en este se puede producir una sobrecarga de volumen o de presión^{94,95,194,195}.

Incluso en los pacientes con FEVI reducida, el tratamiento farmacológico debe ser implementado antes de considerar la implantación de un dispositivo terapéutico^{94,95}. Entre los fármacos indicados se encuentran la enzima inhibidora de angiotensina, betabloqueantes, antagonistas de los receptores de los mineralocorticoides, inhibidores duales de los receptores neprilisina y angiotensina o inhibidores del cotransportador 2 de sodio-glucosa, entre otros^{94,95}. La figura 3 muestra la clasificación de la patología y los diferentes abordajes propuestos para su manejo farmacológico y quirúrgico.

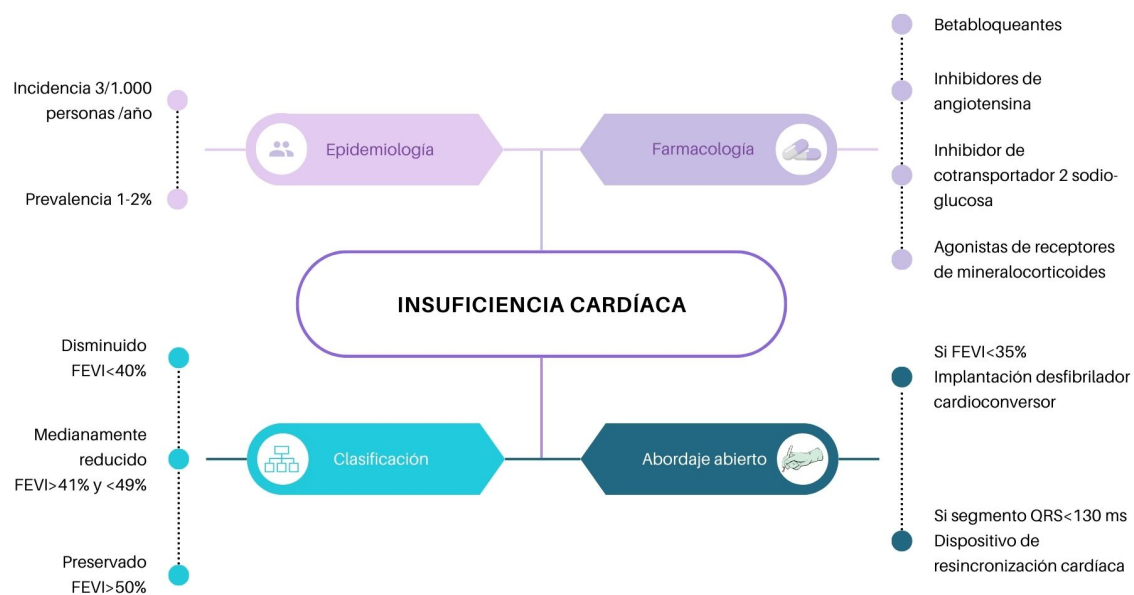


Figura 3. Clasificación y abordajes de las personas con insuficiencia cardíaca.

FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

En cuanto a la implantación de dispositivos desfibriladores cardioconvertidores cardíacos y de dispositivos de resincronización cardíaca, únicamente se aconseja su implantación en aquellas personas con FEVI inferior al 35%, para prevenir la muerte por infarto cardíaco^{94,95,196}. Si el electrocardiograma muestra un segmento QRS de duración menor a 130ms, se aconseja el uso de dispositivos de resincronización cardíaca en lugar de desfibriladores cardioconvertidores cardíacos^{94,95}.

Con independencia de la gravedad de la insuficiencia cardíaca, se instará al paciente al abandono del tabaco^{94,95,197} o del cigarro electrónico, a cesar el consumo de alcohol y otras sustancias tóxicas, a consumir una dieta variada y saludable baja en sal^{94,95}, y a realizar actividad física regular^{94,95,198}.

1.4.3. Enfermedad arterial periférica.

Se define como enfermedad arterial periférica toda presentación menor de 0,90 en el índice tobillo-brazo^{93,199–202}, que suele asociar una claudicación de esfuerzo en miembros inferiores en personas con valores inferiores^{93,199,203}. Es la tercera patología más prevalente relacionada con la arteriosclerosis y las cifras de personas afectadas aumentan cuando se sobrepasan los 70 años^{93,199}. Tanto los datos epidemiológicos como el abordaje y manejo de esta patología quedan reflejados en la figura 4.

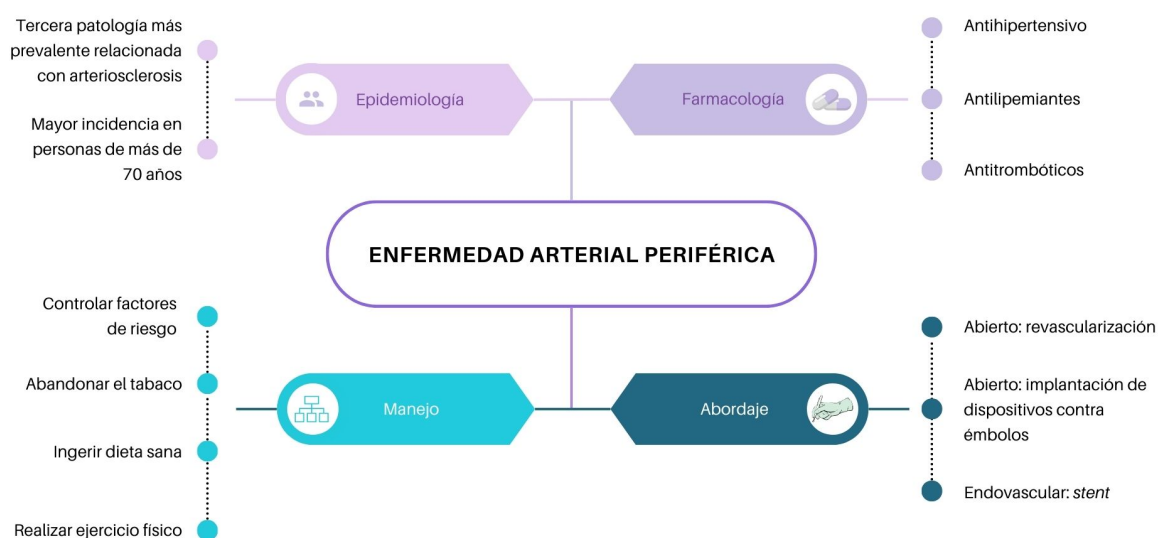


Figura 4. Abordaje y manejo indicado en personas con enfermedad arterial periférica.

Además de las pruebas de laboratorio como el perfil lipídico, el estudio de la orina o las pruebas adicionales de biomarcadores que cada persona pueda precisar para establecer el diagnóstico^{93,199,204–206}, así como del índice tobillo-brazo^{200–202,204}, las pruebas de imagen como la ecografía dúplex, la angiografía por sustracción digital, por tomografía computarizada o por resonancia magnética pueden ayudar a establecer el diagnóstico y la valoración arterial^{93,199}.

El tratamiento de esta patología se realiza de manera dual. Por un lado, mediante el manejo multidisciplinar de los factores de riesgo, incentivando al abandono del tabaquismo^{21,22,93,199}, a seguir una dieta sana^{2,18,22,57,93,96–98,199} y a practicar ejercicio físico^{21,22,87–89,91–93,199}, al tiempo que se prescriben, si es preciso, tratamiento antihipertensivo, fármacos antilipemiantes y antitrombóticos.

El abordaje quirúrgico de esta patología dependerá de su localización y las características clínicas del paciente, pudiendo abordarse mediante implantación de dispositivos de protección contra émbolos, el abordaje abierto de revascularización mediante baipás, o de manera endovascular implantando un *stent*^{93,199,207–210}.

1.4.4.Fibrilación atrial.

La fibrilación atrial se define como una arritmia supraventricular debida a una atriopatía progresiva, detectable en electrocardiograma mediante la presencia irregular de los intervalos RR, sin ondas P distintas y con activaciones irregulares atriales^{2,211,212}. A nivel global, es la arritmia cardíaca más común en adultos²¹³ y se asocia a una importante morbimortalidad y un elevado gasto sanitario^{2,211}. Esta patología en el año 2019 afectó a 498.000 mujeres y a 539.000 hombres en los países miembros de la SEC, situándose su prevalencia en 7,5 millones de mujeres y 8,3 millones de hombres en ese año².

La clasificación de esta patología diferencia cinco subtipos que ayudan a los profesionales a comunicarse y tomar decisiones sobre su tratamiento, aunque esta clasificación no define el abordaje en sí, dado que se centra en cada paciente y puede variar según su evolución, nuevos factores de riesgo, síntomas o la aparición de fármacos de nueva generación²¹¹. Se considera fundamental la participación de la persona paciente en la toma de decisiones, la prevención

de riesgos, la adopción de hábitos saludables y el manejo de sus síntomas^{211,214–217}. En la figura 5 se recogen los diferentes tratamientos propuestos en esta patología.



Figura 5. Tratamientos propuestos en personas con fibrilación atrial.

El manejo conservador de esta patología se centra en el cuidado ABC por sus siglas en inglés (“A” Anticoagulación para prevenir el accidente cerebrovascular, “B” mejor manejo de los síntomas y “C” optimización cardiovascular y de las comorbilidades)^{211,218,219}. Los fármacos anticoagulantes como los antagonistas de la vitamina K y los anticoagulantes no antagonistas de la vitamina K son altamente eficaces en la reducción del riesgo de accidente cerebrovascular^{211,219–222}. El control de la frecuencia cardíaca es fundamental y, normalmente, es suficiente para mejorar los síntomas relacionados con la fibrilación auricular^{211,219}. El tratamiento conservador para el control del ritmo cardíaco incluye fármacos como los betabloqueantes y antiarrítmicos^{211,219}, pero en ocasiones es preciso emplear técnicas quirúrgicas como la ablación del nodo atrioventricular, la terapia de resincronización

cardíaca o la cardioversión eléctrica bajo sedación²¹¹. Por último, el manejo y detección de las comorbilidades y factores de riesgo cardiovascular se realiza educando e instando al paciente a reducir su peso corporal, a abandonar el alcohol y realizar actividad física, al tiempo que se abordan y tratan patologías tales como la diabetes mellitus, la hipertensión o la apnea del sueño entre otras^{211,218,219}.

1.4.5.Valvulopatías cardíacas.

La patología valvular cursa con disfunción cardíaca y alteración del flujo unidireccional del fluido sanguíneo durante el ciclo cardíaco^{223,224}. Estas alteraciones afectan a un 2% de la población y están vinculadas a una tasa elevada de mortalidad. En el año 2017, a nivel global, se estimaba que la incidencia de esta patología se situaba en torno a 18 nuevos casos por cada 100.000 habitantes²²⁴. Desde entonces, la incidencia de etiología degenerativa ha aumentado en los países industrializados²²⁴⁻²²⁷, al mismo tiempo que la enfermedad cardíaca reumática sigue siendo la más prevalente en muchas regiones del mundo^{2,225-227}. En el año 2019, se calculó que 2,3 millones de personas vivían con patología cardíaca reumática, 4,5 millones con enfermedad valvular aórtica y 7,1 millones con disfunción de la válvula mitral en los países miembros de la SEC².

La cardiopatía reumática tiende a afectar de manera más predominante a las válvulas mitral y aórtica^{225,228}, manifestándose primordialmente en grupos de edad más jóvenes^{5,225}. Por otro lado, los trastornos valvulares degenerativos que afectan a las válvulas mitral y aórticas presentan mayor incidencia en poblaciones mayores de 65 años^{2,5,224,225,229,230}.

En lo que atañe a las disparidades de sexo biológico, se observa que las mujeres parecen más propensas a sufrir patologías cardíacas reumáticas en comparación con los hombres^{2,5,225}.

Respecto a los problemas no reumáticos, se ha registrado mayor prevalencia de afectación en la válvula mitral en las mujeres^{2,224,225,230}, mientras que los hombres muestran una mayor prevalencia de problemas en la válvula aórtica^{2,224,225,229,230}.

En la evaluación clínica de personas afectadas, la búsqueda de signos de insuficiencia cardíaca durante la exploración física y la auscultación, en particular, son cruciales²²⁶. La clave diagnóstica para confirmar la sospecha de valvulopatía es la ecocardiografía^{226,231}. La ecocardiografía permite además definir la gravedad de la estenosis y la insuficiencia valvular, ofreciendo datos que ayudan al equipo médico a valorar qué tipo de intervención es la más adecuada^{226,232,233}. Esta valoración puede acompañarse de otras pruebas no invasivas (como la resonancia magnética cardíaca o la tomografía computarizada) o invasivas, tales como la angiografía coronaria o la cateterización cardíaca, en función de las necesidades de cada paciente²²⁶. Entre los no invasivos, la prueba de esfuerzo cardiopulmonar puede utilizarse en estenosis de la válvula mitral cuando existen discrepancias entre los síntomas y los hallazgos ecocardiográficos²³⁴, permite la estratificación del riesgo en casos de estenosis de la válvula aórtica^{226,235} y permite determinar el nivel recomendado de ejercicio físico adecuado para cada persona^{226,236}. Concluida la evaluación, se procede a evaluar los factores de riesgo, tales como el riesgo de mortalidad, y las comorbilidades que podrían complicar la evolución posquirúrgica, entre ellas la fragilidad, las alteraciones cognitivas, la malnutrición o el fallo de otros órganos, para decidir qué tipo de intervención es la más adecuada en cada caso²²⁶.

La angiografía coronaria, el baipás coronario o técnicas quirúrgicas para el manejo de la fibrilación atrial son, en ocasiones, de necesario desempeño antes de la cirugía valvular, como también lo es la dispensación de antibióticos para prevenir una endocarditis o una fiebre reumática²²⁶.

1.4.6. Insuficiencia aórtica.

La estenosis aórtica es el trastorno valvular primario que más requiere tratamiento quirúrgico o percutáneo en Europa^{225–227,237,238}. La intervención quirúrgica de la estenosis aórtica puede realizarse mediante cirugía abierta o con implantación mínimamente invasiva transcáteter, elección que la guía de práctica clínica delega en base a la clínica, la situación anatómica u otros factores^{226,239}, para aquellas personas en las que no esté contraindicada una de las dos intervenciones. Las guías de práctica clínica e investigaciones recientes instan a realizar un abordaje mínimamente invasivo de implantación de válvula aórtica frente a un reemplazo quirúrgico de esta válvula en personas mayores de 75 años con alto riesgo para la cirugía de reparación valvular^{226,239,240}. Sin embargo, en personas menores de 75 años con bajo riesgo para esta cirugía o para aquellas que no sean candidatas a la intervención transcáteter, se aconseja el abordaje quirúrgico abierto, atendiendo a la durabilidad de la válvula protésica como aspecto clave en la toma de decisiones²²⁶. Además, si la intervención percutánea a través de la vía femoral no es posible, en algunos casos se opta tanto por abordajes extratorácicos, a través de las arterias carótida, subclavia o axilar, como por accesos intratorácicos, transapicales o transaórticos, precisando estos últimos una pequeña toracotomía²⁴¹. La figura 6 recoge las indicaciones y las principales ventajas, así como las complicaciones más frecuentes en ambos tipos de abordaje en personas que sufren este tipo de valvulopatía.

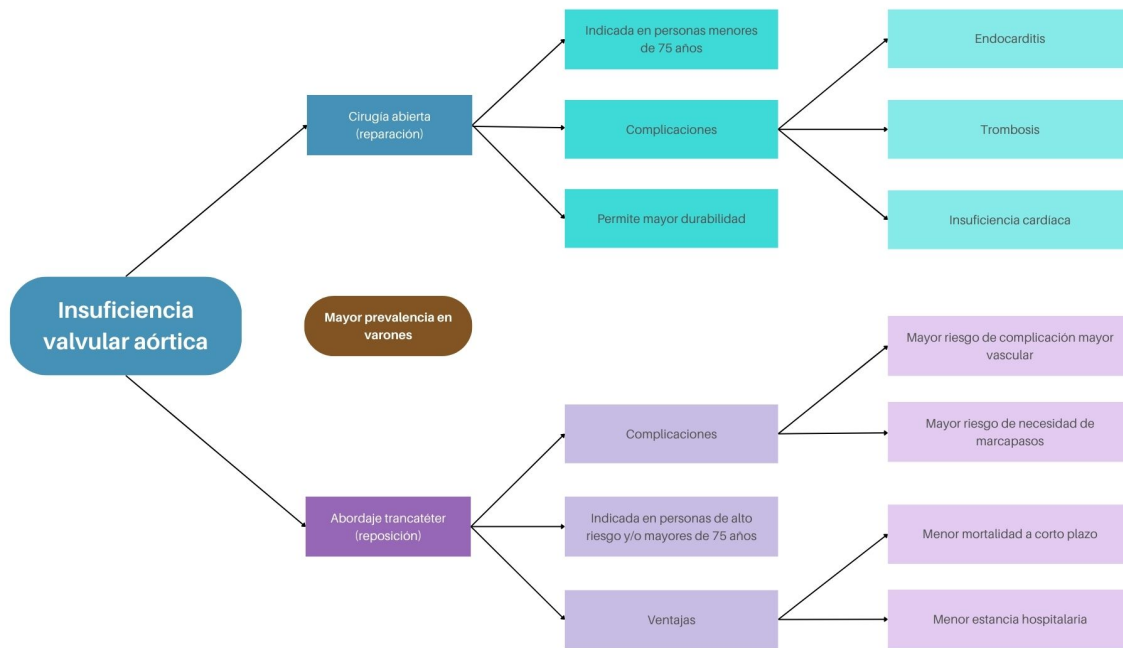


Figura 6. Ventajas y complicaciones en cada tipo de abordaje de la patología valvular aórtica.

En términos generales, después de someterse a una cirugía de reparación de válvula cardíaca, es posible que surjan complicaciones como el funcionamiento deficiente de la nueva válvula, problemas de adaptación entre la válvula y el paciente, fugas paravalvulares, endocarditis, trombosis o insuficiencia cardíaca²²⁶ situación que puede agravarse si existe un estado de fragilidad de la persona intervenida, ya que esta se asocia a un elevado riesgo de muerte en los doce meses siguientes a la operación, tanto en intervención quirúrgica como en abordaje mínimamente invasivo²⁴². Parece existir una reducción de la estancia hospitalaria y de la estancia en UCI cuando la intervención se realiza con una mínima toracotomía en lugar de con una toracotomía total^{243,244}. Aunque estos últimos datos cabría interpretarlos con cautela²⁴⁵, parecen ser extrapolables también a personas obesas, en quienes además se aprecia una reducción del riesgo de muerte perioperatoria²⁴⁶.

Frente a la cirugía de reemplazo, el abordaje transcáteter se asocia a una menor tasa de muerte, de accidente cerebrovascular a corto y medio plazo^{239,247}, aunque estas diferencias

pueden ser pequeñas²⁴⁸, así como menor riesgo de daño renal, hemorragia significativa o fibrilación auricular que quienes son intervenidos con cirugía de reemplazo valvular^{246,247}. Por su parte, en pacientes trasplantados de otros órganos, este tipo de abordaje de reemplazo reduce las complicaciones posquirúrgicas, la estancia y la mortalidad hospitalaria frente al abordaje de reemplazo quirúrgico²⁴⁹. En pacientes con riesgo medio reduce el tiempo de recuperación y de estancia hospitalaria^{226,250,251}.

No hay, sin embargo, diferencia significativa en el riesgo de mortalidad o de ictus a largo plazo entre el abordaje transcatóter o el quirúrgico²³⁹ y, a pesar de los beneficios del abordaje transcatóter, se asocia a un incremento de riesgo de complicación mayor vascular y a un elevado riesgo de necesidad de implantación de marcapasos permanente^{226,247,248}, a lo que se suma el alto coste de los dispositivos, la necesidad de los recursos sanitarios^{226,252,253}, y las altas tasas de reintervención frente a la cirugía cuando el abordaje transcatóter se realiza con válvula expansible con balón²⁵⁴.

Una reciente revisión sistemática con metaanálisis estudió las complicaciones en intervenciones mínimamente invasivas transcatóter intra y extratorácicas, cuando no era posible el abordaje transfemoral, y observó que la cirugía de reemplazo de la válvula aórtica mediante implantación intratorácica se asociaba a mayor riesgo de muerte por cualquier causa, tanto en los 30 días posteriores a la intervención como durante el año siguiente a la misma, así como a mayor probabilidad de sangrado intraoperatorio mortal y complicaciones como el daño renal²⁴¹. Datos que parecen estar en concordancia con los hallados por Zhao et al. (2015)²⁵⁵ en una revisión sistemática con metaanálisis, que comparaba las complicaciones de la intervención transfemoral y la intratorácica mediante catéter, evidenciando que los pacientes intervenidos mediante abordaje intratorácico presentaban mayor probabilidad de muerte en los 30 días siguientes a la intervención y durante el año siguiente a la

intervención²⁵⁵. Sin embargo, estos datos cabe interpretarlos con precaución, dado que, en otra revisión sistemática, que realizó tanto un metaanálisis directo como indirecto, se asoció la mortalidad a corto plazo de una manera similar tanto para los abordajes transcatéter, bien fuesen transfemorales o transaapicales, como para la cirugía de reemplazo valvular, observándose únicamente una reducción de la asociación de la mortalidad a medio plazo con los abordajes transcatéter²⁵⁶. Tampoco parece haber una ventaja en el abordaje transcarotídeo frente al transfemoral, dado que el primero se asocia a mayor mortalidad en los 30 días siguientes a la intervención y mayor probabilidad de complicaciones neurovasculares²⁵⁷.

1.4.7. Insuficiencia mitral.

Es la segunda patología valvular más frecuente en Europa^{225–227,237,238}. La reparación valvular es la intervención quirúrgica de elección si se esperan resultados duraderos²²⁶, ya que se asocia a mayor supervivencia en comparación con el reemplazo valvular^{226,258,259}. Si la persona afectada no presenta síntomas y se observa un volumen de eyección del ventrículo izquierdo menor o igual al 60% o un diámetro telesistólico mayor o igual a 40 mm, se opta por abordaje quirúrgico de la válvula mitral, tratando de repararla siempre que sea posible²²⁶. Pero si presenta síntomas y existen riesgos identificados por el equipo quirúrgico, se opta por el abordaje percutáneo transcatéter^{226,240,260–263}, dado que reduce el riesgo de insuficiencia cardíaca, la mortalidad por cualquier causa²⁶⁰, permite menor tiempo de intervención, una necesidad menor de transfusión sanguínea y baipás cardiopulmonar, al tiempo que reduce tanto la estancia de la persona en la UCI como el total de días de permanencia hospitalaria^{264–266}. El resumen de las indicaciones y de las ventajas de cada tipo de intervención se ha representado en la figura 7.

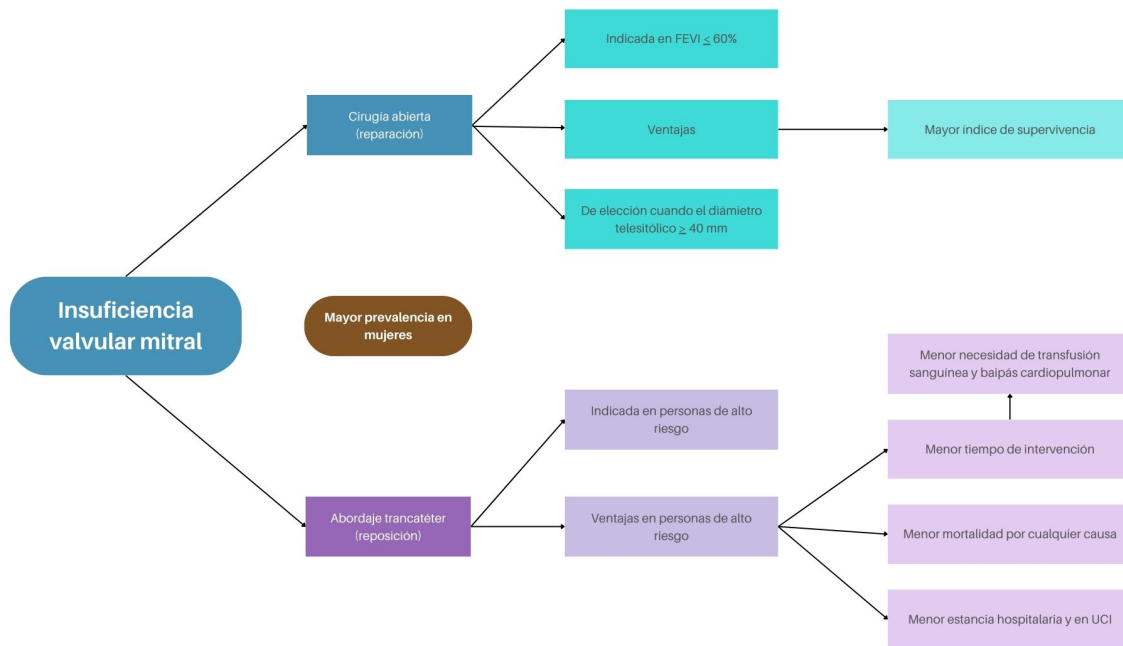


Figura 7. Indicaciones y ventajas de los tipos de intervención en patología valvular mitral.

1.4.8. Insuficiencia tricuspídea.

La valvulopatía tricuspídea grave se asocia a una menor supervivencia y empeoramiento de la insuficiencia cardíaca²²⁶. En la práctica clínica, las intervenciones de esta valvulopatía están infrautilizadas^{226,267,268}, y en caso de cirugía, suele optarse por reparación valvular frente al reemplazo²²⁶. Es preciso señalar que, las intervenciones percutáneas se están desarrollando y realizando en centros especializados en valvulopatías, y pueden ser consideradas en pacientes sintomáticos, inoperables y con una anatomía que lo permita^{226,267,269}.

1.5. Sistema de clasificación de pacientes por Grupos Relacionados por el Diagnóstico o GRD.

El sistema de clasificación de pacientes por grupos relacionados por el diagnóstico (GRD) o DRG, por sus siglas en inglés, estratifica a las personas paciente en grupos acorde al consumo de recursos que son necesarios para su tratamiento durante su ingreso²⁷⁰. Los datos

necesarios para realizar la agrupación son: edad, sexo, circunstancias de alta (traslado a otro hospital, éxitus, alta voluntaria, alta a domicilio, etc), diagnóstico principal por el que esta persona es atendida, diagnósticos secundarios, estén estos presentes o no en el momento del ingreso, así como las intervenciones o procedimientos realizados durante el ingreso, tanto para el diagnóstico principal como para los secundarios.

Las patologías concomitantes y las complicaciones que cada paciente pueda sufrir reciben un código englobado en lo que se conoce como Categorías Diagnósticas Mayores (CDM), que se dividen a su vez en quirúrgicas o médicas, en función de si precisan intervención quirúrgica o no²⁷⁰. Esta subcategorización permite agrupar a los pacientes en torno a la complejidad que precisan o han precisado en el abordaje del proceso, constituyendo un factor predictor superior al Índice de Charlson en cuanto al índice de severidad y al riesgo de mortalidad²⁷¹⁻²⁷³.

El sistema DRG puede atender a tres subtipos diferentes de clasificación, siendo el *All Patients Refined Diagnosis Related Group* o, por sus siglas en español, APR-GRD el empleado en el Registro de Altas de los Hospitales Generales del Sistema Nacional de Salud, dentro del Conjunto Mínimo Básico de Datos del Ministerio de Sanidad^{270,274,275}. El índice de severidad permite cuantificar la cantidad de recursos necesarios para el cuidado de cada persona durante la estancia hospitalaria asociada a la intervención. Refleja la carga económica y atencional asociadas no solo al tipo de intervención, sino también a las características propias de la persona, los diagnósticos previos a su ingreso y los que se desarrollen durante el mismo, incluyendo los tratamientos de estos²⁷⁰. Este conjunto de factores establece un mayor o menor índice de severidad y determina un factor de riesgo de mortalidad asociada al procedimiento mayor o menor^{276,277}. Tanto el nivel de severidad como el riesgo de mortalidad asociados al procedimiento se categorizan en valores numéricos comprendidos del 1 al 4,

siendo el 1 el de menor nivel y el 4 aquel asociado a la presencia de comorbilidades o complicaciones más complejas²⁷⁸.

1.6. El papel de la fisioterapia antes de la cirugía cardiotorácica.

1.6.1. Breve aproximación histórica.

El empleo de fisioterapia previa a la cirugía y la reducción de complicaciones se ha documentado desde hace un siglo, tal y como se recoge, pese a que no disponemos de acceso a los textos originales, en el artículo de Minuck (1953)²⁷⁹, en el que hace referencia a autores como Hoersch, Knobloch y Lassen, que ya entre 1924 y 1930 aseveraban que incrementar la capacidad vital de los pacientes antes de la cirugía torácica podía reducir el descenso de la capacidad vital asociado a la cirugía. Con el propósito de revertir esta caída, Minuck²⁷⁹ propuso un programa de ejercicios previos a la cirugía que perseguía tres objetivos: incrementar los movimientos respiratorios y, con ello, permitir mayor ventilación pulmonar; aclarar las secreciones del tracto respiratorio y mantener el tono muscular en las extremidades, basándose para ello en un estudio publicado por Otis en 1949²⁸⁰ en el que se aseguraba que el movimiento, tanto activo como pasivo, incrementaba la capacidad ventilatoria un 150% y, seguramente imbuido por los preceptos sobre la importancia de la respiración profunda como método de prevención pulmonar²⁸¹.

Tanto en 1955 como en 1963 se publicaron sendos índices de enseñanzas prequirúrgicas y de cuidados posquirúrgicos para personas que iban a ser intervenidas por cirugía torácica^{282,283}.

Ambos consideraban necesario otorgar información sobre los tubos de drenaje, la movilización temprana, la importancia de la tos y sobre los ejercicios respiratorios, y en ambos se describe cómo la rehabilitación posquirúrgica se iniciaba al día siguiente de la intervención. Estos programas continuaban aplicando, básicamente, los preceptos establecidos por

Minuck²⁷⁹: ejercicios ventilatorios, aclaramiento mucociliar y movimiento activo, pasivo o activo-asistido^{282,283}.

En 1964, Rattenborg y Holaday²⁸⁴ explicaban con detalle el programa de ejercicios prequirúrgicos que las fisioterapeutas realizaban antes de las cirugías mayores. El programa de ejercicios incluía trabajo de eficiencia respiratoria, buscando el movimiento de expansión costal y cuidando que no apareciese la contracción de la musculatura accesorio, drenaje postural de secreciones, *tapping* o *clapping*, así como vibraciones manuales. Sin embargo, este estudio presentó una novedad: el empleo de la respiración con presión intermitente positiva y del asistente de la tos.

Cuatro años más tarde, en 1968, Nichols y Howell²⁸⁵ realizaron un estudio observacional sobre el uso de la fisioterapia pre y posquirúrgica en los hospitales de Reino Unido. Para ello, enviaron un cuestionario a 136 hospitales. De todos ellos, el 99% contaban con un programa de fisioterapia pre y posquirúrgica, aunque no todos los hospitales incluían a todos los pacientes en sus programas. Entre los ejercicios de fisioterapia prequirúrgica destinados a quienes iban a recibir cirugía cardíaca se incluían técnicas de respiración costal, respiración diafragmática, tos activa, tos asistida, así como ejercicio físico focalizado tanto en el miembro superior, como en el tronco, el abdomen y el miembro inferior. Además de esto, se educaba en ejercicios posturales.

En 1973, la revisión elaborada por Bartlett et al.²⁸⁶ recogía las técnicas de fisioterapia respiratoria empleadas hasta entonces en cirugía torácica y, por primera vez, se refiere a la construcción de un aparato dirigido a instruir a los pacientes en las maniobras inspiratorias, siguiendo las directrices establecidas en 1945 por Harken²⁸⁷ para la profilaxis pulmonar en cirugía torácica: el inspirómetro incentivador volumétrico. Entre otras técnicas, Bartlett et al.²⁸⁶ describieron el empleo de la inspiración con presión positiva intermitente²⁸⁴, de la

respiración del propio aire exhalado mediante tubos de “*rebreath*” destinados a mejorar el volumen tidal^{288,289}, el empleo de la tos voluntaria como terapia, así como de la espiración contra resistencia empleando botellas o globos.

Si bien el uso del espirómetro de incentivo tuvo que esperar a la década de los 70, en 1962 se publicó un artículo en el que se evidencia la validez de un instrumento, diseñado en 1959, pequeño, portátil y dirigido a medir el máximo flujo de fuerza espiratoria: el *peak flow*²⁹⁰.

Desde 1975 queda recogida la pertinencia de la instrucción previa a la cirugía de las personas pacientes con intervención cardior torácica programada, aludiendo a que tras la cirugía el dolor y los analgésicos pueden alterar las capacidades para sincronizar su respiración con el ventilador, realizar ejercicios respiratorios eficaces y toser adecuadamente para eliminar secreciones²⁹¹. Se argumentaba que estas enseñanzas previas a cada paciente no solo buscaban mejorar las capacidades ventilatorias y eliminar las secreciones, sino que, adicionalmente, permitían que cada paciente tuviese conocimiento de los instrumentos que debería utilizar tras la intervención, así como que generase unas expectativas reales de lo que ocurriría en UCI^{285,290} y, por tanto, se les dotaba de “un mejor soporte moral al capacitarles para llevar a cabo su propio aclaramiento torácico”²⁹¹.

1.6.2.El inspirómetro incentivador volumétrico tras cirugía cardior torácica.

La primera revisión sistemática sobre la eficacia de la fisioterapia respiratoria posquirúrgica que conocemos se remonta al año 1994²⁹². Se basó en pacientes que fueron intervenidos de cirugía abdominal y, pese a que llegaba a la conclusión de que la espirometría de incentivo y los ejercicios de respiración profunda debían ser recomendados para prevenir las atelectasias y la neumonía en este tipo de pacientes, aludía a la baja calidad metodológica de los estudios

y, por tanto, a la cautela de los resultados relativos a la respiración con presión positiva intermitente. Esta misma heterogeneidad en los resultados y la falta de calidad metodológica, hizo que, años más tarde, dos revisiones sistemáticas concluyesen que la relación entre la fisioterapia posquirúrgica y la reducción de las complicaciones no se podía asegurar tras una cirugía abdominal o cardíaca^{293,294}. Sin embargo, una revisión publicada en 2012²⁹⁵, concluyeron que, si bien era cuestionable la eficacia del inspirómetro incentivador volumétrico al compararlo con otras técnicas de fisioterapia para reducir las complicaciones pulmonares tras la cirugía cardíaca, este instrumento permitía un incremento de la fuerza de la musculatura respiratoria.

En 2016, Yazdannik et al.²⁹⁶ realizaron un estudio clínico aleatorizado en personas intervenidas mediante cirugía de baipás de arteria coronaria, en el que evidenciaron que el uso del inspirómetro incentivador volumétrico tras cirugía era capaz de producir una mejora del intercambio de gases y, por tanto, una mejor saturación de oxígeno al tercer día tras la cirugía. Este estudio, sin embargo, no fue el único que determinó una mejora de los niveles de gases en sangre, ya que otros tres estudios publicados entre 2022 y 2023²⁹⁷⁻²⁹⁹ se basaron en la mejora hemodinámica, en la mejor función pulmonar y en los mejores niveles de gases en sangre para explicar por qué las personas sometidas a cirugía cardíaca que entrenaron con inspirómetro incentivador, fuese este volumétrico o no, experimentaban una reducción de las complicaciones pulmonares posquirúrgicas. Estos hallazgos, junto con el incremento asociado de la fuerza de musculatura respiratoria²⁹⁵, podrían estar relacionados con la reducción de la estancia hospitalaria y del riesgo de sufrir complicaciones posquirúrgicas, incluidas las atelectasias y las neumonías, que evidenciaron Chang et al.³⁰⁰ en su revisión sistemática de 2023.

En cuanto al empleo de este dispositivo de manera previa a la cirugía, su uso se asocia a una mejora del fortalecimiento muscular de la musculatura respiratoria^{295,301} y de los parámetros ventilatorios posquirúrgicos^{302,303}, así como a una disminución del riesgo de atelectasias, a un menor tiempo de hospitalización y a una disminución de la necesidad de ventilación mecánica³⁰⁴.

1.6.3.El fortalecimiento de la musculatura respiratoria previo a la cirugía como nuevo paradigma.

En 1969 se describía un nuevo método para determinar las presiones máximas respiratorias, así como los valores de referencia medidos en 60 participantes de ambos sexos, sin patología y con edades comprendidas entre los 20 y los 70 años³⁰⁵. Siete años más tarde, se publicaba un pequeño estudio que concluía que el fortalecimiento de la musculatura respiratoria y la resistencia de esta podían mejorar con programas de entrenamiento muscular adecuado³⁰⁶. Para llevar a cabo este fortalecimiento de la musculatura se utilizó un dispositivo que obstaculizaba la entrada y salida de aire para entrenar la fuerza de la musculatura respiratoria³⁰⁶. Dispositivos similares fueron empleados en otros estudios para comprobar la efectividad de este entrenamiento en personas afectadas por cuadriplejia³⁰⁷, por enfermedad pulmonar obstructiva crónica³⁰⁸, o por enfermedades neuromusculares³⁰⁹. Sin embargo, este tipo de instrumentos, o bien no eran portátiles y requerían que las personas participantes acudiesen al laboratorio u hospital para realizar sus ejercicios, o bien, en caso de ser portátiles, debían mantenerse en una perfecta posición vertical para poder trabajar, o bien su regulación resultaba dificultosa y poco reproducible³¹⁰.

EVOLUCIÓN DE LA FISIOTERAPIA RESPIRATORIA PREQUIRÚRGICA

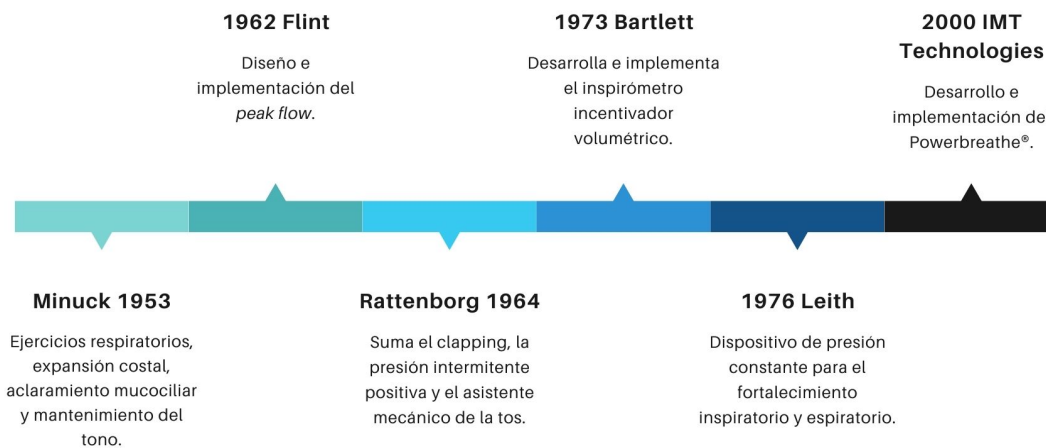


Figura 8. Cronograma de los avances en fisioterapia respiratoria prequirúrgica.

En el 2000, el laboratorio *IMT Technologies Ltd* desarrolló *Powerbreathe®*, un aparato portátil que permitía trabajar en cualquier posición y ofrecía una resistencia constante durante toda la inspiración, así como también permitía establecer los niveles de carga mediante una sencilla regulación que se podía reproducir sin dificultad³¹⁰. Pese a la controversia inicial sobre la efectividad del *Powerbreathe®* en personas sanas³¹¹, los beneficios del entrenamiento muscular inspiratorio o IMT, por sus siglas en inglés *-inspiratory muscle training-*, utilizando este dispositivo fueron probados tanto en personas sanas, como en quienes sufrían enfermedades pulmonares^{312,313}. Poco tiempo después, el uso de estos instrumentos portátiles en la prehabilitación de las personas que iban a ser intervenidas por cirugía cardíaca permitió una reducción del riesgo de atelectasias, de complicaciones pulmonares posquirúrgicas y una menor estancia hospitalaria^{314–318}, a lo que se suma la ventaja adicional de permitir su empleo domiciliario supervisado³¹⁹.

1.6.4. La inclusión del ejercicio físico en la prehabilitación de pacientes cardiopatas.

Estudios publicados a mediados del siglo pasado ya postularon la necesidad de realizar ejercicio físico previo a la cirugía^{279,284,285}. Sin embargo, hubo que esperar hasta 1981 para que Asoh y Tsuji (1981)³²⁰ realizasen un estudio en personas con enfermedades cardíacas que iban a ser intervenidas de cirugía abdominal, mediante ejercicio aeróbico mantenido durante 20 minutos, dos veces al día y durante una a tres semanas antes de la cirugía. Ambos autores observaron que el entrenamiento físico previo a la cirugía era capaz de mejorar las condiciones físicas y las funciones circulatorias en gran parte de la muestra analizada, afirmando que aquellas personas en las que no se conseguía una mejora con entrenamiento debían considerarse como “pacientes de alto riesgo”.

En lo que a prehabilitación en cirugía cardíaca se refiere, habría que esperar hasta el año 2000 para que Arthur et al.³²¹ demostraran la seguridad de un programa individualizado de ejercicios preoperatorios supervisados en pacientes de bajo riesgo que iban a recibir cirugía de baipás de arteria coronaria. Cabe señalar que dicho programa incluía trabajo de movilización activa de miembros superiores e inferiores, y su realización se asoció a una reducción de la estancia hospitalaria y de UCI, así como también a una mejor sensación de calidad de vida seis meses después de la cirugía. Resultados similares obtuvieron Nardi et al.(2019)³²², quienes observaron que las personas que fueron tratadas mediante ejercicios de expansión costal, así como mediante una combinación de estos ejercicios sumada a movilidad activa de los miembros y del tronco mostraban unos resultados mejores en el test de espiración forzada, en el análisis de gases en sangre y en la capacidad de actividad física tras la cirugía, así como una mayor autonomía cuando habían realizado el programa de ejercicios de movilidad activa antes de la cirugía^{322,323}. Estos datos están en sintonía con los hallazgos

de Yuguchi et al. (2019)³²⁴, quienes determinaron que la readquisición de la marcha tras la cirugía sucedía antes en aquellas personas que presentaban un mejor índice de resultados en la *Short Physical Performance Battery* (SPPB), una combinación de pruebas que incluye la valoración del equilibrio estático, de la velocidad de la marcha y de la velocidad a la que cada persona se sienta y se levanta de una silla cinco veces. Cabe señalar que las personas con baja puntuación en esta batería de pruebas, cuando entrenan y consiguen mejorar antes de la cirugía presentan una mejor recuperación funcional tras la misma³²⁵.

Cuando la preparación del estado muscular pueda requerir ayuda externa, sobre todo en casos de fragilidad en personas que van a ser intervenidas por cirugía cardíaca, el empleo de electroterapia neuromuscular ha demostrado ser seguro, factible y efectivo, ya que permite mejorar las capacidades funcionales y la fuerza de los músculos estimulados³²⁶. No obstante, cuando la persona pueda realizar ejercicios contra resistencia, un reciente artículo ha demostrado que los ejercicios contra resistencia comprendida entre el 40% y el 50% de una repetición al máximo peso son efectivos para mejorar la fragilidad, la fuerza y la resistencia musculares, al tiempo que incrementan las capacidades funcionales de personas que van a ser intervenidas por cirugía de baipás de arteria coronaria³²⁷. Así mismo, la combinación de ejercicio aeróbico, fortalecimiento de la musculatura periférica y fortalecimiento de la musculatura respiratoria parece ser segura para las personas en espera de cirugía cardíaca³²⁸. Si bien lo deseable sería poder atender a todas las personas en situación de espera a cirugía cardíaca, algunas de ellas podrían presentar problemas para desplazarse hasta los centros hospitalarios para recibir esta ayuda ambulatoria, bien por requerir aislamiento o bien por lejanía y dificultad en el transporte. Esto motivó a que, en 1999, Debigaré et al.³²⁹ diseñasen un programa de ejercicios domiciliarios, basado en ejercicios musculares y en ejercicio aeróbico. Observaron que este programa era totalmente factible para quienes estaban a la

espera de recibir cirugía de reducción del volumen pulmonar en pacientes con enfisema. Nuevamente, la comprobación de los ejercicios domiciliarios no supervisados en personas a la espera de cirugía cardíaca tuvo que esperar hasta 2006, cuando Hadj et al.³³⁰ comprobaron la factibilidad y la seguridad de la realización de ejercicios aeróbicos y estiramiento sin supervisión, llevando únicamente un registro telefónico del cumplimiento y de las percepciones de los pacientes. Este programa de ejercicios³³⁰ fue la antesala del estudio de Rosenfeldt et al. (2011)³³¹, quienes observaron que, además, se producía una menor incidencia de la fibrilación auricular tras la cirugía cardíaca. Estos datos concordaban con lo publicado por Giaccardi et al.³³² ese mismo año sobre la efectividad del ejercicio físico como prevención de la fibrilación auricular posquirúrgica. Recientemente, un estudio piloto se ha centrado en investigar la seguridad y la eficacia de un programa domiciliario no supervisado que combinaba ejercicios de fuerza muscular, ejercicio aeróbico y fortalecimiento de la musculatura inspiratoria, concluyendo que las personas que lo cumplían tenían una mejor recuperación tras la cirugía (abdominal, urológica, torácica o cardíaca) y una mejor funcionalidad³³³.

2. Justificación

Pese a que los programas de rehabilitación domiciliaria posquirúrgica supervisados semanalmente son efectivos^{334,335}, apenas existen estudios sobre la aplicación de estos programas de manera prequirúrgica en pacientes de cirugía cardíaca^{333,336} y no hemos sido capaces de encontrar evidencia sobre la efectividad de estos programas domiciliarios prequirúrgicos cuando no son supervisados. Investigar este último enfoque podría esclarecer si es posible capacitar a las personas paciente para autogestionar su rehabilitación prequirúrgica, beneficiando a aquellas con dificultades de desplazamiento o en situación de aislamiento por enfermedad infecciosa.

Por otro lado, pese a que existe evidencia de que las diferencias entre sexos pueden conducir a retrasos en el diagnóstico y en el tratamiento quirúrgico^{119,155,156}, ningún estudio previo al que hayamos tenido acceso ha basado su investigación en conocer si la respuesta a la fisioterapia prequirúrgica es similar en hombres y en mujeres.

Por último, y en base a todo lo anteriormente expuesto, se pone de manifiesto la necesidad de diseñar un programa de prehabilitación de cirugía cardíaca que incluya, al menos, tres pilares: entrenamiento de fortalecimiento muscular periférico, entrenamiento aeróbico y entrenamiento respiratorio, tanto ventilatorio como de fortalecimiento de la musculatura respiratoria, dado que un programa que reúna las tres condiciones podría suponer una menor incidencia de complicaciones respiratorias y no respiratorias tras la cirugía, lo que redundaría en una menor estancia en la UCI, así como menor estancia total hospitalaria.

3. Hipótesis

La implementación de un programa domiciliario no supervisado de prehabilitación en cirugía cardíaca en el Hospital Universitario de La Ribera, Alzira, puede reducir significativamente el porcentaje de complicaciones, la estancia hospitalaria total, la estancia en UCI, el nivel de severidad, el riesgo de mortalidad y los costes asociados a la intervención, en comparación con la no intervención. Además, pueden existir diferencias entre mujeres y hombres en estos parámetros, tanto si realizan como si no este programa de prehabilitación.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Evaluar la efectividad del programa domiciliario no supervisado de prehabilitación en cirugía cardíaca desarrollado en el Hospital Universitario de La Ribera, Alzira, en comparación con la no realización de dicho programa, analizando el impacto en el porcentaje de complicaciones, la estancia hospitalaria total, la estancia en UCI, el nivel de severidad, el riesgo de mortalidad y los costes asociados a la intervención. Asimismo, examinar las diferencias entre hombres y mujeres en estos parámetros, conocer los valores de estos parámetros a nivel estatal y diseñar un nuevo protocolo de prehabilitación adaptado a la realidad de las personas paciente del hospital.

4.2. Objetivos específicos.

- 4.2.1. Conocer la efectividad del programa domiciliario no supervisado de prehabilitación en cirugía cardíaca del Hospital de La Ribera frente a la no realización del mismo, en términos de porcentaje de complicaciones, estancia hospitalaria total, estancia en UCI, así como en términos de nivel de severidad, riesgo de mortalidad y costes asociados a la intervención.
- 4.2.2. Examinar si existen diferencias entre hombres y mujeres, tanto si realizan como si no el programa domiciliario no supervisado de prehabilitación, en términos de porcentaje de complicaciones, estancia hospitalaria total, estancia en UCI, así como en términos de nivel de severidad y riesgo de mortalidad asociados a la intervención.
- 4.2.3. Describir cuáles son las principales características en cuanto a las estancias promedio, comorbilidades, complicaciones posquirúrgicas, niveles de severidad y de riesgo de mortalidad, así como tipos de intervención aplicadas tanto de las personas registradas en el conjunto mínimo básico de datos a nivel estatal como de aquellas registradas en el conjunto mínimo básico de datos del Hospital de La Ribera en los APR-GRD 162, 163, 165, 166 y 167.
- 4.2.4. Diseñar un nuevo protocolo de prehabilitación, basado en la evidencia científica actual, que considere la realidad de las personas que son atendidas en el Hospital de La Ribera y a su dificultad para desplazarse hasta el Hospital.

5. Material y métodos

El presente trabajo de tesis agrupó tres estudios. En primer lugar, un estudio observacional retrospectivo sobre los efectos de un programa domiciliario no supervisado de rehabilitación desarrollado el Hospital Universitario de La Ribera, Alzira, en términos de estancia hospitalaria total, estancia en UCI, porcentaje de complicaciones, nivel de severidad, riesgo de mortalidad y costes asociados al procedimiento. De esta primera investigación, se compararán también los parámetros entre mujeres y hombres, excepto en lo relativo a los costes económicos. En segundo lugar, un estudio descriptivo de los datos estatales para conocer y contextualizar cuáles son los valores típicos de estos parámetros en España. Por último, el diseño de un protocolo de rehabilitación, basado en la evidencia científica actual, que considere la realidad de las personas que son atendidas en el Hospital Universitario de La Ribera y su dificultad para desplazarse hasta el hospital.

5.1. Estudio del Hospital Universitario de La Ribera.

5.1.1. Diseño del estudio.

Se desarrolló un estudio observacional retrospectivo basado en las recomendaciones *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE)³³⁷ para estudios observacionales y acorde a lo establecido en la Declaración de Helsinki sobre principios éticos para la investigación médica en seres humanos³³⁸, por lo que contó con la aprobación del Comité de Ética del Hospital de La Ribera, con código de autorización PI01072022 (Anexo 1). Debido a que no se desarrolló ninguna actividad sobre las personas analizadas y que solo se manejó la propia base de datos del Hospital no fue preciso contar

con un consentimiento informado, tal y como se establecía y se establece en la legislación vigente en España.

Los datos de los pacientes se obtuvieron de las historias clínicas y del Conjunto Mínimo Básico de Datos o CMBD del Hospital de La Ribera, examinando únicamente aquellas variables que fueron imprescindibles para el análisis. De los registros de historia clínica se obtuvo información sobre la realización o no del programa domiciliario no supervisado de prehabilitación, hábitos tóxicos y antecedentes de interés. Del CMBD se recabaron datos relativos a la edad, el sexo, la estancia total y en UCI, las complicaciones, el nivel de severidad y el riesgo de mortalidad asociados a la intervención. Así mismo, de esta base de datos también se extrajo la información relativa a los diagnósticos presentes ya en el momento de la admisión y a los establecidos durante la estancia hospitalaria de cada persona.

5.1.2. Criterios de selección.

Las personas incluidas en este estudio observacional fueron aquellas que, siendo mayores de edad, hubieran sido intervenidas entre septiembre de 2018 y diciembre de 2022, ambos incluidos, en la Unidad de Cirugía Cardíaca del Hospital Universitario de La Ribera, Alzira, mediante técnica de abordaje por cirugía abierta debido a necesidad de revascularización coronaria, patología valvular o patología de otros vasos cardíacos y torácicos, catalogadas en los códigos APR-GRD: 162 (procedimientos sobre válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo), 163 (procedimientos sobre válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo), 165 (bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo), 166 (bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo) y 167 (otros procedimientos sobre vasos cardiorráquicos y torácicos).

Se estableció que únicamente se analizarían los datos de las personas que sobreviviesen al procedimiento y que tuvieran indicaciones médicas de acudir al Servicio de Rehabilitación para recibir instrucciones del programa domiciliario no supervisado de prehabilitación, con independencia de su asistencia o no a este servicio. Fueron excluidas aquellas personas en cuyo historial figuraban arritmias malignas o demencia, así como quienes participasen o hubiesen participado en estudios experimentales cuyo trabajo pudiese alterar los resultados del presente trabajo de Tesis.

