

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN URGENCIAS, EMERGENCIAS Y CRÍTICOS EN ENFERMERÍA

ALTERACIONES DE LA CONDUCCIÓN TRAS EL TRASPLANTE CARDIACO: FACTORES ASOCIADOS, MARCAPASOS Y RECHAZO AGUDO. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.

Autora:

Dña. Fernanda Herrera Torres

Tutor:

Dr. Francisco Gil Muñoz

Valencia, (2025/2026)

Spain

Agradecimientos

A mis padres y hermano, que me han apoyado toda la vida, que me han ayudado a seguir mis sueños sin importar lo que les signifique, que me han reafirmado siempre que creen en mí y que puedo con todo lo que se me presente por delante, sin ellos, cursar este master no habría sido posible.

A mi Cesi, mi segunda madre, porque forjó mi personalidad y ha estado en todos mis momentos, sosteniéndome.

A mis amigas, J.G., N.U., C.O., L.C., MJ.Q., porque incluso a 11.266 km de distancia nunca me dejaron sola, siento sus abrazos, su amor y su apoyo.

A Marcela, porque me devolvió la confianza cuando me hicieron creer que ser enfermera no era para mí, y desde ese momento ha sido luz y guía en mi camino, además de una amiga.

Y, por último, pero no menos importante, gracias a Pau y a los amigos que hice en este viaje, mis españolísimos, por ser hogar, familia y contención cuando los míos estaban lejos.

"Pues a sus ángeles mandará acerca de ti,
Que te guarden en todos tus caminos.
En las manos te llevarán,
Para que tu pie no tropiece en piedra."

-Salmos 91:11-12

Índice

1 Introducción 1
1.1 Marco teórico 2
1.1.1 Insuficiencia cardiaca y trasplante cardiaco 2
1.1.2 Epidemiología del trasplante cardiaco 3
1.1.3 Sistema de conducción cardiaco 4
1.1.4 Corazón denervado y alteraciones electrocardiográficas post trasplante cardiaco 4
1.1.5 Fisiopatología del rechazo agudo y su relación con las arritmias 5
1.2 Justificación 6
2 Objetivos 7
2.1 Objetivo general 7
2.2 Objetivos específicos 7
3 Material y métodos 8
3.1 Tipo y diseño general del estudio 8
3.2 