5.1.3. Programa de prehabilitación.

Desde la Unidad de Cirugía Cardíaca del Hospital de La Ribera se derivó con, al menos, tres semanas de antelación a todas las personas que iban a ser intervenidas quirúrgicamente al Servicio de Rehabilitación del propio hospital.

Antes de la cirugía, en una única sesión presencial de prehabilitación, se registraron los volúmenes máximos de flujo espiratorio máximo y la capacidad inspiratoria en los individuos que asistieron a dicha sesión. Durante la misma, se entrenó a los pacientes en el uso correcto de los dispositivos *Datospir Peak-10* de *Sibelmed*® y el espirómetro incentivador *Coach 2*® de 4000 ml de *Portex*®. Una vez conocidos los volúmenes máximos, se entrenó a los pacientes en la forma correcta de trabajar en casa, realizando tres repeticiones al 25%, tres al 50%, tres al 75% y tres al 100% de su capacidad respiratoria. Ambos dispositivos fueron proporcionados por los servicios de fisioterapia del hospital. También se les instruyó sobre técnicas de expansión pulmonar utilizando diferentes posiciones según el área de los pulmones en el que se desease incidir. Finalmente, se describieron las complicaciones quirúrgicas más frecuentes y cómo prevenirlas, así como las maniobras de protección de la sutura esternal y aspectos de movilidad para tener en cuenta en el posoperatorio inmediato y durante su estancia

hospitalaria hasta el alta. Asimismo, se explicó cuál es el curso común de la recuperación posquirúrgica y cómo el personal de enfermería maneja el dolor. Justo antes de finalizar la sesión se recordó a cada paciente la importancia de realizar en su domicilio los ejercicios aprendidos, al menos, tres veces al día desde ese día hasta el mismo día de su ingreso para la intervención.

Este trabajo domiciliario no supervisado se debe a la amplia área de cobertura del hospital, lo que puede dificultar el desplazamiento geográfico de la persona paciente en numerosas ocasiones, agravado aún más por su patología subyacente o su período de aislamiento previo a la cirugía. Dadas estas características, desde el Servicio de Rehabilitación se educa en un tratamiento que cada paciente debe llevar a cabo en su domicilio sin supervisión, fomentando así el empoderamiento del paciente y su participación activa en el proceso preoperatorio.

5.1.4. Protocolo de rehabilitación posquirúrgica.

Tras la cirugía, el protocolo de actuación desde el Servicio de Rehabilitación fue exactamente el mismo para todas las personas, con independencia de su asistencia o no a la sesión de presencial de fisioterapia y de la realización o no de los ejercicios pautados para su realización domiciliaria. La rehabilitación posquirúrgica consistió en mejorar los volúmenes respiratorios, optimizar el flujo de tos y recuperar la movilidad y expansión costal, prestando atención a la prevención y el cuidado de la sutura externa.

El entrenamiento de los volúmenes respiratorios se realizó empleando los dispositivos *Datospir Peak-10* de *Sibelmed*® y el espirómetro incentivador *Coach 2*® de 4000 ml de *Portex*®. Del mismo modo que en el entrenamiento prequirúrgico, una vez reevaluados los volúmenes máximos se realizaron tres repeticiones al 25%, tres al 50%, tres al 75% y tres al 100% de su

capacidad respiratoria. Este entrenamiento se realizó de manera supervisada desde las 24 horas siguientes a la cirugía hasta el momento del alta hospitalaria.

Las y los fisioterapeutas se encargaron también de sedestar y bipedestar a cada persona en las 24 horas siguientes a la cirugía, tratando de incentivar para que realizase un desplazamiento corto con deambulaci3n supervisada y, si fuese preciso, ayudas t3cnicas. Se educ3 tambi3n en la posici3n de brazos cruzados sobre el pecho para realizar las transferencias desde sedestaci3n a bipedestaci3n y viceversa, as3 como se inst3 a solicitar precauci3n para que no levantasen los brazos por encima de los 90º ni en flexi3n ni en abducci3n.

Los ejercicios supervisados se realizaron con una frecuencia de una vez al d3a, oscilando el tiempo de consulta entre los 30 y los 45 minutos por cada persona. As3 mismo, se instaba a la realizaci3n de los ejercicios ventilatorios y de la deambulaci3n supervisada varias veces al d3a, siempre y cuando el estado de cada persona lo permitiese.

Cada fisioterapeuta fue responsable de registrar los valores obtenidos por cada persona, as3 como la evoluci3n y las dificultades que pudiera presentar en la historia cl3nica de cada paciente. En el momento del alta, se facilit3 un dossier a cada persona en la que se le recordaba que deb3a continuar realizando los ejercicios en su domicilio, al menos, durante un mes tras la cirugía.

Adicionalmente, el personal de enfermer3a y medicina proporcion3 a cada persona los f3rmacos necesarios para minimizar el dolor posquir3rgico, realizaron las curas necesarias y ofrecieron los cuidados pertinentes en cada situaci3n. Esta adecuaci3n y personalizaci3n del cuidado posquir3rgico obedeci3 a la gran variabilidad en la evoluci3n de las personas fueron intervenidas. La figura 9 muestra el flujo de cada paciente desde su ingreso hasta el alta hospitalaria.

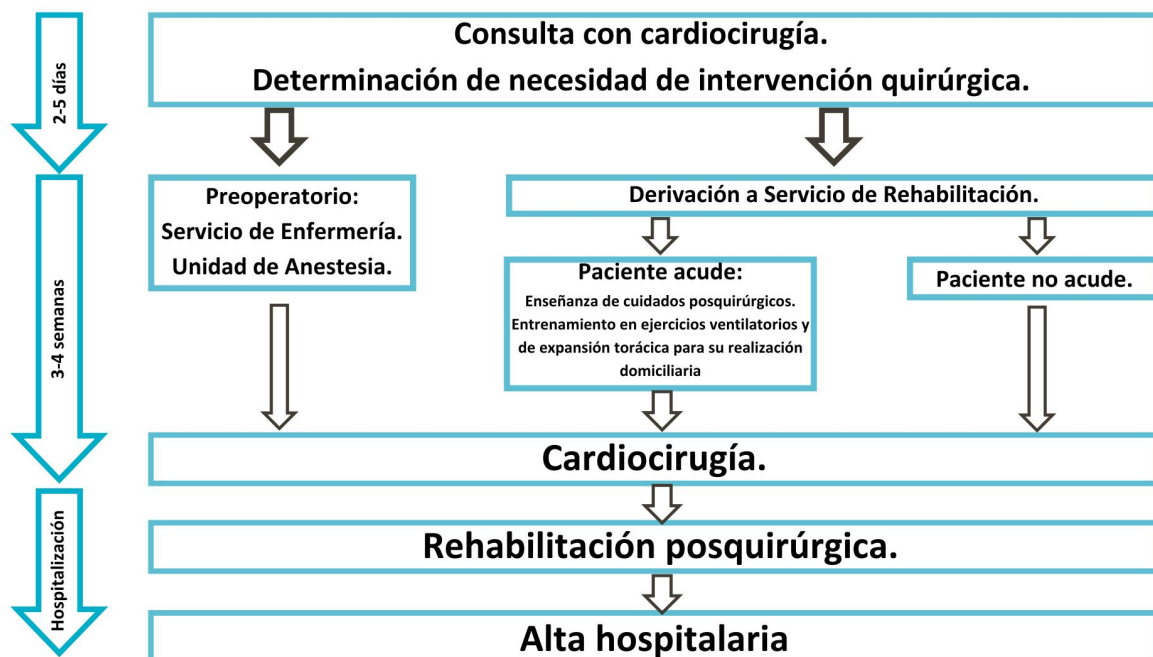


Figura 9. Circuito desde la primera consulta en cardiocirugía hasta el alta hospitalaria.

5.1.5. Recogida de datos.

La base de datos principal se obtuvo gracias al CMBD del hospital, facilitado en una hoja de Excel en la que figuraban 1.025 personas intervenidas tanto transcatéter como mediante técnica quirúrgica abierta. En esta base de datos figuraban las siguientes variables:

- Edad, expresada en años.
- Sexo, aludiendo al sexo biológico o asignado al nacer para cada persona: mujer u hombre.
- Fecha de ingreso hospitalario.
- Fecha de intervención quirúrgica.
- Fecha de alta hospitalaria.
- Horas de estancia en UCI.

- Horas de estancia total.
- Nivel de severidad asociado al procedimiento. Consta de cuatro categorías ordinales, de menor a mayor:
 1. Leve.
 2. Moderado.
 3. Severo.
 4. Extremo.
- Riesgo de mortalidad asociado al procedimiento. Consta de cuatro categorías ordinales, de menor a mayor:
 1. Leve.
 2. Moderado.
 3. Severo.
 4. Extremo.
- Índice de Charlson. Clasificado en números absolutos que responden a la siguiente gradación:
 - a. Ausencia de comorbilidad: 0-1 puntos.
 - b. Comorbilidad baja: 2 puntos.
 - c. Comorbilidad alta: 3 o más puntos.
- Diagnósticos secundarios. Cifrados acorde a la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE-9.
 - a. Presentes en la admisión (por sus siglas en inglés, POA Sí). Consideradas comorbilidades presentes en el momento del ingreso o de la admisión de la persona paciente para ser intervenida.

- b. No presentes en la admisión (POA No). Consideradas complicaciones desarrolladas en el entorno hospitalario entre el inicio de la intervención quirúrgica hasta el momento del alta.

Asimismo, se realizó un examen de las historias clínicas de las personas seleccionadas con el objetivo de obtener información relativa a los siguientes aspectos:

- Asistencia o no a la prehabilitación. Categorizada como variable categórica dicotómica: sí/no.
- Antecedentes clínicos de interés. Categorizados como variables dicotómicas: sí/no.
 - a. Hipertensión.
 - b. Dislipemia.
 - c. Diabetes mellitus.
- Índice de masa corporal. Expresada en kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2).
- Hábitos tóxicos. Categorizados en tres categorías: Sí, no y exconsumidor/a.
 - a. Hábito alcohólico.
 - b. Hábito tabáquico.

Los datos relativos al coste que supuso el procedimiento se obtuvieron de las publicaciones recogidas en la página web del CMBD del Ministerio de Sanidad^{274,275}, dado que los costes medios se calculan no solo en función del APR-GRD sino también en base al nivel de severidad de cada persona, por lo que el nivel de severidad asociado al procedimiento es el factor que condiciona que una persona catalogada en un APR-GRD suponga mayor o menor carga económica al Sistema Nacional de Salud. Estos datos fueron expresados en miles de euros.

5.1.6. Análisis de los datos y análisis estadístico.

Una vez concluida la recogida de datos se realizó una comprobación pareada para corregir cualquier posible error en el traspaso de los datos de las historias clínicas. Para ello se contó con la colaboración de D. Adrián Sarria Cabello, enfermero del Hospital de La Ribera. Las herramientas empleadas para realizar el análisis descriptivo y estadístico de los datos fueron *IBM SPSS Statistics*³³⁹ y *RStudio*³⁴⁰.

5.1.6.1. Análisis descriptivo.

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de los datos con el objetivo de sintetizar y clarificar la información existente, facilitando así su comprensión y estudio. Toda la información se sintetizó en diversas tablas de frecuencias, tablas de valores promedio, representaciones gráficas y cálculos de parámetros. Los datos reflejados fueron tanto cuantitativos como cualitativos, pudiendo ser estos últimos bi o multidimensionales.

Para las variables cuantitativas, se optó por utilizar parámetros como la media y la desviación estándar, así como la mediana y el rango intercuartílico. La representación gráfica de estos datos se realizó mediante diagramas de cajas y bigotes, histogramas y gráficos de violines.

En cuanto a las variables cualitativas, se emplearon tablas de frecuencia para su expresión. La representación gráfica de los valores de las variables multidimensionales se realizó utilizando gráficos circulares e histogramas para una mejor comprensión.

5.1.6.2. Análisis inferencial.

El poder estadístico final del estudio de la presente tesis se calculó con el programa *G-Power*, resultando en un valor de 0.99. Se determinó esta potencia estadística para hacer una comparación de dos medias independientes, utilizando una prueba de dos colas, con un nivel

de confianza del 95% ($\alpha=0.05$) y un tamaño de efecto medio (0,5) para la variable estancia hospitalaria.

Se analizó el cumplimiento de los supuestos de normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene) para comprobar las diferencias de significancia estadística entre ambos grupos. Se empleó el método de suma de rangos con signo de Wilcoxon, una alternativa no paramétrica equivalente a la prueba t dado que no se cumplían dichos supuestos. Como resultado, el nivel de significancia se estableció en 0.05 para todas las pruebas. Además, se realizaron pruebas de Chi-cuadrado de Pearson para el contraste de porcentajes en las variables cualitativas. También se empleó la prueba exacta de Fisher cuando el tamaño de la muestra a comparar fue pequeño.

Se compraron las medianas de las variables de estancia hospitalaria y estancia en UCI entre los cuatro grupos resultantes de la combinación sexo (masculino y femenino) y prehabilitación (sí o no), mediante la prueba de Kruskal-Wallis con corrección de Benjamini-Hochberg para las comparaciones *post hoc*.

Se calcularon correlaciones de Spearman y modelos de regresión lineal múltiple para encontrar los factores más relevantes que influyen en la estancia hospitalaria o en la UCI. Las variables independientes introducidas como covariables fueron sexo, edad, complicaciones posquirúrgicas, respiratorias o no, asistencia a la prehabilitación o no, hábitos tóxicos, nivel de gravedad, índice de Charlson y si la cirugía fue programada o de emergencia.

Además, para evaluar cómo se ajustaban los modelos a los datos y para calcular índices de calidad del modelo y bondad de ajuste, se utilizó la biblioteca “*performance*” de R³⁴¹.

Se calcularon verificaciones predictivas posteriores, la homogeneidad de la varianza y la normalidad de los residuos. También se verificó la multicolinealidad para controlar el factor

de inflación de la varianza (VIF) y se restringieron las observaciones influyentes mediante el cálculo de la distancia de Cook³⁴² para seleccionar los modelos finales.

Los coeficientes del modelo definitivo se calcularon con la técnica de remuestreo *bootstrap* con sus índices relacionados, como intervalos de confianza (IC) y valores p ³⁴³.

5.2. Estudio observacional a nivel estatal.

5.2.1. Diseño del estudio.

Se desarrolló un estudio observacional retrospectivo de tipo descriptivo, basado en las recomendaciones STROBE³³⁷ y en línea con lo establecido en la Declaración de Helsinki³³⁸ sobre los principios éticos de investigación en seres humanos.

Los datos se solicitaron al Registro de Actividad de Atención Especializada del Ministerio de Sanidad²⁷⁴, cuyos responsables facilitaron una copia de la base de datos en Excel. A cada persona incluida en dicha base se le había asignado previamente un código alfanumérico que hace imposible su rastreo e identificación.

Dado que se procedió únicamente al manejo de datos estadísticos verdaderamente anonimizados y de carácter público, no fue necesario solicitar la aprobación de un Comité de Ética ni consentimiento informado, tal y como establece la legislación vigente.

5.2.2. Criterios de selección.

Dado que el análisis se centraría en personas adultas que habían sido sometidas a cirugía cardíaca abierta, se excluyó a tanto a aquellas que fueran menores de edad y como a quienes habían sido intervenidas mediante técnicas percutáneas o mínimamente invasivas.

5.2.3. Recogida de datos.

Se nos proporcionó una base de datos en Excel con información relativa a 51.050 personas de todas las edades, atendidas en España en las Unidades de Atención Especializada entre los años 2019 y 2021, que habían sido incluidas en los APR-GRD 162, 163, 165, 166 y 167. En la misma se incluía información tanto de pacientes que habían recibido cirugía cardíaca abierta como también de quienes habían sido intervenidos con métodos mínimamente invasivos o transcatóter. La información contenida en dicha base atendía a las siguientes variables:

- Datos identificativos:
 - a. Número de registro anual (código numérico).
 - b. Año de registro expresado en años.
 - c. Historia y código de identificación personal recodificados (anonimizados).
 - d. Fecha de nacimiento.
 - e. Edad, expresada en años.
 - f. Sexo, expresada en valores dicotómicos 1: varón y 2: mujer.
 - g. Fecha de inicio de contacto (ingreso).
 - h. Fecha de fin de contacto (alta).
- Datos relativos a la intervención:
 - a. Tipo de patología, codificada en CIE-10.
 - b. Tipo de intervención, codificada en CIE-10.
 - c. Diagnósticos presentes en la admisión y desarrollados durante el ingreso, codificados en CIE-10.
 - d. Tipo de alta, expresada en valores categóricos entre 1 y 6.
 - e. Estancia en UCI. Expresada en días.

- f. Estancia total hospitalaria. Expresada en días.
- g. Codificación APR-GRD correspondiente. Variable nominal expresada con el código numérico correspondiente a cada APR-GRD.
- h. Nivel de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento, clasificadas ambas variables en cuatro categorías ordinales:
 - 1. leve.
 - 2. moderada.
 - 3. severa.
 - 4. extrema.

5.2.4. Análisis descriptivo de los datos.

De los 51.050 casos proporcionados en la base de datos, fueron eliminados 11.727 por no cumplir los criterios de selección propuestos para el presente estudio de tesis doctoral. Quedó, por tanto, una base de datos con una muestra final de 39.323 personas (12.831 mujeres y 26.492 varones).

Una vez limpia y ordenada la base de datos, se segmentaron para realizar un análisis individual de cada APR-GRD. El análisis descriptivo de las variables se llevó a cabo empleando el sistema *IBM SPSS Statistics*³³⁹.

Para el análisis de medidas de tendencia central de las variables cuantitativas se optó por la media, acompañada de la correspondiente desviación estándar como medida de dispersión. Las variables cualitativas se expresaron mediante frecuencias y porcentajes.

En cuanto a las representaciones gráficas, las variables cuantitativas relativas a la estancia hospitalaria o en UCI se registraron mediante gráficas de cajas y bigotes, mientras que la

cantidad total de diagnósticos (presentes y no presentes en el momento de la admisión) se reflejaron en diagramas de árbol.

Las gráficas de barras horizontales se emplearon para expresar los porcentajes de diagnósticos presentes en cada sexo. Los datos relativos a los niveles de severidad y al riesgo de mortalidad asociados al procedimiento se reflejaron en tablas de frecuencias y porcentajes.

5.3. Diseño de un nuevo protocolo de prehabilitación, basado en la evidencia científica actual, que sea viable para su implementación en el Hospital Universitario de La Ribera.

5.3.1. Diseño del estudio.

Se diseñó un protocolo de ensayo clínico aleatorizado, paralelo y monocéntrico, atendiendo a los criterios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki³³⁸ sobre investigación en seres humanos. El protocolo recibió la aprobación del Comité de Ética del Hospital Universitario de La Ribera (código PI 04-05/23) (Anexo 2) y fue registrado en la Biblioteca Nacional de Estados Unidos (ClinicalTrial.gov) con identificador NTC05911191.

Para la elaboración del protocolo, se realizaron reuniones y entrevistas con el personal de cardiocirugía y rehabilitación del Hospital Universitario de La Ribera, con el fin de recabar información sobre la práctica clínica habitual y las necesidades de los pacientes. Tras este proceso, se procedió a una exhaustiva búsqueda bibliográfica en las bases de datos SCOPUS, PUBMED y PEDro, con el objetivo de analizar la evidencia científica disponible sobre la efectividad del IMT threshold en el fortalecimiento de la musculatura respiratoria, así como del ejercicio de fuerza y aeróbico en pacientes candidatos a cirugía por patología valvular.

La búsqueda se realizó entre diciembre de 2022 y enero de 2023, empleando los términos MESH *heart valve disease, respiratory muscle training, inspiratory muscle training, resistance training, exercise, cardiac surgery procedures*, combinándolos mediante el empleo de los booleanos *AND, OR*.

5.3.2. Criterios de selección.

Este estudio clínico prospectivo reclutará a 96 pacientes, mayores de 18 años, con patología valvular programados para cirugía cardíaca en el Hospital Universitario de La Ribera. Se excluirán pacientes con ciertas condiciones médicas graves, como insuficiencia renal avanzada, baja fracción de eyección, y otras comorbilidades. Los participantes serán asignados aleatoriamente a un grupo de prehabilitación experimental o convencional (48 pacientes por grupo) mediante el uso del software Epidat 4.2³⁴⁴ y una tabla de números aleatorios generada por ordenador. La participación de las personas pacientes requerirá de la explicación, así como lectura y aceptación de un consentimiento informado.

5.3.3. Recogida y análisis de los datos.

Todo lo relativo a la recogida y análisis de los datos puede ser consultado en el propio protocolo *Can resistance prehabilitation training bring additional benefits in valvular cardiac surgery? protocol for a randomized controlled trial*³⁴⁵, consultando el anexo 3 o accediendo al enlace <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0303163>.

6. Resultados.

6.1. Hospital de La Ribera

Una parte de los resultados aquí expuestos ha sido publicada bajo el título *Home-based physiotherapy programme reduces hospital stay and cost in cardiac surgery. A retrospective cohort study*³⁴⁶ (anexo 4). El subanálisis entre mujeres y hombres fue enviado a la revista Plos One y se encuentra, actualmente, en proceso de revisión.

El presente estudio observacional retrospectivo centró su análisis en una cohorte de personas que fueron intervenidas por cirugía mayor cardíaca. Previamente a la cirugía, se ofreció a estas personas la posibilidad de acudir a una sesión de fisioterapia en la que se explicaba el programa de prehabilitación domiciliaria sin supervisión. Es decir, en esta sesión, se les instruyó sobre los ejercicios que debían realizar en su domicilio desde ese día hasta el día de la cirugía. El 54,1% de las personas acudieron a la prehabilitación.

6.1.1. Características sociodemográficas y clínicas de la muestra.

Los datos registrados en este estudio corresponden a personas que fueron remitidas desde la Unidad de Cirugía Cardíaca del Hospital de La Ribera para su intervención entre septiembre de 2018 y septiembre de 2022. Con anterioridad a la cirugía, todas ellas fueron derivadas al Servicio de Rehabilitación para realizar una sesión de fisioterapia para su valoración y enseñanza de un programa domiciliario no supervisado de ejercicios de prehabilitación ventilatoria.

De las 1.025 personas incluidas en la base de datos del hospital, se excluyeron aquellas que no cumplieron los criterios de selección. De este modo, se analizaron los datos de un total de 418 pacientes, incluyendo 297 hombres y 121 mujeres. La media de edad y

la desviación estándar de estos pacientes fue de 70,44 años (10,87), y su IMC fue de 29,79 kg/m² (4,85). Un total de 192 pacientes no asistieron a la sesión individual de fisioterapia prequirúrgica y no siguieron el programa (grupo de no prehabilitación), mientras que 226 sí lo hicieron (grupo de prehabilitación).

La media de edad en grupo de prehabilitación fue de 71,57 años (10,21), mientras que para el grupo de no prehabilitación fue de 69,10 años (11,58), resultando una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,039$). Del mismo modo, mientras que el IMC en el grupo de prehabilitación fue de 30,23 Kg/cm² (4,59), en el grupo de no prehabilitación la cifra era significativamente menor ($p=0,028$), situándose en los 29,26 Kg/cm² (5,09). Existió también una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,005$) en el porcentaje de personas afectadas por hipertensión arterial, presente en un 76,1% de las personas que realizaron prehabilitación y en un 63,5% de las que no. Asimismo, mientras que el 98,2% de personas incluidas en el grupo de prehabilitación fueron intervenidas por cirugía programada, esta cifra fue significativamente menor ($p=0,001$) en el grupo que no realizó la prehabilitación, incluyendo solo al 79,2% de su población.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en el índice de comorbilidad de Charlson ni en el porcentaje de individuos que experimentaron complicaciones posquirúrgicas, incluidas las complicaciones respiratorias. Sin embargo, el número de complicaciones fue ligeramente mayor en el grupo que no recibió prehabilitación. Las variables demográficas, patologías y hábitos tóxicos por grupo se muestran en la Tabla 2, y los descriptivos y porcentajes de patologías y hábitos tóxicos según los APR-GRD se presentan en la Tabla 3.

Tabla 2. Descriptivos, porcentaje de patologías y de hábitos tóxicos entre grupos.

	No prehabilitación (n = 192)	Prehabilitación (n = 226)	P
Edad (años)	69,10 (11,58)	71,57 (10,21)	0,039*
Sexo (n): mujer; hombre	48; 144	73; 153	0,101
IMC (kg/m ²)	29,26 (5,09)	30,23 (4,59)	0,028*
DM tipo II (%)	37%	33,6%	0,475
Hipertensión (%)	63,5%	76,1%	0,005*
Dislipemia (%)	44,8%	45,6%	0,873
Tabaco (%)	21,9%	12,8%	0,671
Alcohol (%)	22,9%	19,9%	0,455
Cirugía programada (%)	79,2%	98,2%	0,001*
Índice de Charlson	2,7 ± (2,0)	2,8 ± (2,1)	0,999

DM: Diabetes mellitus, **IMC:** índice de masa corporal, **n:** tamaño muestral, *p<0,05. Prueba de suma de rangos de Wilcoxon para las variables cuantitativas. Prueba de chi-cuadrado de Pearson para variables categóricas.

Tabla 3. Descriptivos y porcentajes tanto de patologías como de hábitos tóxicos en cada APR-GRD

APR-GRD	162	163	165	166	167
Edad (años)	66,68 (12,48)	71,56 (10,3)	69,57 (10,58)	70,2 (9,4)	59,95 (16,96)
Mujer	31,3%	34,9%	9,5%	14,6%	30%
Hombre	68,8%	65,1%	90,5%	85,4%	70%
IMC	28,53 (4,89)	30,4 (5,04)	27,24 (3,72)	29,19 (4,07)	27,75 (4,83)
DM tipo II	31,3%	30,9%	52,4%	51,7%	5%
Hipertensión	50%	71,7%	52,4%	83,1%	30%
Dislipemia	62,5%	41,5%	52,4%	55,1%	30%
Fumador/a	6,3%	14%	42,9%	21,3%	20%
Exfumador/a	37,5%	25%	23,8%	31,5%	20%
Alcohol	25%	20,6%	33,3%	21,3%	15%
Cirugía program,	68,8%	95,6%	33,3%	89,9%	80%

APR-GRD: Grupos relacionados con el diagnóstico, **DM:** Diabetes mellitus, **Cirugía program.:** Cirugía programada, **162:** Procedimientos en válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **163:** Procedimientos en válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **165:** Bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **166:** Bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **167:** Otros procedimientos cardiotorácicos y vasculares torácicos.

En cuanto al análisis comparativo entre sexos, la edad media en las mujeres fue de 72,72 años (10,7), mientras que en los hombres fue de 69,51 años (10,8), estableciéndose una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,002$) entre ambos. Los datos descriptivos para cada sexo se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis descriptivo según sexo.

Variable	Mujer n=121	SEM	Hombre n=297	SEM	P
Edad	72,72 (10,7) 76 [64: 81]	0,973	69,51 (10,8) 71 [64: 77]	0,627	0,002*
IMC	29,30 (5,01) 29 [26: 32]	0,455	29,99 (4,8) 29 [27: 33]	0,278	0,226
Índice de Charlson	2,57 (1,92) 2 [1: 3]	0,174	2,81 (2,1) 2 [1: 4]	0,122	0,340

Datos expresados como media (desviación estándar) y mediana [rango intercuartílico]. Todas las comparaciones se realizaron con la prueba de suma de rangos de Wilcoxon. **IMC**: índice de masa corporal, **n**: tamaño muestral, **p**: valor p, **SEM**: error estándar de la media, * $p<0,05$.

La población analizada mostró una prevalencia de hipertensión arterial, dislipidemia y diabetes mellitus tipo II, respectivamente, del 70,3%, 45,2% y 35,2%. En el momento de la sesión individual de fisioterapia prequirúrgica, el 17% de los individuos reconocieron ser fumadores y el 21,3% admitieron haber consumido alcohol en los días previos. De los individuos programados para cirugía, el 54,1% asistió a la sesión individual de fisioterapia prequirúrgica.

El porcentaje de hombres que continuaban fumando alcanzó el 19,2% mientras que entre las mujeres, un 11,6% se consideraba fumadora, una cifra significativamente menor ($p<0,001$) a la de los varones. Asimismo, en cuanto al consumo de alcohol, mientras que el 28,28% de los varones continuaban ingiriendo esta sustancia, el porcentaje de mujeres fue significativamente menor ($p<0,001$), situándose en el 4,13%.

Cabe señalar que no se hallaron diferencias significativas entre los sexos en la prevalencia de hipertensión arterial, de dislipidemia ni de diabetes mellitus, así como tampoco en el porcentaje de personas de cada sexo que acudió a la prehabilitación o cuya cirugía fue programa, tal y como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Comparación entre sexos de las comorbilidades, la asistencia a la prehabilitación y la modalidad quirúrgica programada o urgente.

Variable	Mujer		Hombre		P
	n	Porcentaje	n	Porcentaje	
DM tipo 2	36	29,8%	111	37,4%	0,138
Hipertensión	86	71,1%	208	70%	0,832
Dislipemia	54	44,6%	135	45,5%	0,877
Prehabilitación (Sí)	73	60,3%	153	51,5%	0,101
Tabaco	14	11,6%	57	19,2%	<0,001*
Alcohol	5	4,13%	84	28,28%	<0,001*
Planificada	112	92,6%	262	88,2%	0,189

DM: Diabetes mellitus, **n:** tamaño muestral, *p<0,05. Prueba de chi-cuadrado de Pearson.

6.1.2. Estancia hospitalaria total y en UCI.

En el total de la muestra, la media (DE) de la estancia hospitalaria (HLOS) fue de 270,6 (251,9) horas (mediana (IQR) 187 [145,7; 307,7]), mientras que la media (DE) de la estancia en la UCI (UCILOS) fue de 99,5 (161,4) horas (mediana (IQR) 52 [41; 96]).

La prueba de suma de rangos de Wilcoxon determinó una reducción estadísticamente significativa de HLOS ($p < 0,001$) en aquellas personas que realizaron la prehabilitación 165,0 horas [141,0; 232,0], frente al grupo sin prehabilitación 211,0 horas [162,5; 391,2].

De manera similar, se observó una disminución estadísticamente significativa de UCILOS ($p < 0,003$) en aquellas personas que realizaron la prehabilitación 51,0 horas [32,2; 75,8], en comparación con las que no 58,5 horas [44,0; 107,8].

En cuanto al riesgo de mortalidad, la comparación entre prehabilitación y no prehabilitación se desarrolló mediante la prueba de chi cuadrado de Pearson. Mientras que en el grupo de prehabilitación un 17,7% de pacientes fue catalogado como de riesgo severo o extremo, en el grupo de no prehabilitación la cifra fue significativamente mayor ($p = 0,034$), alcanzando al 28,65% de las personas. Los valores descriptivos para HLOS e UCILOS en cada grupo, así como las complicaciones y el riesgo de mortalidad, se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Estancia total y en UCI en cada uno de los grupos. Porcentajes de complicaciones y riesgo de mortalidad.

		No Prehabilitación (n = 192)	Prehabilitación (n = 226)	P
HLOS	Media (DS)	315,1 (277,9)	232,8 (221,3)	0,001*
	Mediana [RIQ]	211,0 [162,5; 391,2]	165,0 [141,0; 232,0]	
UCILOS	Media (DS)	120,2 (190,3)	82,0 (129,8)	0,003*
	Mediana [RIQ]	58,5 [44,0; 107,8]	51,0 [32,2; 75,8]	
Complic, posquirurg,		45,83%	37,17%	0,078
Complic, resp, posquirurg,		10,94%	8,41%	0,380
Riesgo alto de mortalidad●		28,65%	17,7%	0,034*

Complic. posquirurg: complicaciones posquirúrgicas, **Complic. Resp. Posquirurg:** Complicaciones respiratorias posquirúrgicas, **DS:** desviación estándar, **HLOS:** estancia total hospitalaria, **UCILOS:** estancia total en UCI, **n:** tamaño muestral, **RIQ:** rango intercuartílico, *: valor $p < 0.05$, ●: incluye riesgo de mortalidad severo y extremo. Prueba de suma de rangos de Wilcoxon para las variables cuantitativas. Prueba de chi-cuadrado de Pearson para variables categóricas.

La prueba de suma de rangos de Wilcoxon fue empleada para realizar el análisis comparativo de la estancia entre sexos. En términos generales, la mediana de HLOS en las mujeres fue de 196 horas [151; 334], mientras que la de los varones fue significativamente menor ($p=0,031$) y se situó en las 147 horas [143; 273]. Asimismo, en cuanto a la comparativa general de UCILOS, mientras que las mujeres permanecieron una mediana de 57 horas [45; 113], el ingreso de los varones en esta unidad alcanzó las 51 horas [32; 90], cifra significativamente menor ($p=0,004$).

En ambos sexos se produjo un descenso de las estancias en los grupos de prehabilitación. Así, mientras que la mediana de HLOS para las mujeres que realizaron prehabilitación fue de 190 horas [147; 277,5], esta cifra fue significativamente mayor ($p=0,009$) en aquellas que no 212,5 horas [166,2; 447]. En cuanto a UCILOS, las mujeres que acudieron a prehabilitación permanecieron en esa unidad una mediana de 53 horas

[147; 277] y las que no, 86,5 horas [50; 147,7], lo que supuso una diferencia estadísticamente significativa. Del mismo modo, en aquellos varones que realizaron prehabilitación, su HLOS se extendió hasta las 164 horas [140; 213], mientras lo que no la realizaron permanecieron ingresados 205,5 horas [41,5; 100,7], lo que supone una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,001$). Asimismo, la mediana de UCILOS para los varones que realizaron prehabilitación se situó en 49 horas [30; 73], mientras que en los que no esta cifra es significativamente mayor ($p=0,025$), alcanzando las 54 horas [41,5; 100,7].

Es notable que la duración de la estancia hospitalaria, ya sea en la UCI o en el total de permanencia en hospital, para las mujeres que participaron en el programa de fisioterapia respiratoria prequirúrgica fue comparable a la de los hombres que no participaron en el programa. Los valores medios y las desviaciones estándar relativos al análisis comparativo intra e inter-sexos se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Análisis comparativo entre e intra-sexos en HLOS e UCILOS.

Mujer					Hombre		Dif,	p
UCILOS	122,51 (199,01) 57 [45; 113]				90,15 (142,57) 51 [32; 90]		-32,36 [-71,65; 6,93]	0,004*
	293,77 (282,04) 196 [151; 334]				261,18 (238,48) 147 [143; 273]		-32,59 [-93,36; 28,18]	0,031*
n	No prehab,	Prehab	Dif,	p	No prehab,	Prehab	Dif,	p
	48	73			144	153		
UCILOS	159,3 (260,5) 86,5 [50; 147,7]	98,3 (142,2) 53 [147; 277]	-60,96 [-139,21; 17,29]	0,014*	107,1 (159,3) 54 [41,5; 100,7]	74,2 (123,2) 49 [30; 73]	-32,96 [-65,82; - 0,11]	0,025*
HLOS	361,5 (368,8) 212,5 [166,2; 447]	249,2 (196,8) 190 [147; 277,5]	-112,25 [-225,28; 0,77]	0,009*	299,6 (239,7) 205,5 [41,5; 100,7]	224,9 (232,2) 164 [140; 213]	-74,67 [-130,54; - 18,79]	0,001*

Datos expresados como media (desviación estándar) y mediana [rango intercuartílico]. Todas las comparaciones se realizaron con la prueba de suma de rango de Wilcoxon. **Dif:** diferencias entre medias e intervalo de confianza calculados como “hombre” menos “mujeres” y “prehabilitación” menos “no prehabilitación”, **HLOS:** estancia total, **UCILOS:** estancia total en UCI, **n:** tamaño muestral, **No prehab:** grupo de no prehabilitación, **p:** valor p, **Prehab:** grupo de prehabilitación, *p<0.05.

Asimismo, las mujeres que no participaron en el programa de fisioterapia respiratoria prequirúrgica tuvieron un UCILOS significativamente más largo, concretamente de 159,3 horas (260,5), en comparación con los hombres, que pasaron solo 107,1 horas (159,3) ($p = 0.03$) (Fig 10).

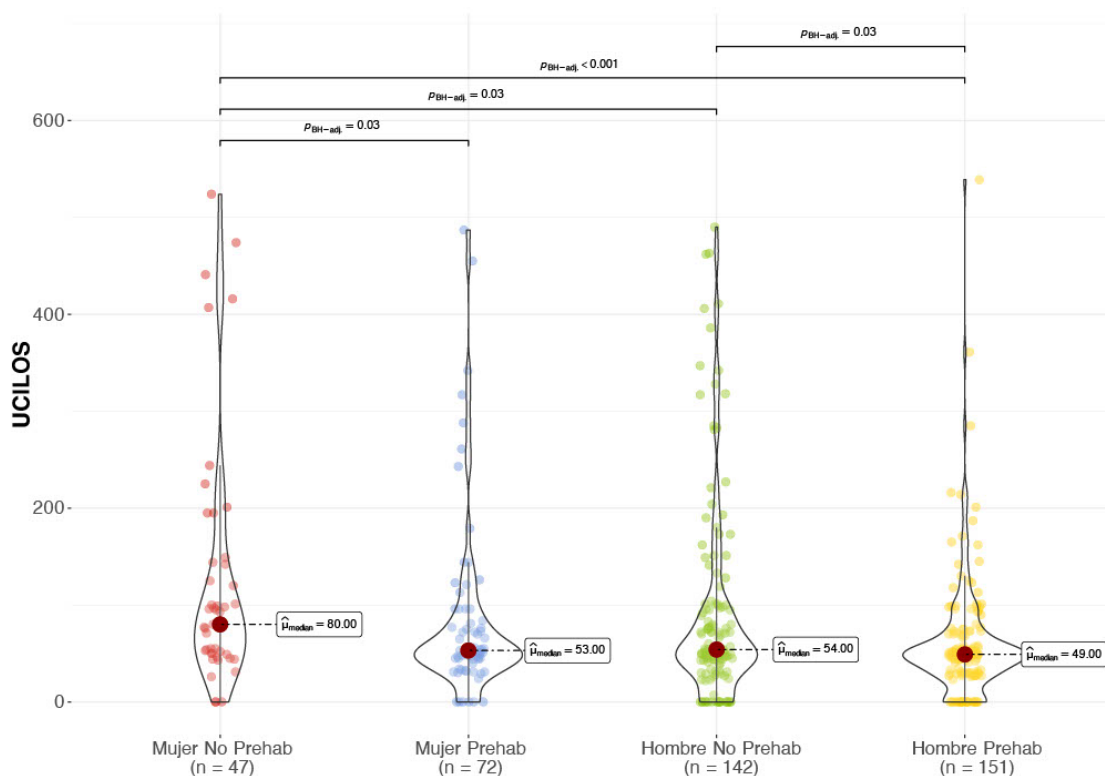


Figura 10. Análisis comparativo entre grupos de la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos.

El análisis estadístico se llevó a cabo con la prueba de Kruskal-Wallis con corrección tipo Benjamini-Hochberg (**Pbh-adj**). Se consideró estadísticamente significativo $p < 0,05$. **No prehab**: no prehabilitación, **prehab**: prehabilitación..

En cuanto a la permanencia hospitalaria total, en los grupos del programa de fisioterapia respiratoria prequirúrgica, las mujeres tuvieron una HLOS de 249,2 horas (196,8), mientras que los hombres tuvieron una duración reducida de 224,9 horas (232,2), resultando en una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,042$) (Fig 11).

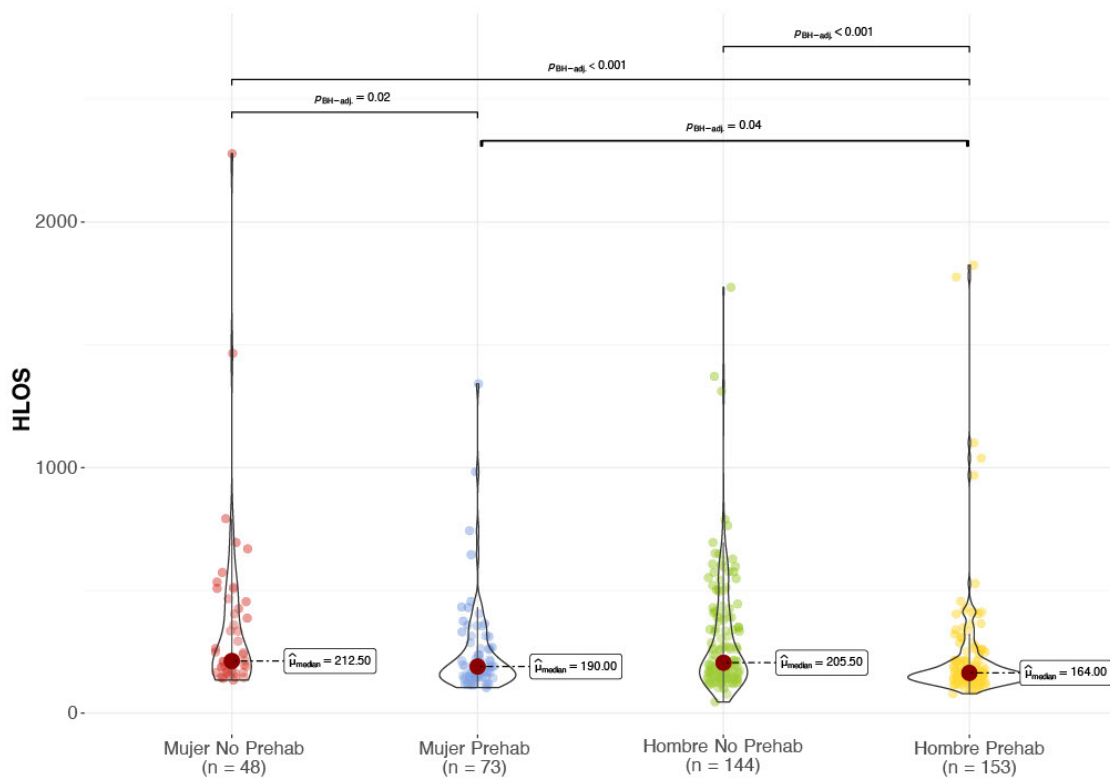


Figura 11. Análisis comparativo entre grupos de la estancia hospitalaria total.

El análisis estadístico se llevó a cabo con la prueba de Kruskal-Wallis con corrección tipo Benjamini-Hochberg (**Pbh-adj**). Se consideró estadísticamente significativo $p < 0,05$. **No prehab**: no prehabilitación, **Prehab**: prehabilitación.

Para explorar la influencia de las complicaciones, los factores de riesgo, las comorbilidades, la gravedad de la enfermedad y la prehabilitación en la HLOS o UCILOS, se realizaron regresiones lineales múltiples. Para evaluar el efecto de las variables en HLOS, el valor ajustado de R^2 fue de 0,82, con un valor de $F(177) = 40,15$; $p < 0,001$. Al analizar la influencia de las mismas variables en UCILOS, el valor ajustado de R^2 fue de 0,83, con un valor de $F(219) = 44,35$; $p < 0,001$. La realización del programa de prehabilitación domiciliaria no supervisado se asoció con una reducción significativa ($p < 0,001$) de 10,30 horas en la duración de UCILOS y 24,21 horas en la duración de HLOS. Además, aunque no se encontró una correlación estadísticamente significativa entre la edad y UCILOS ($P = 0,151$), sí se encontró una correlación entre la edad y HLOS ($p < 0,001$).

Asimismo, el sexo masculino se asoció con una reducción en HLOS de 9,96 horas y en UCILOS de, aproximadamente, 14,95 horas ($p < 0,001$). La lista completa de las variables analizadas en la regresión lineal múltiple puede consultarse en la tabla 8. Los resultados estadísticamente significativos de las variables analizadas pueden encontrarse en la tabla 9.

Tabla 8. Relación de variables incluidas en la regresión lineal múltiple.

Complicaciones postoperatorias		
Accidente cerebrovascular	Enfisema subcutáneo	Neumonía
Accidente isquémico transitorio	Fibrilación auricular	Neumotórax
Anemia postquirúrgica	Fibrilación ventricular	Paro cardiorrespiratorio
Aumento de la creatinina	Fiebre	Pericarditis
Atelectasias	Flebitis	Pneumopericardium
Bloqueo auriculoventricular	Flutter	Otros
Bradicardia sinusal	Hemotórax	Sepsis urológica
Choque postcardiotomía	Hemorragia digestiva alta	Taponamiento cardíaco
Derrame pericárdico	Hipotensión arterial	Yatrogénica
Derrame pleural	Infarto de miocardio perioperatorio	
Disfunción ventricular sin derrame	Insuficiencia cardíaca	
Dolor	Insuficiencia renal	
Edema pulmonar	Insuficiencia respiratoria	
Endocarditis	Necesidad de reintervención	
Hábitos tóxicos		
Tabaco		
Alcohol		
Características personales		
Edad		
Sexo		
Índice de masa corporal		
Variables relacionadas con el procedimiento		
Asistencia o no a la rehabilitación		
Cirugía programada o de emergencia		
Índice de Charlson		
Niveles de severidad: bajo, moderado, severo, extremo		
Tipo de procedimiento según los códigos APR-GRD 162, 163, 165, 166, 167		
Patologías presentes al ingreso		
Diabetes mellitus		
Dislipidemia		
Hipertensión		
APR-GRD: Grupos relacionados con el diagnóstico, 162: Procedimientos en válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, 163: Procedimientos en válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, 165: Bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, 166: Bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, 167: Otros procedimientos cardiorrespiratorios y vasculares torácicos.		

Tabla 9. Análisis de regresión lineal múltiple de las variables independientes sobre HLOS e UCILOS.

HLOS				UCILOS			
Variable	β Coef,	95% CI	P	Variable	β Coef,	95% CI	P
Intercepto	235,69	227,57; 273,76	<0,001	Intercepto	99,89	69,17; 151,74	<0,001
Pneumotórax	70,28	59,99; 101,26	<0,001	Necesidad de reintervención	136,99	116,11; 160,38	<0,001
Necesidad de reintervención	174,10	155,75; 191,48	<0,001	Derrame pleural	63,79	39,09; 94,20	<0,001
Derrame pleural	158,39	98,82; 207,15	<0,001	Fibrilación auricular	28,92	22,43; 33,06	<0,001
Fibrilación auricular	61,00	52,17; 70,07	<0,001	Insuficiencia respiratoria	57,90	41,65 ;92,30	<0,001
Derrame pericárdico	54,79	74,90; 94,24	<0,001	Derrame pericárdico	30,63	18,41; 39,46	<0,001
Ataque isquémico transitorio	41,91	41,31; 45,75	<0,001	Fallo cardíaco	26,72	7,64; 48,50	<0,001
Edad	0,82	0,73; 1,21	<0,001	Fiebre	58,27	24,76 ;77,57	<0,001
Sexo (hombre)	-9,96	-27,86; -6,24	<0,001	Hipotensión arterial	-51,01	-61,45; -39,37	<0,001
Prehabilitación	-24,21	-37,15; -19,69	<0,001	Bloqueo Auriculoventricular	13,92	6,41; 27,78	<0,001
Alcohol	4,23	2,24; 7,85	<0,001	Sexo (hombre)	-14,95	-19,98; -8,46	<0,001
Severidad severa	46,00	45,16; 63,05	<0,001	Prehabilitación	-10,30	-17,59; -2,55	<0,001
Índice de Charlson	4,48	0,73; 11,35	<0,001	Severidad severa	16,89	6,25; 23,63	<0,001
Cirugía programada	-36,56	-54,96; -24,66	<0,001	Severidad extrema	290,86	265,71; 330,77	<0,001
				Índice de Charlson	4,63	2,53; 6,99	<0,001

β coef.: coeficiente β , CI: intervalo de confianza, HLOS: estancia total, UCILOS: estancia total en UCI, p: significación estadística.

6.1.3. Análisis de los resultados por APR-GRD.

En cuanto al APR-GRD, 288 pacientes se sometieron a intervención quirúrgica por patologías valvulares, 110 recibieron revascularización coronaria y 20 fueron tratados por patologías vasculares cardioratorácicas o torácicas (los porcentajes de personas incluidas en cada APR-GRD se exponen en la figura 12). Los descriptivos de HLOS e UCILOS por grupos según los APR-GRD, así como la comparación entre grupos, pueden consultarse en la Tabla 10.

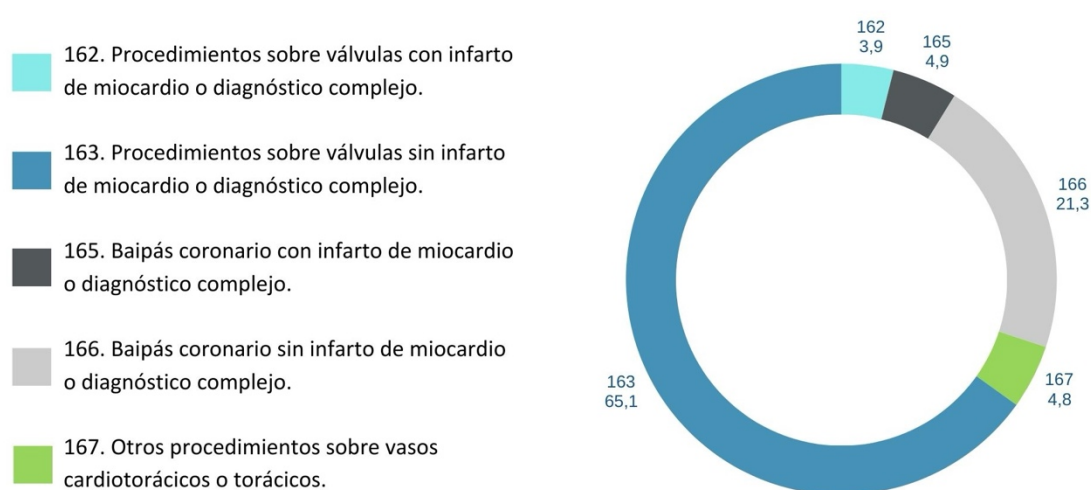


Figura 12. Porcentaje de personas en cada APR-GRD.

Tabla 10. Resultados descriptivos y comparación entre grupos para UCILOS y HLOS en cada APR-GRD.

APR-GRD	HLOS			UCILOS		
	Prehabilitación	No prehabilitación	p	Prehabilitación	No prehabilitación	p
162	268,25 (92,50)	613,33 (425,44)	0,90	149,25 (85,73)	305,25 (260,81)	0,275
	274,5 [202,8;340,0]	504,5 [271,8;718,5]		139,0 [76,8;211,5]	254,0 [89,8;446,5]	
163	251,18 (246,67)	298,92 (310,24)	0,034*	89,11 (144,79)	118,45 (225,06)	0,185
	168,0 [143,0;257,0]	191,0 [149,5;334,5]		51,0 [34,0;81,0]	55,0 [36,0;100,0]	
165	213,00 (#)	410,65 (161,21)	0,186	101,00 (#)	174,48 (114,48)	0,509
	213,0 [213,0;213,0]	376,5 [302,0;554,2]		101,0 [101,0;101,0] (#)	171,0 [91,2;222,5]	
166	157,90 (70,86)	227,14 (119,75)	0,001*	49,65 (46,42)	61,18 (50,41)	0,101
	147,0 [122,8;164,2]	181,0 [147,0;261,0]		45,0 [29,0;54,5]	49,0 [44,0;72,0]	
167	195,12 (64,03)	350,41 (208,25)	0,082	53,12 (18,81)	98,91 (130,40)	0,643
	192,5 [137,8;263,0]	333,5 [148,5;514,5]		51,0 [45,5;53,2]	62,5 [32,2;110,0]	

Los datos se muestran como media (desviación estándar), mediana [rango intercuartílico]. APR-GRD: Grupos relacionados con el diagnóstico, HLOS: Estancia hospitalaria total, UCILOS: estancia total en UCI, **162**: Procedimientos en válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **163**: Procedimientos en válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **165**: Bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **166**: Bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **167**: Otros procedimientos cardiorráquicos y vasculares torácicos, p: valor p, *p<0,05. Prueba de suma de rangos de Wilcoxon.

En cuanto al nivel de severidad asociada a la intervención, en el conjunto total de la muestra la prueba de chi cuadrado de Pearson no determinó diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de prehabilitación y el de no prehabilitación ($p=0,089$), así como tampoco entre sexos ($p=0,731$). En casi todos los APR-GRD más de la mitad de las personas obtuvieron un índice de severidad o bajo o moderado, a excepción del APR-GRD 162 cuya mitad de la población tenía unos índices de severidad entre severos y extremos, siendo el valor severo más alto que el extremo. La Figura 13 detalla la distribución porcentual de estos valores en cada APR-GRD.

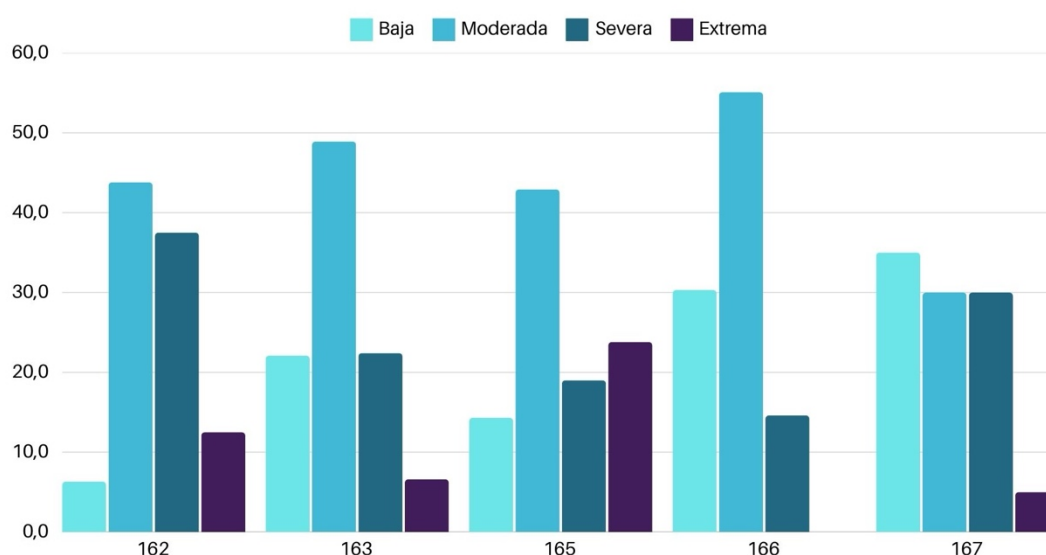


Figura 13. Porcentaje de cada nivel de severidad en cada APR-GRD.

162: Procedimientos en válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **163:** Procedimientos en válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **165:** Bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **166:** Bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **167:** Otros procedimientos cardiorráquicos y vasculares torácicos.

Con relación al índice de mortalidad asociado a la intervención, la prueba de chi cuadrado de Pearson estableció la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p=0,034$), observándose que en el grupo de no prehabilitación hubo un mayor porcentaje de población catalogado como de riesgo

severo o extremo. Esto fue más notorio para el APR-GRD 162, en el que más de la mitad de la población fue catalogada como de riesgo severo o extremo, mientras que en el resto de APR-GRD la mayoría de las personas intervenidas fueron catalogadas con unos índices de severidad bajos o moderados. Sin embargo, cabe señalar que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre sexos en el riesgo de mortalidad ($p=0,180$). La figura 14 detalla los porcentajes relativos a cada nivel de índice de riesgo de mortalidad en cada APR-GRD.

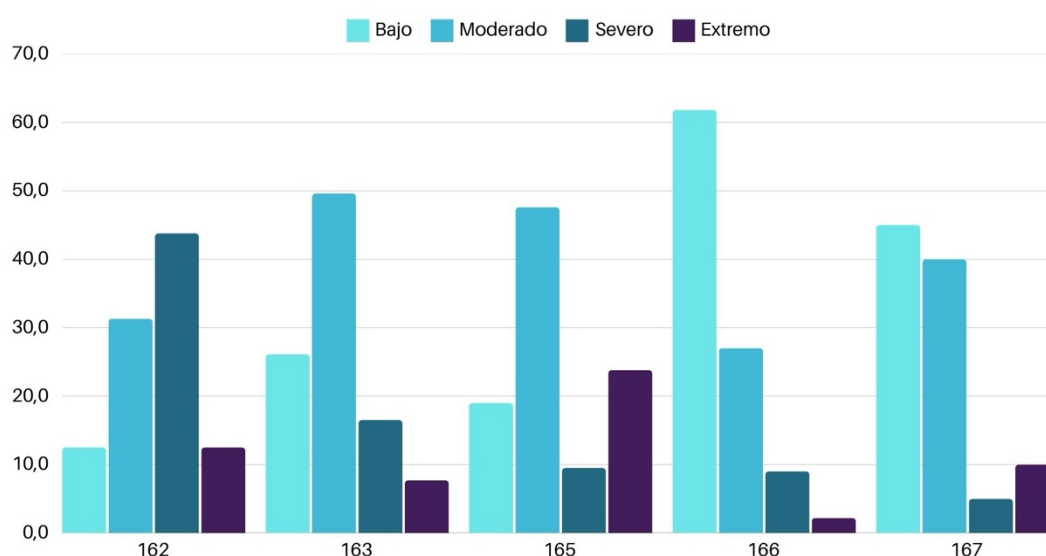


Figura 14. Porcentaje de cada nivel de riesgo de mortalidad en cada APR-GRD.

162: Procedimientos en válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **163:** Procedimientos en válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **165:** Bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **166:** Bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **167:** Otros procedimientos cardiorráquicos y vasculares torácicos.

Hubo una alta relación entre la gravedad y el riesgo de mortalidad asociado con el procedimiento ($r=0,699$; $p<0,001$) en la muestra total, y esta relación varió entre alta y muy alta para cada APR-GRD. Los datos se pueden encontrar en la Tabla 11.

Tabla 11. Relación entre el nivel de severidad y el riesgo de mortalidad, total y en cada APR-GRD.

	APR-GRD	Coefficiente de correlación	P
Severidad y riesgo de mortalidad en cada APR-GRD	162	0,708	0,002*
	163	0,697	0,001*
	165	0,865	0,001*
	166	0,656	0,001*
	167	0,601	0,005*
Severidad y riesgo de mortalidad	Comparación total	0,699	0,001*

El análisis estadístico se llevó a cabo con la prueba de correlación de Rho de Spearman. Se consideró estadísticamente significativo $p < 0,05$. **APR-GRD**: Grupos Relacionados por Diagnóstico, **p**: significación, **162**: procedimientos sobre válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **163**: procedimientos sobre válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **165**: bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **166**: bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **167**: otros procedimientos cardiorráquicos y vasculares torácicos, * $p < 0,05$.

Para concluir este apartado, resulta destacable la relación entre el sexo y los diferentes APR-GRD. La proporción de individuos de cada sexo para cada APR-GRD se puede encontrar en la tabla 12.

Tabla 12. Porcentaje de hombres y mujeres en cada APR-GRD.

APR-GRD	Mujer	Hombre	Total	P
162	5 (4,13%)	11 (3,70%)	16 (3,83%)	0,0007*
163	95 (78,51%)	177 (59,60%)	272 (65,07%)	
165	2 (1,65%)	19 (6,40%)	21 (5,02%)	
166	13 (10,74%)	76 (25,59%)	89 (21,29%)	
167	6 (4,96%)	14 (4,71%)	20 (4,78%)	

p: significación, **162**: procedimientos sobre válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **163**: procedimientos sobre válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **165**: bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **166**: bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **167**: otros procedimientos cardiorráquicos y vasculares torácicos, *: valor $p < 0,05$. Prueba exacta de Fisher.

6.1.4. Comparación de las complicaciones posquirúrgicas entre sexos.

En cuanto a la postcirugía, el 41,1% de la muestra analizada sufrió complicaciones asociadas con el procedimiento, de las cuales, las complicaciones respiratorias representaron el 9,6% de estos casos. En cuanto a la distribución inter-sexos, el 48,8% de las mujeres sufrieron algún tipo de complicación postoperatoria, mientras que el

porcentaje de hombres afectados por complicaciones fue significativamente menor ($p=0,043$) y se situó en el 38%. En cuanto al porcentaje de complicaciones posoperatorias de naturaleza pulmonar, también fue significativamente más alto el porcentaje de mujeres que las sufrieron ($p=0,006$). Así, mientras que un 15,7% de mujeres se vieron afectadas por estas patologías, en los hombres el porcentaje de afectados fue de 7,1%. A pesar de lo expuesto, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de severidad ni en el riesgo de mortalidad. La información sobre las frecuencias de estas variables se puede encontrar en la Tabla 13.

Tabla 13. Análisis descriptivo de frecuencias en cada uno de los sexos.

Variable	Mujer		Hombre		P
	n	Porcentaje	n	Porcentaje	
Complicación	59	48,8%	113	38%	0,043*
Complicación respiratoria	19	15,7%	21	7,1%	0,006*
Severidad baja	24	19,8%	74	24,9%	0,709
Severidad moderada	62	51,2%	142	47,8%	
Severidad severa	28	23,1%	62	20,9%	
Severidad extrema	28	5,79%	19	6,4%	
R, Mort, bajo	32	26,4%	109	36,7%	0,202
R, Mort, moderado	61	50,4%	121	40,7%	
R, Mort, severo	18	14,9%	45	15,2%	
R, Mort, extremo	10	8,3%	22	7,4%	

n: tamaño muestral, **P:** valor p, **R. Mort:** Riesgo de mortalidad, * $p<0.05$. Prueba de chi-cuadrado de Pearson.

6.1.5.Comparación de los costes económicos entre el grupo prehabilitación y no prehabilitación.

En cuanto a los costes económicos soportados por el sistema de salud en cada uno de los grupos, el coste medio para el grupo que se sometió a prehabilitación fue de 27.410,49 (7.855,20) €, mientras que el grupo que no se sometió a tratamiento previo alcanzó los 28.665,54 (9.831,86) €. Aunque no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($p=0,60$), ni en general ni en cada APR-GRD, se estimó que los ahorros resultantes de la implementación del programa de prehabilitación domiciliaria sin supervisión ascendieron a €356.107,16. El cálculo de costos para cada APR-GRD según cada nivel de gravedad, la estimación del costo medio ponderado para cada grupo y las diferencias entre las medias de cada grupo en cada GRD se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Diferencias entre costes en cada APR-GRD.

APR-GRD	Prehab,	Severidad	n	Coste	n	Total	Subtotal n	Coste total	Media ponderada	Diferencia	P
162	No	Extreme	2	64.031,76 €	2	128.063,52 €	12	519.976,07 €	46.137,86 (12.187,12) €	8.691,55 €	0,51
	No	Low	1	28.796,92 €	1	28.796,92 €					
	No	Moderate	4	33.775,42 €	4	135.101,68 €					
	No	Severe	5	45.602,79 €	5	228.013,95 €					
	Sí	Moderate	3	33.775,42 €	3	101.326,26 €	4	146.929,05 €	37.446,31 (6.338,96) €		
	Sí	Severe	1	45.602,79 €	1	45.602,79 €					
163	No	Extreme	8	54.245,01 €	8	433.960,08 €	99	2.953.319,34 €	32.091,02 (10.061,05) €	1.051,50 €	0,34
	No	Low	17	23.229,36 €	17	394.899,12 €					
	No	Moderate	53	26.314,62 €	53	1.394.674,86 €					
	No	Severe	21	34.751,68 €	21	729.785,28 €					
	Sí	Extreme	10	54.245,01 €	10	542.450,10 €	173	5.036.549,38 €	31.039,52 (9.151,25) €		
	Sí	Low	43	23.229,36 €	43	998.862,48 €					
	Sí	Moderate	80	26.314,62 €	80	2.105.169,60 €					
	Sí	Severe	40	34.751,68 €	40	1.390.067,20 €					
165	No	Extreme	5	54.296,79 €	5	271.483,95 €	20	664.914,87 €	37.965,13 (14.274,69) €	5.186,66 €	0,54
	No	Low	3	22.203,57 €	3	66.610,71 €					
	No	Moderate	9	25.387,20 €	9	228.484,80 €					
	No	Severe	3	32.778,47 €	3	98.335,41 €					
	Sí	Severe	1	32.778,47 €	1	32.778,47 €	1	32.778,47 €	32.778,47* €		
166	No	Low	12	19.287,41 €	12	231.448,92 €	49	1.078.924,31 €	22.328,02 (2.773,87) €	1.109,68 €	0,70
	No	Moderate	27	21.437,77 €	27	578.819,79 €					
	No	Severe	10	26.865,56 €	10	268.655,60 €					
	Sí	Low	15	19.287,41 €	15	289.311,15 €	40	841.538,77 €	21.218,34 (2.115,65) €		
	Sí	Moderate	22	21.437,77 €	22	471.630,94 €					
	Sí	Severe	3	26.865,56 €	3	80.596,68 €					
167	No	Extreme	1	46.608,29 €	1	46.608,29 €	12	274.820,95 €	27.082,77 (11.319,08) €	11.246,77 €	0,47
	No	Low	3	13.908,02 €	3	41.724,06 €					
	No	Moderate	2	17.378,92 €	2	34.757,84 €					
	No	Severe	6	25.288,46 €	6	151.730,76 €					
	Sí	Low	4	13.908,02 €	4	55.632,08 €	8	125.147,76 €	15.836 (1.845,45) €		
	Sí	Moderate	4	17.378,92 €	4	69.515,68 €					

*En este GRD, solo había un paciente en el grupo de pre-habilitación, **GRD**: Grupos Relacionados por Diagnóstico, **n**: tamaño de la muestra, **p**: valor p, **Prehab**: prehabilitación, **162**: procedimientos sobre válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **163**: procedimientos sobre válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **165**: bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **166**: bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **167**: otros procedimientos cardiorrespiratorios y vasculares torácicos. Prueba de suma de rangos de Wilcoxon.

6.1.6. Análisis descriptivo de las principales comorbilidades y complicaciones en el Hospital Universitario de La Ribera.

6.1.6.1. Principales comorbilidades en general en la muestra analizada.

Se contabilizaron un total de 1.911 diagnósticos presentes ya en el momento de ingreso. De estos, el 41,5% fueron por patología circulatoria, el 22,4% por causas endocrinas, el 6,3% por enfermedad mental, el 4,8% debidos a patología del sistema nervioso y el 4,1% de origen musculoesquelético. La figura 15 detalla el porcentaje del resto de grupos de patologías presentes ya en el momento del ingreso.

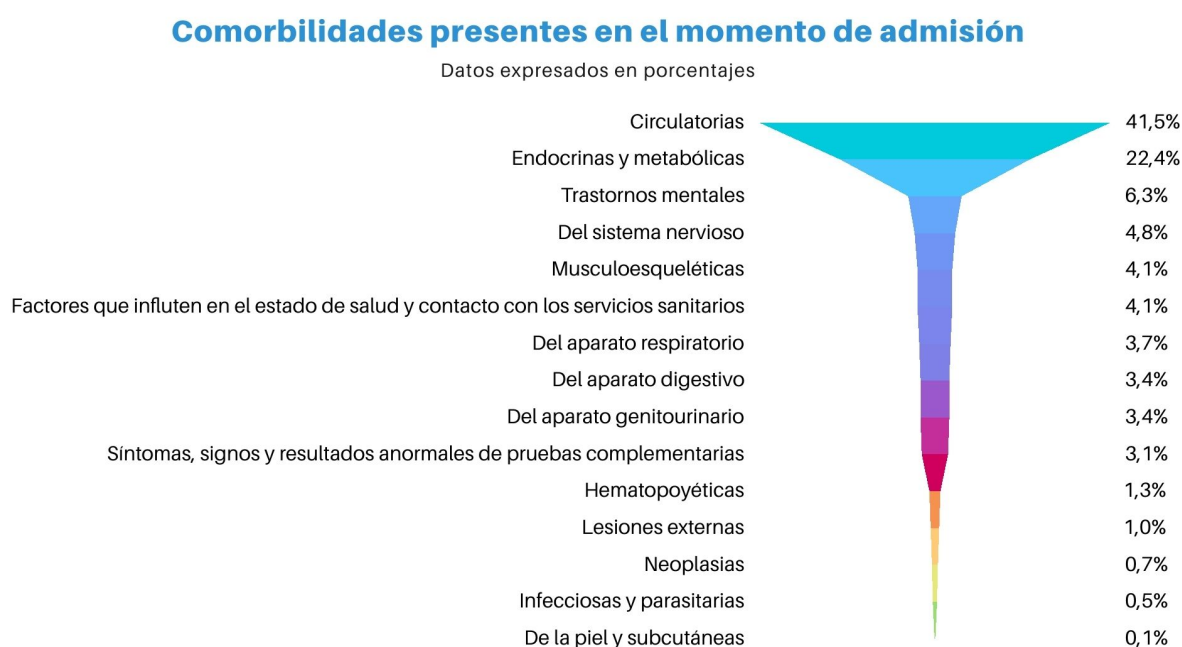


Figura 15. Porcentajes totales de las comorbilidades en el Hospital Universitario de La Ribera.

En ambos sexos, el mayor porcentaje de comorbilidades presentes en el momento de la admisión lo encabezaron las patologías relativas al aparato circulatorio, seguidas de las enfermedades endocrinas y metabólicas. La figura 16 detalla el porcentaje de diagnósticos, con respecto al total, establecido en cada uno de los sexos.

Principales comorbilidades presentes en el ingreso

Datos por sexo expresados en porcentajes del total en cada sexo

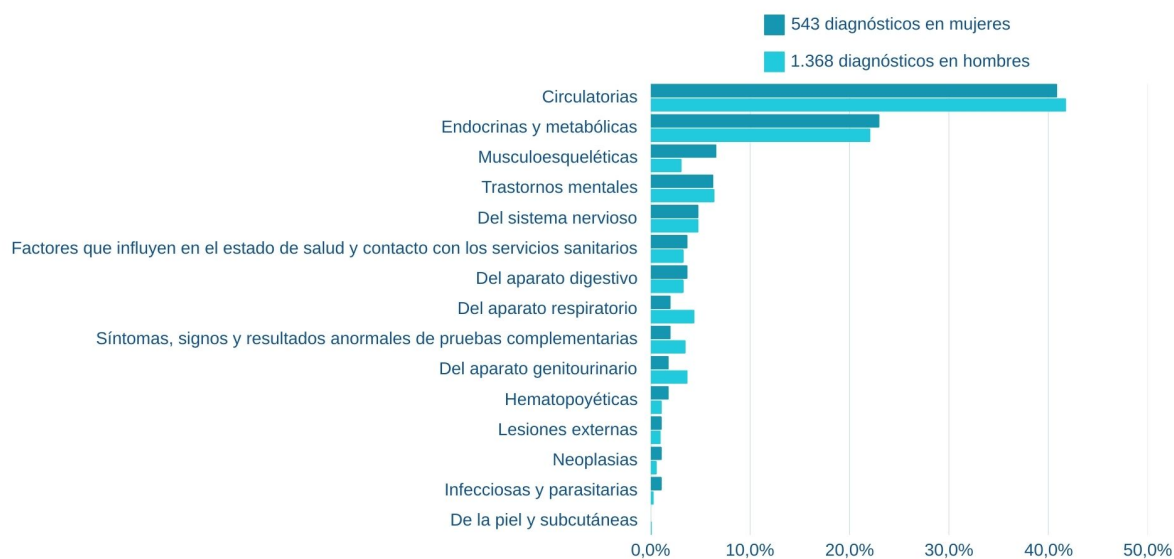


Figura 16. Distribución de comorbilidades en cada sexo en el Hospital Universitario de La Ribera.

6.1.6.2. Estancia hospitalaria para cada APR-GRD.

Tanto la estancia hospitalaria total como la estancia en UCI fue, en términos generales, mayor entre las mujeres que entre los hombres, salvo en dos excepciones: en ambas estancias del APR-GRD 165 y en la estancia total del APR-GRD 167.

En la tabla 15 se han registrado los datos descriptivos de las estancias en cada APR-GRD calculadas en horas. En esta tabla se ha realizado la división por sexos en cada uno de los APR-GRD.

Tabla 15. Datos descriptivos de la estancia según sexos y ARP-GRD.

APR-GRD	162	163	165	166	167
Tamaño muestral	16	272	21	89	20
Total	266,15 (137,11)	99,79 (178,39)	171,38 (112,74)	56,00 (48,73)	80,60 (102,49)
UCILOS Mujer	305,20 (174,38)	120,67 (212,49)	157,50 (53,03)	57,77 (34,28)	128,00 (170,56)
Hombre	248,55 (266,58)	88,59 (156,60)	172,84 (118,08)	55,70 (50,97)	60,29 (51,80)
Total	527,06 (397,82)	268,56 (271,94)	401,23 (162,94)	196,02 (106,05)	288,30 (180,86)
HLOS Mujer	698,40 (445,48)	287,37 (282,20)	253,50 (55,86)	197,69 (99,49)	279,67 (198,53)
Hombre	449,18 (369,67)	258,47 (266,54)	416,79 (163,24)	195,74 (107,76)	292,00 (180,55)

Datos expresados en medias (desviación estándar). **APR-GRD:** Grupos Relacionados por Diagnóstico, **162:** procedimientos sobre válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **163:** procedimientos sobre válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **165:** bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **166:** bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **167:** otros procedimientos cardioráquicos y vasculares torácicos

6.1.6.3. Recuento de diagnósticos relativos a las complicaciones durante la estancia hospitalaria.

El número de complicaciones acaecidas desde el momento del ingreso hasta el alta ascendió a 474. De estas, el 33,3% correspondieron a patologías circulatorias, un 19,2% fueron catalogadas como lesiones externas, un 14,3% a errores en pruebas complementarias y un 9,9% se debieron a alteraciones de tipo respiratorio. La figura 17 detalla el porcentaje de grupos de diagnósticos en el total de la muestra analizada.

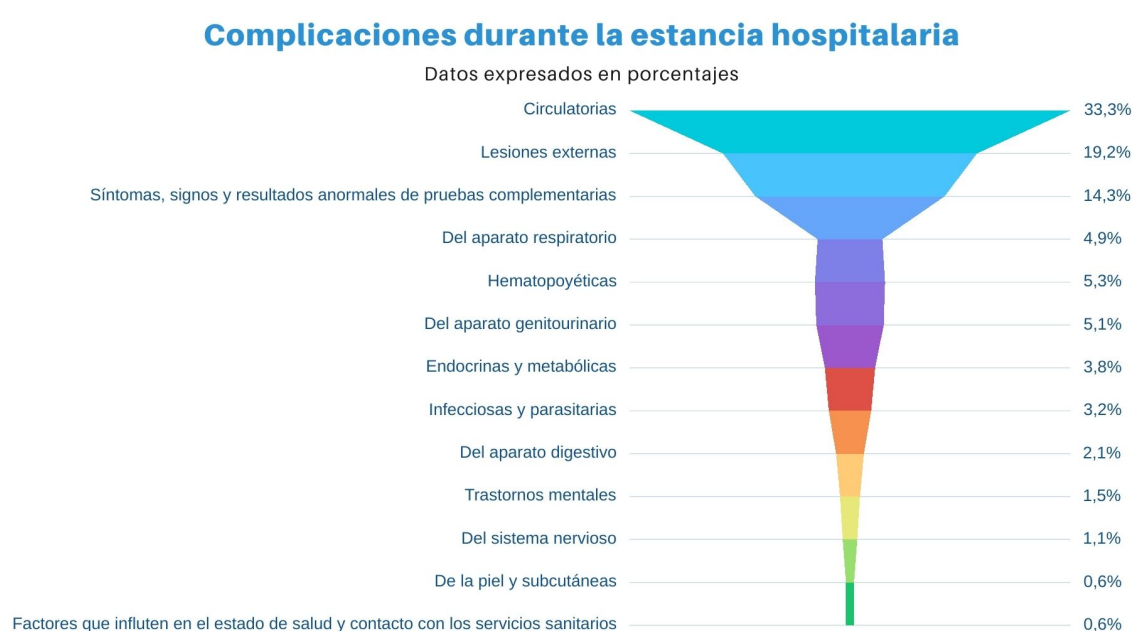


Figura 17. Porcentajes totales de complicaciones en el total de la muestra del Hospital Universitario de La Ribera.

En cada uno de los sexos la distribución de los porcentajes de grupos diagnósticos es bastante similar. Así, en torno a un 33% de los diagnósticos establecidos en cada sexo fue debido a patologías circulatorias y alrededor de un 20% debidos a causas catalogadas como lesiones externas. Si en las mujeres un 14% de los diagnósticos fue por patología respiratoria, en los varones, este grupo diagnóstico desciende hasta el 7,75. Por su parte, mientras que en los varones casi el 17% de los diagnósticos se debieron a los hallazgos de resultados anormales

en pruebas diagnósticas, en las mujeres este grupo no llegó al 10% de los diagnósticos. En la figura 18 se puede observar con detalle la distribución de porcentajes en función del número total de diagnósticos en cada sexo.

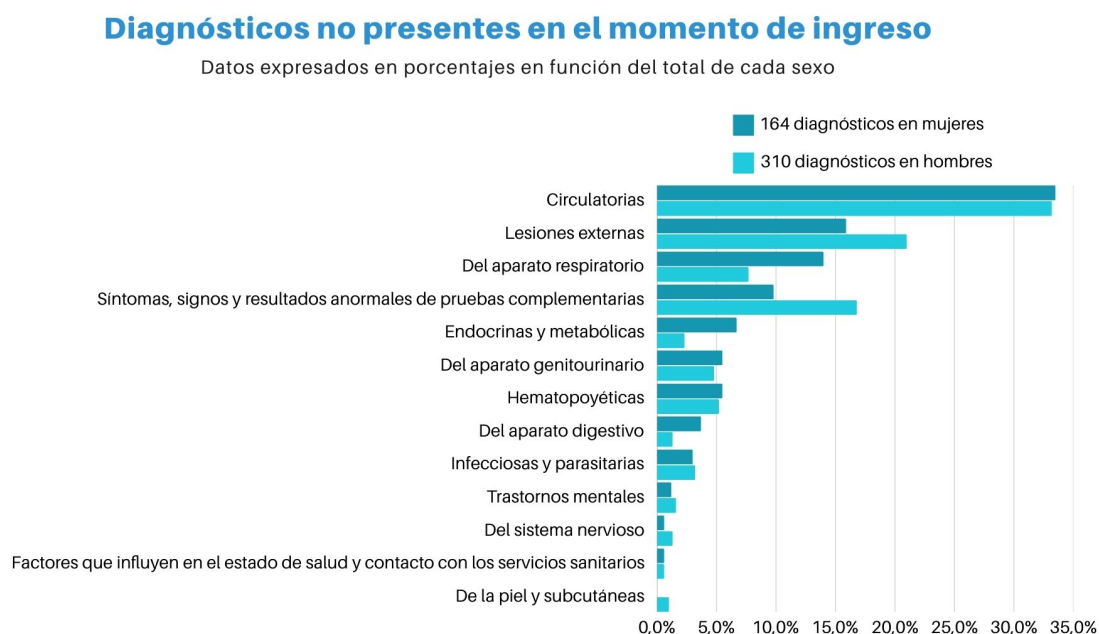


Figura 18. Incidencia de complicaciones en cada uno de los sexos en el Hospital Universitario de La Ribera.

Las complicaciones de tipo circulatorio fueron las de mayor incidencia en todos los APR-GRD, excepto en el 165, cuyo primer lugar de incidencia lo ocuparon las catalogadas como lesiones externas. Esta última agrupación de diagnósticos fue la segunda de mayor incidencia en el APR-GRD 162, 163 y en el 167, mientras que en los APR-GRD 165 y 166 las segundas más numerosas fueron los resultados anormales en pruebas complementarias. Los números totales de diagnósticos para cada sexo en cada APR-GRD pueden consultarse en la tabla 16.

Tabla 16. Incidencia de las complicaciones en cada sexo según APR-GRD en el Hospital Universitario de La Ribera.

APR-GRD	162			163			165			166			167			Totales		
	Mujer	Hombre	Total	Mujer	Hombre	Total	Mujer	Hombre	Total	Mujer	Hombre	Total	Mujer	Hombre	Total	Mujer	Hombre	Total
Circulatorias	3	4	7	43	76	119	0	6	6	1	9	10	8	8	16	55	103	158
Lesiones externas	2	2	4	19	45	64	0	10	10	0	6	6	5	2	7	26	65	91
Resultados anormales	1	0	1	12	37	49	0	7	7	2	7	9	1	1	2	16	52	68
Respiratorias	2	0	2	19	13	32	0	2	2	0	7	7	2	2	4	23	24	47
Hematopoyéticas	1	0	1	8	14	22	0	1	1	0	1	1	0	0	0	9	16	25
Genitourinarias	1	3	4	8	10	18	0	0	0	0	2	2	0	0	0	9	15	24
Endocrinas	3	0	3	7	4	11	0	1	1	1	2	3	0	0	0	11	7	18
Infecciosas	0	0	0	5	7	12	0	3	3	0	0	0	0	0	0	5	10	15
Digestivas	1	0	1	4	4	8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	6	4	10
Trastornos mentales	0	0	0	2	4	6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	7
Nerviosas	0	0	0	1	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5
Dermatológicas	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Factores externos	0	0	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	3
TOTAL	14	9	23	129	222	351	0	31	31	4	34	38	17	14	31	164	310	474

APR-GRD: Grupos Relacionados por Diagnóstico, **162:** procedimientos sobre válvulas con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **163:** procedimientos sobre válvulas sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **165:** bypass coronario con infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **166:** bypass coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, **167:** otros procedimientos cardiorrespiratorios y vasculares torácicos.

6.2. Datos descriptivos a nivel estatal.

6.2.1.APR-GRD 162. Procedimientos sobre válvulas con infarto de miocardio o diagnóstico complejo.

Fueron incluidas en este APR-GRD un total de 857 mujeres y 1.902 hombres entre los años 2018 y 2021. La media de edad de las mujeres fue de 65,95 años (12,50) y la de los varones de 63,03 años (12,69).

En la población estudiada, se encontraron los 18.078 diagnósticos presentes en el momento de ingreso (comorbilidades). Los tres grupos de patologías que englobaban las comorbilidades más prevalentes fueron las enfermedades circulatorias, las endocrinas y metabólicas, y las infecciosas o parasitarias, a las que seguían las enfermedades mentales y las musculoesqueléticas.

La figura 19 ilustra el porcentaje del total de comorbilidades presentes en el momento de la admisión hospitalaria, así como la cifra total de los diagnósticos en cada uno de los sexos. En ella puede observarse que apenas existen variaciones en la distribución del tipo de patología entre ambos sexos. En las mujeres, las patologías circulatorias alcanzaron el 41,1% del total de los diagnósticos, las endocrinas supusieron el 16,9%, las infecciosas y parasitarias se cifraron en el 5,3% y los trastornos mentales el 4,4%, ocupando las alteraciones musculoesqueléticas el 4,2% y las que afectaban al sistema respiratorio el 4,0% del total de los diagnósticos presentes en la admisión. Ligeras variaciones existieron entre los varones: las patologías circulatorias supusieron el 42,0%, las endocrinas el 13,8%, las infecciosas el 7,0%, los trastornos mentales el 5,4% y las enfermedades del aparato respiratorio el 4,2%, seguidas de las alteraciones del aparato digestivo con un 4,0%.

Principales comorbilidades APR-GRD 162

Datos por sexo expresados en porcentajes del número total de diagnósticos

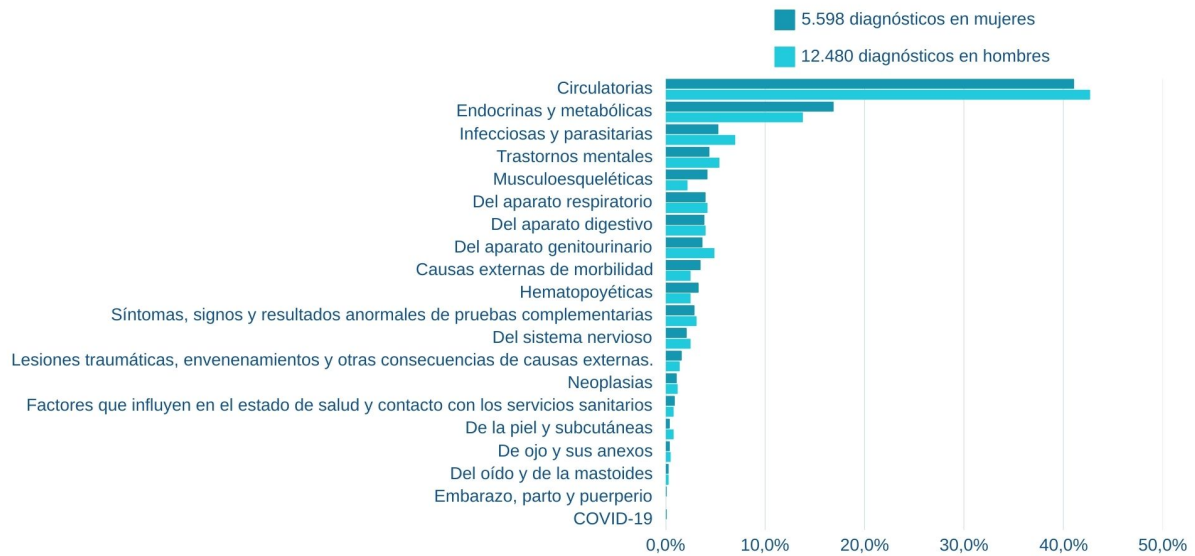


Figura 19. Distribución de las comorbilidades en cada sexo en el APR-GRD 162.

6.2.2. Estancia hospitalaria en el APR-GRD 162.

La media de estancia hospitalaria total, desde el momento del ingreso hasta el alta hospitalaria, fue de 25,93 días (21,54). Del total de la población, 2.281 personas precisaron atención en UCI, permaneciendo allí una media de 8,13 días (12,46).

En cuanto a la distribución de las estancias por sexo, las mujeres permanecieron hospitalizadas un total de 25,11 días (22,15), mientras que los varones alargaron su media de estancia hasta los 26,30 días (21,26). Asimismo, las 694 mujeres que debieron ser ingresadas en UCI fueron dadas de alta de esta unidad y trasladadas a planta en una media de 8,08 días (12,44). Por su parte, los 1.587 varones que precisaron ingreso en UCI permanecieron ingresados una media de 8,14 días (12,47).

Tanto la cantidad de personas de cada sexo como el resumen de las medias pueden observarse en la figura 20.

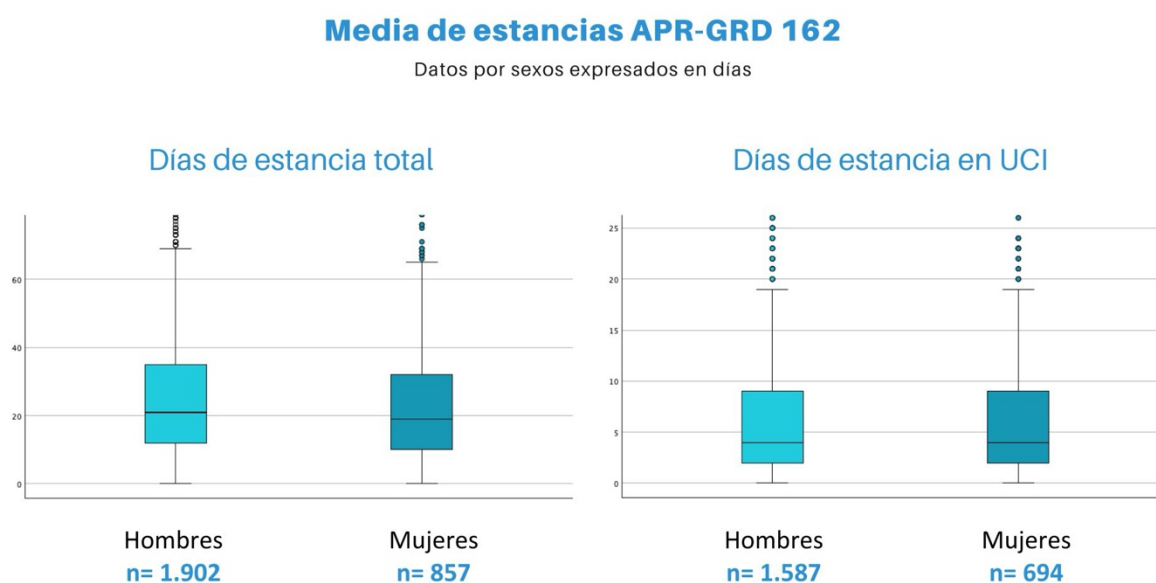


Figura 20. Estancia total y en UCI en cada sexo en el APR-GRD 162.

6.2.3. Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 162.

En lo relativo a la incidencia de las complicaciones tras la cirugía, fueron determinados 8.625 diagnósticos no presentes en el momento de admisión durante el tiempo de ingreso hospitalario. Las patologías de tipo circulatorio, las relacionadas con el aparato respiratorio, las que afectan al aparato genitourinario, así como las provocadas por causas externas fueron los grupos diagnósticos con mayor incidencia en esta población. El número total de cada grupo de diagnósticos puede consultarse en la figura 21.

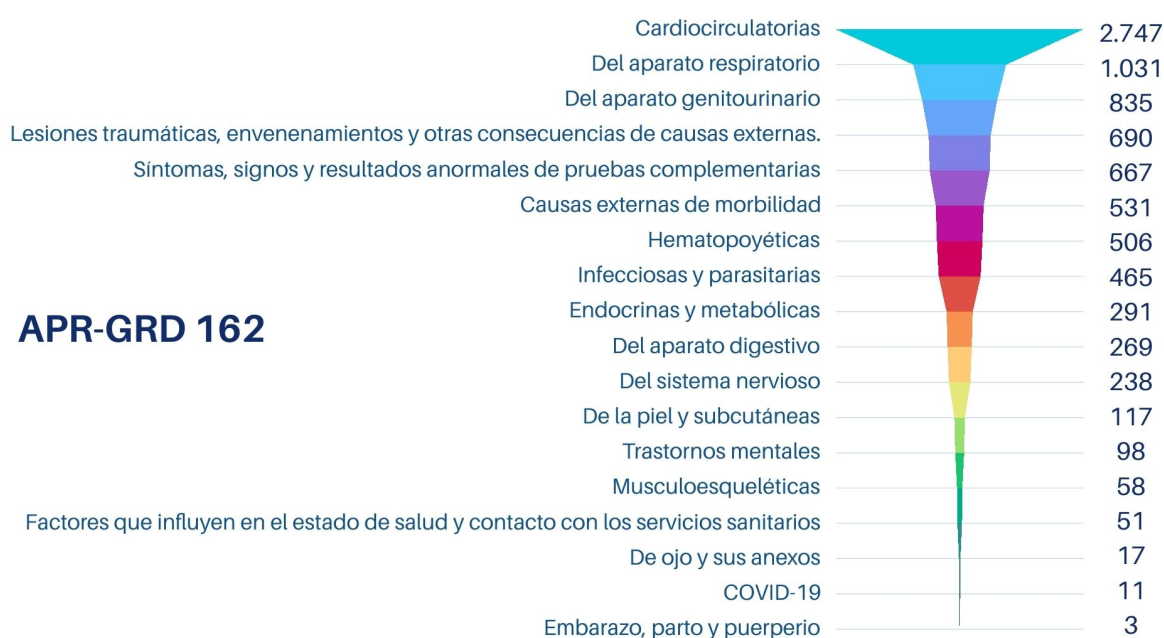


Figura 21. Recuento total de complicaciones en el APR-GRD 162.

Tal y como puede observarse en la figura 22, los porcentajes relativos a la incidencia de cada grupo de complicaciones fue similar en cada uno de los sexos.

Complicaciones posquirúrgicas APR-GRD 162

Datos por sexo expresados en porcentajes



Figura 22. Incidencia de los tipos de complicaciones en cada sexo en el APR-GRD 162.

6.2.4. Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico. APR-GRD162.

Los distintos niveles del índice de severidad y del riesgo de mortalidad asociado al procedimiento se han representado en una tabla de frecuencias para mejorar su visualización (tabla 17), en la que se incluye la distribución de los porcentajes en cada uno de los sexos. Puede observarse que los niveles “moderado” y “severo” contienen más del 60% de la población analizada, así como también que el porcentaje de personas incluidas en el nivel extremo de ambas variables categóricas es superior en los varones.

Tabla 17. Número de personas y porcentajes en cada uno de los niveles de severidad y de riesgo de mortalidad para el APR-GRD 162.

	Nivel de severidad				Riesgo de mortalidad			
	Leve	Moderado	Severo	Extremo	Leve	Moderado	Severo	Extremo
n total	209	895	1.006	649	237	1.019	982	521
Porcentaje	7,6%	32,4%	36,5%	23,5%	8,6%	36,9%	35,6%	18,9%
n mujeres	72	288	312	185	84	325	292	156
Porcentaje	8,4%	33,6%	36,4%	21,6%	9,8%	37,9%	34,1%	18,2%
n hombres	137	607	694	464	153	694	690	365
Porcentaje	7,2%	31,9%	36,5%	24,4%	8,0%	36,5%	36,3%	19,2%

n: Número de personas en cada categoría.

6.2.5.APR-GRD 163. Procedimientos sobre válvulas sin infarto de miocardio o diagnóstico complejo.

Un total de 22.189 personas fueron intervenidas y catalogadas dentro de este APR-GRD. De ellas, 9.129 eran mujeres y 13.069, hombres, lo que supone el 41,1% y el 58,9% de la muestra, respectivamente. La media de edad de la población general de este subconjunto fue de 67,61 años (11,28). Mientras que la media de edad de las mujeres alcanzó los 69,03 años (10,83), fue menor en los varones, situándose en los 66,62 años (11,47).

Se cuantificaron 102.076 comorbilidades en el total de la población estudiada. Los tres grupos de categorías diagnósticas con mayor prevalencia fueron las que afectan al aparato circulatorio, las endocrinas y metabólicas, como también los trastornos mentales, seguidos estos de las afecciones del aparato genitourinario y del aparato respiratorio.

En las mujeres, un 43,1% del total de los diagnósticos se debían a patologías del aparato respiratorio en el momento de su admisión, un 24,6% a alteraciones metabólicas y endocrinas, un 5,5% a trastornos musculoesqueléticos y un 4,5% a patologías incluidas dentro del grupo de trastornos mentales. Por su parte, entre los varones las alteraciones circulatorias alcanzaban el 44,7% de los diagnósticos, las endocrinas y metabólicas el 22,2% y el tercer lugar quedaba para las alteraciones mentales, con un 5,8%, a las que seguían las del aparato respiratorio con un 4,2%. La distribución de porcentajes de grupos de diagnósticos en ambos sexos puede consultarse en la figura 23.

Principales comorbilidades APR-GRD 163

Datos por sexo expresados en porcentajes del número total de diagnósticos

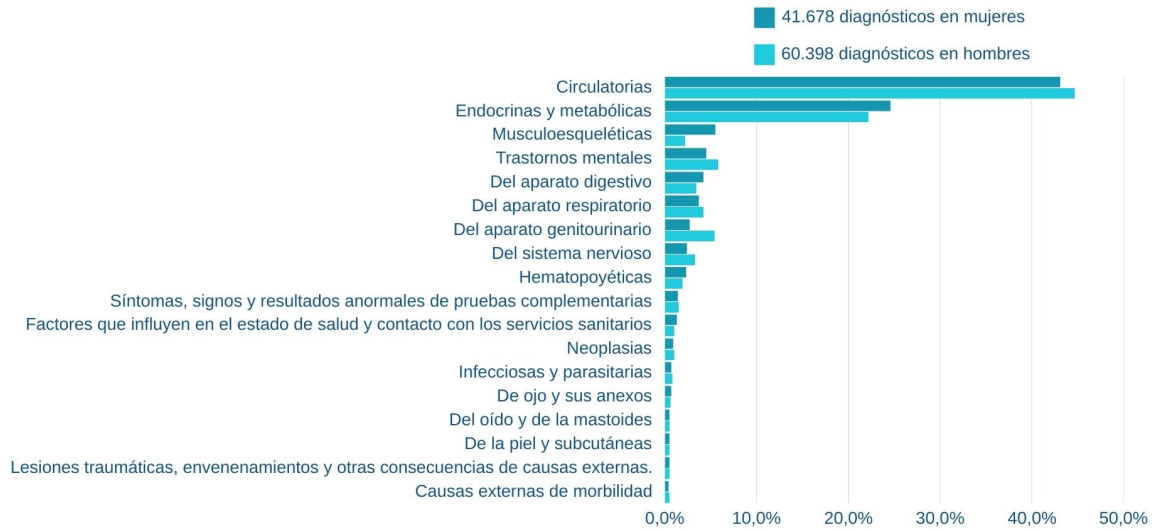


Figura 23. Distribución de las comorbilidades en cada sexo en el APR-GRD 163.

6.2.6. Estancia hospitalaria en el APR-GRD 163.

La media de días que las personas del APR-GRD 163 permanecieron en el hospital fue de 13,76 (11,69). De estas personas, 17.789 precisaron ser ingresadas en UCI, donde permanecieron de media 4,14 días (6,75). Las cifras de estancia total media fueron ligeramente mayores en las mujeres, situándose en los 14,05 días (11,74), mientras que en los hombres esta media fue de 13,56 días (11,65). Algo similar sucedió con la permanencia en UCI; mientras que las mujeres alcanzaron una media de estancia de 4,29 días (7,04), los varones estuvieron ingresados en esta unidad una media de 4,04 días (6,55). La cantidad de personas en cada uno de los subgrupos por sexos, así como un resumen visual de las medias arriba expuestas pueden consultarse en la figura 24.

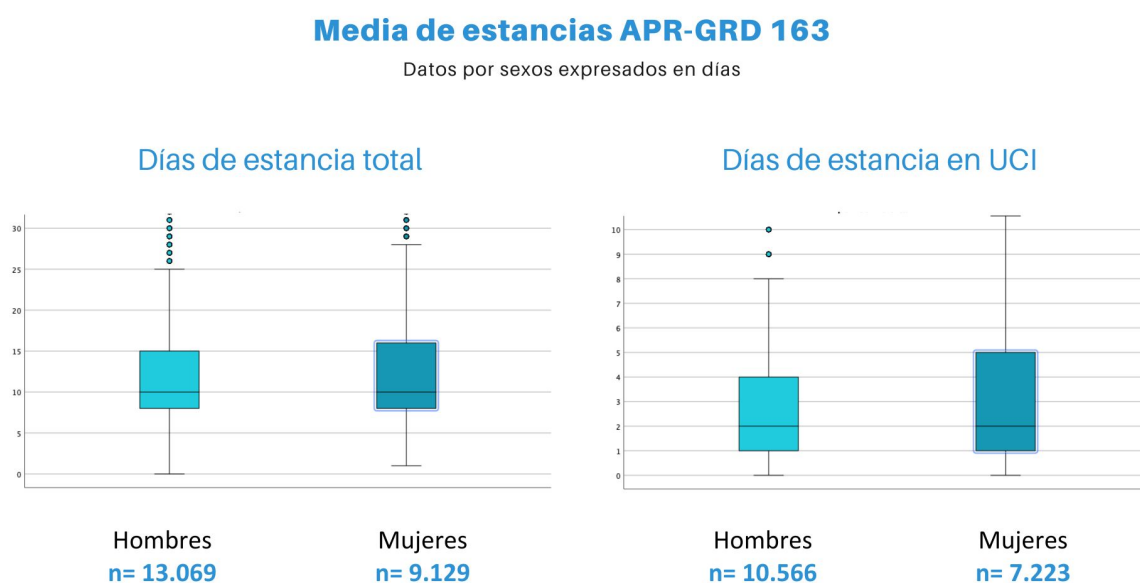


Figura 24. Estancia total y en UCI en cada sexo en el APR-GRD 163.

6.2.7. Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 163.

Durante el tiempo de ingreso, 41.258 nuevos diagnósticos fueron establecidos, ocupando los principales lugares en incidencia las patologías del aparato circulatorio, las del aparato respiratorio y las causas externas de morbilidad. El número total de complicaciones por cada grupo de patologías y no presentes en el momento de admisión se ha reflejado en la figura 25.

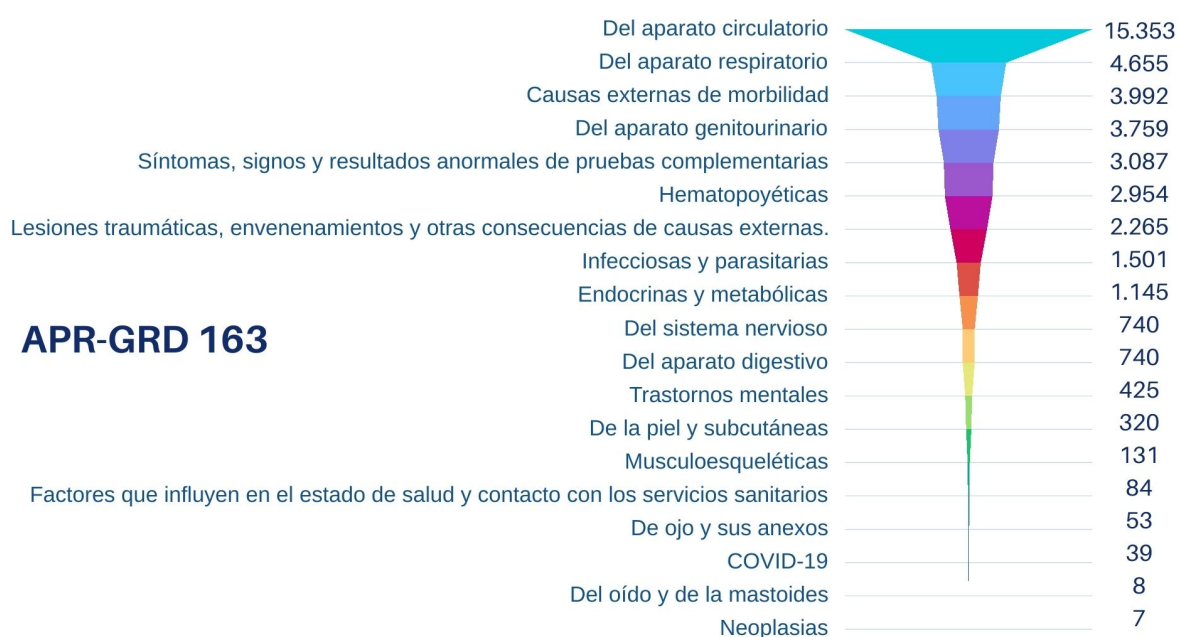


Figura 25. Recuento total de complicaciones en el APR-GRD 163.

La distribución de los porcentajes de estas complicaciones en cada sexo puede ser visualizada en la figura 26.

Complicaciones posquirúrgicas APR-GRD 163

Datos en cada sexo expresados en porcentajes



Figura 26. Incidencia de los tipos de complicaciones en cada sexo en el APR-GRD 163.

6.2.8. Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico en el APR-GRD 163.

En cuanto a los índices de severidad asociados al procedimiento quirúrgico, tan solo el 6,2% de la población analizada se alojó en el nivel “extremo”, mientras que el 20,0% fue catalogado como leve, un 53,0% como moderado y el 20,8% como severo. Estos porcentajes son similares en el índice de riesgo de mortalidad asociado a la intervención, donde el 30,1% de las personas fueron catalogadas como leve, el 47,0% como moderado, el 17,4% como severo y, tan solo, el 5,4% como extremo. Las cifras absolutas para cada nivel, así como las cifras y porcentajes para cada nivel según el sexo pueden ser consultadas en la tabla 18.

Tabla 18. Número de personas y porcentajes en cada uno de los niveles de severidad y de riesgo de mortalidad para el APR-GRD 163.

	Nivel de severidad				Riesgo de mortalidad			
	Leve	Moderado	Severo	Extremo	Leve	Moderado	Severo	Extremo
n total	4.433	11.762	4.628	1.375	6.683	10.441	3.868	1.206
Porcentaje	20,0%	53,0%	20,8%	6,2%	30,1%	47,0%	17,4%	5,4%
n mujeres	1.639	5.045	1.901	553	2.498	4.545	1.579	507
Porcentaje	17,9%	55,3%	20,8%	6,1%	27,4%	49,8%	17,3%	5,6%
n hombres	2.803	6.717	2.727	822	4.185	5.896	2.289	699
Porcentaje	21,4%	51,4%	20,9%	6,3%	32,0%	45,1%	17,5%	5,3%

n: Número de personas.

6.2.9.APR-GRD 165. Baipás coronario con infarto de miocardio o diagnóstico complejo.

Fueron incluidas 3.183 personas en el APR-GRD 165, de las cuales, 498 eran mujeres y 2.685, varones. La media de la edad del total de la población analizada fue de 65,40 años (9,69). La media de edad de la población de varones fue ligeramente inferior a la media general, 64,86 años (9,61), nuevamente la media de edad de las mujeres quedó por encima de la general, alcanzando los 68,31 años (9,62).

En el momento de la admisión para su ingreso, las personas integrantes de este APR-GRD contaban con un total de 18.010 diagnósticos de comorbilidades. Los tres grandes grupos de patologías en los que se incluía la mayoría de las comorbilidades fueron los de tipo circulatorio, los endocrinos y metabólicos, así como los trastornos mentales. A estos grupos les seguían las afecciones del aparato genitourinario y las de tipo respiratorio.

2.982 de estos diagnósticos correspondían al grupo poblacional de mujeres. De estos, un 44,5% fueron de tipo circulatorio, el 27,5% eran relativos a enfermedades endocrinas y metabólicas y el 5,8% se englobaba en la categoría de trastornos mentales, seguida de un 3,6% relativo a patología musculoesquelética y a un 3,6% de afecciones del aparato respiratorio. En los varones, las patologías relativas al aparato circulatorio ostentaban el 46,1%, las endocrinas y metabólicas, un 24,2% y las correspondientes a los trastornos mentales alcanzaban un 7,9%, mientras que un 4,5% pertenecían a la categoría de trastornos genitourinarios y un 3,2% fueron debidas a alteraciones en el aparato respiratorio.

El porcentaje que cada grupo de patologías suponía en base al total de comorbilidades estipuladas en cada uno de los sexos puede verse en la figura 27.

Principales comorbilidades APR-GRD 165

Datos por sexo expresados en porcentajes del número total de diagnósticos

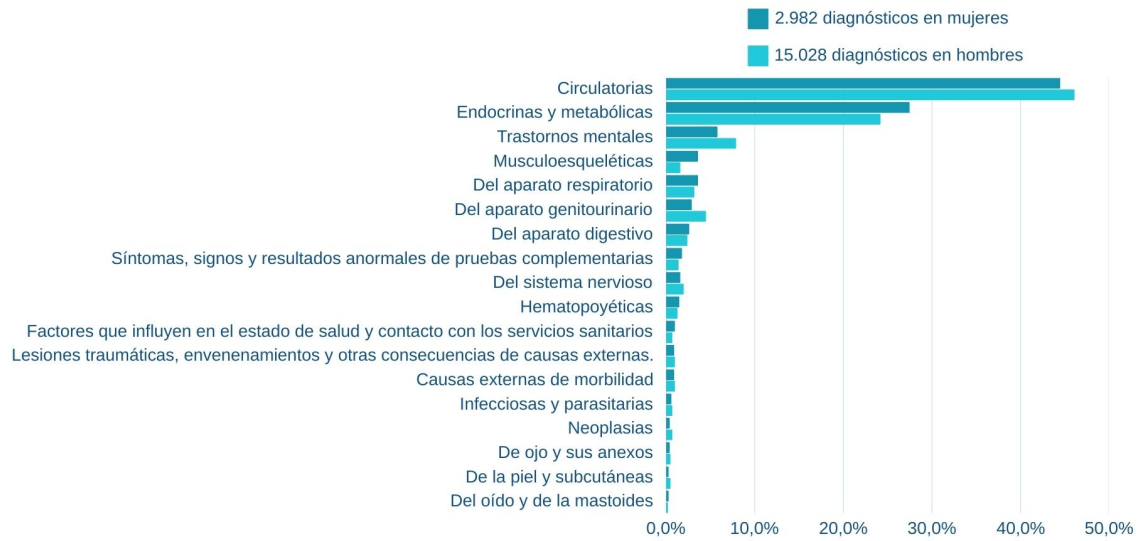


Figura 27. Distribución de las comorbilidades en cada sexo en el APR-GRD 165.

6.2.10. Estancia hospitalaria en el APR-GRD 165.

La duración media de la estancia para el total de la población incluida en el APR-GRD 165 fue de 17,73 días (12,63), cifra que se elevó en las mujeres hasta los 19,03 días (15,46) y que en los hombres alcanzó los 17,49 días (12,02). 2.733 personas precisaron ser ingresadas en UCI, donde permanecieron de media 4,75 días (5,96). En cuanto a las mujeres, su media de estancia en esta unidad fue de 5,02 días (6,15), mientras que los hombres permanecieron de media en UCI 4,71 días (5,93). La figura 28 muestra un resumen de las cifras poblacionales en cada situación y una representación gráfica de las medias de cada estancia en cada uno de los sexos.

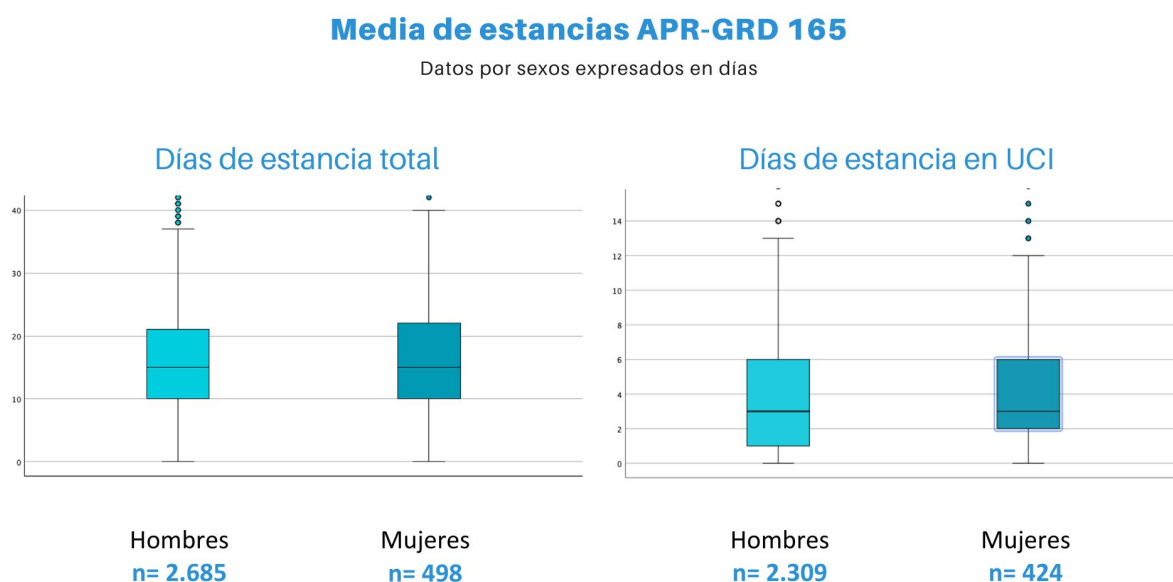


Figura 28. Estancia total y en UCI en cada sexo en el APR-GRD 165.

6.2.11. Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 165.

Un total de 5.383 diagnósticos fueron establecidos durante la estancia en el hospital de las personas incluidas en el APR-GRD 165. La mayor incidencia de patologías se registró como afectaciones del aparato circulatorio, afecciones del aparato respiratorio y síntomas, signos y resultados anormales de pruebas complementarias. El total de los diagnósticos agrupados por categorías de patologías puede consultarse en la figura 29.

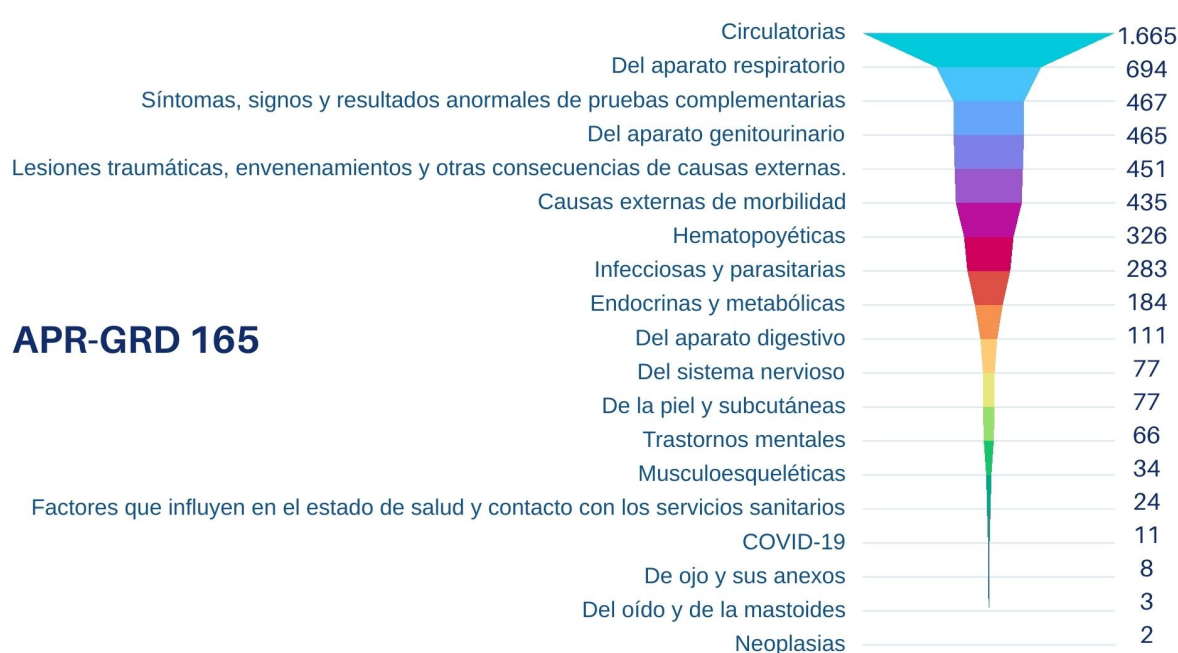


Figura 29. Recuento total de complicaciones en el APR-GRD 165.

En cuanto a las mujeres, un 29,0% de los diagnósticos establecidos durante su ingreso se debieron a alteraciones del aparato circulatorio, un 12,0% a afectación del aparato respiratorio y un 9,5% tanto a afecciones del aparato genitourinario como a lesiones traumáticas y otras consecuencias de causas externas. En cuanto a los hombres, el 43,3% de los diagnósticos pertenecían a la categoría de alteraciones del aparato circulatorio, el 10,0% fueron debidos a patología respiratoria y el 7,8% lo ocuparon tanto las patologías hematopoyéticas, los síntomas, signos y resultados anormales en pruebas complementarias

y las causas externas de morbilidad. La figura 30 orienta hacia los porcentajes relativos a cada grupo de diagnósticos no presentes en la admisión en cada uno de los sexos.

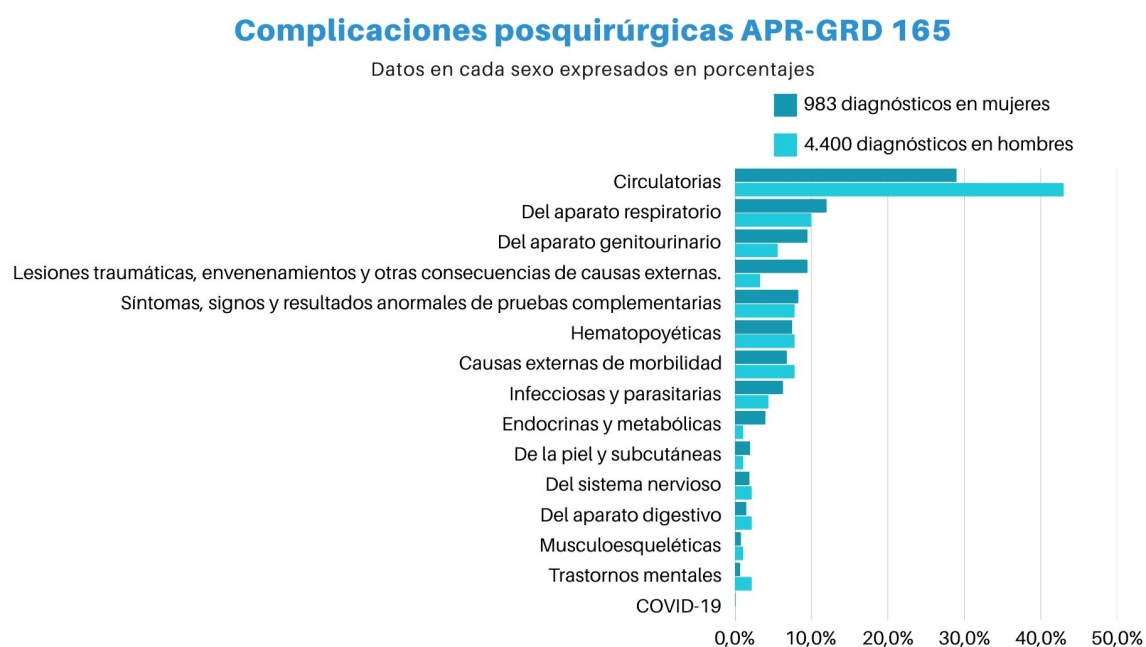


Figura 30. Incidencia de los tipos de complicaciones en cada sexo en el APR-GRD 165.

6.2.12. Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico en el APR-GRD 165.

De las 3.183 personas el 65,1% del total recibió una asignación de índice de severidad moderado y un 68,5% un nivel moderado de riesgo de mortalidad asociado al procedimiento quirúrgico. A un 23,5% le fue calculado un índice de severidad severo y a un 18,4% un riesgo severo de mortalidad asociado al procedimiento. La cantidad de personas y los porcentajes en cada nivel del índice de severidad y del riesgo de mortalidad, así como su distribución entre sexos, puede ser consultada en la tabla 19.

Tabla 19. Número de personas y porcentajes en cada uno de los niveles de severidad y de riesgo de mortalidad para el APR-GRD 165.

	Nivel de severidad				Riesgo de mortalidad			
	Leve	Moderado	Severo	Extremo	Leve	Moderado	Severo	Extremo
n total	134	2.071	748	230	206	2.181	587	209
Porcentaje	4,2%	65,1%	23,5%	7,2%	6,5%	68,5%	18,4%	6,6%
n mujeres	21	314	119	44	39	321	94	44
Porcentaje	4,2%	63,1%	23,9%	8,8%	7,8%	64,5%	18,9%	8,8%
n hombres	113	1.757	629	186	167	1.860	493	165
Porcentaje	4,2%	65,4%	23,4%	6,9%	6,2%	69,3%	18,4%	6,1%

n: Número de personas.

6.2.13. APR-GRD 166. Baipás coronario sin infarto de miocardio o diagnóstico complejo.

La población de este APR-GRD integraba a 8.200 personas con una media de edad de 65,64 años (9,31). La distribución entre sexos aglutinaba a 1.254 mujeres, cuya media de edad fue de 67,28 años (9,54), y a 6.946 varones con una media de edad de 65,35 años (9,24).

En el momento de la admisión, las personas incluidas en este APR-GRD contaban ya con un total de 37.209 diagnósticos de comorbilidades, situándose entre los de mayor prevalencia los relacionados con patologías del aparato circulatorio, las afectaciones endocrinas y metabólicas, como también los trastornos mentales. En los lugares cuarto a sexto en la lista de incidencias se ubicaban las patologías del aparato genitourinario, las del aparato digestivo y las que afectaban al aparato respiratorio.

Las mujeres contaron, en el momento de su ingreso, con un total de 5.814 diagnósticos establecidos como comorbilidad, de los cuales, el 34,4% fueron de tipo endocrino y metabólico, un 34,3% eran relativos a patologías circulatorias y un 6,5% fueron referentes a trastornos mentales. En cuanto a los hombres, el 36,4% de sus comorbilidades fueron por patologías circulatorias, el 31,0% se encuadraba en las alteraciones endocrinas y metabólicas, y el 7,9% se enmarcaban en los trastornos mentales. La distribución de porcentajes para el resto de comorbilidades se puede observar en la figura 31.

Principales comorbilidades APR-GRD 166

Datos por sexo expresados en porcentajes del número total de diagnósticos

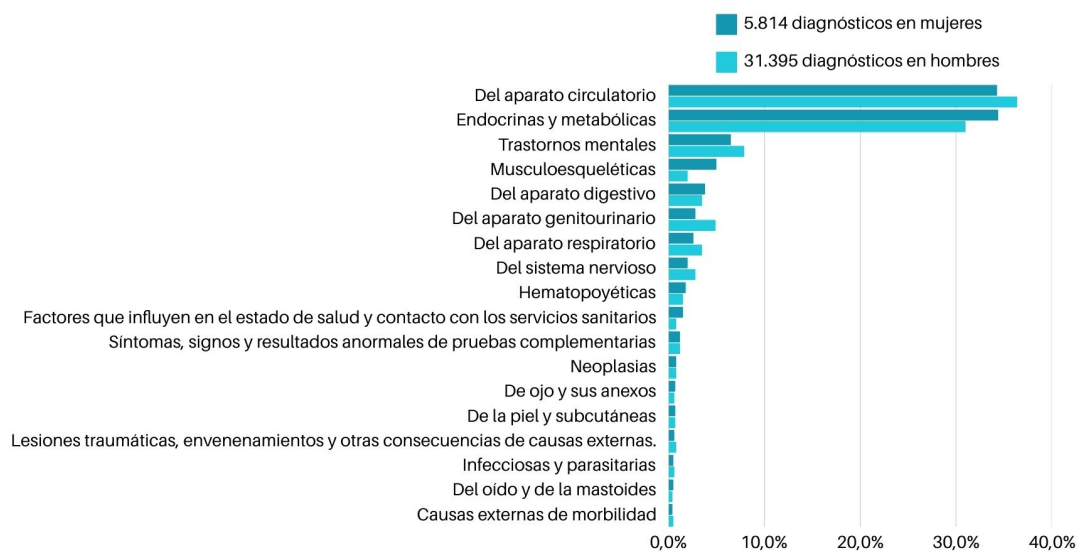


Figura 31. Distribución de las comorbilidades en cada sexo en el APR-GRD 166.

6.2.14. Estancia hospitalaria en el APR-GRD 166.

La estancia media del APR-GRD 166 fue de 13,65 días (10,47) y la estancia promedio de las 6.601 personas que precisaron ser ingresadas en UCI fue de 3,50 días (5,19). Las mujeres tuvieron unas estancias medias más altas que los hombres, permaneciendo ingresadas 15,56 días (14,09) en el hospital y 4,08 días (6,20) en UCI. Por su parte, la estancia media total para los hombres se situó en 13,31 días (9,64) y la estancia en UCI en 3,40 días (4,97). Las cifras poblacionales de cada uno de los grupos para cada situación pueden observarse en la figura 32.

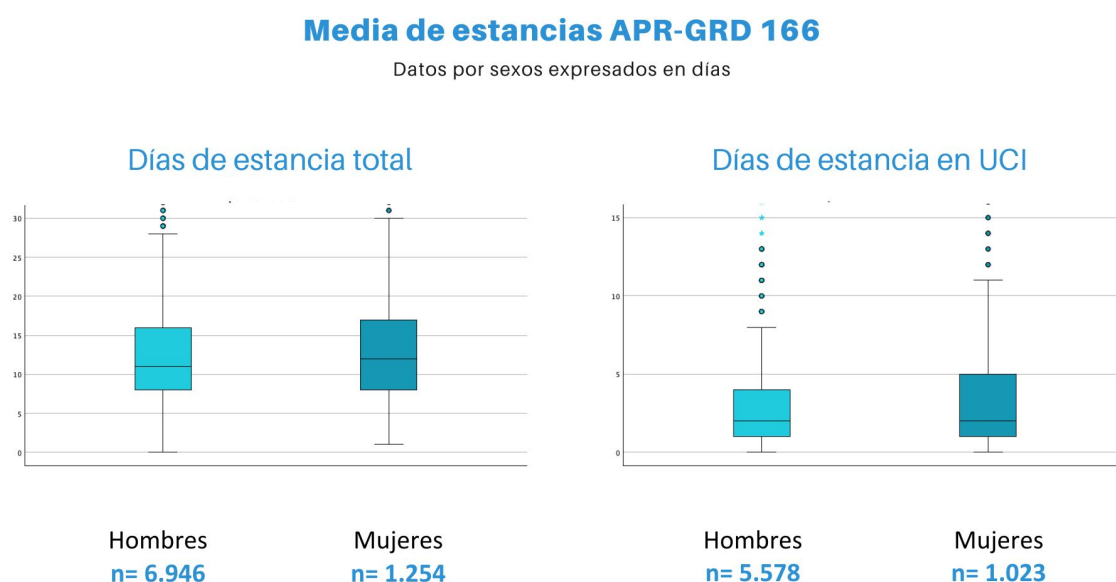


Figura 32. Estancia total y en UCI en cada sexo en el APR-GRD 166.

6.2.15. Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 166.

Durante el tiempo de ingreso, fueron establecidos un total de 10.764 diagnósticos (complicaciones), siendo los más numerosos en incidencia los relativos a las patologías del aparato circulatorio, seguidos por las alteraciones del aparato respiratorio y por las causas externas de morbilidad. El total de diagnósticos se ha representado en la figura 33.

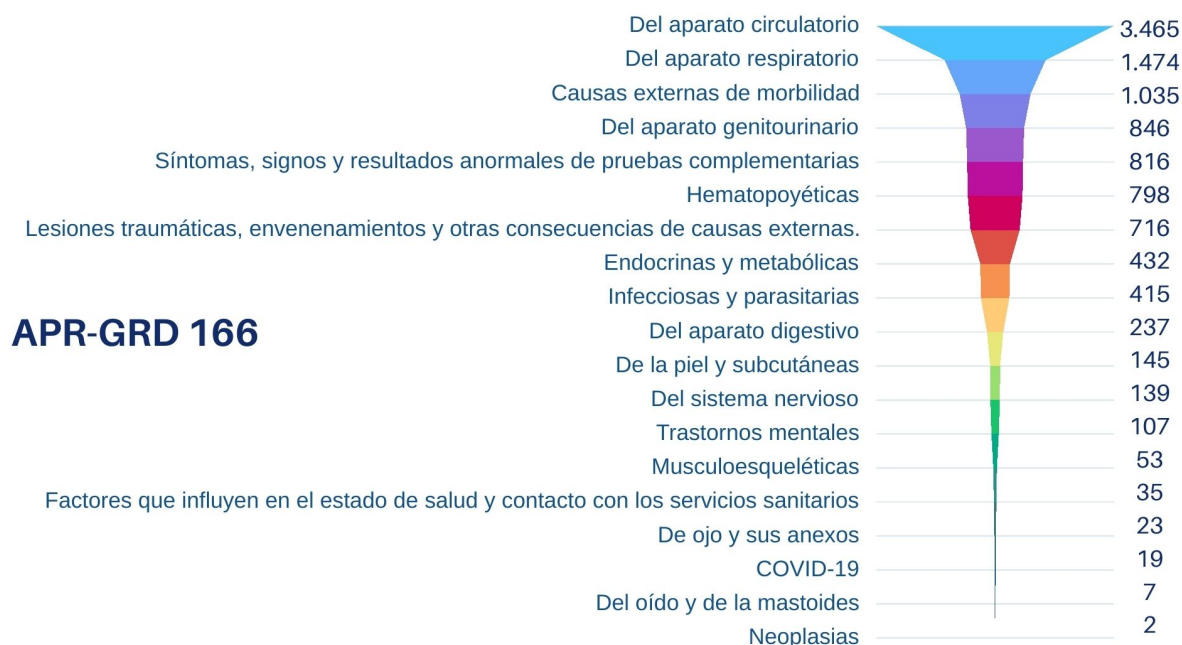


Figura 33. Recuento total de complicaciones en el APR-GRD 166.

El 29,8% de los diagnósticos no presentes en la admisión en las mujeres se incluían en las patologías del aparato circulatorio, el 13,8% eran relativos al aparato respiratorio y el 8,8% se englobaron en las causas externas de morbilidad. Entre los varones, las patologías del aparato circulatorio supusieron el 32,7% de los diagnósticos, las respiratorias alcanzaron el 13,7% y las causas externas de morbilidad llegaron al 9,8%. El porcentaje de diagnósticos en cada uno de los sexos se ha representado en la figura 34.

Complicaciones posquirúrgicas APR-GRD 166

Datos en cada sexo expresados en porcentajes

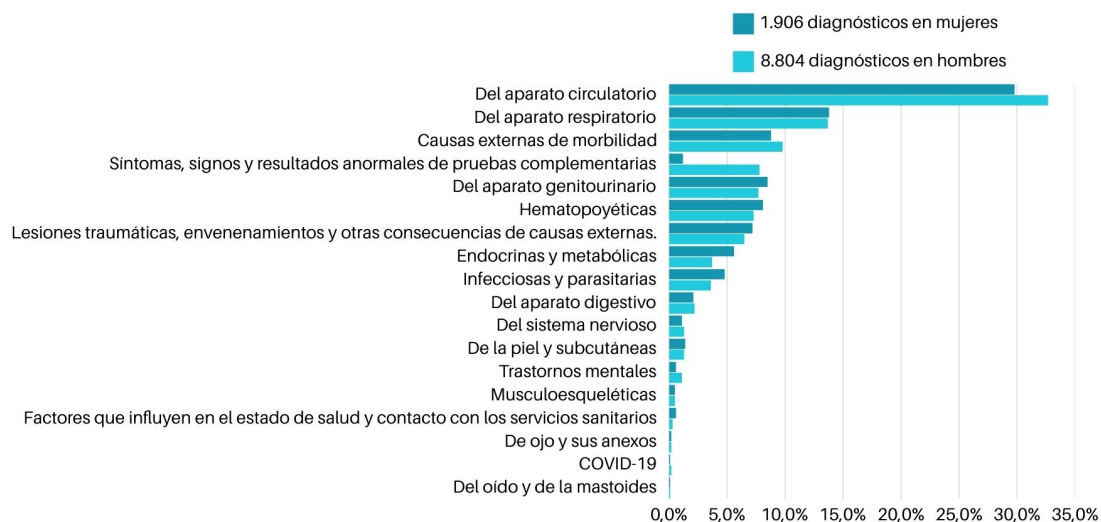


Figura 34. Incidencia de los tipos de complicaciones en cada sexo en el APR-GRD 166.

6.2.16. Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico en el APR-GRD 166.

El 68,5% de la población intervenida fue asignado a los niveles de índice de severidad leve o moderado y el 83,5% a los niveles más bajos de riesgo de mortalidad asociada al proceso. Una distribución similar a la general de la muestra poblacional se encontró en cada uno de los sexos. La tabla 19 recoge las cifras poblacionales asignadas a los distintos niveles en cada una de las variables analizadas.

Tabla 20. Número de personas y porcentajes en cada uno de los niveles de severidad y de riesgo de mortalidad para el APR-GRD 166.

	Nivel de severidad				Riesgo de mortalidad			
	Leve	Moderado	Severo	Extremo	Leve	Moderado	Severo	Extremo
n total	2.184	3.434	2.267	315	4.540	2.301	1.091	268
Porcentaje	26,6%	41,9%	27,6%	3,8%	55,4%	28,1%	13,3%	3,3%
n mujeres	315	507	375	57	671	342	188	53
Porcentaje	25,1%	40,4%	29,9%	4,5%	53,5%	27,3%	15,0%	4,2%
n hombres	1.869	2.927	1.892	258	3.869	1.959	903	215
Porcentaje	26,9%	42,1%	27,2%	3,7%	55,7%	28,2%	13,0%	3,1%

n: Número de personas.

6.2.17. APR-GRD 167. Otros procedimientos sobre vasos cardiotorácicos y torácicos.

Las intervenciones cardíacas en este APR-GRD fueron llevadas a cabo en 2.902 personas, con una media de edad de 60,65 años (14,53). Su distribución por sexos fue de 1.093 mujeres, cuya media de edad fue de 60,95 años (15,85) y de 1.890 hombres de 60,47 años (13,67) de media de edad.

Las personas de este APR-GRD tenían establecidos un total de 12.427 diagnósticos de comorbilidades. Los grupos de patologías con mayor prevalencia fueron los relacionados con las afectaciones del aparato circulatorio, las endocrinas y metabólicas, y los trastornos mentales, seguidos por las afecciones del aparato respiratorio y del aparato genitourinario. En la figura 35 se muestra la distribución de porcentajes según los grupos de diagnósticos en cada uno de los sexos.

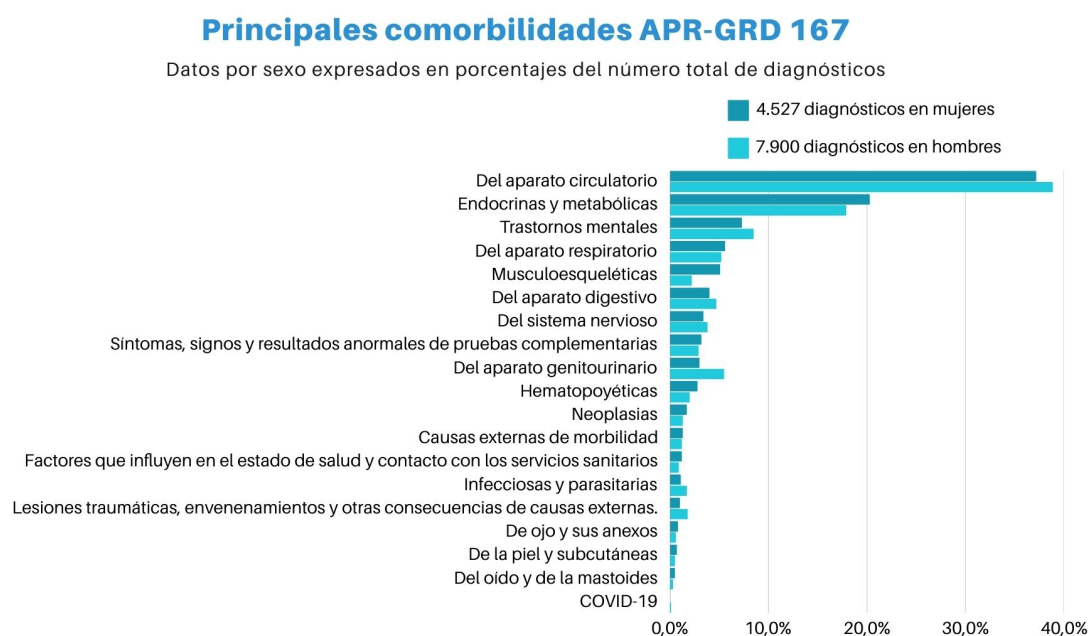


Figura 35. Distribución de las comorbilidades en cada sexo en el APR-GRD 167.

6.2.18. Estancia hospitalaria en el APR-GRD 167.

La estancia media hospitalaria se situó en 14,80 días (52,26), mientras que las personas que precisaron ingreso en UCI permanecieron en la unidad una media de 5,74 días (10,36) hasta su traslado a planta. En este APR-GRD 167 los tiempos de ingreso, tanto total como en UCI, fueron menores para las mujeres, situándose la media de la estancia total en 12,85 días (13,86) y la de la estancia en UCI en 4,95 días (9,98). Los varones, sin embargo, permanecieron de media 15,97 días (65,29) en el hospital y 6,25 días (10,58) en UCI. Los números de personas en cada situación según los sexos, pueden ser consultadas en la figura 36.

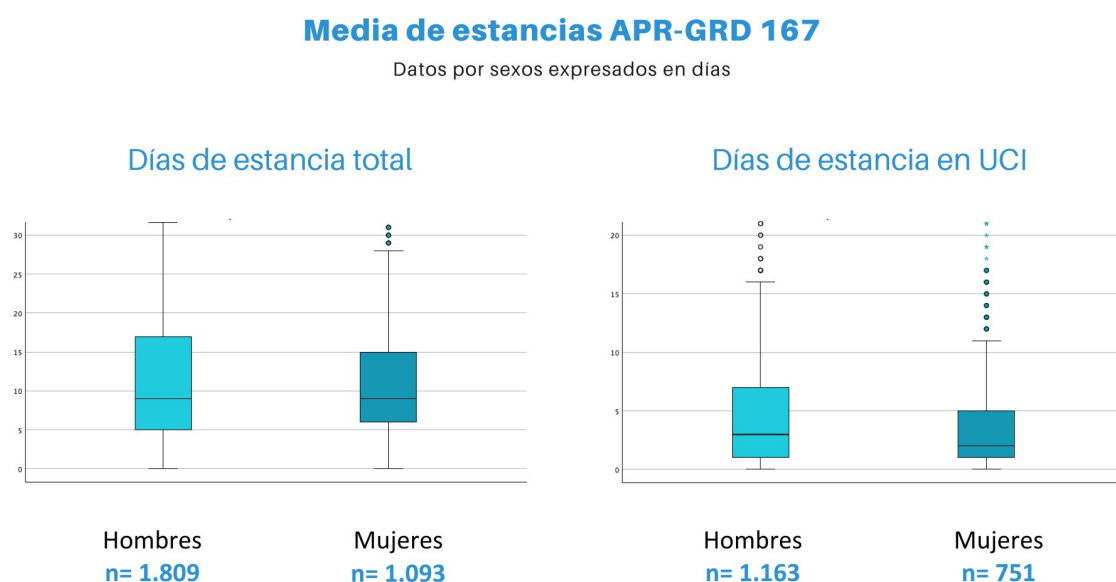


Figura 36. Estancia total y en UCI en cada sexo en el APR-GRD 167.

6.2.19. Incidencia de complicaciones en el APR-GRD 167.

En el total de la muestra poblacional de este APR-GRD que recibió cirugía cardíaca abierta se establecieron 5.188 diagnósticos de complicaciones, siendo la incidencia mayor en las patologías del aparato circulatorio, seguidas por las del aparato respiratorio. A estos grupos de patología les sucedieron las alteraciones del aparato genitourinario, los síntomas, signos y resultados anormales en pruebas complementarias y las causas externas de morbilidad. El número de diagnósticos de cada grupo de complicaciones puede consultarse en la figura 37.

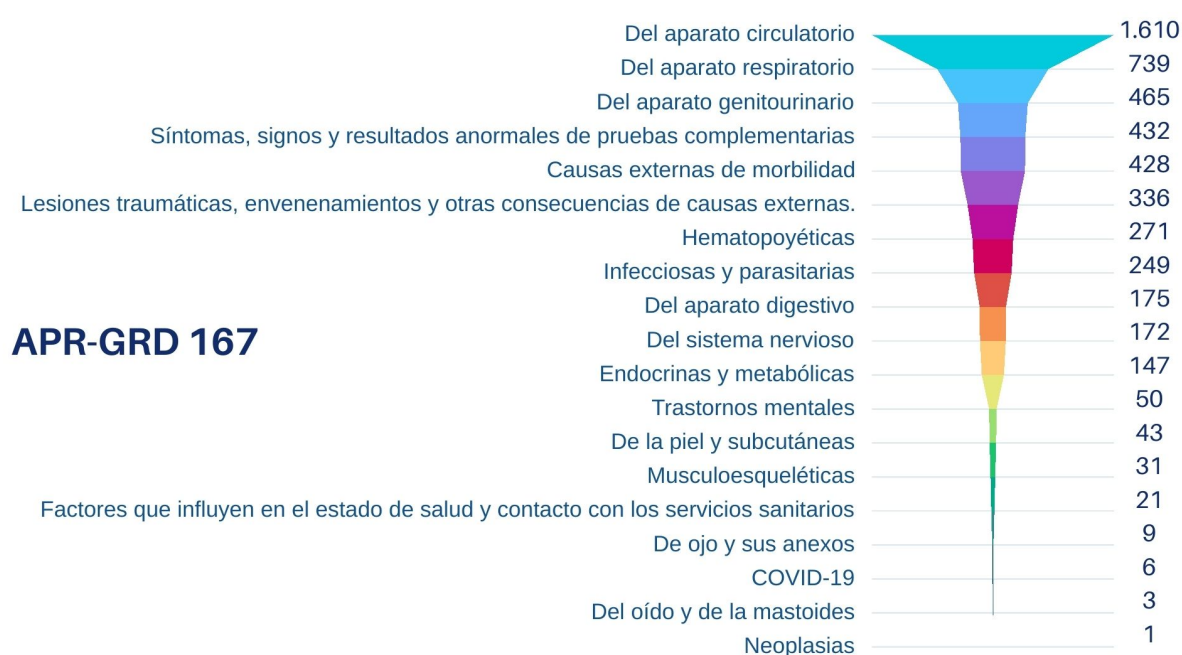


Figura 37. Recuento total de complicaciones en el APR-GRD 167.

En cuanto a la distribución de complicaciones en cada uno de los sexos, un 37,7% de las patologías diagnosticadas en las mujeres fueron debidas a alteraciones en el aparato circulatorio, un 13,1% se debían a patología del aparato respiratorio, un 8,8% derivaron de causas externas de morbilidad, un 8,2% se relacionaban con síntomas, signos y resultados anormales en pruebas complementarias y un 7,7% lo hacía con afecciones del aparato genitourinario. Si bien estos cinco grupos fueron los de mayor incidencia también en

hombres, en estos las patologías circulatorias supusieron el 28,0% del total de sus diagnósticos, el 14,8% eran relativos a afecciones respiratorias, el 9,6% correspondía a patología del aparato genitourinario, un 8,4% se incluía en el grupo de síntomas, signos y resultados anormales en pruebas complementarias y un 8,0% se debió a causas externas de morbilidad. La distribución de porcentajes en función de los diagnósticos establecidos en cada sexo puede verse en la figura 38.

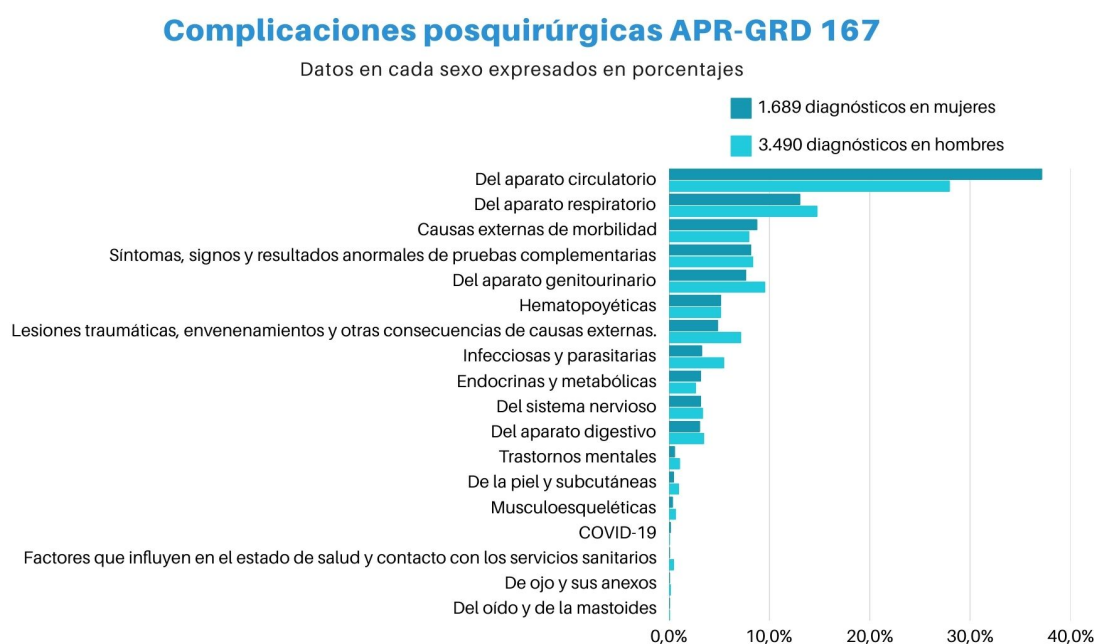


Figura 38. Incidencia de los tipos de complicaciones en cada sexo en el APR-GRD 167.

6.2.20. Niveles de índice de severidad y riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico en el APR-GRD 167.

En torno al 60% total de la muestra recibió unos niveles de índice de severidad y de riesgo de mortalidad entre leves y moderados. Esta distribución de niveles de severidad y de riesgo de mortalidad asociados al procedimiento quirúrgico se mantuvo con discretas variaciones en el grupo de mujeres. Sin embargo, entre los varones el nivel de severidad severo agrupaba mayor número de personas que el leve. La distribución de personas en cada uno de los niveles de severidad y de riesgo de mortalidad en términos generales y en función de cada sexo puede verse en la tabla 20.

Tabla 21. Número de personas y porcentajes en cada uno de los niveles de severidad y de riesgo de mortalidad para el APR-GRD167.

	Nivel de severidad				Riesgo de mortalidad			
	Leve	Moderado	Severo	Extremo	Leve	Moderado	Severo	Extremo
n total	892	856	786	368	1.010	717	827	348
Porcentaje	30,7%	29,5%	27,1%	12,7%	34,8%	24,7%	28,5%	12,0%
n mujeres	455	256	280	102	450	263	273	107
Porcentaje	41,6%	23,4%	25,6%	9,3%	41,2%	24,1%	25,0%	9,8%
n hombres	437	600	506	266	560	454	554	241
Porcentaje	24,2%	33,2%	28,0%	14,7%	31,0%	25,1%	30,6%	13,3%

n: Número total de personas.

7. Discusión.

7.1. Contextualización general.

El presente estudio de tesis doctoral desarrolló un estudio observacional retrospectivo, desarrollado en el Hospital Universitario de La Ribera, centrado en la evaluación de la efectividad de un programa domiciliario no supervisado de prehabilitación durante las semanas previas a la intervención. Para evaluar su efectividad se compararon los datos de las personas que realizaron y que no realizaron este programa, tomando como variables dependientes la estancia hospitalaria total y en UCI, así como el porcentaje de complicaciones, los niveles de severidad y el riesgo de mortalidad en cada grupo, analizándose también los costes económicos. Adicionalmente, se realizó un subanálisis entre sexos para conocer si el programa domiciliario no supervisado de prehabilitación fue igual de efectivo en ambos sexos en términos de estancia total y en UCI, porcentaje de complicaciones, niveles de severidad y riesgo de mortalidad. Dado que no se hallaron publicaciones sobre las comorbilidades y complicaciones expresadas en códigos CIE que agrupasen estas en grupos diagnósticos, se optó por la realización de un estudio observacional retrospectivo y descriptivo a nivel estatal para poder discutir los resultados del estudio observacional retrospectivo llevado a cabo en el Hospital Universitario de La Ribera. El estudio observacional retrospectivo desarrollado en el Hospital de La Ribera permitió comparar los efectos del programa domiciliario sin supervisión de prehabilitación frente a la no realización de ningún programa, lo que contrasta con el resto de publicaciones encontradas^{298,299,302,303,314–319,347}, que cuentan con intervenciones tanto en su grupo control como en su grupo experimental.

7.2. Características de la intervención domiciliaria no supervisada.

El Hospital de La Ribera, Alzira, atiende a personas de municipios con transporte público limitado, lo que puede suponer una dificultad de acceso, especialmente para personas con movilidad reducida. En ocasiones, la necesidad de realizar transbordo entre autobús y tren agrava esta situación. Pese a que dispone del servicio de transporte en ambulancia, este puede suponer una mayor inversión de tiempo para las y los pacientes. Conscientes de la importancia de la participación de cada paciente, el Servicio de Rehabilitación diseñó un programa domiciliario no supervisado de prehabilitación, en el que, en una única sesión presencial, se instruía a cada paciente en la realización de ejercicios respiratorios y cuidados posquirúrgicos.

La metodología de trabajo domiciliaria en este tipo de pacientes ya demostró ser factible y segura tanto en su aplicación pre como posquirúrgica³²⁹⁻³³³. Sin embargo, a diferencia del programa domiciliario no supervisado propuesto en el Hospital de La Ribera, el resto de los estudios supervisaron a sus pacientes, aunque fuese de manera telefónica o con visitas semanales. Por otro lado, cabe señalar que la mayoría de estos estudios se han centrado en comprobar que la prehabilitación era factible y segura³²⁹, que reducía el estrés de las personas participantes y mejoraba su calidad de vida³³⁰, que producía un incremento de la funcionalidad posquirúrgica o que era capaz de reducir la incidencia de fibrilación auricular³³². De los estudios únicamente nombrados, solo el de Rosenfeldt et al.³³¹, desarrollado en 2011, basó su objetivo en analizar, entre otras variables, la estancia hospitalaria, pero no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Cabe señalar que, si bien su grupo experimental trabajó con ejercicio aeróbico, no se incluyó la realización de ejercicios respiratorios en ningún grupo.

Los ejercicios que incluyó el programa domiciliario no supervisado del Hospital de La Ribera fueron: ejercicios ventilatorios inspiratorios (empleando un inspirómetro incentivador volumétrico), ejercicios de mejora de la capacidad tusígena (empleando un medidor de flujo espiratorio máximo) y ejercicios de expansión costal. Los estudios similares encontrados supervisaron a los participantes. En sus procedimientos, compararon el fortalecimiento de la musculatura respiratoria mediante el empleo de IMT® frente a lo que ellos denominaron cuidados habituales^{317,347}, un único día de ejercicio previo a la cirugía³¹⁸ o frente a no realizar ningún tipo de intervención³¹⁴. Adicionalmente, la prehabilitación domiciliar que propusieron Hulzebos y cols (2006)³¹⁷ en su piloto, no solo supervisó a la población estudiada sino que, además, el grupo de intervención sumó al entrenamiento con IMT® un programa de ejercicios domiciliarios centrados en el fortalecimiento muscular y, actualmente, se ha observado que es muy posible que el ejercicio de fortalecimiento pueda ayudar a reducir la estancia hospitalaria^{322,323}, como también a mejorar la capacidad funcional de los pacientes^{322,328}.

El empleo del inspirómetro incentivador volumétrico fue previamente estudiado y comparado con el placebo^{298,299} o frente a ejercicios de respiración diafragmática sin inspirómetro incentivador volumétrico³⁰¹⁻³⁰³. Estas observaron que se produjo una mejora de la función respiratoria en el grupo que realizaba ejercicios respiratorios con inspirómetro incentivador volumétrico^{299,302,303}, de la fuerza de la musculatura respiratoria³⁰¹, así como una reducción de las complicaciones posquirúrgicas y de la estancia hospitalaria^{298,347}. De hecho, cuando fue comparado el uso del inspirómetro incentivador volumétrico frente al IMT®, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ni en la estancia hospitalaria ni en el resto de las variables estudiadas³¹⁵.

7.3. Estancia hospitalaria.

La participación en el programa de fisioterapia prequirúrgica domiciliario y no supervisado demostró ser efectiva en la reducción de HLOS y UCILOS, con una disminución promedio de más de tres días en HLOS, así como de día y medio en UCILOS, junto con un menor porcentaje de alto riesgo de mortalidad. Además, este programa permitió destacar diferencias entre individuos afectados por patologías valvulares o vasculares, independientemente de si estaban o no asociadas con infarto de miocardio, y cuantificar la reducción de los costes sanitarios. Aunque se observó una correlación entre el programa de prehabilitación y la disminución de costes sanitarios, no se encontró reducción significativa en la incidencia de complicaciones posquirúrgicas. No obstante, se detectó que, a pesar de los beneficios generales del programa, las mujeres permanecieron un mayor tiempo en HLOS y UCILOS, incluso más que los hombres que no cumplieron con la prehabilitación. Esta diferencia, junto con un mayor número de complicaciones posquirúrgicas en mujeres, podría estar relacionada con la mayor edad promedio en el grupo femenino y la posible detección tardía de factores de riesgo en comparación con los hombres^{120–122}, aunque la correlación entre edad y duración de estancia fue mínima, con un aumento de, tan solo, 36 minutos por año adicional.

Es probable que la reducción de HLOS y UCILOS se debiese a una mejora hemodinámica^{297,299} o de los parámetros ventilatorios^{297,302,303} causadas por el fortalecimiento muscular al usar el inspirómetro incentivador volumétrico^{295,301}. Esto se explicaría por el hecho de que la recuperación temprana de la fuerza muscular respiratoria y la reducción de HLOS ha sido sólidamente respaldada por la evidencia publicada en diversos estudios, que reportan reducciones que oscilan entre 0.61 y 3.4 días^{315,318,347–352}.

Por lo que se refiere a la efectividad del programa de fisioterapia respiratoria prequirúrgica en la reducción de UCILOS, aunque en el total de las personas que realizaron la prehabilitación se produjo un descenso de, aproximadamente, 33 horas en ambos sexos, las mujeres que realizaron prehabilitación se beneficiaron de una disminución bastante mayor que la de los hombres, aunque no fue estadísticamente significativa. Debido a que no hemos sido capaces de localizar estudios similares en mujeres y a que los publicados no hacen subanálisis en cada sexo, desconocemos si en otras publicaciones se dieron circunstancias similares entre las mujeres. Es posible que la capacidad de fortalecimiento muscular del espirómetro de incentivo volumétrico sea menor que la de dispositivos de presión inspiratoria positiva, lo que podría explicar que esta reducción en UCILOS observada sea menor que la de otros estudios que usaron dispositivos de presión inspiratoria positiva^{349,350}. Sin embargo, factores como la edad avanzada de nuestros pacientes, haber incluido también población con cirugías urgentes, inestabilidad cardíaca, comorbilidades respiratorias y centrarnos en cirugías por esternotomía o toracotomía también podrían influir en las diferencias relativas a la reducción de las estancias^{248,349}.

A pesar de que la literatura alude a la detección tardía de los factores de riesgo en mujeres¹²⁰⁻¹²², a la subestimación de la severidad de la patología^{155,158} y, por ende, al retraso en el diagnóstico^{119,155,156}, así como a un mayor número de comorbilidades³⁵³⁻³⁵⁵, en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas en el índice de severidad o en el índice de Charlson entre ambos sexos. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre sexos en el índice de riesgo de mortalidad (resultados consistentes con otros estudios³⁵⁶), lo que contrasta con otras publicaciones que han asociado a las mujeres con un mayor riesgo de muerte en los 30 días posteriores a cirugía abierta³⁵³⁻³⁵⁷. Es posible que esta diferencia se

deba al tamaño de la muestra estudiada en dichos estudios, o bien a que los sistemas de salud difieran a la hora de considerar las variables a incluir en el cálculo del riesgo de mortalidad.

7.4. Complicaciones posquirúrgicas.

En cuanto a la incidencia de complicaciones pulmonares postquirúrgicas, algunos estudios establecen el umbral de incidencia en un máximo del 24%^{358–361}, mientras que otras complicaciones, como la fibrilación auricular, entre otras, pueden alcanzar valores cercanos al 40% en individuos sometidos a cirugía cardíaca^{170,348}. Esto a veces requiere la prolongación de la ventilación mecánica o exige una reintervención^{169,362}. Solo el 8,13% de los pacientes cuyos datos se incluyeron en este estudio requirieron reintervención, mientras que la tasa general de complicaciones respiratorias disminuyó al 9,57% en toda la muestra. Estos valores, cuando se analizan entre grupos, no se desvían significativamente de los informados por otros autores^{298,349,350}.

Como hipotetizó Wang et al. (2023)³⁵⁰, una reducción en las complicaciones pulmonares postquirúrgicas puede asociarse con una disminución en los costes hospitalarios. En lo relativo a este aspecto, cabe destacar que, a pesar de no lograr una reducción estadísticamente significativa en el grupo de intervención en nuestro estudio, existe una disminución considerable en el coste económico, que podría estar vinculada a una reducción de 2,5 puntos porcentuales en el porcentaje de complicaciones en comparación con el grupo sin prehabilitación.

El hecho de que las complicaciones y complicaciones pulmonares afecten a mayor porcentaje de mujeres que de hombres está en sintonía con los hallazgos publicados en otros estudios que versan sobre las diferencias entre sexos en cirugía cardíaca^{363–366}. Si bien estos estudios aluden a la posibilidad de que se deba a la mayor presencia de comorbilidades como la

diabetes tipo II, la hipertensión y la dislipemia, no se da esta circunstancia en nuestro análisis. Quizás esta circunstancia explique también que, como ya se apuntó previamente, no se encontrasen diferencias significativas entre sexos en el índice de comorbilidad de Charlson. Así pues, la única coincidencia que nuestros resultados comparten con los estudios anteriormente expuestos es la variable edad, que, en las mujeres, sí fue significativamente mayor que la de los varones tanto en nuestra muestra como en los artículos citados³⁶³⁻³⁶⁶, característica a la que se podría atribuir este mayor número de complicaciones posquirúrgicas.

7.5. Costes económicos.

Pese a que existió una reducción de costes en el cada APR-GRD y en el total de la muestra asociada al grupo de prehabilitación, el hecho de que esta reducción no fuese estadísticamente significativa podría relacionarse con el hecho de la no existencia de diferencias significativas en los niveles de severidad entre grupos. También podría deberse a que, en el Sistema de Salud español, a pesar de ajustar la severidad para reflejar las diferencias en el sistema de recursos, la estandarización de los protocolos y el establecimiento de costes fijos en los hospitales podrían causar que la variación de costes entre niveles de severidad no sea suficientemente significativa^{367,368}.

7.6. APR-GRD.

En todos los APR-GRD se apreció una reducción notoria de UCILOS y HLOS en los grupos que realizaron el programa domiciliario no supervisado de prehabilitación. A pesar de ello, la única reducción estadísticamente significativa se produjo en HLOS en los pacientes de los grupos

de prehabilitación correspondientes a los APR-GRD 163 y 166 (cirugías de válvulas cardíacas y cirugías de baipás coronario, ambos sin infarto de miocardio u otros diagnósticos complejos). De hecho, este tipo de pacientes son similares a los estudiados en la gran mayoría de investigaciones sobre la efectividad de los programas prequirúrgicos^{298,301–303,314–316,318}, constituyendo también la mayor parte de las muestras estudiadas en las revisiones sistemáticas^{349–352,369}.

En línea con lo expuesto anteriormente, cabe apuntar al estudio piloto de Hulzebos et al. (2006)³¹⁷, en el que se incluyó una muestra de 26 pacientes con patologías valvulares o vasculares y diagnósticos complejos asociados. Esta investigación, en sintonía con nuestros hallazgos, reveló que el entrenamiento de fortalecimiento muscular respiratorio previo a la cirugía disminuyó la estancia hospitalaria en dos días, si bien este resultado tampoco alcanzó significación estadística. Por tanto, dado que los APR-GRD 163 y 166 suponen un 86,36% del total de la muestra analizada, es posible que la ausencia de reducción estadísticamente significativa en HLOS en el resto de APR-GRD pueda obedecer al tamaño poblacional.

Del mismo modo, sería posible que la reducción de la estancia observada en los APR-GRD 163 y 166, ausente en los APR-GRD 162, 165 y 167, pudiera estar relacionada con el índice de severidad^{278,370}, ya que tanto en el APR-GRD 163 como en el 166, más del 70% de los pacientes presentaron tanto un índice de severidad entre bajo y moderado, así como un riesgo de mortalidad similar. Cabe recordar que ambas variables correlacionaron de manera alta o muy alta en el total de la muestra y en cada APR-GRD, debido a que ambas se determinan considerando tanto la patología principal como las comorbilidades y características de cada paciente²⁷⁸.

7.7. Análisis descriptivo de las comorbilidades en el Hospital Universitario de La Ribera y a nivel nacional.

El propósito del presente análisis fue examinar la presencia de los grupos de patologías catalogados acorde a la clasificación internacional de las enfermedades (CIE-9 o 10) de las patologías presentes y no presentes en el momento de la admisión en el Hospital Universitario de La Ribera, Alzira. A falta de bibliografía con la que contrastar esta información, se optó por realizar un análisis descriptivo con los datos del CMBD del Ministerio de Sanidad²⁷⁴ a nivel estatal, sobre una muestra de 39.242 personas, para observar si existían discrepancias o similitudes en esta variable.

Los pacientes del Hospital Universitario de La Ribera fueron, en promedio, mayores que la media nacional en todos los grupos de pacientes relacionados (APR-GRD). La diferencia de edad osciló entre ocho meses y medio del APR-GRD 167 y más de cuatro años en los APR-GRD 163, 165 y 166.

De los 1911 diagnósticos establecidos en el total de la muestra analizada en el hospital, las principales comorbilidades presentes en el momento de admisión se centraron en las causas circulatorias, así como en patologías endocrinas o metabólicas. Una distribución similar se encontró en todos los APR-GRD analizados a nivel nacional. Igualmente, se mantuvo la distribución para cada uno de los sexos en ambas muestras. Los trastornos mentales ocuparon un tercer lugar tanto en la muestra analizada en nuestro hospital como a nivel nacional, excepto en el APR-GRD 162 cuyo tercer lugar lo ocuparon las patologías infecciosas o parasitarias, quedando los trastornos mentales en un cuarto puesto.

Esta distribución de patologías no difiere de aquellas estimadas como principales riesgos en el 2023 *Atlas of cardiovascular disease statistics*¹, en el que se indica que la población adulta suele verse principalmente afectada por la hipertensión arterial, la dislipemia, la diabetes

mellitus y la obesidad, señalando, además, que existe una relación entre salud mental y enfermedades cardiovasculares^{1,2,371,372}. Pese a que estas patologías estaban también presentes en otros estudios^{298,299,301–303,315,316,318}, nuestro objetivo fue conocer qué otros grupos de diagnósticos CIE solían estar presentes en este tipo de personas.

En los pacientes intervenidos por patología valvular abierta, la guía de práctica clínica desarrollada por Vahanian et al. (2022)²²⁶ establece como principales comorbilidades, entre otras, la enfermedad de la arteria coronaria, la fibrilación auricular, la enfermedad renal crónica, la diabetes mellitus, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la enfermedad vascular periférica y la obesidad. Por otro lado, según la guía de práctica clínica desarrollada por Neumann et al. (2019)¹⁶⁶, en los pacientes sometidos a revascularización, las complicaciones frecuentes son la hipertensión, la diabetes mellitus, la enfermedad vascular periférica y la enfermedad renal crónica, pudiendo sufrir, además, patología de la válvula aórtica, fibrilación auricular, EPOC, obesidad, apnea del sueño, antecedentes de accidente cerebrovascular o ataque cardíaco. En lo que se refiere al resto de procedimientos cardiotorácicos y torácicos, la guía de práctica clínica desarrollada por Van Gelder et al. (2024)²¹¹ sobre la fibrilación auricular, detalla como principales comorbilidades de las personas sometidas a cirugía abierta la cardiopatía isquémica, la enfermedad pulmonar y la insuficiencia renal.

7.8. Análisis descriptivo de la estancia para cada sexo por APR-GRD en el hospital Universitario de La Ribera y a nivel nacional.

Pese a realizar una exhaustiva búsqueda en varios metabuscadores y bases de datos, no se encontraron artículos relacionados con las variables UCILOS y HLOS en cirugías abiertas cardíacas que abordasen la diferencia entre sexos en estas variables. El único artículo

hallado³⁷³, se realizó en una población de personas sometidas a cirugía de baipás coronario sin infarto agudo de miocardio o diagnóstico complejo, es decir, el APR-GRD 166, y no especifica cuál fue el abordaje desarrollado. Si bien es cierto que sus cifras de UCILOS fueron inferiores a las encontradas en el Hospital Universitario de La Ribera, las cifras de HLOS eran superiores. Puede que esta diferencia se deba a la edad de las personas participantes, cuatro años mayor que la estudiada en nuestro hospital.

El estudio observacional retrospectivo de Ferreira et al. (2024)³⁶⁶ cuya una muestra contaba con una media de edad prácticamente 10 años menor, incluyó personas compatibles con los APR-GRD 165 y 166. Sus hallazgos para HLOS en ambos sexos superan, por poco, los 20 días, mientras que determina que las mujeres alcanzaron 4,63 días (7,68) en UCILOS, mientras que los varones permanecían 4,40 días (7,2) en esta unidad.

A pesar de lo expuesto anteriormente, tanto las mujeres como los hombres del APR-GRD 166 que fueron intervenidos en el Hospital Universitario de La Ribera, pese a tener una media de edad 5 años mayor que la media estatal, pasaron poco más de 8 días ingresados, de los cuales algo más de 2 días fueron en UCI, lo que contrasta con los datos estatales, que sitúan la HLOS entre 5 y 7 días más, y la UCILOS entre 1 y 2 días más, siendo las cifras más altas para las mujeres.

En cuanto al resto de APR-GRD, la variable UCILOS en ambos sexos del APR-GRD 162 de nuestro hospital se eleva considerablemente en comparación con el estudio estatal, superando la media de las mujeres los 4 días adicionales y los hombres, prácticamente 2 días. Por otro lado, en HLOS también existe un incremento de la estancia media total, si bien, en este caso, las mujeres del hospital de La Ribera son dadas de alta una media de 4 días antes que la media establecida por los datos nacionales, mientras que los varones permanecen prácticamente 4 días más que lo estipulado en la media a nivel nacional.

Pese a que la edad media de la población estudiada en el Hospital Universitario de La Ribera es mayor que la analizada a nivel estatal, las medias de HLOS para el resto de APR-GRD a nivel nacional son más altas que las encontradas en el Hospital Universitario de La Ribera, tanto en hombres como en mujeres. Sin embargo, en UCILOS las mujeres de los APR-GRD 163 y 165 del Hospital Universitario de La Ribera pasan más tiempo en esta unidad que las mujeres a nivel estatal, situación que también sucede con los varones del APR-GRD 165 de nuestro hospital.

Por último, cabe señalar que los datos a nivel estatal indican que las mujeres de los APR-GRD 162 y 167 tuvieron estancias menores que las de los varones tanto en HLOS como en UCILOS, pese a que ellas eran ligeramente mayores que los varones. Sin embargo, en los datos registrados en el Hospital Universitario de La Ribera para estos APR-GRD, ambas estancias fueron superiores en las mujeres, salvo para HLOS en el APR-GRD 167, en el que los varones permanecieron un tiempo ligeramente mayor.

7.9. Análisis descriptivo de las complicaciones en el Hospital Universitario de La Ribera y a nivel nacional.

Diversos estudios han reportado las complicaciones posquirúrgicas asociadas a la cirugía cardíaca abierta. Ferreira et al. (2024)³⁶⁶ identificaron como las de mayor incidencia el infarto de miocardio, la fibrilación auricular, el daño cerebral, las patologías pulmonares, los eventos cardiopulmonares mayores y la patología renal. En cuanto a las complicaciones respiratorias, Herdy et al. (2008)³⁴⁷ reportó el derrame pleural, la atelectasia y la neumonía como las principales, hallazgo compartido por Hulzebos et al. (2006 y 2006)^{317,318} y Valkenet et al. (2013)³¹⁵. Si bien, en este último estudio se incluyeron también “otras complicaciones respiratorias”, mientras que Su et al. (2022)²⁹⁸ se centraron en la atelectasia, la disnea y la

fiebre. Patologías incluidas en las revisiones sistemáticas desarrolladas sobre la efectividad de los programas de fortalecimiento muscular respiratorio prequirúrgico^{349,351,352,369}.

No obstante, la literatura encontrada no proporciona datos sobre la incidencia de estas complicaciones estratificada por grupos de patología en el contexto específico de la cirugía cardíaca. Por ello, se desarrolló un estudio descriptivo utilizando los datos del CMBD del Ministerio de Sanidad²⁷⁴, analizando la incidencia de los diferentes grupos diagnósticos en una cohorte de 39.242 pacientes intervenidos en España entre 2019 y 2022, clasificados según los APR-GRD 162, 163, 165, 166 y 167.

En cuanto a las complicaciones posquirúrgicas más comunes en cirugía abierta valvular, Vahanian et al. (2022)²²⁶ referenció el ataque cardíaco, el accidente cerebrovascular, la lesión renal aguda, la neumonía, la insuficiencia respiratoria, la fibrilación auricular, el bloqueo cardíaco y el taponamiento cardíaco entre otras. La mayoría de las complicaciones son de tipo cardiocirculatorio, lo que coincide con los datos encontrados a nivel nacional y en la muestra de nuestro hospital para los APR-GRD 162 y 163. Sin embargo, pese a que las patologías respiratorias ocuparon un segundo lugar a nivel estatal, en el Hospital Universitario de La Ribera, este tipo de patologías se posicionaron en el cuarto y quinto lugar en los APR-GRD 163 y 162 respectivamente. A pesar de que el APR-GRD 162 contuvo solo a 16 personas, desconocemos por qué los datos del APR-GRD 163 de nuestro hospital no coinciden con los encontrados a nivel nacional.

En lo relativo a pacientes a quienes se les intervino por necesidad de revascularización, Neumann et al.(2019)¹⁶⁶, en su guía de práctica clínica determinan como principales complicaciones el accidente cerebrovascular, la infección de la herida, la lesión renal aguda, la neumonía, la insuficiencia respiratoria, la fibrilación auricular, el bloqueo cardíaco, el taponamiento cardíaco, el síndrome pospericardiotomía, determinadas complicaciones en

venas y arterias, así como en la circulación extracorpórea. De esta relación se podría extraer que las complicaciones cardiocirculatorias o respiratorias son las de mayor incidencia en esta población, datos que coinciden con los APR-GRD 165 y 166 a nivel nacional y con lo observado en el hospital de La Ribera para el APR-GRD 166. Sin embargo, en el APR-GRD 165 en nuestro hospital, las complicaciones circulatorias ocupan un tercer lugar, por detrás de las lesiones debidas a causas externas y de los hallazgos anormales en pruebas diagnósticas. Aunque es posible que, en la muestra analizada en el Hospital Universitario de La Ribera, esta variación pueda deberse al pequeño tamaño muestral de ese APR-GRD, ya que únicamente se integraron 21 personas.

Cabe por último señalar que, en las personas intervenidas por cirugía abierta por otros procesos cardiorráquicos y vasculares torácicos, que se enmarcarían dentro del APR-GRD 167, las principales complicaciones se deben a accidente cerebrovascular, isquemia mesentérica y renal, así como a paraplejia²¹¹. Cabe destacar que, a pesar de que los hallazgos en el Hospital Universitario de La Ribera y a nivel estatal están en sintonía con los datos europeos²¹¹ en cuanto a la presencia de eventos cardiovasculares (entre los que se incluye el accidente cerebrovascular), las patologías neurológicas a las que alude el estudio europeo no se encuentran en las posiciones con mayor incidencia ni a nivel estatal ni en nuestro hospital.

7.10. Fortalezas del estudio.

La evaluación de las diferencias entre ambos sexos hace de este estudio un hito de partida en Fisioterapia prequirúrgica cardiovascular y, posiblemente, evidencia una necesidad acuciante en nuestra profesión y en el resto de Ciencias de la Salud: conocer si el comportamiento de los tratamientos es igual de efectivo en cada uno de los sexos. Esto podría permitir optimizar

los recursos y diseñar programas más adecuados en aquellos casos en los que sea necesario, dotando así a las mujeres de una mejor atención, más cercana a su realidad fisiopatológica.

El empleo de la catalogación APR-GRD y del sistema de codificación CIE permiten, describir mejor las características de la muestra del estudio y cuantificar los diferentes diagnósticos respectivamente. Este tipo de información permite una mejor descripción de las personas que integran la muestra, así como de sus comorbilidades y complicaciones.

El presente estudio permite conocer cómo de eficaz puede ser un programa diseñado para que las personas pacientes lo realicen en su domicilio sin supervisión. Esto permite empoderar a cada paciente en su propio proceso de salud y ser partícipe de la preparación necesaria para minimizar los riesgos posquirúrgicos y la estancia hospitalaria.

En cuanto al estudio de costes económicos, del análisis comparativo se deduce que es sencillo reportar beneficios al sistema público de Salud desde la Fisioterapia y haciendo que la propia persona paciente adquiera un rol activo en su preparación y rehabilitación. Los datos relativos a los costes económicos no son frecuentemente estudiados en Fisioterapia, pese a que son especialmente importantes, máxime en una sociedad cuya esperanza de vida es cada vez mayor. Por otro lado, el único material necesario fue un inspirómetro incentivador volumétrico, cuyo coste ronda los 10€, por lo que es un tipo de terapia altamente aplicable también en sistemas de salud en los que el coste de la atención prequirúrgica deba recaer en las y los pacientes.

Para salvar la ausencia de datos publicados acorde a la clasificación internacional de las enfermedades y para cerciorarnos de que los resultados de nuestro hospital estaban en concordancia o no con los de otros hospitales, se procedió a realizar un análisis estatal en el que quedan reflejados los principales grupos de comorbilidades y complicaciones en cada APR-GRD estudiado.

7.11. Limitaciones del estudio.

El presente estudio de tesis basó su análisis en datos del CMBD del Hospital Universitario de La Ribera, elaborando un estudio retrospectivo sobre la efectividad de un programa domiciliario no supervisado de prehabilitación. En dicho programa no se realizaba ningún tipo de supervisión ni seguimiento de las personas pacientes, por lo que se desconoce el nivel de adhesión y seguimiento del protocolo propuesto para su desarrollo. Del mismo modo, no se registraron efectos adversos de la prehabilitación ni se comprobó si existían dudas en la realización durante el tiempo de espera hasta la intervención. Es posible que esta falta de seguimiento y supervisión viniese determinada por la realidad del hospital (ubicación y medios de transporte públicos ineficientes), que dificulta enormemente la asistencia de las personas que viven en otras localidades e incluso la de las personas con movilidad reducida de la ciudad de Alzira.

Pese a nuestra voluntad por realizar un seguimiento prospectivo de futuros pacientes, se nos informó de que el servicio de cardiocirugía dejaría de estar disponible en este hospital, por lo que no se consideró eficiente iniciar un estudio longitudinal prospectivo del que no se podría conseguir la muestra necesaria.

Asimismo, la base de datos se redujo a los años en los que existía constancia de asistencia al programa de prehabilitación, años que coinciden con el tiempo en el que el Hospital Universitario de La Ribera es de gestión Pública, por lo que no pudimos conocer con exactitud la cifra de pacientes anteriormente atendidos en este hospital.

Cabe señalar que nuestra base de datos contiene el año 2020, en el que la pandemia de la COVID-19 produjo cierres de quirófano y se redujo el número de cirugías, por lo que estimamos que la muestra analizada podría haber sido mayor.

Hasta donde conocemos, este es el primer estudio de Fisioterapia que emplea el sistema GRD y la clasificación internacional de las enfermedades. Esto supuso un revés a la hora de discutir los resultados y compararlos con otros estudios, dado que no fuimos capaces de encontrar publicaciones previas o coetáneas que abordasen estos aspectos, por lo que las muestras de los estudios previamente publicados suelen integrar personas de distintos APR-GRD y el análisis de las complicaciones suele centrarse en determinadas patologías, pero no en grupos diagnósticos.

7.12. Traslación clínica.

Los programas domiciliarios, supervisados o no, de prehabilitación son efectivos para reducir la estancia hospitalaria y en UCI. Además, tal y como se expone en el presente trabajo, son sostenibles en el sentido coste-efectividad y necesidad de recursos, así como en las necesidades de organización y gestión de espacios dentro de los propios hospitales. El fomento de la participación de las y los pacientes como parte activa en su preparación a la cirugía se ha demostrado eficaz en el presente estudio de tesis.

Así, los resultados del presente trabajo de tesis doctoral exponen que no son necesarias grandes inversiones para producir un beneficio en el paciente de cirugía cardíaca y en el propio Sistema de Salud, dado que con recursos muy económicos se puede reducir la estancia hospitalaria, aliviar la ocupación de la UCI y agilizar el alta de las personas intervenidas.

Este tipo de programas, además, no requiere ocupación de espacio en el propio hospital, por lo que puede ser óptimo para personas cuya localidad de residencia quede alejada del hospital, sus recursos económicos no le permitan un buen transporte público o sus características funcionales le impidan desplazarles. Asimismo, es un programa sencillo, factible y eficaz en caso de confinamiento o aislamiento.

7.13. Futuras líneas de investigación.

Para dotar de un mayor rigor a los resultados, se propuso un estudio experimental aleatorizado en el que se implementará un registro de la realización de los ejercicios domiciliarios y una supervisión telefónica. Adicionalmente, este programa incluirá ejercicios de fortalecimiento de la musculatura periférica en el grupo experimental, para observar los efectos de estos en este tipo de pacientes.

El protocolo anteriormente descrito puede replicarse en ambos sexos, comparando posteriormente si existen o no diferencias en la efectividad del programa en cada uno de los sexos.

Asimismo, consideramos que sería adecuado realizar un estudio observacional retrospectivo multicéntrico para evaluar los diferentes tratamientos que se están o se han llevado a cabo desde los servicios de Rehabilitación en distintos hospitales.

Sería también deseable que cada una de las actuaciones de las y los fisioterapeutas quedasen codificadas en el sistema CIE, con un código único para cada tipo actuación o tratamiento, de forma que se pudiesen realizar estudios a nivel estatal en los próximos años. Para esto, debemos poder indicar algo más que el código QB95.1 relativo a la rehabilitación física.

8. Conclusiones

A través del trabajo observacional retrospectivo desarrollado en esta tesis doctoral en formato tradicional, en términos generales, se concluye que el programa domiciliario no supervisado de prehabilitación del Hospital Universitario de La Ribera demostró ser eficaz para reducir significativamente la estancia hospitalaria total y en UCI en pacientes de ambos

sexos sometidos a cirugía cardíaca. Este programa también contribuyó a disminuir las complicaciones posquirúrgicas y los costes sanitarios asociados, mejorando la recuperación de las y los pacientes y optimizando la utilización de los recursos hospitalarios.

Por otro lado, dando respuesta a los objetivos específicos planteados en la presente tesis doctoral, se establecen las siguientes conclusiones:

- El programa domiciliario no supervisado de prehabilitación, basado en ejercicios ventilatorios y técnicas de expansión costal, redujo significativamente la estancia hospitalaria y en UCI, con independencia del sexo del paciente. Aunque se observó una tendencia a la reducción de las complicaciones pulmonares posquirúrgicas y de los costes sanitarios, estos resultados no alcanzaron significación estadística.
- A pesar de que las pacientes mujeres presentaron características de mayor riesgo, como edad más avanzada y mayor incidencia de complicaciones posquirúrgicas, el programa de prehabilitación domiciliaria no supervisada logró reducir su estancia en UCI de manera similar a los pacientes masculinos, sin encontrarse diferencias en el riesgo de mortalidad entre ambos sexos.
- En general, las pacientes mujeres experimentaron estancias hospitalarias y en UCI más prolongadas en comparación con los pacientes varones, tanto en el Hospital Universitario de La Ribera como a nivel estatal, con excepciones en los grupos APR-GRD 162 y 167 a nivel nacional. Las comorbilidades predominantes fueron de tipo cardiovascular, endocrino y metabólico, y las complicaciones posquirúrgicas más frecuentes fueron de naturaleza cardiovascular y respiratoria.
- Con el fin de fortalecer la validez de los resultados obtenidos en este estudio observacional, se diseñó un protocolo de investigación para llevar a cabo un estudio

experimental aleatorizado prospectivo. Este estudio comparará si la inclusión de entrenamiento de fuerza, además de ejercicios de fortalecimiento respiratorio, proporciona beneficios superiores en comparación con la realización exclusiva de ejercicios de fortalecimiento respiratorio.

9. Bibliografía.

1. Timmis A, Aboyans V, Vardas P, et al. European Society of Cardiology: the 2023 Atlas of Cardiovascular Disease Statistics. Eur Heart J. 2024;45(38):4019-4062. doi:10.1093/eurheartj/ehae466
2. Timmis A, Vardas P, Townsend N, et al. European Society of Cardiology: cardiovascular disease statistics 2021. Eur Heart J. 2022;43(8):716-799. doi:10.1093/eurheartj/ehab892
3. Taylor RS, Fredericks S, Jones I, et al. Global perspectives on heart disease rehabilitation and secondary prevention: a scientific statement from the Association of Cardiovascular Nursing and Allied Professions, European Association of Preventive Cardiology, and International Council of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. Eur Heart J. 2023;44(28):2515-2525. doi:10.1093/eurheartj/ehad225
4. Lennon RP, Claussen KA, Kuersteiner KA. State of the Heart: An Overview of the Disease Burden of Cardiovascular Disease from an Epidemiologic Perspective. Prim Care. 2018;45(1):1-15. doi:10.1016/j.pop.2017.11.001
5. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study. J Am Coll Cardiol. 2020;76(25):2982-3021. doi:10.1016/j.jacc.2020.11.010
6. GBD 2017 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet. 2018;392(10159):1736-1788. doi:10.1016/S0140-6736(18)32203-7
7. Instituto Nacional de Estadística. Defunciones por causa de muerte (lista reducida), mes de defunción y sexo. Años 2018-2022. Estadística de Defunciones según la Causa de Muerte. Publicado el 6 de agosto de 2022. Consultado el 23 de julio de 2024. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?tpx=55863&L=0>
8. Ministerio de Sanidad. Informe Anual Del Sistema Nacional de Salud 2020-2021. Ministerio de Sanidad. Centro de Publicaciones; 2022. Consultado el 6 de agosto de 2024. Disponible en: [https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2020_21/INFORME ANUAL 2020 21.pdf](https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2020_21/INFORME%20ANUAL%2020%2021.pdf)
9. Conselleria de Sanidad Universal y Salud pública. Generalitat Valenciana. Sistema de Información en Salud Pública. Sistema de Información en Salud Pública; 2023. Consultado el 10 de agosto de 2024. Disponible en: http://www.sp.san.gva.es/eolas.jsp?PASARELA=EOLAS_WEBCLIENT_JSP_RECARGA=%23%23MTOEOLAS_URL_ID%23%23arbolActividadesConsultasEjecutar.jsp%3F3122_FILTER_NAME_20786_VA%3DCV%263122_FILTER_COD_T001%3DP_PERIODO%253D%2525272022%252527%263122_FILTER_COD_MDX_20786%3DP_SEGURIDAD%253D%25255BD_DPTOSPPAIS_SIS_P%25255D.%25255BAll%252520D_DPTOSPPAIS_SISPs%25255D.%25255BCV%25255D%263122_FILTER_NAME_T001_ES%3D2022%263122_FILTER_COD_MDX_T001%3DP_PERIODO%253D%25255BD_ANYO%25255D.%25255BAll%252520D_ANYOs%25255D.%25255B2022%25255D%26docxExportMode%3Dfalse%26docxExportMode%3Dfalse%263122_FILTER_COD_20

[786%3DP SEGURIDAD%253D%2525270%252527%263122 FILTER NAME 20786 ES%3DCV%263122 FILTER NAME T001 VA%3D2022&Opcion=SANPSSISPEOLAS&CodPor=121&Nivel=1&MenuSup=SANMS50000&CodPunto=3416&menuRaizPortal=SANMS50000&Idioma=es](#)

10. Servei d'estudis epidemiològics i estadístiques sanitàries, Subdirecció General d'epidemiologia i vigilància de la Salut. Informe Técnico. Situación Epidemiológica de La Enfermedad Cardiovascular. Comunitat Valenciana, 2015. (Direcció general de salut pública, Conselleria de Sanitat, eds.); 2014.

11. Şahin B, İlğün G. Risk factors of deaths related to cardiovascular diseases in World Health Organization (WHO) member countries. Health Soc Care Community. 2022;30(1):73-80. doi:10.1111/hsc.13156

12. Secretaría de Estado de Sanidad. Ministerio de Sanidad. Cuentas Satélite del Gasto Sanitario Público. Tablas estadísticas. Cuentas Satélite del Gasto Sanitario Público. Tablas estadísticas. 2022. Consultado el 10 de agosto de 2024. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/pdf/egspGastoReal.pdf>

13. Institute for Health Metrics and Evaluation. Global Health Data Exchange. 2023. Consultado el 10 de agosto de 2024. Disponible en: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>

14. Subdirección General de Información Sanitaria. Indicadores Clínicos En Atención Primaria 2016. BDCAP [Publicación En Internet]. (Ministerio de Sanidad C y BS, ed.); 2019. Consultado el 10 de agosto de 2024. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/estadisticas/estMinisterio/SIAP/BDCAP Indic clinic Cardiovasc 2016.pdf>

15. Lassale C, Cené CW, Asselin A, Sims M, Jouven X, Gaye B. Sociodemographic determinants of change in cardiovascular health in middle adulthood in a bi-racial cohort. Atherosclerosis. 2022;346:98-108. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2022.01.006

16. Qureshi F, Bousquet-Santos K, Okuzono SS, et al. The social determinants of ideal cardiovascular health: A global systematic review. Ann Epidemiol. 2022;76:20-38. doi:10.1016/j.annepidem.2022.09.006

17. French SA, Tangney CC, Crane MM, Wang Y, Appelhans BM. Nutrition quality of food purchases varies by household income: The SHoPPER study. BMC Public Health. 2019;19(1):231. doi:10.1186/s12889-019-6546-2

18. Miller V, Mente A, Dehghan M, et al. Fruit, vegetable, and legume intake, and cardiovascular disease and deaths in 18 countries (PURE): a prospective cohort study. Lancet. 2017;390(10107):2037-2049. doi:10.1016/S0140-6736(17)32253-5

19. Dean CA, Zhang D, Kulchyski KT, Ventline B, Jagirdar R, Milan RA. Social Determinants of Cardiovascular Disease among Michigan Residents: A Call to Action for Population Health Initiatives. J Racial Ethn Health Disparities. 2020;7(1):144-161. doi:10.1007/s40615-019-00644-2

20. Khaing W, Vallibhakara SA, Attia J, McEvoy M, Thakkestian A. Effects of education and income on cardiovascular outcomes: A systematic review and meta-analysis. Eur J Prev Cardiol. 2017;24(10):1032-1042. doi:10.1177/2047487317705916

21. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J.* 2021;42(34):3227-3337. doi:10.1093/eurheartj/ehab484
22. Mostaza JM, Pintó X, Armario P, et al. Standards for global cardiovascular risk management arteriosclerosis. *Clin Investig Arterioscler.* 2019;31(51):1-43. doi:10.1016/j.arteri.2019.03.004
23. Timmis A, Townsend N, Gale CP, et al. European society of cardiology: Cardiovascular disease statistics 2019. *Eur Heart J.* 2020;41(1):12-85. doi:10.1093/eurheartj/ehz859
24. Reamy B V., Williams PM, Kuckel DP. Prevention of Cardiovascular Disease. *Prim Care.* 2018;45(1):25-44. doi:10.1016/j.pop.2017.11.003
25. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J.* 2018;39(33):3021-3104. doi:10.1093/eurheartj/ehy339
26. Mach F, Baigent C, Koskinas KC, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J.* 2020;41(1):111-188. doi:10.1093/eurheartj/ehz455
27. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet.* 2012;380(9859):2224-2260. doi:10.1016/S0140-6736(12)61766-8
28. Tocci G, Citoni B, Nardoianni G, Figliuzzi I, Volpe M. Current applications and limitations of European guidelines on blood pressure measurement: implications for clinical practice. *Intern Emerg Med.* 2022;17(3):645-654. doi:10.1007/s11739-022-02961-7
29. Stergiou GS, Palatini P, Parati G, et al. 2021 European Society of Hypertension practice guidelines for office and out-of-office blood pressure measurement. *J Hypertens.* 2021;39(7):1293-1302. doi:10.1097/HJH.0000000000002843
30. Pirillo A, Norata GD. The burden of hypercholesterolemia and ischemic heart disease in an ageing world. *Pharmacol Res.* 2023;193:106814. doi:10.1016/j.phrs.2023.106814
31. Wu S, Xu W, Guan C, Lv M, Jiang S, Jinhua Z. Global burden of cardiovascular disease attributable to metabolic risk factors, 1990-2019: an analysis of observational data from a 2019 Global Burden of Disease study. *BMJ Open.* 2023;13(5):e069397. doi:10.1136/bmjopen-2022-069397
32. Ference BA, Ginsberg HN, Graham I, et al. Low-density lipoproteins cause atherosclerotic cardiovascular disease. 1. Evidence from genetic, epidemiologic, and clinical studies. A consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. *Eur Heart J.* 2017;38(32):2459-2472. doi:10.1093/eurheartj/ehx144
33. Cholesterol Treatment Trialists' (CTT) Collaboration. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170 000 participants in 26 randomised trials. *Lancet.* 2010;9753:1670-1681. doi:10.1016/S0140
34. Mattheijs Boekholdt S, Kees Hovingh G, Mora S, et al. Very Low Levels of Atherogenic Lipoproteins and the Risk for Cardiovascular Events A Meta-Analysis of Statin Trials. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(5):485-494. doi:10.1016/j.jacc.2014.02.615

35. Mihaylova B, Emberson J, Blackwell L, et al. The effects of lowering LDL cholesterol with statin therapy in people at low risk of vascular disease: Meta-analysis of individual data from 27 randomised trials. *Lancet*. 2012;380(9841):581-590. doi:10.1016/S0140-6736(12)60367-5
36. Peters SAE, Singhateh Y, Mackay D, Huxley RR, Woodward M. Total cholesterol as a risk factor for coronary heart disease and stroke in women compared with men: A systematic review and meta-analysis. *Atherosclerosis*. 2016;248:123-131. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2016.03.016
37. Forouzanfar MH, Alexander L, Bachman VF, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2015;386(10010):2287-2323. doi:10.1016/S0140-6736(15)00128-2
38. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017;390(10113):2627-2642. doi:10.1016/S0140-6736(17)32129-3
39. Sun YQ, Burgess S, Staley JR, et al. Body mass index and all cause mortality in HUNT and UK Biobank studies: Linear and non-linear mendelian randomisation analyses. *BMJ* (Online). 2019;364:l1042. doi:10.1136/bmj.l1042
40. Kee CC, Sumarni MG, Lim KH, et al. Association of BMI with risk of CVD mortality and all-cause mortality. *Public Health Nutr*. 2017;20(7):1226-1234. doi:10.1017/S136898001600344X
41. Bhaskaran K, dos-Santos-Silva I, Leon DA, Douglas IJ, Smeeth L. Association of BMI with overall and cause-specific mortality: a population-based cohort study of 3·6 million adults in the UK. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2018;6(12):944-953. doi:10.1016/S2213-8587(18)30288-2
42. Aune D, Sen A, Prasad M, et al. BMI and all cause mortality: Systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3·74 million deaths among 30·3 million participants. *BMJ* (Online). 2016;353:i2156. doi:10.1136/bmj.i2156
43. Emerging Risk Factors Collaboration T. Separate and combined associations of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease: collaborative analysis of 58 prospective studies. *Lancet*. 2011;377(9711):1085-1095. doi:10.1016/S0140-6736(11)60105-0
44. Liu J, Lap B, Tse A, et al. Predictive Values of Anthropometric Measurements for Cardiometabolic Risk Factors and Cardiovascular Diseases Among 44 048 Chinese. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(16):e010870. doi:10.1161/JAHA.118.010870
45. Aune D, Norat T, Leitzmann M, Tonstad S, Vatten LJ. Physical activity and the risk of type 2 diabetes: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Eur J Epidemiol*. 2015;30(7):529-542. doi:10.1007/s10654-015-0056-z
46. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1451-1462. doi:10.1136/bjsports-2020-102955

47. Sarwar N, Gao P, Kondapally Seshasai SR, et al. Diabetes mellitus, fasting blood glucose concentration, and risk of vascular disease: A collaborative meta-analysis of 102 prospective studies. *Lancet*. 2010;375(9733):2215-2222. doi:10.1016/S0140-6736(10)60484-9
48. Lind V, Hammar N, Lundman P, et al. Impaired fasting glucose: a risk factor for atrial fibrillation and heart failure. *Cardiovasc Diabetol*. 2021;20(1):227. doi:10.1186/s12933-021-01422-3
49. Tsartsalis D, Korela D, Karlsson LO, et al. Risk and Protective Factors for Sudden Cardiac Death: An Umbrella Review of Meta-Analyses. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:848021. doi:10.3389/fcvm.2022.848021
50. Wang Y, O'Neil A, Jiao Y, et al. Sex differences in the association between diabetes and risk of cardiovascular disease, cancer, and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis of 5,162,654 participants. *BMC Med*. 2019;17(1):136. doi:10.1186/s12916-019-1355-0
51. Wang H, Ba Y, Cai RC, Xing Q. Association between diabetes mellitus and the risk for major cardiovascular outcomes and all-cause mortality in women compared with men: A meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ Open*. 2019;9(7):e024935. doi:10.1136/bmjopen-2018-024935
52. Cosentino F, Grant PJ, Aboyans V, et al. 2019 ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD. *Eur Heart J*. 2020;41(2):255-323. doi:10.1093/eurheartj/ehz486
53. Lamas GA, Bhatnagar A, Jones MR, et al. Contaminant Metals as Cardiovascular Risk Factors: A Scientific Statement From the American Heart Association. *J Am Heart Assoc*. 2023;12(13). doi:10.1161/JAHA.123.029852
54. Ujueta F, Navas-Acien A, Mann KK, Prashad R, Lamas GA. Low-Level Metal Contamination and Chelation in Cardiovascular Disease - A Ripe Area for Toxicology Research. *Toxicol Sci*. 2021;181(2):135-147. doi:10.1093/toxsci/kfab026
55. Bañeras J, Iglesias-Grau J, Téllez-Plaza M, et al. Medioambiente y salud cardiovascular: causas, consecuencias y oportunidades en prevención y tratamiento. *Rev Esp cardiol*. 2022;75(12):1050-1058. doi:10.1016/j.recesp.2022.05.022
56. Flanagan E, Malmqvist E, Oudin A, Sunde Persson K, Alkan Ohlsson J, Mattisson K. Health impact assessment of road traffic noise exposure based on different densification scenarios in Malmö, Sweden. *Environ Int*. 2023;174. doi:10.1016/j.envint.2023.107867
57. Ribot-Rodriguez R, Higuera-Gomez A, San-Cristobal R, et al. Cardiometabolic Health Status, Ethnicity and Health-Related Quality of Life (HRQoL) Disparities in an Adult Population: NutriMDEA Observational Web-Based Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(5):2948. doi:10.3390/ijerph19052948
58. Hackshaw A, Morris JK, Boniface S, Tang JL, Milenkovi D. Low cigarette consumption and risk of coronary heart disease and stroke: Meta-analysis of 141 cohort studies in 55 study reports. *BMJ*. 2018;360:j5855. doi:10.1136/bmj.j5855
59. Peters SAE, Huxley RR, Woodward M. Smoking as a risk factor for stroke in women compared with men. A systematic review and meta-analysis of 81 cohorts, including 3 980

- 359 individuals and 42 401 stroke. *Stroke*. 2013;44(10):2821-2828. doi:10.1161/STROKEAHA
60. Aggarwal NR, Patel HN, Mehta LS, et al. Sex Differences in Ischemic Heart Disease: Advances, Obstacles, and Next Steps. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2018;11(2):e004437. doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.117.004437
61. Verghese D, Muller L, Velamakanni S. Addressing Cardiovascular Risk Across the Arc of a Woman's Life: Sex-Specific Prevention and Treatment. *Curr Cardiol Rep*. 2023;25(9):1053-1064. doi:10.1007/s11886-023-01923-5
62. Kazzi B, Shankar B, Elder-Odame P, Tokgözoğlu LS, Sierra-Galan LM, Michos ED. A Woman's Heart: Improving Uptake and Awareness of Cardiovascular Screening for Middle-Aged Populations. *Int J Womens Health*. 2023;15:1171-1183. doi:10.2147/IJWH.S328441
63. Huxley RR, Woodward M. Cigarette smoking as a risk factor for coronary heart disease in women compared with men: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Lancet*. 2011;378(9799):1297-1305. doi:10.1016/S0140
64. Rahman A, Alqaisi S, Alzakhari R, Saith S. Characterization and Summarization of the Impact of Electronic Cigarettes on the Cardiovascular System: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*. 2023;15(5):e39528. doi:10.7759/cureus.39528
65. Rose JJ, Krishnan-Sarin S, Exil VJ, et al. Cardiopulmonary Impact of Electronic Cigarettes and Vaping Products: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2023;148(8):703-728. doi:10.1161/CIR.0000000000001160
66. Biddinger KJ, Emdin CA, Haas ME, et al. Association of Habitual Alcohol Intake with Risk of Cardiovascular Disease. *JAMA Netw Open*. 2022;5(3):E223849. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.3849
67. Ding C, O'Neill D, Bell S, Stamatakis E, Britton A. Association of alcohol consumption with morbidity and mortality in patients with cardiovascular disease: original data and meta-analysis of 48,423 men and women. *BMC Med*. 2021;19(1):167. doi:10.1186/s12916-021-02040-2
68. Wu J, Fu Y, Chen D, et al. Sedentary behavior patterns and the risk of non-communicable diseases and all-cause mortality: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud*. 2023;146:104563. doi:10.1016/j.ijnurstu.2023.104563
69. Dempsey PC, Strain T, Winkler EAH, et al. Association of Accelerometer-Measured Sedentary Accumulation Patterns With Incident Cardiovascular Disease, Cancer, and All-Cause Mortality. *J Am Heart Assoc*. 2022;11(9):e023845. doi:10.1161/JAHA.121.023845
70. Yerramalla MS, Van Hees VT, Chen M, Fayosse A, Chastin SFM, Sabia S. Objectively Measured Total Sedentary Time and Pattern of Sedentary Accumulation in Older Adults: Associations With Incident Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2022;77(4):842-850. doi:10.1093/gerona/glac023
71. Roe LS, Harrison S, Cawthon PM, et al. The association between daily sedentary and active bout frequency with mortality risk in older men using accelerometry. *J Am Geriatr Soc*. 2023;71(5):1547-1557. doi:10.1111/jgs.18234

72. Scheers T, Philippaerts R, Lefevre J. SenseWear-determined physical activity and sedentary behavior and metabolic syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(3):481-489. doi:10.1249/MSS.0b013e31827563ba
73. Júdice PB, Silva MA, Sardinha LB. Sedentary bout durations are associated with abdominal obesity in older adults. *J Nutr Health Aging.* 2015;19(8):798-804. doi:10.1007/s12603-015-0501-4
74. Malaikah S, Willis SA, Henson J, et al. Associations of objectively measured physical activity, sedentary time and cardiorespiratory fitness with adipose tissue insulin resistance and ectopic fat. *Int J Obes (Lond).* 2023;47(10):1000-1007. doi:10.1038/s41366-023-01350-0
75. Veldsman T, Swanepoel M, Brits JS, Monyeki MA. The relationship between physical activity, body fatness and metabolic syndrome in urban South African school teachers: The sympathetic activity and ambulatory blood pressure in Africans study. *Afr J Prim Health Care Fam Med.* 2022;14(1):e1-e12. doi:10.4102/phcfm.v14i1.3133
76. van der Berg JD, Stehouwer CDA, Bosma H, et al. Associations of total amount and patterns of sedentary behaviour with type 2 diabetes and the metabolic syndrome: The Maastricht Study. *Diabetologia.* 2016;59(4):709-718. doi:10.1007/s00125-015-3861-8
77. Honda T, Chen S, Yonemoto K, et al. Sedentary bout durations and metabolic syndrome among working adults: A prospective cohort study. *BMC Public Health.* 2016;16(1):888. doi:10.1186/s12889-016-3570-3
78. Cavallo FR, Golden C, Pearson-Stuttard J, Falconer C, Toumazou C. The association between sedentary behaviour, physical activity and type 2 diabetes markers: A systematic review of mixed analytic approaches. *PLoS One.* 2022;17(5):e0268289. doi:10.1371/journal.pone.0268289
79. Huang BH, Hamer M, Chastin S, Pearson N, Koster A, Stamatakis E. Cross-sectional associations of device-measured sedentary behaviour and physical activity with cardio-metabolic health in the 1970 British Cohort Study. *Diabet Med.* 2021;38(2):e14392. doi:10.1111/dme.14392
80. Bellettiere J, LaMonte MJ, Healy GN, et al. Sedentary Behavior and Diabetes Risk Among Women Over the Age of 65 Years: The OPACH Study. *Diabetes Care.* 2021;44(2):563-570. doi:10.2337/dc20-0709
81. Bellettiere J, Healy GN, LaMonte MJ, et al. Sedentary behavior and prevalent diabetes in 6,166 older women: The objective physical activity and cardiovascular health study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2019;74(3):387-395. doi:10.1093/gerona/gly101
82. Bellettiere J, Lamonte MJ, Evenson KR, et al. Sedentary Behavior and Cardiovascular Disease in Older Women: The OPACH Study. *Circulation.* 2019;139(8):1036-1046. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.035312
83. Hooker SP, Diaz KM, Blair SN, et al. Association of Accelerometer-Measured Sedentary Time and Physical Activity with Risk of Stroke among US Adults. *JAMA Netw Open.* 2022;5(6):e2215385. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.15385
84. Afilalo J, Alexander KP, Mack MJ, et al. Frailty assessment in the cardiovascular care of older adults. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63(8):747-762. doi:10.1016/j.jacc.2013.09.070

85. Singh M, Stewart R, White H. Importance of frailty in patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2014;35(26):1726-1731. doi:10.1093/eurheartj/ehu197
86. Clements NA, Gaskins JT, Martin RCG. Predictive Ability of Comorbidity Indices for Surgical Morbidity and Mortality: a Systematic Review and Meta-analysis. *J Gastrointest Surg*. 2023;27(9):1971-1987. doi:10.1007/s11605-023-05743-4
87. Twomey A, Khan Z. Home-Based Exercise Therapy in the Management of Intermittent Claudication: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*. 2023;15(5):e39206. doi:10.7759/cureus.39206
88. Fassora M, Calanca L, Jaques C, Mazzolai L, Kayser B, Lanzi S. Intensity-dependent effects of exercise therapy on walking performance and aerobic fitness in symptomatic patients with lower-extremity peripheral artery disease: A systematic review and meta-analysis. *Vasc Med*. 2022;27(2):158-170. doi:10.1177/1358863X211034577
89. Waddell A, Seed S, Broom DR, McGregor G, Birkett ST, Harwood AE. Safety of home-based exercise for people with intermittent claudication: A systematic review. *Vasc Med*. 2022;27(2):186-192. doi:10.1177/1358863X211060388
90. Dwiputra B, Santoso A, Purwowiyoto BS, et al. Smartphone-Based Cardiac Rehabilitation Program Improves Functional Capacity in Coronary Heart Disease Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Glob Heart*. 2023;18(1):42. doi:10.5334/gh.1253
91. Li P, Liu Z, Wan K, Wang K, Zheng C, Huang J. Effects of regular aerobic exercise on vascular function in overweight or obese older adults: A systematic review and meta-analysis. *J Exerc Sci Fit*. 2023;21(4):313-325. doi:10.1016/j.jesf.2023.06.002
92. Fuertes-Kenneally L, Blasco-Peris C, Casanova-Lizón A, et al. Effects of high-intensity interval training on vascular function in patients with cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Front Physiol*. 2023;14:1196665. doi:10.3389/fphys.2023.1196665
93. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MLEL, et al. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur Heart J*. 2018;39(9):763-816. doi:10.1093/eurheartj/ehx095
94. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2021;42(36):3599-3726. doi:10.1093/eurheartj/ehab368
95. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al; ESC Scientific Document Group. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *Eur Heart J*. 2023;44(37):3627-3639. doi:10.1093/eurheartj/ehad195. Erratum in: *Eur Heart J*. 2024;45(1):53. doi:10.1093/eurheartj/ehad613.
96. Laffond A, Rivera-Picón C, Rodríguez-Muñoz PM, et al. Mediterranean Diet for Primary and Secondary Prevention of Cardiovascular Disease and Mortality: An Updated Systematic Review. *Nutrients*. 2023;15(15):3356. doi:10.3390/nu15153356

97. Le Goff D, Aerts N, Odorico M, et al. Practical dietary interventions to prevent cardiovascular disease suitable for implementation in primary care: an ADAPTE-guided systematic review of international clinical guidelines. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2023;20(1):93. doi:10.1186/s12966-023-01463-9
98. Li F, Zhang Y, Pan L, Chen H. Effects of dietary patterns on the all-cause mortality and cardiovascular disease mortality in patients with hypertension: A cohort study based on the NHANES database. *Clin Cardiol*. 2023;46(11):1353-1370. doi:10.1002/clc.24118
99. Bouzas C, Pastor R, García S, et al. Association of monetary diet cost of foods and diet quality in Spanish older adults. *Front Public Health*. 2023;11:1166787. doi:10.3389/fpubh.2023.1166787
100. Bachmann JM, Willis BL, Ayers CR, Khera A, Berry JD. Association between family history and coronary heart disease death across long-term follow-up in men: The cooper center longitudinal study. *Circulation*. 2012;125(25):3092-3098. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.111.065490
101. Tamosiunas A, Radisauskas R, Klumbiene J, et al. The prognostic value of family history for the estimation of cardiovascular mortality risk in men: Results from a long-term cohort study in Lithuania. *PLoS One*. 2015;10(12):e0143839. doi:10.1371/journal.pone.0143839
102. Cohen N, Brzezinski RY, Ehrenwald M, et al. Familial history of heart disease and increased risk for elevated troponin in apparently healthy individuals. *Clin Cardiol*. 2019;42(8):760-767. doi:10.1002/clc.23214
103. Rubin J, Matsushita K, Lazo M, et al. Determinants of minimal elevation in high-sensitivity cardiac troponin T in the general population. *Clin Biochem*. 2016;49(9):657-662. doi:10.1016/j.clinbiochem.2016.01.024
104. Mason JC, Libby P. Cardiovascular disease in patients with chronic inflammation: Mechanisms underlying premature cardiovascular events in rheumatologic conditions. *Eur Heart J*. 2015;36(8):482-489. doi:10.1093/eurheartj/ehu403
105. Backholer K, Peters SAE, Bots SH, Peeters A, Huxley RR, Woodward M. Sex differences in the relationship between socioeconomic status and cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *J Epidemiol Community Health*. 2017;71(6):550-557. doi:10.1136/jech-2016-207890
106. Teshale AB, Htun HL, Owen A, et al. The Role of Social Determinants of Health in Cardiovascular Diseases: An Umbrella Review. *J Am Heart Assoc*. 2023;12(13):e029765. doi:10.1161/jaha.123.029765
107. Ministerio de Sanidad. Indicadores clave Sistema Nacional de Salud. Indicadores clave Sistema Nacional de Salud. 2022. Consultado el 11 de agosto de 2024. Disponible en: <https://inclasns.sanidad.gob.es/main.html>
108. Instituto Nacional de Estadística. Media ponderada con la población de concentración media anual PM10 y PM2,5 por CCAA y tipo de partículas. 2021. Consultado el 6 de agosto de 2024. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiPx/Datos.htm?path=/t00/ICV/Graficos/dim8/10/&file=81361.px#!tabs-mapa>

109. Ministerio de Sanidad. Informe Nacional EDADES 2022. Encuesta Sobre Alcohol y Otras Drogas En España (Edades) 1995-2022. (Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas, ed.); 2022. Consultado el 7 de agosto de 2024. Disponible en: https://pnsd.sanidad.gob.es/profesionales/sistemasinformacion/sistemaInformacion/pdf/2022_Informe_EDADES.pdf
110. Subramaniam VN, Menezes AR, Deschutter A, Lavie CJ. The Cardiovascular Effects of Marijuana: Are the Potential Adverse Effects Worth the High? *Mo Med*. 2019;116(2):146-153.
111. Instituto Nacional de Estadística. Número de días por semana de ejercicio físico durante el tiempo de ocio según sexo y comunidad autónoma. Población de 15 y más años. 2021. Consultado el 7 de agosto de 2024. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?tpx=48066>
112. Instituto Nacional de Estadística. Consumo medio diario de alcohol (en gramos de alcohol puro) según sexo y comunidad autónoma. Media y desviación típica. Población de 15 y más años que consume bebidas alcohólicas uno o más días a la semana. 2021. Consultado el 7 de agosto de 2024. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?tpx=47570>
113. Instituto Nacional de Estadística. Consumo de tabaco según sexo y comunidad autónoma. Población de 15 y más años. 2021. Consultado el 7 de agosto de 2024. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?tpx=48011>
114. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Informe del consumo de alimentación en España. (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, ed.); 2022. Consultado el 7 de agosto de 2024. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/informe-consumo-alimentario-2021-baja-res_tcm30-624017.pdf
115. Regitz-Zagrosek V, Gebhard C. Gender medicine: effects of sex and gender on cardiovascular disease manifestation and outcomes. *Nat Rev Cardiol*. 2023;20(4):236-247. doi:10.1038/s41569-022-00797-4
116. World Health Organization. Gender and Health. Gender and Health. 2021. Consultado el 18 de agosto de 2024. Disponible en: https://www.who.int/health-topics/gender#tab=tab_1
117. Global Health 50/50. Gender and global health. Consultado el 18 de agosto de 2024. Disponible en: <https://globalhealth5050.org/gender-and-global-health/>
118. Adisso ÉL, Zomahoun HTV, Gogovor A, Légaré F. Sex and gender considerations in implementation interventions to promote shared decision making: A secondary analysis of a Cochrane systematic review. *PLoS One*. 2020;15(10 October):e0240371. doi:10.1371/journal.pone.0240371
119. Connelly PJ, Azizi Z, Alipour P, Delles C, Pilote L, Raparelli V. The Importance of Gender to Understand Sex Differences in Cardiovascular Disease. *Can J Cardiol*. 2021;37(5):699-710. doi:10.1016/j.cjca.2021.02.005
120. Bots SH, Onland-Moret NC, den Ruijter HM. Addressing persistent evidence gaps in cardiovascular sex differences research – the potential of clinical care data. *Front Glob Womens Health*. 2023;3:1006425. doi:10.3389/fgwh.2022.1006425

121. Lee CMY, Mnatzaganian G, Woodward M, et al. Sex disparities in the management of coronary heart disease in general practices in Australia. *Heart*. 2019;105(24):1898-1904. doi:10.1136/heartjnl-2019-315134
122. Cushman M, Shay CM, Howard VJ, et al. Ten-Year Differences in Women's Awareness Related to Coronary Heart Disease: Results of the 2019 American Heart Association National Survey: A Special Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143(7):e239-e248. doi:10.1161/CIR.0000000000000907
123. Bots SH, Groepenhoff F, Eikendal ALM, et al. Adverse Drug Reactions to Guideline-Recommended Heart Failure Drugs in Women: A Systematic Review of the Literature. *JACC: Heart Fail*. 2019;7(3):258-266. doi:10.1016/j.jchf.2019.01.009
124. Nicolaou PA. Sex differences in heart failure medications targeting the renin-angiotensin-aldosterone system. *Eur J Pharmacol*. 2021;897:173961. doi:10.1016/j.ejphar.2021.173961
125. Chung AK, Das SR, Leonard D, et al. Women have higher left ventricular ejection fractions than men independent of differences in left ventricular volume: The Dallas heart study. *Circulation*. 2006;113(12):1597-1604. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.105.574400
126. Alhakak AS, Olsen FJ, Skaarup KG, et al. Age- and Sex-Based Normal Reference Ranges of the Cardiac Time Intervals: The Copenhagen City Heart Study. *Clin Res Cardiol*. 2025;114(4):430-442. doi:10.1007/s00392-023-02269-2
127. St. Pierre SR, Peirlinck M, Kuhl E. Sex Matters: A Comprehensive Comparison of Female and Male Hearts. *Front Physiol*. 2022;13:831179. doi:10.3389/fphys.2022.831179
128. Wehner GJ, Jing L, Haggerty CM, et al. Routinely reported ejection fraction and mortality in clinical practice: where does the nadir of risk lie? *Eur Heart J*. 2020;41(12):1249-1257. doi:10.1093/eurheartj/ehz550
129. Ventura-Clapier R, Dworatzek E, Seeland U, et al. Sex in basic research: Concepts in the cardiovascular field. *Cardiovasc Res*. 2017;113(7):711-724. doi:10.1093/cvr/cvx066
130. Reynolds RM. Glucocorticoid excess and the developmental origins of disease: Two decades of testing the hypothesis - 2012 Curt Richter Award Winner. *Psychoneuroendocrinology*. 2013;38(1):1-11. doi:10.1016/j.psyneuen.2012.08.012
131. Salerni S, Di Francescomarino S, Cadeddu C, Acquistapace F, Maffei S, Gallina S. The different role of sex hormones on female cardiovascular physiology and function: Not only oestrogens. *Eur J Clin Invest*. 2015;45(6):634-645. doi:10.1111/eci.12447
132. Arosio B, Corbi G, Davinelli S, et al. Sex Differences in Cardiovascular Diseases: A Matter of Estrogens, Ceramides, and Sphingosine 1-Phosphate. *Int J Mol Sci*. 2022;23(7):4009. doi:10.3390/ijms23074009
133. Crescioli C. The role of estrogens and vitamin D in cardiomyocyte protection: A female perspective. *Biomolecules*. 2021;11(12):1815. doi:10.3390/biom11121815
134. Ueda K, Fukuma N, Adachi Y, et al. Sex Differences and Regulatory Actions of Estrogen in Cardiovascular System. *Front Physiol*. 2021;12:738218. doi:10.3389/fphys.2021.738218

135. Xu S, Xie F, Tian L, et al. Estrogen accelerates heart regeneration by promoting the inflammatory response in zebrafish. *J Endocrinol.* 2020;245(1):39-51. doi:10.1530/JOE-19-0413
136. Matarrese P, Maccari S, Vona R, Gambardella L, Stati T, Marano G. Role of β -adrenergic receptors and estrogen in cardiac repair after myocardial infarction: An overview. *Int J Mol Sci.* 2021;22(16):8957. doi:10.3390/ijms22168957
137. Jacobsen BK, Nilssen S, Heuch I, Kvåle G. Does Age at Natural Menopause Affect Mortality From Ischemic Heart Disease? *J Clin Epidemiol.* 1997;50(4):475-479. doi:10.1016/s0895-4356(96)00425-8.
138. Morselli E, Santos RS, Criollo A, Nelson MD, Palmer BF, Clegg DJ. The effects of oestrogens and their receptors on cardiometabolic health. *Nat Rev Endocrinol.* 2017;13(6):352-364. doi:10.1038/nrendo.2017.12
139. Nahum Sacks K, Friger M, Shoham-Vardi I, et al. Prenatal exposure to preeclampsia as an independent risk factor for long-term cardiovascular morbidity of the offspring. *Pregnancy Hypertens.* 2018;13:181-186. doi:10.1016/j.preghy.2018.06.013
140. Chourdakis E, Oikonomou N, Fouzas S, Hahalis G, Karatza AA. Preeclampsia Emerging as a Risk Factor of Cardiovascular Disease in Women. *High Blood Press Cardiovasc Prev.* 2021;28(2):103-114. doi:10.1007/s40292-020-00425-7
141. Ray JG, Vermeulen MJ, Schull MJ, Redelmeier DA. Cardiovascular health after maternal placental syndromes (CHAMPS): population-based retrospective cohort study. *Lancet.* 2005;366(9499):1797-1803. doi:10.1016/S0140-6736(05)67726-4
142. Aranda G, Halperin I, Gomez-Gil E, et al. Cardiovascular Risk Associated With Gender Affirming Hormone Therapy in Transgender Population. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2021;12:718200. doi:10.3389/fendo.2021.718200
143. Cocchetti C, Castellini G, Iacuniello DrD, et al. Does gender-affirming hormonal treatment affect 30-year cardiovascular risk in transgender people? A two-year prospective european study (enigi). *J Sex Med.* 2022;19(11):S64-S65. doi:10.1016/j.jsxm.2022.08.071
144. Maraka S, Ospina NS, Rodriguez-Gutierrez R, et al. Sex steroids and cardiovascular outcomes in transgender individuals: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab.* 2017;102(11):3914-3923. doi:10.1210/jc.2017-01643
145. Albrektsen G, Heuch I, Løchen ML, et al. Risk of incident myocardial infarction by gender: Interactions with serum lipids, blood pressure and smoking. The Tromsø Study 1979–2012. *Atherosclerosis.* 2017;261:52-59. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2017.04.009
146. Lin YT, Chen YR, Wei YC. Evaluating Sex Differences in the Effect of Increased Systolic Blood Pressure on the Risk of Cardiovascular Disease in Asian Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Glob Heart.* 2022;17(1):70. doi:10.5334/gh.1159
147. Yusuf PS, Hawken S, Ôunpuu S, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): Case-control study. *Lancet.* 2004;364(9438):937-952. doi:10.1016/S0140-6736(04)17018-9
148. Liu J, Jin X, Liu W, et al. The risk of long-term cardiometabolic disease in women with premature or early menopause: A systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2023;10:1131251. doi:10.3389/fcvm.2023.1131251

149. Tobias DK, Stuart JJ, Li S, et al. Association of history of gestational diabetes with long-term cardiovascular disease risk in a large prospective cohort of US women. *JAMA Intern Med.* 2017;177(12):1735-1742. doi:10.1001/jamainternmed.2017.2790
150. Toohar J, Thornton C, Makris A, Ogle R, Korda A, Hennessy A. All hypertensive disorders of pregnancy increase the risk of future cardiovascular disease. *Hypertension.* 2017;70(4):798-803. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.09246
151. Echouffo Tcheugui JB, Guan J, Fu L, Retnakaran R, Shah BR. Association of Concomitant Gestational Hypertensive Disorders and Gestational Diabetes with Cardiovascular Disease. *JAMA Netw Open.* 2022;5(11):e2243618. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.43618
152. Lubiszewska B, Kruk M, Broda G, et al. The impact of early menopause on risk of coronary artery disease (PREmature Coronary Artery Disease In Women – PRECADIW case-control study). *Eur J Prev Cardiol.* 2012;19(1):95-101. doi:10.1177/1741826710394269
153. Tomaszewski M, Topyła W, Kijewski BG, Miotła P, Waciński P. Does gender influence the outcome of ischemic heart disease? *Prz Menopauzalny.* 2019;18(1):51-56. doi:10.5114/pm.2019.84158
154. Ilonze O, Free K, Shinnerl A, Lewsey S, Breathett K. Racial, Ethnic, and Gender Disparities in Valvular Heart Failure Management. *Heart Fail Clin.* 2023;19(3):379-390. doi:10.1016/j.hfc.2023.02.009
155. Mantovani F, Clavel MA, Michelena HI, Suri RM, Schaff H V, Enriquez-Sarano M. Comprehensive Imaging in Women With Organic Mitral Regurgitation Implications for Clinical Outcome. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2016;9(4):388-396. doi:10.1016/j.jcmg.2016.02.017
156. Taqueti VR. Sex differences in the coronary system. In: *Adv Exp Med Biol.* Vol 1065. Springer New York LLC; 2018:257-278. doi:10.1007/978-3-319-77932-4_17
157. Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, Gottdiener JS, Scott CG, Enriquez-Sarano M. Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *Lancet.* 2006;368(9540):1005-1011. doi:10.1016/S0140-6736(06)69208-8
158. Yi K, Gao J, Wang WX, et al. Gender-related differences on outcome following transcatheter mitral valve repair (TMVR): a systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Surg.* 2023;18(1):31. doi:10.1186/s13019-023-02123-6
159. Taqueti VR, Dorbala S, Wolinsky D, et al. Myocardial perfusion imaging in women for the evaluation of stable ischemic heart disease—state-of-the-evidence and clinical recommendations. *J Nucl Cardiol.* 2017;24(4):1402-1426. doi:10.1007/s12350-017-0926-8
160. Mieres JH, Gulati M, Merz NB, et al. Role of noninvasive testing in the clinical evaluation of women with suspected ischemic heart disease: A consensus statement from the american heart association. *Circulation.* 2014;130(4):350-379. doi:10.1161/CIR.0000000000000061
161. Instituto de las Mujeres. Principales Indicadores Estadísticos Igualdad. (Ministerio de Igualdad, ed.). Secretaría de Estado de igualdad y contra la violencia de género; 2024. Consultado el 23 de agosto de 2024. Disponible en: <https://www.inmujeres.gob.es/MujerCifras/Informes/Docs/PrincipalesIndicadores2024.pdf>
162. Instituto Nacional de Estadística. Estado de Salud. Cifras absolutas. Problemas o enfermedades crónicas o de larga evolución en los últimos 12 meses por sexo y grupo de

edad. Población de 16 y más años. 2023. Consultado el 15 de agosto de 2024. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t15/p419/a2006/p01/10/&file=01009.px>

163. Instituto Nacional de Estadística. Estado de salud y accidentalidad. Cifras absolutas y relativas. Estado de salud y enfermedades crónicas. 2024. Consultado el 16 de agosto de 2024. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t15/p419/p01/a2003/10/&file=01011.px>

164. Senst B, Kumar A, Diaz RR. Cardiac Surgery. (StatPearls Publishing, ed.); 2023.

165. Carnero-Alcázar M, Cuerpo-Caballero G, López-Menéndez J, et al. Spanish cardiovascular surgery report 2021: The annual updated registry of the Spanish Society for Cardiovascular and Endovascular Surgery. *Cir cardiovasc (Barc)*. 2023;30(3):151-163. doi:10.1016/j.circv.2023.04.003

166. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165. doi:10.1093/eurheartj/ehy394

167. Carnero-Alcázar M, Montero-Cruces L, Pérez-Camargo D, et al. Outcomes after coronary artery bypass grafting in Spain. Minimum Basic Dataset Analysis from 2001 to 2020. *Cir cardiovasc (Barc)*. 2023;30(2):82-89. doi:10.1016/j.circv.2022.08.003

168. Carnero Alcazar M, Hernandez-Vaquero D, Cubero-Gallego H, et al. Retrospective cohort analysis of Spanish national trends of coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention from 1998 to 2017. *BMJ Open*. 2021;11(4):e046141. doi:10.1136/bmjopen-2020-046141

169. Pahwa S, Bernabei A, Schaff H, et al. Impact of postoperative complications after cardiac surgery on long-term survival. *J Card Surg*. 2021;36(6):2045-2052. doi:10.1111/jocs.15471

170. Eikelboom R, Sanjanwala R, Le ML, Yamashita MH, Arora RC. Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Thorac Surg*. 2021;111(2):544-554. doi:10.1016/j.athoracsur.2020.05.104

171. Filardo G, Damiano RJ, Ailawadi G, et al. Epidemiology of new-onset atrial fibrillation following coronary artery bypass graft surgery. *Heart*. 2018;104(12):985-992. doi:10.1136/heartjnl-2017-312150

172. Phan K, Ha HSK, Phan S, Medi C, Thomas SP, Yan TD. New-onset atrial fibrillation following coronary bypass surgery predicts long-term mortality: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015;48(6):817-824. doi:10.1093/ejcts/ezu551

173. Alghosoon H, Arafat AA, Albabtain MA, Alsubaie FF, Alangari AS. Long-Term Effects of Postoperative Atrial Fibrillation following Mitral Valve Surgery. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2023;10(7):302. doi:10.3390/jcdd10070302

174. Woldendorp K, Farag J, Khadra S, Black D, Robinson B, Bannon P. Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: A Meta-Analysis. *Ann Thorac Surg*. 2021;112(6):2084-2093. doi:10.1016/j.athoracsur.2020.10.055

175. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Eur Heart J*. 2019;40(3):237-269. doi:10.1093/eurheartj/ehy462

176. Institute for Health Metrics and Evaluation. Ischaemic heart disease - Level 3 cause. 18 de julio de 2023. Consultado el 25 de agosto de 2024. Disponible en: https://www.healthdata.org/results/gbd_summaries/2019/ischemic-heart-disease-level-3-cause
177. Wu AHB, Christenson RH, Greene DN, et al. Association for clinical chemistry and the task force on clinical applications of cardiac bio-Markers of the international federation of clinical chemistry and laboratory medicine. *Clin Chem*. 2018;64(4):645-655. doi:10.1373/clinchem.2017.277186
178. Apple FS, Jaffe AS, Collinson P, et al. IFCC educational materials on selected analytical and clinical applications of high sensitivity cardiac troponin assays. *Clin Biochem*. 2015;48(4-5):201-203. doi:10.1016/j.clinbiochem.2014.08.021
179. Kim CH, Koo BK, Dehbi HM, et al. Sex Differences in Instantaneous Wave-Free Ratio or Fractional Flow Reserve-Guided Revascularization Strategy. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(20):2035-2046. doi:10.1016/j.jcin.2019.06.035
180. Ihdayhid AR, Koh JS, Ramzy J, et al. The Role of Fractional Flow Reserve and Instantaneous Wave-Free Ratio Measurements in Patients with Acute Coronary Syndrome. *Curr Cardiol Rep*. 2019;21(12):159. doi:10.1007/s11886-019-1233-6
181. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al; ESC Scientific Document Group. 2023 ESC Guidelines for the Management of Acute Coronary Syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3720-3826. doi:10.1093/eurheartj/ehad191. Erratum in: *Eur Heart J*. 2024;45(13):1145. doi:10.1093/eurheartj/ehad870
182. Collet JP, Thiele H, Barbato E, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2021;42(14):1289-1367. doi:10.1093/eurheartj/ehaa575
183. Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(2):e21-e129. doi:10.1016/j.jacc.2021.09.006
184. da Fonseca VBP, De Lorenzo A, Tura BR, Monassa Pittella FJ, Cordeiro da Rocha AS. Mortality and morbidity of patients on the waiting list for coronary artery bypass graft surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2018;26(1):34-40. doi:10.1093/ICVTS/IVX276
185. Sobolev BG, Fradet G, Kuramoto L, Rogula B. The occurrence of adverse events in relation to time after registration for coronary artery bypass surgery: a population-based observational study. *J Cardiothorac Surg*. 2013;8:74. doi:10.1186/1749-8090-8-74
186. Head SJ, da Costa BR, Beumer B, et al. Adverse events while awaiting myocardial revascularization: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2017;52(2):206-217. doi:10.1093/ejcts/ezx115
187. Montrieff T, Koyfman A, Long B. Coronary Artery Bypass Graft Surgery Complications: A Review for Emergency Clinicians. *Am J Emerg*. 2018;36(12):2289-2297. doi:10.1016/j.ajem.2018.09.014

188. Zhu P, Zhou P, Sun Y, Guo Y, Mai M, Zheng S. Hybrid coronary revascularization versus coronary artery bypass grafting for multivessel coronary artery disease: Systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Surg*. 2015;10:63. doi:10.1186/s13019-015-0262-5
189. Yu L, Zhu K, Du N, et al. Comparison of hybrid coronary revascularization versus coronary artery bypass grafting in patients with multivessel coronary artery disease: a meta-analysis. *J Cardiothorac Surg*. 2022;17(1):147. doi:10.1186/s13019-022-01903-w
190. Reynolds AC, King N. Hybrid coronary revascularization versus conventional coronary artery bypass grafting systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(33):e11941. doi:10.1097/MD.00000000000011941
191. Meyer S, Brouwers FP, Voors AA, et al. Sex differences in new-onset heart failure. *Clin Res Cardiol*. 2015;104(4):342-350. doi:10.1007/s00392-014-0788-x
192. Conrad N, Judge A, Tran J, et al. Temporal trends and patterns in heart failure incidence: a population-based study of 4 million individuals. *Lancet*. 2018;391(10120):572-580. doi:10.1016/S0140-6736(17)32520-5
193. James SL, Abate D, Abate KH, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018;392(10159):1789-1858. doi:10.1016/S0140-6736(18)32279-7
194. Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H, et al. Universal definition and classification of heart failure: a report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the Universal Definition of Heart Failure: Endorsed by the Canadian Heart Failure Society, Heart Failure Association of India, Cardiac Society of Australia and New Zealand, and Chinese Heart Failure Association. *Eur J Heart Fail*. 2021;23(3):352-380. doi:10.1002/ehf.2115
195. Galderisi M, Cosyns B, Edvardsen T, et al. Standardization of adult transthoracic echocardiography reporting in agreement with recent chamber quantification, diastolic function, and heart valve disease recommendations: An expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18(12):1301-1310. doi:10.1093/ehjci/jex244
196. Butler J, Talha KM, Aktas MK, Zareba W, Goldenberg I. Role of Implantable Cardioverter Defibrillator in Heart Failure With Contemporary Medical Therapy. *Circ Heart Fail*. 2022;15(8):e009634. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.122.009634
197. Aune D, Schlesinger S, Norat T, Riboli E. Tobacco smoking and the risk of heart failure: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Eur J Prev Cardiol*. 2019;26(3):279-288. doi:10.1177/2047487318806658
198. Wang F, Bai Y, Hua B, Zhou W, Wang X. Effect of different intensity exercises on cardiopulmonary function and quality of life of patients with chronic heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Herz*. 2023;49(2):134-146. doi:10.1007/s00059-023-05202-5
199. Mazzolai L, Teixido-Tura G, Lanzi S, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases. *Eur Heart J*. 2024;45(36):3538-3700. doi:10.1093/eurheartj/ehae179

200. Brouwers JJWM, Willems SA, Goncalves LN, Hamming JF, Schepers A. Reliability of bedside tests for diagnosing peripheral arterial disease in patients prone to medial arterial calcification: A systematic review. *EClinicalMedicine*. 2022;50:101532. doi:10.1016/j.eclinm.2022.101532
201. Chuter V, Schaper N, Mills J, et al. Effectiveness of bedside investigations to diagnose peripheral artery disease among people with diabetes mellitus: A systematic review. *Diabetes Metab Res Rev*. Publicado en línea el 21 de julio de 2023:e3683. doi:10.1002/dmrr.3683
202. Criqui MH, McClelland RL, McDermott MM, et al. The ankle-brachial index and incident cardiovascular events in the MESA (Multi-Ethnic study of atherosclerosis). *J Am Coll Cardiol*. 2010;56(18):1506-1512. doi:10.1016/j.jacc.2010.04.060
203. Institute for Health Metrics and Evaluation. Peripheral artery disease—Level 3 cause. Peripheral artery disease - Level 3. July 18, 2023. Consultado el 25 de agosto de 2024. Disponible en: https://www.healthdata.org/results/gbd_summaries/2019/peripheral-artery-disease-level-3-cause
204. Vlachopoulos C, Xaplanteris P, Aboyans V, et al. The role of vascular biomarkers for primary and secondary prevention. A position paper from the European Society of Cardiology Working Group on peripheral circulation. Endorsed by the Association for Research into Arterial Structure and Physiology (ARTERY) Society. *Atherosclerosis*. 2015;241(2):507-532. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2015.05.007
205. Masson W, Lobo M, Barbagelata L, Molinero G, Bluro I, Nogueira JP. Elevated lipoprotein (a) levels and risk of peripheral artery disease outcomes: A systematic review. *Vasc Med*. 2022;27(4):385-391. doi:10.1177/1358863X221091320
206. Kremers B, Wübbcke L, Mees B, Ten Cate H, Spronk H, Ten Cate-Hoek A. Plasma Biomarkers to Predict Cardiovascular Outcome in Patients With Peripheral Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2020;40(9):2018-2032. doi:10.1161/ATVBAHA.120.314774
207. Shu H, Xiong X, Chen X, et al. Endovascular revascularization vs. open surgical revascularization for patients with lower extremity artery disease: a systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1223841. doi:10.3389/fcvm.2023.1223841
208. Mohapatra A, Boitet A, Malak O, et al. Peroneal bypass versus endovascular peroneal intervention for critical limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2019;69(1):148-155. doi:10.1016/j.jvs.2018.04.049
209. Farhan S, Enzmann FK, Bjorkman P, et al. Revascularization Strategies for Patients With Femoropopliteal Peripheral Artery Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2023;81(4):358-370. doi:10.1016/j.jacc.2022.10.036
210. Kluckner M, Gruber L, Wippel D, et al. Long-Term Outcome of Bypass Surgery versus Endovascular Revascularization in Long Femoropopliteal Lesions. *J Clin Med*. 2023;12(10):3507. doi:10.3390/jcm12103507
211. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting K V, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2024;45(36):3314-3414. doi:10.1093/eurheartj/ehae176

212. Institute for Health Metrics and Evaluation. Atrial Fibrillation and Flutter - Level 3 cause. Atrial Fibrillation and Flutter - Level 3 cause. July 18, 2023. Consultado el 26 de agosto de 2024. Disponible en: https://www.healthdata.org/results/gbd_summaries/2019/atrial-fibrillation-and-flutter-level-3-cause
213. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139(10):e56-e528. doi:10.1161/CIR.0000000000000659
214. Koutoukidis DA, Jones NR, Taylor CJ, Casadei B, Aveyard P, Koutoukidis D. Obesity, self-reported symptom severity, and quality of life in people with atrial fibrillation: a community-based cross-sectional survey. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2020;30(12):2221-2229. doi:10.1016/j.numecd.2020.07.009
215. Abu HO, Saczynski JS, Ware J, et al. Impact of comorbid conditions on disease-specific quality of life in older men and women with atrial fibrillation. *Qual Life Res*. 2020;29(12):3285-3296. doi:10.1007/s11136-020-02578-3
216. Seaburg L, Hess EP, Coylewright M, Ting HH, McLeod CJ, Montori VM. Shared decision making in atrial fibrillation where we are and where we should be going. *Circulation*. 2014;129(6):704-710. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.004498
217. Abu HO, Wang W, Otabil EM, et al. Perception of atrial fibrillation symptoms: Impact on quality of life and treatment in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2022;70(10):2805-2817. doi:10.1111/jgs.17954
218. Bucci T, Proietti M, Shantsila A, et al. Integrated Care for Atrial Fibrillation Using the ABC Pathway in the Prospective APhRS-AF Registry. *JACC: Asia*. 2023;3(4):580-591. doi:10.1016/j.jacasi.2023.04.008
219. Lip GYH. The ABC pathway: An integrated approach to improve AF management. *Nat Rev Cardiol*. 2017;14(11):627-628. doi:10.1038/nrcardio.2017.153
220. Kimachi M, Furukawa TA, Kimachi K, Goto Y, Fukuma S, Fukuhara S. Direct oral anticoagulants versus warfarin for preventing stroke and systemic embolic events among atrial fibrillation patients with chronic kidney disease. *Cochrane Database of Syst Rev*. 2017;11(11):CD011373. doi:10.1002/14651858.CD011373.pub2
221. Hart RG, Pearce LA, Aguilar MI. Meta-analysis: Antithrombotic Therapy to Prevent Stroke in Patients Who Have Nonvalvular Atrial Fibrillation. *Ann Intern Med*. 2007;146(12):857-867. doi:10.7326/0003-4819-146-12-200706190-00007
222. Abdulrahman B, Jabbour RJ, Curzen N. Is It Really Safe to Discontinue Antiplatelet Therapy 12 Months After Percutaneous Coronary Intervention in Patients with Atrial Fibrillation? *Interv Cardiol*. 2023;18:e22. doi:10.15420/icr.2022.40
223. Song F, Liu FZ, Liang YF, et al. Clinical, sonographic characteristics and long-term prognosis of valvular heart disease in elderly patients. *J Geriatr Cardiol*. 2019;16(1):33-41. doi:10.11909/j.issn.1671-5411.2019.01.007
224. Chen J, Li W, Xiang M. Burden of Valvular Heart Disease, 1990-2017: Results from the Global Burden of Disease Study 2017. *J Glob Health*. 2020;10(2):020404. doi:10.7189/jogh.10.020404

225. Coffey S, Roberts-Thomson R, Brown A, et al. Global epidemiology of valvular heart disease. *Nat Rev Cardiol*. 2021;18(12):853-864. doi:10.1038/s41569-021-00570-z
226. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43(7):561-632. doi:10.1093/eurheartj/ehab395
227. Iung B, Delgado V, Rosenhek R, et al. Contemporary presentation and management of valvular heart disease: The EUobservational research programme valvular heart disease II survey. *Circulation*. 2019;140(14):1156-1169. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.041080
228. Zühlke L, Engel ME, Karthikeyan G, et al. Characteristics, complications, and gaps in evidence-based interventions in rheumatic heart disease: the Global Rheumatic Heart Disease Registry (the REMEDY study). *Eur Heart J*. 2015;36(18):1115-1122. doi:10.1093/eurheartj/ehu449
229. Yi B, Zeng W, Lv L, Hua P. Changing epidemiology of calcific aortic valve disease- 30-year trends of incidence, prevalence, and deaths across 204 countries and territories. *Aging (Albany NY)*. 2021;13(9):12710-12732. doi:10.18632/aging.202942
230. Yadgir S, Johnson CO, Aboyans V, et al. Global, Regional, and National Burden of Calcific Aortic Valve and Degenerative Mitral Valve Diseases, 1990-2017. *Circulation*. 2020;141(21):1670-1680. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043391
231. Chambers JB, Garbi M, Nieman K, et al. Appropriateness criteria for the use of cardiovascular imaging in heart valve disease in adults: A European Association of Cardiovascular Imaging report of literature review and current practice. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18(5):489-498. doi:10.1093/ehjci/jew309
232. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, et al. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: A focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18(3):254-275. doi:10.1093/ehjci/jew335
233. Lancellotti P, Tribouilloy C, Hagendorff A, et al. Recommendations for the echocardiographic assessment of native valvular regurgitation: An executive summary from the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(7):611-644. doi:10.1093/ehjci/jet105
234. Galusko V, Ionescu A, Edwards A, et al. Management of mitral stenosis: a systematic review of clinical practice guidelines and recommendations. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*. 2022;8(6):602-618. doi:10.1093/ehjqcco/qcab083
235. Henri C, Piérard LA, Lancellotti P, Mongeon FP, Pibarot P, Basmadjian AJ. Exercise testing and stress imaging in valvular heart disease. *Can J Cardiol*. 2014;30(9):1012-1026. doi:10.1016/j.cjca.2014.03.013
236. Chatrath N, Papadakis M. Physical activity and exercise recommendations for patients with valvular heart disease. *Heart*. 2022;108(24):1938-1944. doi:10.1136/heartjnl-2021-319824
237. Messika-Zeitoun D, Baumgartner H, Burwash IG, et al. Unmet needs in valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2023;44(21):1862-1873. doi:10.1093/eurheartj/ehad121

238. Aluru JS, Barsouk A, Saginala K, Rawla P, Barsouk A. Valvular Heart Disease Epidemiology. *Med Sci (Basel)*. 2022;10(2):32. doi:10.3390/medsci10020032
239. Ahmad Y, Howard JP, Arnold AD, et al. Transcatheter versus surgical aortic valve replacement in lower-risk and higher-risk patients: a meta-analysis of randomized trials. *Eur Heart J*. 2023;44(10):836-852. doi:10.1093/eurheartj/ehac642
240. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2021;143(5):E72-E227. doi:10.1161/CIR.0000000000000923
241. Abellan C, Antiochos P, Fournier S, et al. Extrathoracic Against Intrathoracic Vascular Accesses for Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Am J Cardiol*. 2023;203:473-483. doi:10.1016/j.amjcard.2023.07.091
242. Prendiville T, Leahy A, Gabr A, et al. Clinical Frailty Scale as a predictor of adverse outcomes following aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *Open Heart*. 2023;10(2):e002354. doi:10.1136/openhrt-2023-002354
243. Faraz A, Fundano N, Qureshi AI, Tarar MY, Yawar B, Mohammed GDF. Comparison Between Mini-Sternotomy and Full Sternotomy for Aortic Valve Replacement: A 10-Year Retrospective Study. *Cureus*. 2022;14(11):e31627. doi:10.7759/cureus.31627
244. Chien S, Clark C, Maheshwari S, et al. Benefits of rapid deployment aortic valve replacement with a mini upper sternotomy. *J Cardiothorac Surg*. 2020;15(1):226. doi:10.1186/s13019-020-01268-y
245. Kirmani BH, Jones SG, Malaisrie SC, Chung DA, Williams RJNN. Limited versus full sternotomy for aortic valve replacement. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2017(4):CD011793. doi:10.1002/14651858.CD011793.pub2
246. Abdelaal SA, Abdelrahim NA, Mamdouh M, et al. Comparative effects of minimally invasive approaches vs. conventional for obese patients undergoing aortic valve replacement: a systematic review and network meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord*. 2023;23(1):392. doi:10.1186/s12872-023-03410-9
247. Lerman TT, Levi A, Talmor-Barkan Y, Kornowski R. Early and Mid-Term Outcomes of Transcatheter Aortic Valve Implantation versus Surgical Aortic Valve Replacement: Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2023;10(4):157. doi:10.3390/jcdd10040157
248. Kolkailah AA, Doukky R, Pelletier MP, Volgman AS, Kaneko T, Nabhan AF. Transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement for severe aortic stenosis in people with low surgical risk. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;2019(12):CD013319. doi:10.1002/14651858.CD013319.pub2
249. Jaiswal V, Ang SP, Ishak A, et al. Transcatheter vs Surgical Aortic Valve Replacement Outcomes Among Solid Organ Transplant Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr Probl Cardiol*. 2023;48(8):101685. doi:10.1016/j.cpcardiol.2023.101685
250. Baron SJ, Wang K, House JA, et al. Cost-Effectiveness of Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Patients with Severe Aortic Stenosis at Intermediate Risk: Results

from the PARTNER 2 Trial. *Circulation*. 2019;139(7):877-888. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.035236

251. Tam DY, Hughes A, Wijeyesundera HC, Fremes SE. Cost-Effectiveness of Self-Expandable Transcatheter Aortic Valves in Intermediate-Risk Patients. *Ann Thorac Surg*. 2018;106(3):676-683. doi:10.1016/j.athoracsur.2018.03.069

252. Barbato E, Noc M, Baumbach A, et al. Mapping interventional cardiology in Europe: The European association of percutaneous cardiovascular interventions (EAPCI) atlas project. *Eur Heart J*. 2020;41(27):2579-2588. doi:10.1093/eurheartj/ehaa475

253. Pilgrim T, Windecker S. Expansion of transcatheter aortic valve implantation: new indications and socio-economic considerations. *Eur Heart J*. 2018;39(28):2643-2645. doi:10.1093/eurheartj/ehy228

254. Makkar RR, Thourani VH, Mack MJ, et al. Five-Year Outcomes of Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med*. 2020;382(9):799-809. doi:10.1056/nejmoa1910555

255. Zhao A, Minhui H, Li X, Zhiyun X. A meta-analysis of transfemoral versus transapical transcatheter aortic valve implantation on 30-day and 1-year outcomes. *Heart Surg Forum*. 2015;18(4):E161-E166. doi:10.1532/hsf.1388

256. Ando T, Takagi H, Grines CL. Transfemoral, transapical and transcatheter aortic valve implantation and surgical aortic valve replacement: A meta-analysis of direct and adjusted indirect comparisons of early and mid-term deaths. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2017;25(3):484-492. doi:10.1093/icvts/ivx150

257. Lu H, Monney P, Hullin R, et al. Transcarotid Access Versus Transfemoral Access for Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:687168. doi:10.3389/fcvm.2021.687168

258. Salmasi MY, Acharya M, Humayun N, Baskaran D, Hubbard S, Vohra H. Is valve repair preferable to valve replacement in ischaemic mitral regurgitation? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016;50(1):17-28. doi:10.1093/ejcts/ezw053

259. Jung JC, Jang MJ, Hwang HY. Meta-Analysis Comparing Mitral Valve Repair Versus Replacement for Degenerative Mitral Regurgitation Across All Ages. *Am J Cardiol*. 2019;123(3):446-453. doi:10.1016/j.amjcard.2018.10.024

260. Stone GW, Lindenfeld J, Abraham WT, et al. Transcatheter Mitral-Valve Repair in Patients with Heart Failure. *N Engl J Med*. 2018;379(24):2307-2318. doi:10.1056/nejmoa1806640

261. Oh NA, Kampaktsis PN, Gallo M, et al. An updated meta-analysis of MitraClip versus surgery for mitral regurgitation. *Ann Cardiothorac Surg*. 2021;10(1):1-14. doi:10.21037/ACS-2020-MV-24

262. Munt B, Webb J. Percutaneous valve repair and replacement techniques. *Heart*. 2006;92(10):1369-1372. doi:10.1136/hrt.2005.067371

263. Hosseini K, Soleimani H, Nasrollahizadeh A, et al. Edge-to-Edge Transcatheter Mitral Valve Repair Using PASCAL vs. MitraClip: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2023;12(10):3579. doi:10.3390/jcm12103579

264. Husen TF, Kohar K, Angelica R, Saputro BIL. Robotic vs other surgery techniques for mitral valve repair and/or replacement: A systematic review and meta-analysis. *Hellenic J Cardiol*. 2023;71:16-25. doi:10.1016/j.hjc.2022.12.011
265. Sá MPBO, Van den Eynde J, Cavalcanti LRP, et al. Mitral valve repair with minimally invasive approaches vs sternotomy: A meta-analysis of early and late results in randomized and matched observational studies. *J Card Surg*. 2020;35(9):2307-2323. doi:10.1111/jocs.14799
266. Al Shamry A, Jegaden M, Ashafy S, Eker A, Jegaden O. Minithoracotomy versus sternotomy in mitral valve surgery: meta-analysis from recent matched and randomized studies. *J Cardiothorac Surg*. 2023;18(1):101. doi:10.1186/s13019-023-02229-x
267. Katzianer D, Albert C. Structural Interventions in Heart Failure: Mending a Broken Heart. *J Clin Med*. 2023;12(9):3243. doi:10.3390/jcm12093243
268. Kadri AN, Menon V, Sammour YM, et al. Outcomes of patients with severe tricuspid regurgitation and congestive heart failure. *Heart*. 2019;105(23):1813-1817. doi:10.1136/heartjnl-2019-315004
269. Alperi A, Almendárez M, Álvarez R, et al. Transcatheter tricuspid valve interventions: Current status and future perspectives. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:994502. doi:10.3389/fcvm.2022.994502
270. Yetano Laguna J, Arbeloa López P, López Arbeloa G, et al. Manual de descripción de los grupos relacionados por el diagnóstico (AP-GRD v.25.0). 5th ed. Osakidetza, Servicio Vasco de Salud; 2010. Consultado el 4 de abril de 2024. Disponible en: https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/osk_publicaciones/es_publicaciones/Calidad/ManualAPGRDv.25.0.pdf
271. Elgwairi E, Yang S, Nugent K. Association of the All-Patient Refined Diagnosis-Related Groups Severity of Illness and Risk of Mortality Classification with Outcomes. *South Med J*. 2021;114(10):668-674. doi:10.14423/SMJ.0000000000001306
272. McCormick PJ, Lin H mo, Deiner SG, Levin MA. Validation of the All Patient Refined Diagnosis Related Group (APR-DRG) Risk of Mortality and Severity of Illness Modifiers as a Measure of Perioperative Risk. *J med Syst*. 2018;42(5):81. doi:10.1007/s10916-018-0936-3
273. Santos JV, Viana J, Pinto C, et al. All Patient Refined-Diagnosis Related Groups' (APR-DRGs) Severity of Illness and Risk of Mortality as predictors of in-hospital mortality. *J Med Syst*. 2022;46(6):37. doi:10.1007/s10916-022-01805-3
274. Ministerio de Sanidad. Registro de Actividad Sanitaria Especializada (RAE-CMBD). Consultado el 23 de junio de 2024. Disponible en: <https://pestadistico.inteligenciadegestion.sanidad.gob.es/publicoSNS/S/rae-cmbd>
275. Ministerio de Sanidad. Registro de Altas de los Hospitales Generales del Sistema Nacional de Salud. CMBD. Norma Estatal. Enero de 2023. Consultado el 20 de julio de 2024. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/cmbd.htm>
276. Goldfield N. The Evolution of Diagnosis-Related Groups (DRGs): From Its Beginnings in Case-Mix and Resource Use Theory, to Its Implementation for Payment and now for Its Current Utilization for quality Within and Outside the hospital. *Qual Manag Health Care*. 2010;19(1):3-16. doi:10.1097/QMH.0b013e3181ccbccc3

277. Souza J, Santos JV, Canedo VB, Betanzos A, Alves D, Freitas A. Importance of coding co-morbidities for APR-DRG assignment: Focus on cardiovascular and respiratory diseases. *Health Inf Manag.* 2020;49(1):47-57. doi:10.1177/1833358319840575
278. Solventum Health Information Systems. 3MTM All Patient Refined Diagnosis Related Groups (APR DRG) Methodology Overview. Versión 42.0. (Solventum, ed.); 2024. Consultado el 3 de marzo de 2025. Disponible en: <https://3mhis-customersupport.s3.amazonaws.com/aws/docs/Groupers/All Patient Refined DRG/Methodology overview GRP041/grp041 aprdrg methodology overview.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAQW57BTWSZIFDNYWM&Expires=1740989815&Signature=DTW83vwnafiPh0UhSoXxtudlYqM%3D>
279. Minuck M. The role of physiotherapy in pre- and post-operative care. *Can Med Assoc J.* 1953;68(5):471-474.
280. Otis AB. Application of Gray's theory of respiratory control to the hyperpnea produced by passive movements of the limbs. *J Appl Physiol.* 1949;1(11):743-751. doi:10.1152/jappl.1949.1.11.743
281. Pryor JH. Deep breathing as a therapeutic and preventive measure in certain disease of the lungs. *Trans Am Climatol Assoc.* 1906;22:251-261. Consultado el 24 de junio de 2024. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2262643/pdf/tacca200057-0284.pdf>
282. Niebuhr YJ. Physical Therapy for the Heart Surgery Patient. *J AM Phys Ther Assoc.* 1963;43(11):798-802. doi:10.1093/ptj/43.11.798
283. Hicks C. Pre-operative and Post-operative Physical Therapy for Chest Surgery Patients—Review and Current Status. *Mil Med.* 1955;117(2):128-131. doi:10.1093/milmed/117.2.128
284. Rattenborg CC, Holaday DA. Lung physiotherapy as an adjunct to surgical care. *Surg Clin North Am.* 1964;44(1):219-226. doi:10.1016/S0039-6109(16)37201-2
285. Nichols PJR, Howell B. Routine pre-operative and post-operative physiotherapy. Replies to a questionnaire. *Ann Phys Med.* 1968;9(7):264-269. doi:10.1093/rheumatology/9.7.264
286. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Geraghty TR. Respiratory Maneuvers to Prevent Postoperative Pulmonary Complications. *JAMA.* 1973;224(7):1017-1021. doi:10.1001/jama.1973.03220210035008
287. Harken DE. A review of the activities of the thoracic center for the III and IV hospital groups, 160th General Hospital European Theater of Operations, June 10, 1944 to Jan. 1, 1945. *J Thorac Surg.* 1946;15:31-43.
288. Darin JC, Close AS, Ellison EH. The value of a rebreathing tube in the prevention of postoperative atelectasis. *Arch Surg.* 1960;81:263-268. doi:10.1001/archsurg.1960.01300020091014
289. Radigan LR, King RD. A technique for the prevention of posoperative atelectasis. *Surgery.* 1960;47:184-187.
290. Flint FJ, Khan MO. Clinical use of peak flow meter. *Br Med J.* 1962;2(5314):1231-1233. doi:10.1136/bmj.2.5314.1231

291. Estafanous FG. Respiratory care following open heart surgery. *Surgical Clinics of North America*. 1975;55(5):1229-1241. doi:10.1016/S0039-6109(16)40748-6
292. Thomas JA, McIntosh JM. Are incentive spirometry, intermittent positive pressure breathing, and deep breathing exercises effective in the prevention of postoperative pulmonary complications after upper abdominal surgery? A systematic overview and meta-analysis. *Phys Ther*. 1994;74(1):3-10. doi:10.1093/ptj/74.1.3
293. Overend TJ, Anderson CM, Lucy SD, Bhatia C, Jonsson BI, Timmermans C. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: A systematic review. *Chest*. 2001;120(3):971-978. doi:10.1378/chest.120.3.971
294. Pasquina P, Tramèr MR, Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: Systematic review. *BMJ*. 2003;327(7428):1379-1381. doi:10.1136/bmj.327.7428.1379
295. Freitas ERFS, Soares BGO, Cardoso JR, Atallah AN. Incentive spirometry for preventing pulmonary complications after coronary artery bypass graft. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;2012(9):CD004466. doi:10.1002/14651858.CD004466.pub3
296. Yazdannik A, Bollbanabad HM, Mirmohammadsadeghi M, Khalifehzadeh A. The effect of incentive spirometry on arterial blood gases after coronary artery bypass surgery (CABG). *Iran J Nurs Midwifery Res*. 2016;21(1):89-92. doi:10.4103/1735-9066.174761
297. Zhao CH, Sun YH, Mao XM. Volume Incentive Spirometry Reduces Pulmonary Complications in Patients After Open Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial. *Int J Gen Med*. 2023;16:793-801. doi:10.2147/IJGM.S400030
298. Su H, Zhang J, Liu Y, Peng H, Zhang L. Pre and postoperative nurse-guided incentive spirometry versus physiotherapist-guided pre and postoperative breathing exercises in patients undergoing cardiac surgery An evaluation of postoperative complications and length of hospital stay. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101(52):E32443. doi:10.1097/MD.00000000000032443
299. Zerang F, Amouzeschi A, Barkhordari-Sharifabad M. Comparison of the effect of incentive spirometry and deep breathing exercises on hemodynamic parameters of patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: A Clinical Trial. *J Vasc Nurs*. 2022;40(3):134-139. doi:10.1016/j.jvn.2022.08.002
300. Chang PC, Chen PH, Chang TH, et al. Incentive spirometry is an effective strategy to improve the quality of postoperative care in patients. *Asian J Surg*. 2023;46(9):3397-3404. doi:10.1016/j.asjsur.2022.11.030
301. Manapunsopée S, Thanakiatpinyo T, Wongkornrat W, Chuaychoo B, Thirapatarapong W. Effectiveness of Incentive Spirometry on Inspiratory Muscle Strength After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Heart Lung Circ*. 2020;29(8):1180-1186. doi:10.1016/j.hlc.2019.09.009
302. Amin R, Alaparthi GK, Samuel SR, Bairapareddy KC, Raghavan H, Vaishali K. Effects of three pulmonary ventilation regimes in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a randomized clinical trial. *Sci Rep*. 2021;11(1):6730. doi:10.1038/s41598-021-86281-4

303. Alaparathi GK, Amin R, Gatty A, et al. Contrasting effects of three breathing techniques on pulmonary function, functional capacity and daily life functional tasks in patients following valve replacement surgery- A pilot randomized clinical trial. *Heliyon*. 2021;7(7):e07643. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07643
304. Sweity EM, Alkaissi AA, Othman W, Salahat A. Preoperative incentive spirometry for preventing postoperative pulmonary complications in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a prospective, randomized controlled trial. *J Cardiothorac Surg*. 2021;16(1):241. doi:10.1186/s13019-021-01628-2
305. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-702. doi:10.1164/arrd.1969.99.5.696
306. Leith DE, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol*. 1976;41(4):508-516. doi:10.1152/jappl.1976.41.4.508
307. Gross D, Ladd HW, Riley EJ, Macklem PT, Grassino A. The Effect of Training on Strength and Endurance of the Diaphragm in Quadriplegia. *Am J Med*. 1980;68(1):27-35. doi:10.1016/0002-9343(80)90157-6
308. Scherer TA, Spengler CM, Owassapian D, Imhof E, Boutellier U. Respiratory Muscle Endurance Training in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Impact on Exercise Capacity, Dyspnea, and Quality of Life. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;162(5):1709-1714. doi:10.1164/ajrccm.162.5.9912026
309. Winkler G, Zifko U, Nader A, et al. Dose-dependent effects of inspiratory muscle training in neuromuscular disorders. *Muscle Nerve*. 2000;23(8):1257-1260. doi:10.1002/1097-4598(200008)23:8<1257::aid-mus15>3.0.co;2-m
310. Caine, McConnell. Development and evaluation of a pressure threshold inspiratory muscle trainer for use in the context of sports performance. *Sports Eng*. 2000;3(3):149-159. doi:10.1046/j.1460-2687.2000.00047.x
311. Hart N, Sylvester K, Ward S, Cramer D, Moxham J, Polkey MI. Evaluation of an inspiratory muscle trainer in healthy humans. *Respir Med*. 2001;95(6):526-531. doi:10.1053/rmed.2001.1069
312. Edwards AM, Cooke CB. Oxygen uptake kinetics and maximal aerobic power are unaffected by inspiratory muscle training in healthy subjects where time to exhaustion is extended. *Eur j Appl Physiol*. 2004;93(1-2):139-144. doi:10.1007/s00421-004-1188-0
313. Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: A meta-analysis. *Eur respir J*. 2002;20(3):570-576. doi:10.1183/09031936.02.00237402
314. Sobrinho MT, Guirado GN, Silva MA de M. Preoperative therapy restores ventilatory parameters and reduces length of stay in patients undergoing myocardial revascularization. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2014;29(2):221-228. doi:10.5935/1678-9741.20140021
315. Valkenet K, de Heer F, Backx FJ, et al. Effect of inspiratory muscle training before cardiac surgery in routine care. *Phys Ther*. 2013;93(5):611-619. doi:10.2522/ptj.20110475
316. Savci S, Degirmenci B, Saglam M, et al. Short-term effects of inspiratory muscle training in coronary artery bypass graft surgery: A randomized controlled trial. *Scand Cardiovasc J*. 2011;45(5):286-293. doi:10.3109/14017431.2011.595820

317. Hulzebos EHJ, Van Meeteren NLU, Van Den Buijs BJWM, De Bie RA, De La Rivière AB, Helders PJM. Feasibility of preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass surgery with a high risk of postoperative pulmonary complications: A randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil.* 2006;20(11):949-959. doi:10.1177/0269215506070691
318. Hulzebos EHJ, Helders PJM, Favié NJ, De Bie RA, Brutel De La Riviere A, Van Meeteren NLU. Preoperative Intensive Inspiratory Muscle Training to Prevent Postoperative Pulmonary Complications in High-Risk Patients Undergoing CABG Surgery A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2006;296(15):1851-1857. doi:10.1001/jama.296.15.1851
319. Valkenet K, Trappenburg JCA, Hulzebos EH, van Meeteren NLU, Backx FJG. Effects of a pre-operative home-based inspiratory muscle training programme on perceived health-related quality of life in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Physiotherapy.* 2017;103(3):276-282. doi:10.1016/j.physio.2016.02.007
320. Asoh T, Tsuji H. Preoperative Physical Training for Cardiac Patients Requiring Non-cardiac Surgery. *Jpn J Surg.* 1981;11(4):251-255. doi:10.1007/BF02468764
321. Arthur HM, Daniels C, Mckelvie R, Hirsh J, Rush B. Effect of a Preoperative Intervention on Preoperative and Postoperative Outcomes in Low-Risk Patients Awaiting Elective Coronary Artery Bypass Graft Surgery A Randomized, Controlled Trial. *Ann intern Med.* 2000;133(4):253-262. doi:10.7326/0003-4819-133-4-200008150-00007
322. Nardi P, Pellegrino A, Pisano C, et al. The effect of preoperative respiratory physiotherapy and motor exercise in patients undergoing elective cardiac surgery: Short-term results. *Kardiochir Torakochirurgia Pol.* 2019;16(2):81-87. doi:10.5114/kitp.2019.86360
323. Nardi P, Pisano C, Altieri C, et al. The benefit of a preoperative respiratory protocol and musculoskeletal exercise in patients undergoing cardiac surgery. *KardiochirTorakochirurgia Pol.* 2020;17(2):94-100. doi:10.5114/kitp.2020.97267
324. Yuguchi S, Saitoh M, Oura K, et al. Impact of preoperative frailty on regaining walking ability in patients after cardiac surgery: Multicenter cohort study in Japan. *Arch Gerontol Geriatr.* 2019;83:204-210. doi:10.1016/j.archger.2019.04.003
325. Takahashi T, Watanabe H, Mochizuki M, et al. Relationship Between Prehabilitation Responsiveness and Postoperative Physical Functional Recovery in Cardiovascular Surgery. *J Cardiol.* 2024;84(6):366-371. doi:10.1016/j.jjcc.2024.05.008.
326. Sumin AN, Oleinik PA, Bezdenezhnykh A V., Bezdenezhnykh NA. Prehabilitation in cardiovascular surgery: The effect of neuromuscular electrical stimulation (Randomized clinical trial). *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(3):2678. doi:10.3390/ijerph20032678
327. Sahar W, Waseem M, Riaz M, Nazeer N, Ahmad M, Haider Z. Effects of prehabilitation resistance training in mild to moderate clinically frail patients awaiting coronary artery bypass graft surgery. *J Investig Med.* 2024;72(1):151-158. doi:10.1177/10815589231207795
328. López-Hernández A, Arguis MJ, Gimeno-Santos E, Navarro R, Coca-Martínez M, Martínez-Pallí G. Feasibility and effects of prehabilitation in cardiac surgery. Preliminary study. *Rev Esp Anestesiol Reanim.* 2023;70(4):218-223. doi:10.1016/j.redar.2022.01.010

329. Debigaré R, Maltais F, Whittom F, Deslauriers J, LeBlanc P. Feasibility and Efficacy of Home Exercise Training Before Lung Volume Reduction. *J Cardiopulm Rehabil.* 1999;19(4):235-241. doi:10.1097/00008483-199907000-00004
330. Hadj A, Esmore D, Rowland M, et al. Pre-operative preparation for cardiac surgery utilising a combination of metabolic, physical and mental therapy. *Heart Lung Circ.* 2006;15(3):172-181. doi:10.1016/j.hlc.2006.01.008
331. Rosenfeldt F, Braun L, Spitzer O, et al. Physical conditioning and mental stress reduction - a randomised trial in patients undergoing cardiac surgery. *BMC Complement Altern Med.* 2011;11:20. doi:10.1186/1472-6882-11-20
332. Giaccardi M, MacChi C, Colella A, et al. Postacute rehabilitation after coronary surgery: the effect of preoperative physical activity on the incidence of paroxysmal atrial fibrillation. *Am J Phys Med Rehabil.* 2011;90(4):308-315. doi:10.1097/PHM.0b013e31820f9535
333. Hall DE, Youk A, Allsup K, et al. Preoperative Rehabilitation Is Feasible in the Weeks Prior to Surgery and Significantly Improves Functional Performance. *J Frailty Aging.* 2023;12(4):267-276. doi:10.14283/jfa.2022.42
334. Jacobsen RM, Ginde S, Mussatto K, Neubauer J, Earing M, Danduran M. Can a Home-based Cardiac Physical Activity Program Improve the Physical Function Quality of Life in Children with Fontan Circulation? *Congenit Heart Dis.* 2016;11(2):175-182. doi:10.1111/chd.12330
335. Jafri SH, Imran TF, Medbury E, et al. Cardiovascular Outcomes of Patients Referred to Home Based Cardiac Rehabilitation. *Heart Lung.* 2022;52:1-7. doi:10.1016/j.hrtlng.2021.11.005
336. Waite I, Deshpande R, Baghai M, Massey T, Wendler O, Greenwood S. Home-based preoperative rehabilitation (prehab) to improve physical function and reduce hospital length of stay for frail patients undergoing coronary artery bypass graft and valve surgery. *J Cardiothorac Surg.* 2017;12(1):91. doi:10.1186/s13019-017-0655-8
337. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gotsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE)statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol.* 2008;61(4):344-349. doi:10.1016/j.jclinepi.2007.11.008
338. World Medical Association. Declaration of Helsinki-Ethical principles for medical research involving human participants. 2024. Consultado el 9 de febrero de 2025. Disponible en: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>
339. IBM Corp. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 29.0.2.0.* IBM Corp; 2023.
340. Posit Team. RStudio: Integrated Development Enviroment for R. Published online 2023. Consultado el 25 de marzo de 2024. Disponible en: <http://www.posit.co/>
341. Lüdecke D, Ben-Shachar M, Patil I, Waggoner P, Makowski D. performance: An R Package for Assessment, Comparison and Testing of Statistical Models. *J Open Source Softw.* 2021;6(60):3139. doi:10.21105/joss.03139
342. Cook RD, Weisberg S. Residuals and Influence in Regression. (New York: Chapman and Hall, eds.). Chapman and Hall; 1982. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11299/37076>

343. Pek J, Wong O, Wong ACM. How to address non-normality: A taxonomy of approaches, reviewed, and illustrated. *Front Psychol.* 2018;9:2104. doi:10.3389/fpsyg.2018.02104
344. Consellería de Sanidade, Xunta de Galicia, España. Epidat: Programa para análisis epidemiológico de datos. Published online July 2016. Consultado el 21 de febrero de 2024. Disponible en: <http://www.sergas.es/Saude-publica/EPIDAT>
345. Montero-Cámara J, Ferrer-Sargues FJ, Rovira MJS, et al. Can resistance prehabilitation training bring additional benefits in valvular cardiac surgery? protocol for a randomized controlled trial. *PLoS One.* 2024;19(5):e0303163. doi:10.1371/journal.pone.0303163
346. Montero-Cámara J, Ferrer-Sargues FJ, Peredo DC, et al. Home-based physiotherapy programme reduces hospital stay and costs in cardiac surgery. A retrospective cohort study. *Physiother Res Int.* 2025;30(2):e70032. doi:10.1002/pri.70032
347. Herdy AH, Marcchi PLB, Vila A, et al. Pre- and postoperative cardiopulmonary rehabilitation in hospitalized patients undergoing coronary artery bypass surgery a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2008;87(9):714-719. doi:10.1097/PHM.0b013e3181839152
348. Diz-Ferreira E, Iaz-Vidal PD, Fern Andez-V Azquez I, Gil-Casado C, Luna-Rojas P, Diz C. Effect of Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Programs on Perioperative Outcomes in Patients Undergoing Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2025;00(2025):1-10. doi:10.17605/OSF
349. Cook A, Smith L, Anderson C, et al. The effect of Preoperative threshold inspiratory muscle training in adults undergoing cardiac surgery on postoperative hospital stay: a systematic review. *Physiother Theory Pract.* 2023;39(4):690-703. doi:10.1080/09593985.2022.2025548
350. Wang J, Wang YQ, Shi J, Yu PM, Guo YQ. Effect of preoperative inspiratory muscle training on postoperative outcomes in patients undergoing cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. *World J Clin Cases.* 2023;11(13):2981-2991. doi:10.12998/wjcc.v11.i13.2981
351. Gomes Neto M, Martinez BP, Reis HFC, Carvalho VO. Pre- and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2017;31(4):454-464. doi:10.1177/0269215516648754
352. Kendall F, Oliveira J, Peleteiro B, Pinho P, Bastos PT. Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: a systematic review and meta-analysis. *Disabil Rehabil.* 2018;40(8):864-882. doi:10.1080/09638288.2016.1277396
353. Dixon LK, Dimagli A, Di Tommaso E, et al. Females have an increased risk of short-term mortality after cardiac surgery compared to males: Insights from a national database. *J Card Surg.* 2022;37(11):3507-3519. doi:10.1111/jocs.16928
354. Dassanayake MT, Norton EL, Ward AF, Wenger NK. Sex-specific disparities in patients undergoing isolated CABG. *Am Heart J Plus.* 2023;35:100334. doi:10.1016/j.ahjo.2023.100334
355. Bradley S, White RS, Jiang SY, et al. Sex Differences in In-Hospital Mortality After Open Cardiac Valve Surgery. *Anesth Analg.* 2022;135(5):944-953. doi:10.1213/ANE.0000000000006076

356. EL-Andari R, Bozso SJ, Fialka NM, Kang JJH, Nagendran J. Does sex impact outcomes after mitral valve surgery? A systematic review and meta-analysis. *Scand J Surg.* 2022;111(4):99-109. doi:10.1177/14574969221124468
357. Dixon LK, Di Tommaso E, Dimagli A, et al. Impact of sex on outcomes after cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2021;343:27-34. doi:10.1016/j.ijcard.2021.09.011
358. Yang CK, Teng A, Lee DY, Rose K. Pulmonary complications after major abdominal surgery: National Surgical Quality Improvement Program analysis. *J Surg Res.* 2015;198(2):441-449. doi:10.1016/j.jss.2015.03.028
359. Cavayas YA, Eljaiek R, Rodrigue É, et al. Preoperative Diaphragm Function Is Associated with Postoperative Pulmonary Complications after Cardiac Surgery. *Crit Care Med.* 2019;47(12):e966-e974. doi:10.1097/CCM.0000000000004027
360. Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth.* 2017;118(3):317-334. doi:10.1093/bja/aex002
361. Canet J, Sabaté S, Mazo V, et al. Development and validation of a score to predict postoperative respiratory failure in a multicentre European cohort. *Eur J Anaesthesiol.* 2015;32(7):458-470. doi:10.1097/EJA.0000000000000223
362. Qu F, Yang W, He N, et al. Effect of Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: A Meta-Analysis. *Clin Cardiol.* 2024;47(12):e70053. doi:10.1002/clc.70053
363. Chiam PTL, Hayashida K, Watanabe Y, et al. Sex differences in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement in Asia. *Open Heart.* 2021;8(1):e001541. doi:10.1136/openhrt-2020-001541
364. Harik L, Perezgrovas-Olaria R, Soletti G, et al. Sex differences in coronary artery bypass graft surgery outcomes: a narrative review. *J Thorac Dis.* 2023;15(9):5041-5054. doi:10.21037/jtd-23-294
365. Hirnle G, Stankiewicz A, Mitrosz M, et al. Gender Differences in Survival after Coronary Artery Bypass Grafting—13-Year Results from KROK Registry. *J Clin Med.* 2024;13(14):4080. doi:10.3390/jcm13144080
366. Ferreira DK, Petzold AP, Zawislak RB, et al. Sex differences in outcomes of patients undergoing on-pump coronary artery bypass grafting surgery. *PLoS One.* 2024;19(9):e0306902. doi:10.1371/journal.pone.0306902
367. Ministerio de Sanidad. Estimación de pesos y costes de los procesos hospitalarios en el Sistema Nacional de Salud: metodología y principales resultados. Proyecto 2019. (Ministerio de Sanidad, ed.); 2021. Consultado el 3 de marzo de 2025. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/docs/CMBD/INF_PROC_ESTIM_COST_HOSP_SNS_2019.pdf
368. Instituto de Información Sanitaria. Los costes de hospitalización en el Sistema Nacional de Salud. Pesos españoles de los grupos relacionados por el diagnóstico (GRD): Resultados para el año 2004. (Ministerio de Sanidad, ed.); 2007. Consultado el 3 de marzo de 2025. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/docs/pesosCostes2004ResumenNotas.pdf>

369. Snowdon D, Haines TP, Skinner EH. Preoperative intervention reduces postoperative pulmonary complications but not length of stay in cardiac surgical patients: A systematic review. *J Physiother*. 2014;60(2):66-77. doi:10.1016/j.jphys.2014.04.002
370. Horn SD. Validity, reliability and implications of an index of inpatient severity of illness. *Med Care*. 1981;19(3):354-362. doi:10.1097/00005650-198103000-00010
371. Falk A, Kåhlin J, Nymark C, Hultgren R, Stenman M. Depression as a predictor of postoperative delirium after cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2021;32(3):371-379. doi:10.1093/icvts/ivaa277
372. Ilori EO, Erechukwu C, Obitulata-Ugwu VO, Ewuzie ZD, Okobi OE, Iyun OB. Burden and Predictors of Depression in Populations With Coronary Heart Disease. *Cureus*. 2024;16(6):e62068. doi:10.7759/cureus.62068
373. Yüksel A, Kan II, Yolgösteren A, et al. Are the early postoperative outcomes of coronary artery bypass grafting surgery in elderly women worse compared to men's? *Braz J Cardiovasc Surg*. 2017;32(3):191-196. doi:10.21470/1678-9741-2016-0071

10. Anexos

Anexo 1. Resolución del Comité de Ética del Hospital Universitario de La Ribera por la que se autoriza el estudio observacional retrospectivo.

 **GENERALITAT VALENCIANA**
Conselleria de Sanitat
Universal i Salut Pública

DEPARTAMENT DE SALUT DE LA RIBERA

INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN- COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Marcelo Galbis Caravajal, Presidente del Comité de Ética de la Investigación- Comisión de Investigación del Departamento de Salud de La Ribera de la Comunidad Valenciana, Hospital Universitario de La Ribera de Alzira.

CERTIFICA

Que esta Comisión ha evaluado la propuesta de la investigadora principal Local **M^a José Segrera Rovira** e investigadores colaboradores **Blanca Iranzo Muñoz, Francisco José Ferrer Sargues, Juan Antonio Margarit Calabuig, Vicente Matoses Marco y Jorge Montero Cámara** para que se realice el proyecto de investigación titulado: **“Efectos de un programa de fisioterapia respiratoria preoperatoria sobre las complicaciones pulmonares postoperatorias en pacientes sometidos a cirugía cardíaca fast-track”**.

Y considera que:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del Proyecto de Investigación en relación con los objetivos.
- La capacidad de las investigadoras.
- La adecuación del proyecto a los medios existentes en este Centro.
- La adecuada elaboración y presentación de la Memoria.
- La conveniencia e interés de los resultados para el Departamento de Salud y el Sistema Nacional de Salud.

Y que esta Comisión acepta que dicho proyecto sea realizado en el Departamento de Salud de La Ribera/ Hospital Universitario de La Ribera por los investigadores **M^a José Segrera Rovira, Blanca Iranzo Muñoz, Francisco José Ferrer Sargues, Juan Antonio Margarit Calabuig, Vicente Matoses Marco y Jorge Montero Cámara**.

Lo que firmo en Alzira a 12 de julio 2022.

 **GENERALITAT VALENCIANA**
DEPARTAMENT DE SALUT DE LA RIBERA
Comisión de Investigación

Dr. Jose Marcelo Galbis Caravajal



Anexo 2. Resolución del Comité de Ética del Hospital de la Ribera por la que se autoriza el protocolo de investigación del estudio experimental aleatorio longitudinal prospectivo.



GENERALITAT
VALENCIANA
Conselleria de Sanitat
Universal i Salut Pública

DEPARTAMENT DE SALUT DE
LA RIBERA

INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN- COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN

Dra. María Cuenca Torres, Secretaria del Comité de Ética de la Investigación- Comisión de Investigación del Departamento de Salud de La Ribera de la Comunidad Valenciana, Hospital Universitario de La Ribera de Alzira.

CERTIFICA

Que esta Comisión ha evaluado la propuesta de los investigadores principales-responsables locales **Jorge Montero Cámara y María José Segrera Rovira** e investigadores colaboradores **Juan Antonio Margarit Calabuig, Adrián Sarria Cabello, David Cuesta Peredo, Francisco José Ferrer Sagres y María Luz Sánchez Sánchez** para que se realice el proyecto de investigación titulado: **“¿Puede un entrenamiento de fuerza brindar beneficios adicionales en un programa de prehabilitación de cirugía cardíaca? Estudio clínico no aleatorizado”**.

Y considera que:

Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del Proyecto de Investigación en relación con los objetivos.

La capacidad de los investigadores.

La adecuación del proyecto a los medios existentes en este Centro.

La adecuada elaboración y presentación de la Memoria.

La conveniencia e interés de los resultados para el Departamento de Salud y el Sistema Nacional de Salud.

Y que esta Comisión acepta que dicho proyecto sea realizado en el Departamento de Salud de La Ribera/ Hospital Universitario de La Ribera por los investigadores **Jorge Montero Cámara, María José Segrera Rovira, Juan Antonio Margarit Calabuig, Adrián Sarria Cabello, David Cuesta Peredo, Francisco José Ferrer Sagres y María Luz Sánchez Sánchez**.

Lo que firmo en Alzira a 18 de mayo de 2023.


GENERALITAT VALENCIANA
DEPARTAMENT DE SALUT DE LA RIBERA
Comisión de Investigación

Dra. María Cuenca Torres

Anexo 3. Publicación del Protocolo de estudio experimental prospectivo aleatorizado titulado: *Can resistance prehabilitation training bring additional benefits in vascular cardiac surgery? Protocol for a randomized controlled trial.*

PLOS ONE

STUDY PROTOCOL

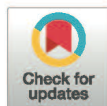
Can resistance prehabilitation training bring additional benefits in valvular cardiac surgery? protocol for a randomized controlled trial

Jorge Montero-Cámara¹*, Francisco José Ferrer-Sargues¹*, María José Segre Rovira^{1,2}, Adrián Sarria Cabello², David Cuesta Peredo², Juan Antonio Margarit Calabuig², Noemí Valtueña-Gimeno¹, María Luz Sánchez-Sánchez³

1 Department of Nursing and Physiotherapy, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, Alfara del Patriarca, Valencia, Spain, **2** Hospital Universitario de la Ribera, Alzira, Valencia, Spain, **3** Department of Physiotherapy, Physiotherapy in Motion, Multispeciality Research Group (PTinMOTION), University of Valencia, Valencia, Spain

* These authors contributed equally to this work.

* franciscojose.ferrer@uchceu.es



Abstract

OPEN ACCESS

Citation: Montero-Cámara J, Ferrer-Sargues FJ, Rovira MJS, Cabello AS, Peredo DC, Calabuig JAM, et al. (2024) Can resistance prehabilitation training bring additional benefits in valvular cardiac surgery? protocol for a randomized controlled trial. PLoS ONE 19(5): e0303163. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303163>

Editor: Robert Jeenchen Chen, Stanford University School of Medicine, UNITED STATES

Received: July 18, 2023

Accepted: April 15, 2024

Published: May 7, 2024

Copyright: © 2024 Montero-Cámara et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: No datasets were generated or analysed during the current study. All relevant data from this study will be made available upon study completion.

Funding: - The authors did not receive specific funding for this work.

Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Introduction

Cardiovascular diseases (CVD) are a group of illnesses that include coronary heart disease, cerebrovascular disease, congenital heart disease and deep vein thrombosis. Major surgery is often chosen as the treatment of choice for CVD. The concept of fast-track rehabilitation after surgery appeared in the 1970s. Participation in these exercise-based prehabilitation programmes may decrease postoperative complications and length of hospital stay. The primary aim of the present study is to evaluate whether the implementation of an additional resistance training (RT) prehabilitation protocol within cardiac exercises based prehabilitation can reduce intensive care unit (ICU) length of stay, postoperative complications and hospital length of stay (LOS).

Methods

A protocol of a prospective, parallel, randomised clinical trial includes 96 adult patients diagnosed with valvular pathology and who have been scheduled for surgery. The participants will be randomly assigned to two groups of 48. Control group will be treated with ventilatory and strengthening of respiratory muscles, and aerobic exercise. Experimental group, in addition, will be treated with RT of peripheral muscles. Both hospital stay and ICU stay will be assessed as main variables. Other secondary variables such as exercise capacity, quality of life and respiratory values will also be assessed. Quantitative variables will be analysed with a T-Test or ANOVA, or Mann Witney if the distribution is non-parametric.

Results and conclusion

This will be the first controlled clinical study focused on adding strength exercise as an additional treatment during prehabilitation. The results of this study will focus on helping to

improve rehabilitation and prehabilitation protocols, considering that it is essential to maintain pulmonary training, as well as the inclusion of peripheral exercises that help people with heart disease to be in a better physical condition in order to increase their participation and sense of quality of life.

Introduction

Cardiovascular diseases (CVD) are a group of illnesses that include coronary heart disease, cerebrovascular disease, congenital heart disease, deep vein thrombosis, pulmonary embolism, and disorders of the heart and blood vessels [1]. A number of risk factors are commonly associated with acute CVDs [1,2] and, in terms of socio-demographic level, poorer economic or educational conditions may contribute to increased risk factors [3]. CVD are the leading cause of mortality worldwide, representing 31% of deaths, most of them because of coronary heart disease (specifically 19% in men and 20% in women) [1,4]. In Spain, CVD caused 24% of all deaths in 2020 [5].

Major surgery is often chosen as the treatment of choice for CVD, with patients often classified as "high-risk" due to comorbidities such as frailty, obesity or advanced age [6]. These patient characteristics may increase the likelihood of different postoperative pulmonary complications [7,8].

The concept of *fast-track* rehabilitation after surgery (ERAS, Enhanced Recovery After Surgery) combines different measures to optimise the patient's condition before, during and after surgery, to allow them to recover their maximum functional capacities as quickly as possible [9–12]. The ERAS protocol represents a model of patient-centred healthcare collaboration, with preoperative preparation and postoperative re-education [9,11,13]. Furthermore, participation in these exercise-based prehabilitation programmes (EBPrehab) may decrease postoperative complications and length of hospital stay (LOS) [9] improving patients' functional capacity and decreasing healthcare costs [14]. The most commonly used exercises in the pre-surgical intervention include aerobic training [10,12,15], chest expansion exercises, ventilatory work with devices [9], and exercises to strengthen the respiratory muscles [16,17]. This combined work of the exercises can reduce complications and LOS [12].

Postoperative acquired weakness syndrome significantly affects cardiovascular patients following surgery and their ICU stay [18]. This condition has a pronounced impact on peripheral musculature. Research indicates that lower preoperative muscle density is associated with increased postoperative mortality rates [19–21] and a higher likelihood of pulmonary complications [20,22–24]. Additionally, reduced manual grip strength correlates with higher mortality, longer hospital stays, and increased risk of postoperative complications [21,23,24].

An exercise programme that includes peripheral resistance training (RT) has been shown to be effective in reducing in-hospital mortality and LOS in surgical patients [25,26]. Regarding cardiovascular disease, RT added to aerobic training can improve quality of life and left ventricular function in people with coronary disease [27] and chronic heart failure [28]. However, despite the wide variety of cardiac prehabilitation programmes, to our knowledge none of those published have included RT in a specific subgroup of cardiovascular disease, such as valve surgery. Therefore, the purpose of the present study is to evaluate whether the implementation of an additional RT prehabilitation protocol within a cardiac EBPrehab (based on aerobic training, ventilatory work and respiratory muscle strengthening) can reduce ICU LOS. In addition, postoperative complications and hospital LOS in valvular patients undergoing

cardiac surgery will be measured. Finally, a secondary objective is to determine whether a programme that includes RT in addition to respiratory and aerobic training can have better effects on ventilatory variables than a traditional programme based on aerobic exercise, ventilatory work, and respiratory muscle strengthening.

Methods

Study design and ethical approval

A prospective, parallel, randomised, single-centre, clinical trial protocol has been designed. This study complies with the ethical principles established in the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of the Hospital de La Ribera (code P1 04-05/23). The protocol was registered in the U.S. National Library of Medicine (ClinicalTrials.gov) with identifier NTC05911191. The Hospital de La Ribera is subject to public funding, and this protocol does not require specific funding, as it does not entail any additional cost for the Hospital de La Ribera or for the researchers. The authors did not receive specific funding for this work. The funders did not and will not have a role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

All candidates will be given and explained an information sheet, which will accompany the informed consent document, with a detailed explanation of the study. After reading and explanation, they will be asked to sign if they consent to participate. All individuals in this manuscript have given written informed consent (as outlined in PLOS consent form) to publish these case details.

Participants: Eligibility criteria and recruitment

Ninety-six patients will participate in this study and their recruitment is expected to continue from September 2023 until July 2025. Inclusion criteria for the sample will be adult patients diagnosed with valvular pathology who have been admitted as candidates for cardiac surgery for the first time at the Hospital de La Ribera, and who have been scheduled for surgery. Only those who voluntarily agree to participate in the study and sign the informed consent form will be admitted. Patients with the following characteristics will be excluded: (a) stage 4 or 5 renal failure, (b) low ejection fraction, (c) Euroscore greater than 15 [29], (d) non-ST-segment elevation acute coronary syndrome (NSTEMI/ACS), (e) coronary artery disease, (f) or need for urgent intervention. Those with cognitive deficit, diagnosis of pulmonary disease, heart failure, unstable angina, arrhythmias, severe aortic stenosis, mitral regurgitation, aortic aneurysm, recent embolism, recent myocarditis or pericarditis, or comorbidities limiting the performance of the functional test will also be excluded.

All patients referred to the Physiotherapy Unit from the Cardiac Surgery Unit of the Hospital de La Ribera (Alzira, Spain) will be considered candidates for this study, provided they attend the initial physiotherapy assessment. Recruitment will, therefore, be carried out among these attendees, and eligibility will be confirmed by a physiotherapist. Signed informed consent will be obtained prior to any measurement or intervention. Participants will be randomly assigned to either the experimental prehabilitation group or the conventional prehabilitation group. The random allocation of participants will be done using the Epidat 4.2. software, ensuring a size of 48 participants in each of the experimental and control groups [30]. Each participant will receive a correlative numerical code according to their order of arrival at the first appointment. These numerical codes will be randomly assigned to one or the other group before the start of the study. A computer generated random-number table will be used for allocation.

The assessments will be conducted by three physiotherapists who will be intentionally kept unaware of the group assignments for each participant. Participants will be explicitly

instructed not to reveal any details about the specific exercises they undertook during their pre-surgery treatment. Additionally, the physiotherapist overseeing the groups will not be responsible for conducting the measurements. Prior to measurements, the physiotherapists will undergo a training session to standardize measurement criteria for each variable. The allocation of participants will remain concealed from both patients and the physiotherapists responsible for conducting measurements during the patient’s hospital stay. Only the principal investigator of the study will have knowledge of the allocation, and patients will be instructed not to reveal details about the type of training prior to surgery.

Intervention

The timeline for the development of the intervention can be seen in the first figure (S1 Fig), while the second figure (S2 Fig) shows a flow chart of how the intervention and measurements will be developed in each group. Both groups will receive a first session in which they will be instructed to carry out the unsupervised home EBPrehab programme, consisting of respiratory training, ventilatory training, strengthening of the respiratory muscles, aerobic endurance exercise through continuous walking, and a series of recommendations on post-surgical care. In addition, explanatory videos with all the information about the home exercises will be provided so that they can consult them whenever they need it. Furthermore, a preoperative musculoskeletal and cardiopulmonary rehabilitation programme focused on RT will be implemented in the experimental group. The intervention has been designed following the American College of Sports Medicine (ACSM) guidelines for exercise prescription, considering the FITT-VP principles (Frequency, Intensity, Type, Time, Volume, Progression) for patients with cardiorespiratory pathology and adjusting them to the surgical population [31]. This peripheral muscle strengthening program (Table 1) will be modified and adapted in each classroom session, which will require a weekly evaluation and modifications to the load and the number of series and/or repetitions, depending on each participant. Participants will also be educated to adjust the intensity using the Borg CR-10 scale [32], asking them to maintain a moderate intensity, between four and seven on this scale.

The prehabilitation programme will be structured into three different phases (Table 2). Each participant will receive a list of links to the demonstration videos and instructions about

Table 1. Physiotherapy intervention in the intervention and control groups. Own source.

Common interventions for both groups	
A single explanatory session of: Ventilatory breathing exercises. • Diaphragmatic breathing. • Thoracic expansion exercises. • Incentive spirometer. • Expiratory flow technique. Exercises to strengthen the respiratory muscles. Post-surgical care. Pre-surgical cardiopulmonary rehabilitation exercises (continuous walking). Use of the Borg CR-10 scale.	
Control group	Experimental group
Application at home of what was learnt in the initial explanatory session. Unsupervised follow-up. Registration of the activity with Google Fit.	Strength training of peripheral muscles. Application at home of what was learnt in the initial explanatory session. Supervised monitoring and weekly adjustment of resistance. Recording of home activity with Google Fit.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303163.t001>

Table 2. Physiotherapy intervention.

Training common to both groups					Specific training of the experimental group						
Respiratory-training phase				Endurance-training phase				Peripheral resistance-training phase			
20 minutes				1 minute, increasing 5 minutes in each training session, until 20 minutes.				10 minutes, increasing 5 minutes in each training session, until 20 minutes.			
Exercise	Series	Reps.	Rest	Exercise				Exercise	Series	Reps.	Rest
Diaphragmatic breathing	3	10	1 min.	Walk in continue modality. Perceived exertion will be important, so we will give a modified-Borg scale to all patients.				Sit-to-stand	3	8–12	20 sec
Thoracic expansion	3	10	1 min.					Shoulder bridge	3	8–12	20 sec
Incentive spirometry	1	10 25% MC	1 min.					Shoulder press	3	8–12	20 sec
Incentive spirometry	1	1 100% MC	1 min.					Biceps curl	3	8–12	20 sec
Expiratory flow techniques			1 min.								
Respiratory strengthening											
Inspiratory muscle training	1	30% MIP	1 min.								

Abbreviations: Repetitions (Reps), maximum capacity (MC), maximum inspiratory pressure (MIP), minute (min), second (sec).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303163.t002>

the performance of each exercise. All the videos can be viewed by clicking on the following link: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLDt-M0gErNrx2Bp2x4FPSRSiOUqJUL-y>. The individuals in this manuscript have given written informed consent (as outlined in PLOS consent form) to publish these case details.

1. **Breathing training phase** (both groups, twenty-one minutes). The breathing intervention will include diaphragmatic breathing (three sets of ten repetitions), chest expansion exercises (three sets of ten repetitions), and incentive spirometry with the Portex® Coach 2® Incentive Spirometer 4000 ml (one set, with ten repetitions up to 25% of maximum capacity, and only one repetition at maximum inspiratory capacity). Expiratory flow techniques will be taught, using the Sibelmed® Dataspir Peak-10 incentive device.
2. **Aerobic endurance training phase** (both groups, ten minutes, increasing by five minutes at each home training session, up to twenty minutes). Each patient will walk in an harmonic continuous modality, following the minimum recommendations of the World Health Organisation [33]. Perception of exertion will be assessed using a modified Borg scale. The aerobic endurance training should be practised every day until the surgery.
3. **Strengthening phase**
 1. **Respiratory strengthening** (both groups). Specific training of the respiratory muscles will be carried out using the Threshold® Inspiratory Muscle Trainer (IMT) (Respiro-nics, NJ 07054, USA), adjusting the workload to a minimum of 30% of the subject's maximum static inspiratory pressure. [16,34]. The workload of the IMT device ranges from 9 to 41 cmH₂O. The protocol will contain twenty-one minutes of training divided into seven sets, with two minutes of work and one minute of rest between the sets. Each participant will receive a list of links to the demonstration videos and instructions about the performance of each exercise.

2. RT phase (only in the experimental group, ten minutes, increasing by five minutes in each training session, up to twenty minutes). In each hospital session, participants will complete three sets of four exercises. During the first sessions, training will consist of eight repetitions of the exercises, performed with light resistance bands, and emphasising analytical training of the main muscles (deltoids, biceps brachii, triceps brachii, abdominals, trunk extensors, quadriceps, hamstrings and calves) [35]. After the second training session in the hospital, progress to using medium-resistance bands and/or increasing repetitions for each exercise will be used. In the final phase, the volume will increase to twelve repetitions. Each exercise will have a rest period of 60 seconds.

To verify that participants perform the exercises at home, regardless of the group to which they are assigned, they will be asked to record their activities at home using the Google Fit application [36]. In addition, to encourage adherence, a researcher will contact them weekly by telephone to record whether they have completed their exercises and if they have had any difficulties [37].

The prehabilitation programme common to all participants is the same programme that is conventionally carried out in the prehabilitation service of Hospital La Ribera. Regarding the RT, although there is no evidence that the exercises proposed before surgery can cause harm to cardiac patients awaiting surgery, to minimise the risks, the first session will be carried out at the hospital, adapting the intensity to each patient every week before surgery. For the adaptations of the resistance exercises to be carried out by the experimental group, it will be necessary for the participants to visit the hospital at least once a week. Any adverse events perceived by the patient during the home sessions will be reported. All adverse events will be evaluated, recorded, and discussed in the final manuscript.

Measurement procedures and outcomes

The variables will be divided into four different areas, including LOS, quality of life, respiratory values, and exercise capacity (Table 3).

1. LOS. LOS will be measured in hours and minutes, so that stays of less than 24 hours can be better accounted for. The following three variables will be recorded:
- a. ICU length of stay will be counted from the end of the surgical procedure until transfer to the patient’s hospital room.

Table 3. Outcome tools for measures and time.

	Hospital stay	Quality of life	Respiratory values	Exercise capacity
Outcomes	Hospital stay since surgery to discharge: Critical care Unity (ICU). Hospital stay out of ICU. Total hospital stay.	Quality of life prior to surgery and six months after surgery	Peak expiratory flow (*1). Inspiratory capacity (*1). Maximum static inspiratory (MIP) (*2). Maximum static expiratory (MEP) (*2).	Aerobic resistance (*2). Lower limb strength (*2). Manual grip strength (*1,2). Biceps brachii and cuadriceps stregh capacity (*1,2).
Tool	Accounting of the days according to the data reflected in the medical history.	EuroQoL-5D questionnaire	Sibelmed Datospir Peak-10. Portex Coach 2 Incentive Spirometer 4000ml. MicroRPM device (Carefusion)	2 minute step test Short Physical Performance Battery. Activity logging via Google Fit. Hand dynamometry. Dinamometer Lafayette
Time	At hospital discharge	Pre-surgery and 6 months after discharge.	*1.- First appointment 24h after the surgery, at the hospital discharge. *2.- First appointment and a month after the surgery.	

Abbreviations: Intensive care unit (ICU), maximum inspiratory pressure (MIP), maximum expiratory pressure (MEP).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303163.t003>

- b. Hospital room length of stay will be counted until discharge from the hospital.
 - c. Complete hospital length of stay will be counted from the end of the surgical intervention until discharge from the hospital.
2. Quality of life. Perception of quality of life will be recorded and assessed both before and in a follow-up, six months after surgery. The EuroQOL-5D quality of life questionnaire, which is valid and reliable for analysing the quality of life in this type of patient [38], will be used. The participant assesses their capacity for self-care, mobility, activities of daily living, the presence of pain or anxiety/depression in categorical levels of severity (no problems, some problems or moderate problems and severe problems) and their health perception using a visual analogue scale [38]. As there are no published data on the inter-examiner reliability of this tool [39], a single nurse will be responsible for collecting these values.
3. Respiratory values. Respiratory values will be collected in three different times: before surgery, 24h after surgery, and on the day of hospital discharge. These tests shall be repeated until three acceptable measurements are obtained (difference <10%), with a one-minute rest between them, and the highest value shall be recorded [40,41]. The three measurements shall be made of:
 - a. Inspiratory capacity (defined as the volume of air that can be inspired by the resting inspiratory position). With the patient in a seated position, the Portex® Coach 2® 4000 ml incentive spirometer will be used to measure inspiratory capacity, and the value of the variable will be expressed in millilitres. The patient will be instructed to take a deep, unforced inspiration, trying not to exceed the flow mark [42].
 - b. Peak expiratory flow: This is defined as the maximum flow that a person can exhale during a brief maximal expiratory effort after full inspiration. With the patient in a seated position, the Sibelmex® Dataspir Peak-10 device will be used to record the peak expiratory flow, and the value of the variable will be expressed in litres per second. The patient will be instructed in a maximal forced expiration, preceded by a deep nasal inspiration up to inspiratory reserve volume [43].
4. Exercise capacity. Exercise capacity and endurance will be collected before surgery, that is, at the time of the first appointment with Physiotherapy, and one month after surgery. The tests used will be:
 - a. Aerobic capacity: will be assessed by the 2-minutes Step Test, a valid tool to assess functionality in patients with cardiac pathology after surgery and sensitive to assess perioperative changes, which also has excellent inter-examiner reliability [44]. Following the protocol established by Jones and Rikli [45], implemented in 2022 by Chow et al. in revascularised individuals [44], it evaluates the number of repetitions of knee lifting (between patella and iliac crest) that each participant is able to perform in two minutes. If a person requires technical assistance to perform the test, a stable chair will be placed close to him/her to limit the risk of falling. The assessor shall use a manual counter to record the number of steps each person takes by lifting one knee to the middle distance between the patella and the anterior superior iliac spine [45].
5. Strength capacity.
 - a. Peripheral strengthening. Measurements to quantify strength shall be taken in both groups at the first physiotherapy appointment and one month after surgery. Likewise, dynamometric measurements shall also be taken 24 hours after surgery.

- i. Manual grip strength: grip strength capacity shall be recorded with manual dynamometry (kg), using a Jamar Plus+® device, which is reliable for measuring changes in patients with cardiac disease, and whose minimum detectable change is 5.2 kg and 5.1 kg for the right and left hand, respectively [46]. With the patient in a seated position, he or she will be asked for a maximum hand closure for approximately 2–3 seconds, change hands, and repeat the operation up to three times, with a difference of less than 10% between measurements. This tool has inter-examiner reliability [47].
- ii. Analytical strength of the biceps brachii and quadriceps femoris: The strength of the biceps brachii and quadriceps femoris will be measured on the arms and legs with a Dynamometer Lafayette Manual Muscle Tester (Lafayette, IN, USA) [48,49]. The measurement technique was described by Bohannon, who verified the excellent intra- and inter-examiner reliability of this tool [50].
- iii. Lower extremity strength: lower extremity strength will be assessed using the Short Physical Performance Battery, a simple, valid, reliable functional test battery, sensitive to clinical functional changes and with adequate intra- and inter-examiner reliability [51,52]. The test has three parts:
 1. A five-squat test in a standing position, reliable for measuring change, with a minimum detectable change of 3.12 seconds [46]. The time taken to perform the five squats will be categorised according to the following criteria: time less than or equal to 11.19 seconds; between 11.20 and 13.69 seconds; between 13.70 and 16.69 seconds; between 16.70 and 60 seconds; greater than 60 seconds or inability to perform.
 2. Static balance, where the participant is asked to adopt three positions while standing: feet together, semi-tandem and, tandem. It is quantified if the time they can hold the position is less than or at least 10 seconds.
 3. Gait ability, where the patient will be asked to walk in a 4 metres corridor at a normal pace and, the best time (in seconds) of two attempts will be recorded. Gait ability will be categorised as follows: Unable to perform, time greater than 8.7 seconds; time less than 8.7 seconds, but equal to or greater than 6.21 seconds; time less than 6.20 seconds, but greater than or equal to 4.82 seconds; time less than 4.82 seconds.
- b. Strength of respiratory musculature.
 - i. Respiratory pressures: These are used to calculate the strength of the respiratory muscles, both at diaphragmatic (inspiratory) and abdominal and intercostal (expiratory) levels. Maximum static inspiratory and expiratory pressure will be measured in the sitting position, using a MicroRPM device (Carefusion, VYAIRE MEDICAL, UK). Careful explanation of the test will be provided, encouraging the patient to perform a maximum inspiration and inspiration of approximately 2–3 seconds against the resistive device. Predicted values will be estimated using the equation proposed by Heinzmann et al. [53].

The process of intervention and measurement of the variables has been summarised in an explanatory diagram (S3 Fig).

Statistical analysis

The statistical analysis will be conducted by an independent statistician who will be operating under a strict blinding protocol. This ensures that the statistician remains completely unaware of the group assignments of the participants and the specific treatments administered to each

group. All necessary data will be extracted into an Excel spreadsheet and analysed using IBM® SPSS® Statistics 27.0.1.0.

The Kolmogorov-Smirnov test will be used to check whether the data fit a normal distribution. Descriptive analysis will be conducted to explore the variables related to the study.

Quantitative variables with parametric distribution will be assessed with a T-test or ANOVA, whereas if the distribution is non-parametric, the appropriate non-parametric test will be used. This analysis will examine whether there are differences between the groups that may support or refute the hypothesis that strength training reduces ICU stay, hospital stay, and/or complications in this type of patient. This analysis will also be used to test whether ventilation and respiration values as well as quality of life values are different in each group.

To assess whether there is an influence of confounding variables (BMI, toxic habits, comorbidities, underlying pathologies) on the direction of the dependent variables, multiple regression will be performed.

Sample size

Sample size estimation was performed using G*Power v. 3.1.9.4. software. For the primary outcome (time in intensive care unit), an effect size of 0.613 was determined, based on previous research on the effect of multidimensional preoperative intervention in patients awaiting elective coronary artery bypass graft surgery [50]. To obtain a 0.8 statistical power with a 2-tailed alpha of 0.05 in a Student's t-test, considering a drop-out rate of 10%, a total of 96 participants will be needed (48 subjects per group).

Data collection

Sex, age, underlying pathology, comorbidities, body mass index (BMI), and toxic habits will be the descriptive variables collected from both groups. All these data will be stored in their clinical history and will be extracted by the person in charge of epidemiological data management at the hospital. The epidemiologist will include them in an Excel table, also indicating whether each participant survives or not, as well as the information related to the intervention and pathology, catalogued using the International Classification of Diseases 9 (ICD-9) or the appropriate one if there are updates. Days of hospitalisation, intensive care unit (ICU) stay, if applicable, Charlson comorbidity index, and possible postoperative complications for each participant will also be reflected in this table.

Although the database from which the data will be extracted will not contain personal data, as each participant will receive a numerical identification code, all researchers will sign a data confidentiality commitment sheet prior to the start of the study, which states that the patients' personal data will be protected.

Each participant's medical information and progress at each point of measurement shall be recorded in his or her medical record.

Results

The results will first be expressed by considering ICU stay as the primary variable. In addition, to address secondary variables with criteria, values related to postoperative complications, hospital LOS and quality of life will be cited. This will be followed by values related to functionality and muscular and aerobic endurance. Finally, it will be reflected whether confounding variables may interfere with the direction of the dependent variables.

Quantitative variables will be expressed in terms of mean and standard deviation, provided they comply with a parametric distribution, or in median and interquartile range if this is not the case. Box and whisker plots shall be used for their graphical representation.

Categorical variables, corresponding to the EuroQoL-5D items, will be expressed in terms of frequency and percentages, bar charts will be used for ordinal variables, and nominal descriptive variables will be expressed using pie charts.

Discussion

In order to provide a better understanding of the most appropriate treatment for patients undergoing heart valve surgery, this will be the first controlled clinical study focused on adding strength exercise as an additional treatment during prehabilitation. This variable will be compared to a protocol focusing on strengthening the respiratory muscles and improving ventilatory capacities, which have already been shown to be effective in patients undergoing major cardiac surgery [9,12,15–17]. To better understand the results, they will be analysed in detail, taking into account the special characteristics of the study sample. They will also be compared with the results reflected in other studies focusing on individuals with the same characteristics and similar objectives, such as LOS or ICU length of stay [25,27], albeit with other types of approaches. Therefore, future studies should analyse our results and transfer the protocol to larger or different population groups.

The results of this study will focus on helping to improve rehabilitation and prehabilitation protocols, considering that it is essential to maintain pulmonary training, as well as the inclusion of peripheral exercises that help people with heart disease to be in a better physical condition in order to increase their participation and sense of quality of life.

If no adverse events are observed in the studied population, future research could consider people with cardiovascular diseases in unstable situations, such as people with valvulopathies attached to non-preserved ventricular ejection. Given the added instability of these people, it would be interesting to consider a more supervised rehabilitation, in terms of hospital interventions or, at least, videoconference supervised rehabilitations if it is not possible for them to travel to the hospital.

Supporting information

S1 Checklist. SPIRIT 2013 checklist: Recommended items to address in a clinical trial protocol and related documents*.

(DOC)

S1 Fig. Timeline of enrolment, interventions, and assessments. SPIRIT chronogram.

Abbreviations of timepoints: -t1: Enrolment, t0: Allocation, t1: First week before surgery, t2: Second week before surgery, t3: Third week before surgery, t4: 24h after surgery, t5: At hospital discharge, t6: One month after surgery, t7: Six months after surgery.

(TIF)

S2 Fig. Flowchart of the patient intervention and measurements.

(TIF)

S3 Fig. Explanatory diagram of intervention and measurements.

(TIF)

S1 File.

(PDF)

Author Contributions

Conceptualization: Jorge Montero-Cámara, Francisco José Ferrer-Sargues, María Luz Sánchez-Sánchez.

Data curation: Jorge Montero-Cámara, Francisco José Ferrer-Sargues, María Luz Sánchez-Sánchez.

Formal analysis: Jorge Montero-Cámara, Francisco José Ferrer-Sargues, María Luz Sánchez-Sánchez.

Investigation: Jorge Montero-Cámara, Francisco José Ferrer-Sargues, María Luz Sánchez-Sánchez.

Methodology: Jorge Montero-Cámara, Francisco José Ferrer-Sargues, María Luz Sánchez-Sánchez.

Resources: María José Segrera Rovira.

Software: María José Segrera Rovira, Adrián Sarria Cabello, David Cuesta Peredo, Juan Antonio Margarit Calabuig, Noemí Valtueña-Gimeno.

Supervision: María José Segrera Rovira, Adrián Sarria Cabello, David Cuesta Peredo, Juan Antonio Margarit Calabuig, Noemí Valtueña-Gimeno.

Validation: María José Segrera Rovira, Adrián Sarria Cabello, David Cuesta Peredo, Juan Antonio Margarit Calabuig, Noemí Valtueña-Gimeno.

Visualization: Adrián Sarria Cabello, David Cuesta Peredo, Juan Antonio Margarit Calabuig, Noemí Valtueña-Gimeno.

Writing – original draft: Jorge Montero-Cámara, Francisco José Ferrer-Sargues, María Luz Sánchez-Sánchez.

Writing – review & editing: María José Segrera Rovira, Adrián Sarria Cabello, David Cuesta Peredo, Juan Antonio Margarit Calabuig, Noemí Valtueña-Gimeno.

References

1. Lennon RP, Claussen KA, Kuersteiner KA. State of the Heart: An Overview of the Disease Burden of Cardiovascular Disease from an Epidemiologic Perspective. *Prim Care*. 2018; 45(1): 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2017.11.001> PMID: 29406937
2. Reamy B V., Williams PM, Kuckel DP. Prevention of Cardiovascular Disease. *Prim Care*. 2018; 45(1): 25–44. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2017.11.003> PMID: 29406943
3. Rodríguez-Alvarez E, Lanborena N, Borrell LN. Cardiovascular disease risk factors in Spain: A comparison of native and immigrant populations. *PLoS One*. 2020; 15(11): e0242740. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242740> PMID: 33253252
4. Collaborators GBDCoD. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 GBD 2017 Causes of Death Collaborators*. *Lancet*. 2018; 392(10159): 1736–1788. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32203-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32203-7) PMID: 30496103
5. INE. Instituto Nacional de Estadística. Defunciones según causa de muerte. Año 2020. Notas de Prensa INE. 10 Nov 2021. Available: https://www.ine.es/prensa/edcm_2020.pdf. Accessed 3 Nov 2022.
6. Kamarajah SK, Bundred J, Weblin J, Tan BHL. Critical appraisal on the impact of preoperative rehabilitation and outcomes after major abdominal and cardiothoracic surgery: A systematic review and meta-analysis. *Surgery (United States)*. 2020; 167(3): 540–549. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2019.07.032> PMID: 31548095
7. Cavayas YA, Eljaiek R, Rodrigue É, Lamarche Y, Girard M, Wang HT, et al. Preoperative Diaphragm Function Is Associated with Postoperative Pulmonary Complications after Cardiac Surgery. *Crit Care Med*. 2019; 47(12): e968–e974. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004027> PMID: 31609771
8. Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth*. 2017; 118(3): 317–334. <https://doi.org/10.1093/bja/aex002> PMID: 28186222
9. Dinic VD, Stojanovic MD, Markovic D, Cvetanovic V, Vukovic AZ, Jankovic RJ. Enhanced recovery in thoracic surgery: A review. *Front Med*. 2018; 5: 14. <https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00014> PMID: 29459895

10. Steinmetz C, Bjarnason-Wehrens B, Baumgarten H, Walther T, Mengden T, Walther C. Prehabilitation in patients awaiting elective coronary artery bypass graft surgery—effects on functional capacity and quality of life: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2020; 34(10): 1256–1267. <https://doi.org/10.1177/0269215520933950> PMID: 32546065
11. Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced recovery after surgery: a review. *JAMA Surg*. 2017; 152(3): 292–298. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2016.4952> PMID: 28097305
12. Steinmetz C, Bjarnason-Wehrens B, Walther T, Schaffland TF, Walther C. Efficacy of Prehabilitation Before Cardiac Surgery. *Am J Phys Med Rehabil*. 2023; 102(4): 323–330. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000002097> PMID: 36149383
13. Brunelli A. Enhanced recovery after surgery in thoracic surgery: the past, the present and the future. *Video Assist Thorac Surg*. 2017; 2: 37. <https://doi.org/10.21037/vats.2017.07.02>
14. Billard V, Estebe J-P, Ecoffey C. Réhabilitation rapide après chirurgie. *Anesth & Reanim*. 2015; 1(5): 397–400. <https://doi.org/10.1016/j.anrea.2015.10.012>
15. Barakat HM, Shahin Y, Barnes R, Gohil R, Souroullas P, Khan J, et al. Supervised exercise program improves aerobic fitness in patients awaiting abdominal aortic aneurysm repair. *Ann Vasc Surg*. 2014; 28(1): 74–79. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2013.09.001> PMID: 24332259
16. Hulzebos EHJ, Helder PJM, Favié NJ, De Bie RA, Brutel De La Riviere A, Van Meeteren NLU. Preoperative Intensive Inspiratory Muscle Training to Prevent Postoperative Pulmonary Complications in High-Risk Patients Undergoing CABG Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2006; 296(15): 1851–1857. <https://doi.org/10.1001/jama.296.15.1851> PMID: 17047215
17. Dsouza FV, Amaravadi SK, Samuel SR, Raghavan H, Ravishankar N. Effectiveness of Inspiratory Muscle Training on Respiratory Muscle Strength in Patients Undergoing Cardiac Surgeries: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Ann Rehabil Med*. 2021; 45(4): 264–273. <https://doi.org/10.5535/arm.21027> PMID: 34496469
18. Mendelson AA, Erickson D, Villar R. The role of the microcirculation and integrative cardiovascular physiology in the pathogenesis of ICU-acquired weakness. *Front Physiol*. 2023; 14: 1170429. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1170429> PMID: 37234410
19. van Erck D, Dolman CD, Limpens J, Scholte op Reimer WJM, Henriques JP, Delewi R, et al. Preprocedural muscle strength and physical performance and the association with functional decline or mortality in frail older patients after transcatheter aortic valve implementation: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing*. 2022; 51(9): afac211. <https://doi.org/10.1093/ageing/afac211> PMID: 36173992
20. Yamashita M, Kamiya K, Matsunaga A, Kitamura T, Hamazaki N, Nozaki K, et al. Low skeletal muscle density combined with muscle dysfunction predicts adverse events after adult cardiovascular surgery. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2021; 31(6): 1782–1790. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.02.012> PMID: 33849783
21. Panagidi M, Papazoglou AS, Moysidis D V., Vlachopoulou E, Papadakis M, Kouidi E, et al. Prognostic value of combined preoperative phase angle and handgrip strength in cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg*. 2022; 17(1): 227. <https://doi.org/10.1186/s13019-022-01970-z> PMID: 36057619
22. Sugimoto N, Kuhara S, Nawata K, Yano Y, Teramatsu H, Itoh H, et al. Preoperative decline in skeletal muscle strength of patients with cardiovascular disease affects postoperative pulmonary complication occurrence: a single-center retrospective study. *Heart Vessels*. 2022; 38(2): 247–254. <https://doi.org/10.1007/s00380-022-02143-7> PMID: 35908011
23. Li L, Yang Q, Guo Q, Liu D, Gao H, Liu Y. Preoperative physical performance predicts pulmonary complications after coronary artery bypass grafting: a prospective study. *Sci Rep*. 2022; 12(1): 11103. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15145-2> PMID: 35773331
24. Fu L, Zhang Y, Shao B, Liu X, Yuan B, Wang Z, et al. 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 Cardiovasc Disord*. 2019; 19(1): 266. <https://doi.org/10.1186/s12872-019-1241-x> PMID: 31775633
25. Dronkers JJ, Chorus AMJ, Van Meeteren NLU, Hopman-Rock M. The association of pre-operative physical fitness and physical activity with outcome after scheduled major abdominal surgery. *Anaesthesia*. 2013; 68(1): 67–73. <https://doi.org/10.1111/anae.12066> PMID: 23121372
26. Peng LH, Wang WJ, Chen J, Jin JY, Min S, Qin PP. Implementation of the pre-operative rehabilitation recovery protocol and its effect on the quality of recovery after colorectal surgeries. *Chin Med J (Engl)*. 2021; 134(23): 2865–2873. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000001709> PMID: 34732661
27. Fan Y, Yu M, Li J, Zhang H, Liu Q, Zhao L, et al. Efficacy and Safety of Resistance Training for Coronary Heart Disease Rehabilitation: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Front Cardiovasc Med*. 2021; 8: 754794. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.754794> PMID: 34805309

28. Giuliano C, Karahalios A, Neil C, Allen J, Levinger I. The effects of resistance training on muscle strength, quality of life and aerobic capacity in patients with chronic heart failure—A meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2017; 227: 413–423. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.11.023> PMID: 27843045
29. Nashef SAM, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, et al. Euroscore II. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. 2012; 41(4): 734–745. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs043> PMID: 22378855
30. Epidat: programa para análisis epidemiológico de datos. Versión 4.2, julio 2016. Consellería de Sanidade, Xunta de Galicia, España; Organización Panamericana de la Salud (OPS-OMS); Universidad CES, Colombia. Available at: <http://www.sergas.es/Saude-publica/EPIDAT>.
31. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 10th ed. Wolters Kluwer, editor. Philadelphia; 2017.
32. Borg G. Borg's Perceived Exertion And Pain Scales. Human Kinetics, editor. Champaign (IL); 1998.
33. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020; 54(24): 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955> PMID: 33239350
34. Kendall F, Oliveira J, Peleteiro B, Pinho P, Bastos PT. Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: a systematic review and meta-analysis. *Disabil Rehabil*. 2018; 40(8): 864–882. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1277396> PMID: 28093920
35. Waite I, Deshpande R, Baghai M, Massey T, Wendler O, Greenwood S. Home-based preoperative rehabilitation (prehab) to improve physical function and reduce hospital length of stay for frail patients undergoing coronary artery bypass graft and valve surgery. *J Cardiothorac Surg*. 2017; 12(1):91. <https://doi.org/10.1186/s13019-017-0655-8> PMID: 29073924
36. Scherrenberg M, Bonneux C, Mahmood DY, Hansen D, Dendale P, Coninx K. A Mobile Application to Perform the Six-Minute Walk Test (6MWT) at Home: A Random Walk in the Park Is as Accurate as a Standardized 6MWT. *Sensors (Basel)*. 2022; 22(11):4277. <https://doi.org/10.3390/s22114277> PMID: 35684898
37. Lang S, McLelland C, MacDonald D, Hamilton DF. Do digital interventions increase adherence to home exercise rehabilitation? A systematic review of randomised controlled trials. *Arch Physiother*. 2022; 12(1):24. <https://doi.org/10.1186/s40945-022-00148-z> PMID: 36184611
38. De Smedt D, Clays E, Doyle F, Kotseva K, Prugger C, Pajak A, et al. Validity and reliability of three commonly used quality of life measures in a large European population of coronary heart disease patients. *Int J Cardiol*. 2013; 167(5): 2294–2299. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.06.025> PMID: 22748284
39. Feng YS, Kohlmann T, Janssen MF, Buchholz I. Psychometric properties of the EQ-5D-5L: a systematic review of the literature. *Qual Life Res*. 2021; 30(3): 647–673. <https://doi.org/10.1007/s11136-020-02688-y> PMID: 33284428
40. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166(4): 518–624. <https://doi.org/10.1164/rccm.166.4.518> PMID: 12186831
41. Laveneziana P, Albuquerque A, Aliverti A, Babb T, Barreiro E, Dres M, et al. ERS statement on respiratory muscle testing at rest and during exercise. *Eur Respir J*. 2019; 53(6): 1801214. <https://doi.org/10.1183/13993003.01214-2018> PMID: 30956204
42. Graham BL, Steenbruggen I, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, Hallstrand TS, et al. Standardization of spirometry 2019 update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019; 200(8): e70–e88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST> PMID: 31613151
43. Self TH, George CM, Wallace JL, Patterson SJ, Finch CK. Incorrect use of peak flow meters: Are you observing your patients? *J Asthma*. 2014; 51(6): 566–572. <https://doi.org/10.3109/02770903.2014.914218> PMID: 24720711
44. Chow JLL, Fitzgerald C, Rand S. The 2 min step test: A reliable and valid measure of functional capacity in older adults post coronary revascularisation. *Physiother Res Int*. 2022; 28(2):e1984. <https://doi.org/10.1002/pri.1984> PMID: 36428264
45. Jones CJ, Rikli RE. Measuring functional. *The Journal on Active Aging*. 2002; 1: 24–30.
46. Puthoff ML, Saskowski D. Reliability and Responsiveness of Gait Speed, Five Times Sit to Stand, and Hand Grip Strength for Patients in Cardiac Rehabilitation. *Cardiopulm Phys Ther J*. 2013; 24(1): 31–37. PMID: 23754937
47. Härkönen R, Harju R, Alaranta H. Accuracy of the Jamar Dynamometer. *J Hand Ther*. 1993; 6(4): 259–262. [https://doi.org/10.1016/s0894-1130\(12\)80326-7](https://doi.org/10.1016/s0894-1130(12)80326-7) PMID: 8124439

48. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: A systematic review. *PM R*. 2011; 3(5): 472–479. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.10.025> PMID: 21570036
49. Ferrer-Sargues FJ, Peiró-Molina E, Cebrià I Iranzo MÀ, Carrasco Moreno JI, Cano-Sánchez A, Vázquez-Arce MI, et al. Effects of cardiopulmonary rehabilitation on the muscle function of children with congenital heart disease: A prospective cohort study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(11): 5870. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115870> PMID: 34070726
50. Bohannon RW. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Phys Ther*. 1986; 66(2): 206–208. <https://doi.org/10.1093/ptj/66.2.206> PMID: 3945674
51. Ferronato L, Vieira D, Rodrigues A, Coronel C, de Avelar NP. Short physical performance battery in the pre and postoperative myocardial revascularization surgery in older adults: Reliability, hemodynamic responses, subjective perceived exertion, and adverse events. *Physiother Theory Pract*. 2022;1–11. <https://doi.org/10.1080/09593985.2022.2137383> PMID: 36305340
52. Miyata K, Igarashi T, Tamura S, Iizuka T, Otani T, Usuda S. Rasch analysis of the Short Physical Performance Battery in older inpatients with heart failure. *Disabil Rehabil*. 2023;1–6. <https://doi.org/10.1080/09638288.2022.2162610> PMID: 36597920
53. Heinzmann-Filho JP, Vidal PCV, Jones MH, Donadio MVF. Normal values for respiratory muscle strength in healthy preschoolers and school children. *Respir Med*. 2012; 106(12): 1639–1646. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2012.08.015> PMID: 22974829

Anexo 4. Publicación del estudio observacional retrospectivo titulado: *Home-based physiotherapy programme reduces hospital stay and costs in cardiac surgery. A retrospective cohort study.*



Physiotherapy Research International

WILEY

RESEARCH ARTICLE

Home-Based Physiotherapy Programme Reduces Hospital Stay and Costs in Cardiac Surgery. A Retrospective Cohort Study

Jorge Montero-Cámara¹ | Francisco José Ferrer-Sargues¹ | David Cuesta Peredo² | Adrián Sarria Cabello² | María José Segrera Rovira^{1,2} | Juan Antonio Margarit Calabuig² | Noemí Valtueña-Gimeno¹ | Juan Pardo³ | María Luz Sánchez-Sánchez⁴

¹Department of Nursing and Physiotherapy, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, Valencia, Spain | ²Hospital Universitario de la Ribera, Valencia, Spain | ³Department of Mathematics, Physics, and Technological Sciences, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, Valencia, Spain | ⁴Physiotherapy in Motion, Multispeciality Research Group (PTinMOTION), Department of Physiotherapy, University of Valencia, Valencia, Spain

Correspondence: Francisco José Ferrer-Sargues (franciscojose.ferrer@uchceu.es)

Received: 19 August 2024 | **Revised:** 12 December 2024 | **Accepted:** 25 January 2025

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Keywords: cardiovascular surgery | critical care | hospital stay | respiratory physiotherapy

ABSTRACT

Background and Purpose: Cardiac surgery enhances cardiovascular disease (CVD) patient survival rates, and the fast-track protocol can reduce complications, hospital length of stay (HLOS) and associated costs. However, there is no evidence on the effectiveness of unsupervised physiotherapy programmes in reducing HLOS and postoperative pulmonary complications in patients undergoing fast-track surgery. The study aimed to determine if a pre-surgical respiratory programme reduces intensive care unit length of stay (ICULOS) and HLOS patients undergoing fast-track surgery, and its effects on post-operative complications and healthcare costs.

Methods: This was a retrospective observational cohort study. The patients were divided into two groups: those who followed the exercise programme (pre-hab group) and those who did not (no pre-hab group). The study analysed the mean of ICULOS and HLOS for each group, recorded post-operative complications, and calculated healthcare costs using the Spanish Ministry of Health cost tables.

Results: A total of 418 patients participated in the study with a mean age of 70.44 (10.87) years. The study found significant differences in HLOS ($p = 0.001$) and ICULOS ($p = 0.003$) between groups. Pre-hab HLOS was 232.8 (221.3) hours in the hospital, whereas no pre-hab LOS increased to 315.1 (277.9) hours. Pre-hab ICULOS was 82.0 (129.8) hours when No pre-hab ICULOS accounted 120.2 (190.3) hours. This reduction in hospital admissions resulted in savings of €356,107.16 in average healthcare costs for the pre-hab group. Mortality risk ($p = 0.034$) was also reduced in the pre-hab group (17.7% vs. 26.65% in the no pre-hab group).

Discussion: An unsupervised home-based respiratory programme reduces hospital and ICU stay, healthcare costs, post-surgical pulmonary complications, and mortality risk. The clinical application of an unsupervised home-based pre-habilitation programme, focussing on ventilatory exercises and costal expansion techniques, has proven effective in enhancing patient recovery post-cardiac surgery, offering significant healthcare cost savings, and reducing the burden on hospital resources.

Jorge Montero-Cámara, Francisco José Ferrer-Sargues, David Cuesta Peredo, Adrián Sarria Cabello, and María Luz Sánchez-Sánchez contributed equally to this work.

© 2025 John Wiley & Sons Ltd.

Physiotherapy Research International, 2025; 30:e70032
<https://doi.org/10.1002/pri.70032>

1 of 11

1 | Introduction

Cardiovascular disease (CVD) is the leading cause of death in European Society of Cardiology member countries and is directly related to modifiable risk factors (Timmis et al. 2020). When conservative treatment is not enough, surgical intervention achieves an improvement in the survival rate of patients with coronary disease (Cordeiro et al. 2016), with isolated coronary artery bypass grafting being the most common intervention (Bowdish et al. 2021; Head et al. 2013).

In addition to the inherent risks associated with these surgical procedures, post-operative pulmonary complications (PPC) increase the risk of death, hospital length of stay (HLOS) and the economic cost of treatment (Cavayas et al. 2019; Miskovic and Lumb 2017). The most common complications include atelectasis, pneumonia and the need for prolonged mechanical ventilation (Cavayas et al. 2019; Miskovic and Lumb 2017), and their incidence fluctuates between 1% and 23% (Canet et al. 2015; Miskovic and Lumb 2017; Yang et al. 2015). The associated costs calculation of these complications or any procedure is possible through the diagnosis-related group (DRG) system. This system categorises each patient into groups based on their diagnosis and procedures required during their hospital stay (Klein et al. 2020), and relates intervention to its cost according to the Spanish Ministry of Health tables (Ministerio de Sanidad 2023). In addition, variables such as severity of illness and mortality risk are assessed for a more accurate calculation of the cost per patient according to individual characteristics (Klein et al. 2020).

Various strategies are being implemented to reduce complications and costs associated with surgery. For instance, fast-track surgery reduces the length of stay of patients in the Intensive Care Unit (ICU) due to minor sedation and intubation time (Wong et al. 2016). These perioperative multimodal programmes, including physiotherapy, aim to optimise the patient's condition before (McCann et al. 2019) and after surgery. Although the positive effects of postoperative physiotherapy in the ICU on functional recovery, ICU length of stay (ICULOS) and overall patient health are well-established (A. Cook et al. 2023; Wang et al. 2023; Laurent et al. 2020; et al. 2017; J. K. Johnson et al. 2019; Kendall et al. 2018; Wang et al. 2023), the ratio of physiotherapists in ICU in Spain is seven points below the WHO recommendation (Rodríguez Lozano et al. 2020). This situation means that, while policies are being put in place to improve ratios, other strategies are being used to alleviate the pressure on care. Physiotherapists choose to provide comprehensive education, regarding the guidelines that each patient must follow at home prior to surgery. Currently, supervised preoperative physiotherapy has been shown to be beneficial in reducing post-operative complications and LOS (J. K. Johnson et al. 2019; Marmelo, Rocha and Gonçalves 2018; Olsen, Pedersen and Noergaard 2023; Snowden, Haines and Skinner 2014; Steinmetz et al. 2023; Yau et al. 2021). Unsupervised physiotherapy has proven to be beneficial in medical conditions such as urinary incontinence or knee arthroplasty (Chaudhry et al. 2023; Kharaji et al. 2023) as well as in cardiac pathology in adult and paediatric patients (Jacobsen et al. 2016; Jafri et al. 2022), but there is scarce literature about this

pre-habilitation programme before cardiac surgery (Hall et al. 2023; Waite et al. 2017). In addition, a home-based programme incorporating muscle strengthening supervised by a physiotherapist at least once a week also results in a reduction in HLOS and decreases the risk of pneumonia in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery (Valkenet et al. 2017). Therefore, an unsupervised home-based physiotherapy programme could be a good therapeutic option for patients who have problems attending on-site rehabilitation programmes, such as those with mobility difficulties. Likewise, this type of intervention can be prescribed during home rest periods or isolation due to infectious diseases.

The primary objective of this study was to assess whether an unsupervised preoperative physiotherapy programme reduces HLOS and ICULOS compared with patients who received only a postoperative physiotherapy programme after fast-track cardiac surgery. The secondary objective was to analyse the effect of the protocol on post-operative complications and associated healthcare costs.

2 | Methods

2.1 | Study Design and Ethical Considerations

This retrospective observational cohort study was conducted between September 2018 and September 2022 on patients undergoing fast-track cardiac surgery. This study followed the TIDIER checklist, the STROBE statement for observational studies (Von Elm et al. 2008), and the Helsinki Declaration of Ethical Principles for Research Involving Human Subjects.

The XXX Ethics Committee approved the research protocol with code XXX, authorising the authors to collect data by accessing the electronic health records (EHR) of patients who had undergone surgery on the dates indicated above. Informed consent was not required in accordance with Spanish law.

The methodology was carried out considering the checklist Template for Intervention Description and Replication (Negrini 2015).

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

2.2 | Subjects

Patients eligible for the study were required to have undergone fast-track cardiac surgery for the first time in a timespan between 2018 and 2022. The sample included all subjects undergoing coronary revascularisation or valve replacement regardless of surgery scheduling, survival after procedure and medical prescription for respiratory physiotherapy, either pre or post-surgery. Only patients with a clinical history of malignant arrhythmias, dementia, or selected to participate in clinical studies that could alter the results of the present study were excluded.

The subjects were divided into two groups: the pre-habilitation group was composed of patients who attended the physiotherapist interview and were instructed on a home-based respiratory physiotherapy exercise programme, and the no pre-habilitation group was composed of patients who did not receive the instructions. All patients in both groups received the same treatment after surgery, consisting of instructions on the correct use of the Sibelmed Datospir Peak-10 and Portex Coach 2 Incentive Spirometer 4000 mL devices. It should be noted that this information was previously received by participants who attended pre-surgical physiotherapy (Billard, Estebe and Ecoffey 2015) because they were working with these devices at home to improve their ventilatory capacities.

2.3 | Outcomes

The descriptive outcomes considered were sex, age, underlying pathology, body mass index (BMI), type of pathology, type of intervention, alcoholic and smoking habits and whether pre-surgical respiratory physiotherapy was performed.

Assessed outcomes were divided into four categories: (1) quantifying the hours from surgery to discharge (HLOS) as well as the hours spent in the ICU after surgery (ICULOS); (2) complications, considering PPC as well as other kinds of complications; (3) comorbidity, considering the Charlson index (Charlson et al. 2022) and (4) variables associated with the DRG (Klein et al. 2020) such as severity and mortality risk. To analyse the difference in economic costs between groups within each DRG, an estimation was carried out for each severity level following the average economic costs provided by the Ministry of Health in the national standard AP-DRG V36 published in 2021 (Ministerio de Sanidad 2023). Following this calculation, the weighted mean of each DRG was extracted. To calculate the savings, the difference between the weighted means of each group within each DRG was multiplied by the number of individuals comprising the pre-habilitation group.

2.4 | Intervention Design

Approximately 3 weeks prior to the surgical procedure, each patient underwent a single pre-habilitation physiotherapy session at the hospital. The session lasted for 2 hours and was conducted by a physiotherapist and a nurse, both of whom were experts in the field of cardiopulmonary medicine. The cardiac pathology and the surgical procedure, which was either coronary revascularisation or valve replacement, were explained in detail. The potential benefits of a cardiac and pulmonary pre-habilitation programme in facilitating a more optimal preparation for the surgical procedure were emphasised.

Firstly, maximum peak expiratory flow volumes and inspiratory capacity were evaluated and recorded in all individuals in this session. After that, a respiratory programme was trained during the session. This intervention included diaphragmatic breathing (three series of 10 repetitions), lung expansion techniques in different positions (three series of 10 repetitions) work with incentive spirometry (three series, with 10 repetitions at 25% of

their maximum, and one repetition at maximum each series, using a Coach 2 Incentive Spirometer 4000 mL by Portex) and expiratory exercises (three series, with three repetitions at 25%, three at 50%, three at 75%, and three at 100% of their capacity each series, using a Datospir Peak-10 devices by Sibelmed). Both devices were provided by the hospital's physiotherapy services.

Finally, sternal protection guidelines were described, explained and trained. The nursing staff also explained the common course of post-surgical recovery and how pain is managed.

2.5 | Statistical Analysis

The study data were obtained from the hospital EHR system and were reviewed and filtered to eliminate erroneous and missing values. All the information was stored in a database designed specifically for this study. Moreover, the statistical analysis was carried out using different libraries of the advanced statistical treatment RStudio@ program (RStudio Team 2020).

The final statistical power of the study was calculated with the G-Power program, resulting in a 0.99 value (Faul et al. 2007).

It was determined to make a comparison of two independent means, using a two-tailed test, with a confidence level of 95% ($\alpha = 0.05$) and considering obtaining a medium effect size.

Two-sample *t*-tests were conducted after testing compliance with the assumptions of normality (Kolmogorov-Smirnov's test) and homogeneity of variances (Levene's test) to check statistical significance differences between both groups. An equivalent non-parametric alternative to the *t*-test was employed if such assumptions were not met. In that sense, the Wilcoxon rank-sum method was checked. As a result, the significance level was established at 0.05 for all tests. Furthermore, Pearson's chi-squared tests were conducted to determine whether pre-habilitation attendance or not depends on several qualitative factors. Fisher's exact test was also employed when the sample size to be compared was small.

Spearman's correlation and multiple linear regression models were calculated to find the most relevant factors influencing the LOS or ICU stay. The independent variables introduced as covariates were sex, age, post-surgical complications, respiratory or not, pre-habilitation attendance or not, toxic habits, severity level, Charlson index and whether the surgery was scheduled or emergency.

Furthermore, to assess how models fitted the data and to compute indices of model quality and goodness of fit, the R library 'performance' (Lüdtke et al. 2021) was used.

It was calculated for posterior predictive checks, the homogeneity of variance and normality of residuals. Multicollinearity was also checked to control the variance inflation factor (VIF) and influential observations were restrained through the calculation of Cook's distance (R. D. Cook and Weisberg 1982) to select final models.

Definitive model coefficients were calculated with the bootstrapping technique with their related indices such as confidence intervals (CI) and *p*-values (Pek, Wong and Wong 2018).

2.6 | Data Availability

The data associated with this paper are not publicly available but are available from the corresponding author on reasonable request.

3 | Results/Findings

A total of 418 patients were analysed, including 297 males and 121 females. The age mean and standard deviation of these patients was 70.44 (10.87) years, and their BMI was 29.79 (4.85) kg/m². The patients were divided into two groups: No pre-habilitation and pre-habilitation. The comparative analysis between groups revealed that age (*p* = 0.039), BMI (*p* = 0.028) and the percentage of individuals with hypertension (*p* = 0.001) were higher in the pre-habilitation group. However, the number of complications was slightly higher in the group that did not

receive pre-habilitation. Demographic variables, pathologies and toxic habits by group are shown in Table 1, and descriptives and percentage of pathologies and toxic habits according to DRGs are presented in Supporting Information S1.

Regarding HLOS and ICULOS, there was a significant difference (*p* < 0.001) in HLOS between the pre-habilitation and no-pre-habilitation groups. Group differences were also significantly reflected (*p* < 0.003) in the ICULOS after the intervention. It is noteworthy that the risk of post-surgical mortality was significantly higher in the group that did not receive pre-habilitation (*p* = 0.034). Median, mean and IQR values per group for HLOS and ICULOS as well as complications and mortality risk are shown in Table 2. HLOS and ICULOS mean, standard deviation, median and interquartile ranges by groups according to DRGs are shown in Supporting Information S2.

To explore the influence of complications, risk factors, comorbidities, illness severity and pre-habilitation in HLOS or ICULOS, multiple linear regressions were conducted, and the results with statistical significance are presented in Table 3.

To study the effect of variables on total hospital stay, the adjusted R² value was 0.8182 with an F value of 40.15 and 177

TABLE 1 | Descriptives, percentages of pathologies and toxic habits between the groups.

	No pre-habilitation (<i>n</i> = 192)	Pre-habilitation (<i>n</i> = 226)	<i>p</i>
Age (y)	69.10 (11.58)	71.57 (10.21)	0.039*
Sex (<i>n</i>): Female; male	48; 144	73; 153	0.101
BMI (kg/m ²)	29.26 (5.09)	30.23 (4.59)	0.028*
DM type 2 (%)	37%	33.6%	0.475
Hypertension (%)	63.5%	76.1%	0.005*
Dyslipidaemia (%)	44.8%	45.6%	0.873
Smoke (%)	21.9%	12.8%	0.671
Alcohol (%)	22.9%	19.9%	0.455
Planned surgery (%)	79.2%	98.2%	0.001*
Charlson index	2.7 ± (2.0)	2.8 ± (2.1)	0.999

Abbreviations: BMI, body mass index; DM, diabetes mellitus; *n*, sample size; y, years.
**p*: *p*-value < 0.05.

TABLE 2 | Comparative analysis of dependent variables.

		No pre-habilitation (<i>n</i> = 192)	Pre-habilitation (<i>n</i> = 226)	<i>p</i>
HLOS	Mean (SD)	315.1 (277.9)	232.8 (221.3)	0.001*
	Median [IQR]	211.0 [162.5; 391.2]	165.0 [141.0; 232.0]	
ICULOS	Mean (SD)	120.2 (190.3)	82.0 (129.8)	0.003*
	Median [IQR]	58.5 [44.0; 107.8]	51.0 [32.2; 75.8]	
Postsurgical compl.		45.83%	37.17%	0.078
Postsurgical resp. Compl.		10.94%	8.41%	0.380
High risk of mortality ^a		28.65%	17.7%	0.034*

Abbreviations: HLOS, hospital length of stay; ICULOS, intensive care unit length of stay; IQR, interquartile range; postsurgical compl, postsurgical complications; postsurgical resp compl, postsurgical respiratory complications; SD, standard deviation.

^aMortality risk severe or extreme.

**p*: *p*-value < 0.05.

TABLE 3 | Multiple linear regression analysis of independent variables on HLOS and ICULOS.

HLOS				ICULOS			
Variable	β coeff.	95% CI	p	Variable	β coeff.	95% CI	p
Intercept	235.69	227.57; 273.76	< 0.001	Intercept	99.89	69.17; 151.74	< 0.001
Pneumothorax	70.28	59.99; 101.26	< 0.001	Need for reintervention	136.99	116.11; 160.38	< 0.001
Need for reintervention	174.10	155.75; 191.48	< 0.001	Pleural effusion	63.79	39.09; 94.20	< 0.001
Pleural effusion	158.39	98.82; 207.15	< 0.001	Atrial fibrillation	28.92	22.43; 33.06	< 0.001
Atrial fibrillation	61.00	52.17; 70.07	< 0.001	Respiratory insufficiency	57.90	41.65; 92.30	< 0.001
Pericardial effusion	54.79	74.90; 94.24	< 0.001	Pericardial effusion	30.63	18.41; 39.46	< 0.001
Transient ischaemic attack	41.91	41.31; 45.75	< 0.001	Heart failure	26.72	7.64; 48.50	< 0.001
Age	0.82	0.73; 1.21	< 0.001	Fever	58.27	24.76; 77.57	< 0.001
Sex (male)	-9.96	-27.86; -6.24	< 0.001	Arterial hypotension	-51.01	-61.45; -39.37	< 0.001
Pre-habilitation	-24.21	-37.15; -19.69	< 0.001	Atrioventricular block	13.92	6.41; 27.78	< 0.001
Alcohol	4.23	2.24; 7.85	< 0.001	Sex (male)	-14.95	-19.98; -8.46	< 0.001
Severe severity	46.00	45.16; 63.05	< 0.001	Prehabilitation	-10.30	-17.59; -2.55	< 0.001
Charlson index	4.48	0.73; 11.35	< 0.001	Severe severity	16.89	6.25; 23.63	< 0.001
Planned surgery	-36.56	-54.96; -24.66	< 0.001	Extreme severity	290.86	265.71; 330.77	< 0.001
				Charlson index	4.63	2.53; 6.99	< 0.001

Note: The values are in bold because they are statistically significant.

Abbreviations: β coeff, coefficient; CI, confidence interval; HLOS, hospital length of stay; ICULOS, intensive care unit length of stay; p, significance.

degrees of freedom, yielding a p -value of less than 0.001. To analyse the influence of the same variables on ICU stay, the adjusted R^2 value was 0.82 with an F value of 44.35 and 219 degrees of freedom, obtaining a p -value for the regression model of less than 0.001. In both instances, a significant correlation was observed between the execution of pre-habilitation exercises and the reduction in patient stays in both hospital and ICU stay. The complete list of variables analysed in multiple regression is listed in Supporting Information S3.

Regarding the economic costs borne by the healthcare system in each of the groups, the mean cost for the group that underwent pre-habilitation was €27,410.49 (7855.20), while the group that did not undergo prior treatment reached €28,665.54 (9831.86). Although there was no statistically significant difference between the two groups ($p = 0.60$), either overall or in each DRG, it was estimated that the savings resulting from the implementation of home-based pre-habilitation exercises amounted to €356,107.16. The calculation of costs for each DRG according to each severity level, the estimation of the weighted mean cost for each group, and the differences between the means of each group in each DRGs are shown in Table 4.

The distribution by percentage of patients according to DRGs can be found in Figure 1, and the distribution by percentage of patients and severity according to DRGs and short-term mortality risk according to DRGs can be found in Figures 2 and 3, respectively.

There was a high correlation between the severity and mortality risk associated with the procedure ($r = 0.699$; $p < 0.001$) in the total sample, and this correlation varied between high and very high for each DRG. Data can be found in Supporting Information S4.

4 | Discussion

The present study presents a population with varying levels of severity due to the presence of different comorbidities and investigates the effects of unsupervised pre-habilitation compared with no-pre-habilitation for surgery. Additionally, it enables us to highlight differences among individuals affected by valvular or vascular pathologies, regardless of whether they are associated with myocardial infarction, and to quantify the reduction in healthcare costs associated with a pre-surgery respiratory physiotherapy programme. This demonstrates that engaging in unsupervised home-based pre-habilitation exercises results in an average reduction of more than 3 days in LOS, as well as a day and a half in the ICU, and a lower percentage of high mortality risk associated with the process. Furthermore, a relationship between the pre-habilitation programme and a reduction in healthcare costs related to the procedure has been observed, although not with a significant decrease in the incidence of post-surgical complications.

Pre-surgical respiratory physiotherapy has been shown to be effective in patients undergoing cardiac (Snowdon, Haines, and Skinner 2014), thoracic (Bibo, Goldblatt and Merry 2021) and abdominal surgeries (Pouwels et al. 2014). The volumetric incentive spirometer is a device supported by a broad range of scientific literature, which could lead to an improvement in the haemodynamic of patients by normalising blood pressure, heart rate (Zerang, Amouzeshi and Barkhordari-Sharifabad 2022; Zhao, Sun and Mao 2023), and blood oxygen saturation (Su et al. 2022; Zerang, Amouzeshi, and Barkhordari-Sharifabad 2022; Zhao, Sun, and Mao 2023). Additionally, this pre-surgery treatment is associated with enhanced respiratory muscle strength and improved recovery of these muscles post-intervention (Freitas et al. 2012; Manapunsopée et al. 2020), as

TABLE 4 | Differences between costs in each DRG.

DRG	Pre-hab.	Severity	n	Cost	n	Total	Subtotal n	Total cost	Weighted mean.	Difference	p
162	No	Extreme	2	64,031.76 €	2	128,063.52 €	12	519,976.07 €	46,137.86 (12,187.12) €	8691.55 €	0.51
	No	Low	1	28,796.92 €	1	28,796.92 €					
	No	Moderate	4	33,775.42 €	4	135,101.68 €					
	No	Severe	5	45,602.79 €	5	228,013.95 €					
	Yes	Moderate	3	33,775.42 €	3	101,326.26 €	4	146,929.05 €	37,446.31 (6338.96) €		
	Yes	Severe	1	45,602.79 €	1	45,602.79 €					
163	No	Extreme	8	54,245.01 €	8	433,960.08 €	99	2,953,319.34 €	32,091.02 (10,061.05) €	1051.50 €	0.34
	No	Low	17	23,229.36 €	17	394,899.12 €					
	No	Moderate	53	26,314.62 €	53	1,394,674.86 €					
	No	Severe	21	34,751.68 €	21	729,785.28 €					
	Yes	Extreme	10	54,245.01 €	10	542,450.10 €	173	5,036,549.38 €	31,039.52 (9151.25) €		
	Yes	Low	43	23,229.36 €	43	998,862.48 €					
	Yes	Moderate	80	26,314.62 €	80	2,105,169.60 €					
	Yes	Severe	40	34,751.68 €	40	1,390,067.20 €					
165	No	Extreme	5	54,296.79 €	5	271,483.95 €	20	664,914.87 €	37,965.13 (14,274.69) €	5186.66 €	0.54
	No	Low	3	22,203.57 €	3	66,610.71 €					
	No	Moderate	9	25,387.20 €	9	228,484.80 €					
	No	Severe	3	32,778.47 €	3	98,335.41 €					
	Yes	Severe	1	32,778.47 €	1	32,778.47 €	1	32,778.47 €	32,778.47 ^a €		
166	No	Low	12	19,287.41 €	12	231,448.92 €	49	1,078,924.31 €	22,328.02 (2773.87) €	1109.68 €	0.70
	No	Moderate	27	21,437.77 €	27	578,819.79 €					
	No	Severe	10	26,865.56 €	10	268,655.60 €					
	Yes	Low	15	19,287.41 €	15	289,311.15 €	40	841,538.77 €	21,218.34 (2115.65) €		
	Yes	Moderate	22	21,437.77 €	22	471,630.94 €					
	Yes	Severe	3	26,865.56 €	3	80,596.68 €					
167	No	Extreme	1	46,608.29 €	1	46,608.29 €	12	274,820.95 €	27,082.77 (11,319.08) €	11,246.77 €	0.47
	No	Low	3	13,908.02 €	3	41,724.06 €					
	No	Moderate	2	17,378.92 €	2	34,757.84 €					
	No	Severe	6	25,288.46 €	6	151,730.76 €					
	Yes	Low	4	13,908.02 €	4	55,632.08 €	8	125,147.76 €	15,836 (1845.45) €		
	Yes	Moderate	4	17,378.92 €	4	69,515.68 €					

Note: 162: procedures on valves with acute myocardial infarction or complex diagnosis, 163: procedures on valves without acute myocardial infarction or complex diagnosis, 165: coronary bypass with acute myocardial infarction or complex diagnosis, 166: coronary bypass without acute myocardial infarction or complex diagnosis, 167: other cardiothoracic and thoracic vascular procedures.

Abbreviations: DRG, diagnosis-related groups; n, sample size; pre-hab, pre-habilitation; sig, significance.

^aIn this DRG, there was only one patient in the pre-habilitation group.

well as a quicker improvement in ventilatory parameters (Alparthi et al. 2021; Amin et al. 2021; Zhao, Sun, and Mao 2023). The reduction in LOS may be directly related to the early recovery of respiratory muscle strength, as other studies focussing directly on strengthening these muscles also reported an LOS reduction ranging from 0.61 to 3.4 days between the control and intervention groups (A. Cook et al. 2023; Gomes Neto et al. 2017; Herdy et al. 2008; Hulzebos et al. 2006; Kendall et al. 2018; K. Valkenet et al. 2013 2017; Wang et al. 2023). However, it is possible that the strengthening capacity offered by the volumetric incentive spirometer is lower than that achieved by devices employing

positive inspiratory pressure. This could potentially explain why the stay of our patients in the ICU was nearly double that reported in clinical studies where pre-habilitation was performed using positive inspiratory pressure devices (A. Cook et al. 2023; Wang et al. 2023). It is worth noting that this article also includes data from individuals with an average age higher than the compared studies (A. Cook et al. 2023). Some patients underwent urgent surgery or presented with cardiac instability and respiratory comorbidities. All individuals in our sample underwent surgery via sternotomy or thoracotomy, which may also explain the increase in LOS (Kolkailah et al. 2019).

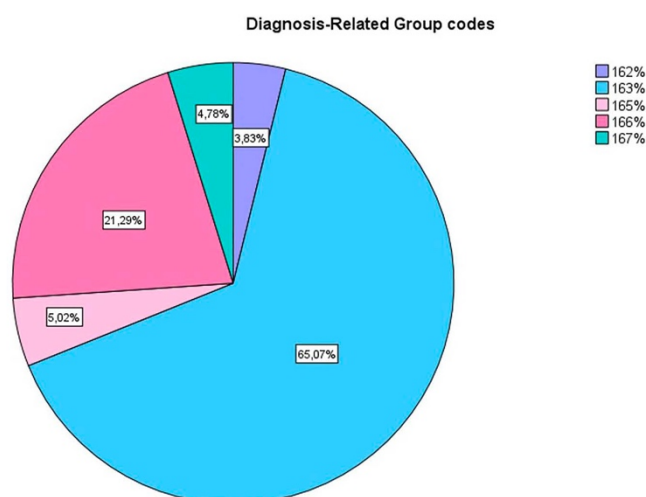


FIGURE 1 | Diagnosis-related groups percentages. 162: procedures on valves with acute myocardial infarction or complex diagnosis; 163: procedures on valves without acute myocardial infarction or complex diagnosis; 165: coronary bypass with acute myocardial infarction or complex diagnosis; 166: coronary bypass without acute myocardial infarction or complex diagnosis; 167: other cardiothoracic and thoracic vascular procedures. DRG, diagnosis-related groups.

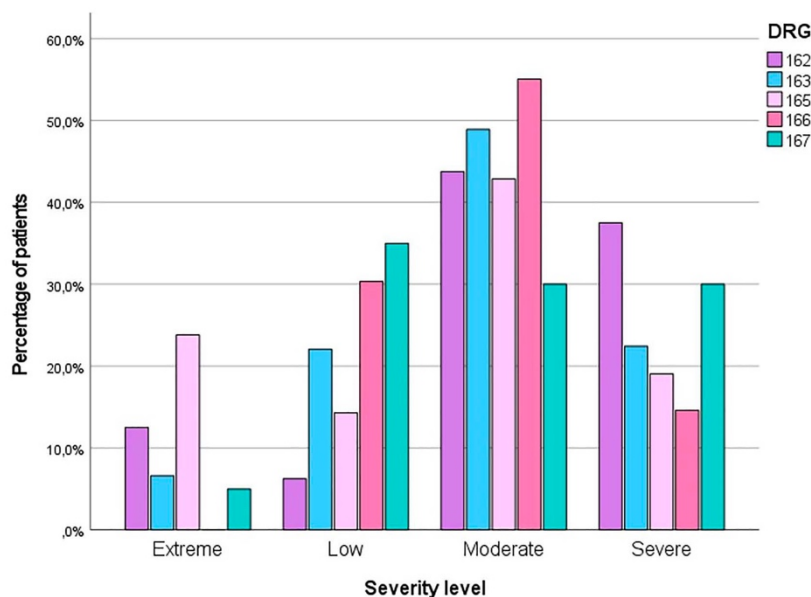


FIGURE 2 | Percentage of patients in each severity level per DRG. 162: procedures on valves with acute myocardial infarction or complex diagnosis; 163: procedures on valves without acute myocardial infarction or complex diagnosis; 165: coronary bypass with acute myocardial infarction or complex diagnosis; 166: coronary bypass without acute myocardial infarction or complex diagnosis; 167: other cardiothoracic and thoracic vascular procedures. DRG, diagnosis-related groups.

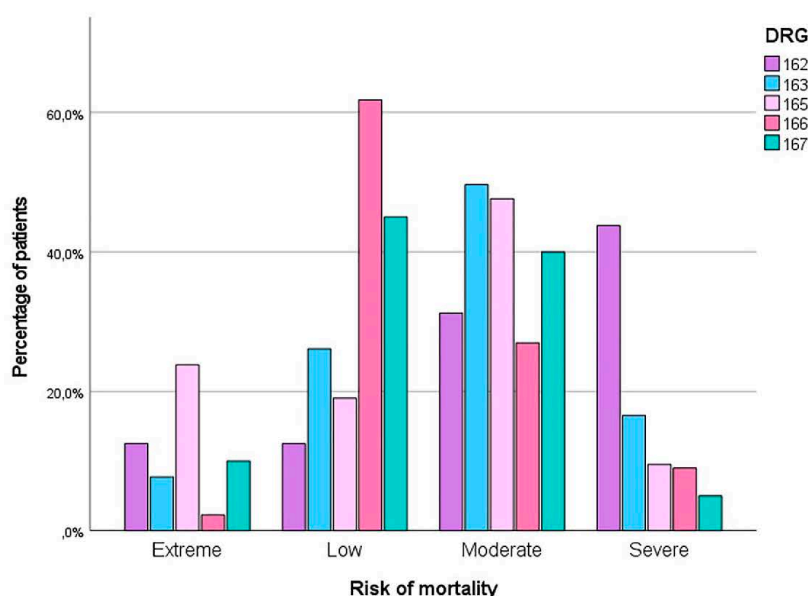


FIGURE 3 | Percentage of patients per risk of mortality in each DRG. 162: procedures on valves with acute myocardial infarction or complex diagnosis; 163: procedures on valves without acute myocardial infarction or complex diagnosis; 165: coronary bypass with acute myocardial infarction or complex diagnosis; 166: coronary bypass without acute myocardial infarction or complex diagnosis; 167: other cardiothoracic and thoracic vascular procedures. DRG, diagnosis-related groups.

Regarding the incidence of post-surgical pulmonary complications, some studies set the threshold at a maximum of 24% (Canet et al. 2015; Cavayas et al. 2019; Miskovic and Lumb 2017; Yang et al. 2015), while other complications, such as atrial fibrillation, among others, can reach values close to 40% in individuals undergoing cardiac surgery (Eikelboom et al. 2021). This sometimes necessitates prolongation of mechanical ventilation or requires reintervention (Pahwa et al. 2021). Only 8.13% of the patients whose data were included in this study required reintervention, while the overall rate of respiratory complications decreased to 9.57% in the entire sample. These values, when analysed between groups, do not deviate significantly from those reported by other authors (A. Cook et al. 2023; Su et al. 2022; Wang et al. 2023).

As hypothesised by Wang et al. (2023), a reduction in post-surgical pulmonary complications may be associated with a decrease in hospital costs. It is noteworthy that, despite not achieving a statistically significant reduction in the intervention group in our study, there is a considerable decrease in economic cost, which could be linked to a 2.5-point reduction in the percentage of complications compared to the no pre-habilitation group. This reduction might have achieved substantial values if a respiratory muscle strengthening treatment comparable to those outlined in the literature was implemented (A. Cook et al. 2023; Su et al. 2022; Wang et al. 2023). Moreover, a possible area of future research is to evaluate the efficacy of these strategies in contrast with the current protocol employed at the

Hospital de La Ribera. However, this financial assessment affords the opportunity to gauge the advantages of a physiotherapy plan, which could prove beneficial for any medical facility, as volumetric devices are deemed to be a cost-effective device.

It is worth noting that this article is one of the few published studies that applies the international DRG system to analyse the severity, risk of mortality associated with the process, and economic costs between different groups. By studying individuals with varying levels of severity, the study can observe variables such as mortality risk, incidence of complications and duration of stay in a diverse population. This factor may have been overlooked in some clinical studies due to pre-surgical comorbidities in certain patients.

However, there are some study limitations that must be discussed. Firstly, there was no follow-up of individuals who attended the pre-habilitation informational session, so it is unknown whether they adhered to the guidelines they were educated on. Furthermore, due to surgical issues, it was only possible to apply a single patient pre-habilitation session, and in some patients was not enough time to have a good preparation of them. Finally, the study was carried out in a single centre that, although it is a reference hospital in the area, may not have been enough to extrapolate the results.

Future research should focus on multicentre studies, increase in the number of pre-habilitation sessions, and management of the

follow-up and adherence of the patients to the programme, in addition to the evaluation of different costs between the groups. Unsupervised home pre-habilitation exercises not only reduce hospital stay and associated healthcare costs but also reduce the incidence of post-surgical pulmonary complications and the percentage of people at high risk of mortality associated with the process. The low cost of these devices and the simplicity of the exercises allow patients undergoing cardiac surgery to actively participate in their pre-rehabilitation and enable them to prepare for surgery even if they live far away from the hospital, have difficulties in travelling to the hospital or are housebound.

5 | Implications on Physiotherapy Practice

The implementation of home-based prehabilitation protocols has the potential to expand the number of individuals who can access physiotherapy treatment. This would signify a greater popularisation of the discipline and a normalisation of its utilisation among patients. An increase in the number of users of physiotherapy techniques and their awareness of the benefits associated with them may result in a greater demand for and utilisation of these techniques. Furthermore, the implementation of effective home programmes can facilitate more efficient utilisation of face-to-face visits with physiotherapists, enabling a more focussed approach to sessions that require direct physiotherapist-patient interaction. The dissemination and utilisation of these programmes could potentially contribute to more efficient management of physiotherapy treatment sessions.

Author Contributions

J.M.C. wrote the preliminary project and obtained the approval of the ethics committee. Likewise, both J.M.C. and M.L.S.S. and F.J.F.S. searched the literature, took charge of writing the article and made the tables and figures of this article. The original database was analysed and filtered by D.C.P. and A.S.C., who selected only the patients who met the inclusion criteria and the absence of exclusion criteria. J.P. was the person in charge of performing the statistical analysis of the data and writing the 'Statistical Analysis' section in the methodology. M.J.S.R. and N.V.G. reviewed the writing and helped with the preparation of the tables located in the appendices.

Acknowledgements

The authors have nothing to report.

Ethics Statement

This study received ethical approval from the Hospital de La Ribera Research Ethics Committee (approval PI 17/122019).

Consent

This was a Hospital de la Ribera-approved retrospective study, all patient information was de-identified and patient consent was not required. Patient data will not be shared with third parties.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

Data Availability Statement

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author, (FJFS), upon reasonable request.

Permission to Reproduce Material From Other Sources

Not applicable.

References

- Alaparthi, G. K., R. Amin, A. Gatty, et al. 2021. "Contrasting Effects of Three Breathing Techniques on Pulmonary Function, Functional Capacity and Daily Life Functional Tasks in Patients Following Valve Replacement Surgery—A Pilot Randomized Clinical Trial." *Heliyon* 7, no. 7: e07643. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07643>.
- Amin, R., G. K. Alaparthi, S. R. Samuel, K. C. Bairapareddy, H. Raghavan, and K. Vaishali. 2021. "Effects of Three Pulmonary Ventilation Regimes in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A Randomized Clinical Trial." *Scientific Reports* 11, no. 1: 6730. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86281-4>.
- Bibo, L., J. Goldblatt, and C. Merry. 2021. "Does Preoperative Pulmonary Rehabilitation/Physiotherapy Improve Patient Outcomes Following Lung Resection?" *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 32, no. 6: 933–937. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivab011>.
- Billard, V., J.-P. Estebe, and C. Ecoffey. 2015. "Réhabilitation Rapide Après Chirurgie." *Anesthésie & Réanimation* 1, no. 5: 397–400. <https://doi.org/10.1016/j.anrea.2015.10.012>.
- Bowdish, M. E., R. S. D'Agostino, V. H. Thourani, et al. 2021. "STS Adult Cardiac Surgery Database: 2021 Update on Outcomes, Quality, and Research." *Annals of Thoracic Surgery* 111, no. 6: 1770–1780. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2021.03.043>.
- Canet, J., S. Sabaté, V. Mazo, et al. 2015. "Development and Validation of a Score to Predict Postoperative Respiratory Failure in a Multicentre European Cohort." *European Journal of Anaesthesiology* 32, no. 7: 458–470. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000223>.
- Cavayas, Y. A., R. Eljaiek, É. Rodrigue, et al. 2019. "Preoperative Diaphragm Function Is Associated With Postoperative Pulmonary Complications After Cardiac Surgery." *Critical Care Medicine* 47, no. 12: e966–e974. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004027>.
- Charlson, M. E., D. Carrozzino, J. Guidi, and C. Patierno. 2022. "Charlson Comorbidity Index: A Critical Review of Clinimetric Properties." *Psychotherapy and Psychosomatics* 91, no. 1: 8–35. <https://doi.org/10.1159/000521288>.
- Chaudhry, Y. P., H. Hayes, Z. Wells, E. Papadelis, H. S. Khanuja, and C. Deirmengian. 2023. "Not All Patients Need Supervised Physical Therapy After Primary Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Cureus* 15, no. 2: e35232. <https://doi.org/10.7759/cureus.35232>.
- Cook, A., L. Smith, C. Anderson, et al. 2023. "The Effect of Preoperative Threshold Inspiratory Muscle Training in Adults Undergoing Cardiac Surgery on Postoperative Hospital Stay: A Systematic Review." *Physiotherapy Theory and Practice* 39, no. 4: 690–703. <https://doi.org/10.1080/09593985.2022.2025548>.
- Cook, R. D., and S. Weisberg. 1982. *Residuals and Influence in Regression*. New York: Chapman & Hall: Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy <https://hdl.handle.net/11299/37076>.
- Cordeiro, A. L. L., T. A. de Melo, D. Neves, et al. 2016. "Inspiratory Muscle Training and Functional Capacity in Patients Undergoing Cardiac Surgery." *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery* 31, no. 2: 140–144. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20160035>.
- Eikelboom, R., R. Sanjanwala, M. L. Le, M. H. Yamashita, and R. C. Arora. 2021. "Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Annals of Thoracic Surgery* 111, no. 2: 544–554. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.05.104>.

- Faul, F., E. Erdfelder, A.-G. Lang, and A. Buchner. 2007. "G*Power 3: A Flexible Statistical Power Analysis Program for the Social, Behavioral, and Biomedical Sciences." *Behavior Research Methods* 39, no. 2: 175–191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>.
- Freitas, E. R. F. S., B. G. O. Soares, J. R. Cardoso, and Á. N. Atallah. 2012. "Incentive Spirometry for Preventing Pulmonary Complications After Coronary Artery Bypass Graft." *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012, no. 9. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004466.pub3>.
- Gomes Neto, M., B. P. Martinez, H. F. C. Reis, and V. O. Carvalho. 2017. "Pre- and Postoperative Inspiratory Muscle Training in Patients Undergoing Cardiac Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis." In *Clinical Rehabilitation*, 31, no. 4: 454–464. SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/0269215516648754>.
- Hall, D. E., A. Youk, K. Allsup, et al. 2023. "Preoperative Rehabilitation Is Feasible in the Weeks Prior to Surgery and Significantly Improves Functional Performance." *Journal of Frailty & Aging* 12, no. 4: 267–276. <https://doi.org/10.14283/jfa.2022.42>.
- Head, S. J., N. J. Howell, R. L. J. Osmabrugge, et al. 2013. "The European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Database: An Introduction." *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 44, no. 3: e175–e180. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezt303>.
- Herdry, A. H., P. L. B. Marcelli, A. Vila, et al. 2008. "Pre- and Post-operative Cardiopulmonary Rehabilitation in Hospitalized Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Surgery a Randomized Controlled Trial." *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 87, no. 9: 714–719. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181839152>.
- Hulzebos, E. H. J., P. J. M. Helden, N. J. Favié, R. A. De Bie, A. Brutel De La Riviere, and N. L. U. Van Meeteren. 2006. "Preoperative Intensive Inspiratory Muscle Training to Prevent Postoperative Pulmonary Complications in High-Risk Patients Undergoing CABG Surgery A Randomized Clinical Trial." *Journal of the American Medical Association* 296, no. 15: 1851–1857. <https://doi.org/10.1001/jama.296.15.1851>.
- Jacobsen, R. M., S. Ginde, K. Mussatto, J. Neubauer, M. Earing, and M. Danduran. 2016. "Can a Home-Based Cardiac Physical Activity Program Improve the Physical Function Quality of Life in Children With Fontan Circulation?" *Congenital Heart Disease* 11, no. 2: 175–182. <https://doi.org/10.1111/chd.12330>.
- Jafri, S. H., T. F. Imran, E. Medbury, et al. 2022. "Cardiovascular Outcomes of Patients Referred to Home Based Cardiac Rehabilitation." *Heart & Lung* 52: 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlung.2021.11.005>.
- Johnson, A. M., A. N. Henning, P. E. Morris, A. G. Villasanté Tezanos, and E. E. Dupont-Versteegden. 2017. "Timing and Amount of Physical Therapy Treatment are Associated With Length of Stay in the Cardiothoracic ICU." *Scientific Reports* 7, no. 1: 17591. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17624-3>.
- Johnson, J. K., B. Lohse, H. A. Bento, C. S. Noren, R. Marcus, and J. E. Tonna. 2019. "Improving Outcomes for Critically Ill Cardiovascular Patients through Increased Physical Therapy Staffing." *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 100, no. 2: 270–277. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.07.437>.
- Kendall, F., J. Oliveira, B. Peleteiro, P. Pinho, and P. T. Bastos. 2018. "Inspiratory Muscle Training Is Effective to Reduce Postoperative Pulmonary Complications and Length of Hospital Stay: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Disability & Rehabilitation* 40, no. 8: 864–882. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1277396>.
- Kharaji, G., S. ShahAli, I. Ebrahimi-Takamjani, J. Sarrafzadeh, F. San-aei, and S. Shanbehzadeh. 2023. "Supervised Versus Unsupervised Pelvic Floor Muscle Training in the Treatment of Women With Urinary Incontinence—A Systematic Review and Meta-Analysis." *International Urogynecology Journal* 34, no. 7: 1339–1349. <https://doi.org/10.1007/s00192-023-05489-2>.
- Klein, A., I. Mathauer, K. Stenberg, and T. Habicht. 2020. Diagnosis-Related Groups: A Question and Answer Guide on Case-Based Classification and Payment Systems. Geneva: World Health Organization. Retrieved 19 July 2023 from <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-UHC-HGF-Guidance-20.10>.
- Kolkailah, A. A., R. Doukky, M. P. Pelletier, A. S. Volgman, T. Kaneko, and A. F. Nabhan. 2019. "Transcatheter Aortic Valve Implantation Versus Surgical Aortic Valve Replacement for Severe Aortic Stenosis in People With Low Surgical Risk." *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019, no. 12: CD013319. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013319.pub2>.
- Laurent, H., S. Aubreton, G. Galvaing, et al. 2020. "Preoperative Respiratory Muscle Endurance Training Improves Ventilatory Capacity and Prevents Pulmonary Postoperative Complications After Lung Surgery." *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 56, no. 1: 73–81. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.19.05781-2>.
- Lüdecke, D., M. Ben-Shachar, I. Patil, P. Waggoner, and D. Makowski. 2021. "Performance: An R Package for Assessment, Comparison and Testing of Statistical Models." *Journal of Open Source Software* 6, no. 60: 3139. <https://doi.org/10.21105/joss.03139>.
- Manapunsopet, S., T. Thanakiatpinoy, W. Wongkornrat, B. Chuaychoo, and W. Thirapatarapong. 2020. "Effectiveness of Incentive Spirometry on Inspiratory Muscle Strength After Coronary Artery Bypass Graft Surgery." *Heart Lung & Circulation* 29, no. 8: 1180–1186. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2019.09.009>.
- Marmelo, F., V. Rocha, and D. Gonçalves. 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, no. 4: 404–417. <https://doi.org/10.1177/2047487317752373>.
- McCann, M., N. Stamp, A. Ngui, and E. Litton. 2019. "Cardiac Prehabilitation." *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 33, no. 8: 2255–2265. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.01.023>.
- Ministerio de Sanidad. 2023. "Registro de Altas de los Hospitales Generales del Sistema Nacional de Salud. CMBD. Norma Estatal." <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/cmbd.htm>.
- Miskovic, A., and A. B. Lumb. 2017. "Postoperative Pulmonary Complications." *British Journal of Anaesthesia* 118, no. 3: 317–334. <https://doi.org/10.1093/bja/aex002>.
- Negrini, S. 2015. "Application of the TIDieR Checklist to Improve Understanding and Replicability of Studies in Physical and Rehabilitation Medicine." *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 51, no. 6: 667–668. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.0108>.
- Olsen, D. B., P. U. Pedersen, and M. W. Noergaard. 2023. "Prehabilitation Before Elective Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Scoping Review." *JBI Evidence Synthesis* 21, no. 6: 1190–1242. <https://doi.org/10.11124/JBIES-22-00265>.
- Pahwa, S., A. Bernabei, H. Schaff, et al. 2021. "Impact of Postoperative Complications After Cardiac Surgery on Long-Term Survival." *Journal of Cardiac Surgery* 36, no. 6: 2045–2052. <https://doi.org/10.1111/jocs.15471>.
- Pek, J., O. Wong, and A. C. M. Wong. 2018. "How to Address Non-Normality: A Taxonomy of Approaches, Reviewed, and Illustrated." *Frontiers in Psychology* 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02104>.
- Pouwels, S., R. A. Stokmans, E. M. Willigendaal, et al. 2014. "Preoperative Exercise Therapy for Elective Major Abdominal Surgery: A Systematic Review." *International Journal of Surgery* 12, no. 2: 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2013.11.018>.
- Rodríguez Lozano, R., M. A. Alcocer Ojeda, M. Moreno Martínez, and N. Sáenz Espinosa. 2020. "Spanish Physiotherapy in Times of the COVID-19 Pandemic." *Fisioterapia* 42, no. 4: 224–225. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2020.05.001>.
- RStudio Team. 2020. *RStudio: Integrated Development for R*. Boston, MA: PBC. <http://www.rstudio.org/>.

Snowdon, D., T. P. Haines, and E. H. Skinner. 2014. "Preoperative Intervention Reduces Postoperative Pulmonary Complications but Not Length of Stay in Cardiac Surgical Patients: A Systematic Review." *Journal of Physiotherapy* 60, no. 2: 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.04.002>.

Steinmetz, C., B. Bjarnason-Wehrens, T. Walther, T. F. Schaffland, and C. Walther. 2023. "Efficacy of Prehabilitation Before Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis." *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 102, no. 4: 323–330. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002097>.

Su, H., J. Zhang, Y. Liu, H. Peng, and L. Zhang. 2022. "Pre and Post-operative Nurse-Guided Incentive Spirometry Versus Physiotherapist-Guided Pre and Postoperative Breathing Exercises in Patients Undergoing Cardiac Surgery: an Evaluation of Postoperative Complications and Length of Hospital Stay." *Medicine (Baltimore)* 101, no. 52: E32443. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000032443>.

Timmis, A., N. Townsend, C. P. Gale, et al. 2020. "European Society of Cardiology: Cardiovascular Disease Statistics 2019." *European Heart Journal* 41, no. 1: 12–85. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz859>.

Valkenet, K., F. De Heer, F. J. G. Backx, et al. 2013. "Effect of Inspiratory Muscle Training Before Cardiac Surgery in Routine Care." *Physical Therapy* 93, no. 5: 611–619. <https://academic.oup.com/ptj/article/93/5/611/2735327>.

Valkenet, K., J. C. A. Trappenburg, E. H. Hulzebos, N. L. U. van Meeteren, and F. J. G. Backx. 2017. "Effects of a Pre-Operative Home-Based Inspiratory Muscle Training Programme on Perceived Health-Related Quality of Life in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft Surgery." *Physiotherapy* 103, no. 3: 276–282. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2016.02.007>.

Von Elm, E., D. G. Altman, M. Egger, S. J. Pocock, P. C. Gotsche, and J. P. Vandenbroucke. 2008. "The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for Reporting Observational Studies." *Journal of Clinical Epidemiology* 61, no. 4: 344–349. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.11.008>.

Waite, I., R. Deshpande, M. Baghai, T. Massey, O. Wendler, and S. Greenwood. 2017. "Home-Based Preoperative Rehabilitation (Prehab) to Improve Physical Function and Reduce Hospital Length of Stay for Frail Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft and Valve Surgery." *Journal of Cardiothoracic Surgery* 12, no. 1: 91. <https://doi.org/10.1186/s13019-017-0655-8>.

Wang, J., Y.-Q. Wang, J. Shi, P.-M. Yu, and Y.-Q. Guo. 2023. "Effect of Preoperative Inspiratory Muscle Training on Postoperative Outcomes in Patients Undergoing Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis." *World Journal of Clinical Cases* 11, no. 13: 2981–2991. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v11.i13.2981>.

Wong, W. T., V. K. W. Lai, Y. E. Chee, and A. Lee. 2016. "Fast-track Cardiac Care for Adult Cardiac Surgical Patients." *Cochrane Database Systematic Review* 9, no. 9: CD003587. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003587.pub3>.

Yang, C. K., A. Teng, D. Y. Lee, and K. Rose. 2015. "Pulmonary Complications After Major Abdominal Surgery: National Surgical Quality Improvement Program Analysis." *Journal of Surgical Research* 198, no. 2: 441–449. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.03.028>.

Yau, D. K. W., M. J. Underwood, G. M. Joynt, and A. Lee. 2021. "Effect of Preparative Rehabilitation on Recovery After Cardiac Surgery: A Systematic Review." *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 64, no. 2: 101391. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.03.014>.

Zerang, F., A. Amouzeschi, and M. Barkhordari-Sharifabad. 2022. "Comparison of the Effect of Incentive Spirometry and Deep Breathing Exercises on Hemodynamic Parameters of Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A Clinical Trial." *Journal of Vascular Nursing* 40, no. 3: 134–139. <https://doi.org/10.1016/j.jvn.2022.08.002>.

Zhao, C. H., Y. H. Sun, and X. M. Mao. 2023. "Volume Incentive Spirometry Reduces Pulmonary Complications in Patients After Open Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial." *International Journal of General Medicine* 16: 793–801. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S400030>.

Supporting Information

Additional supporting information can be found online in the Supporting Information section.

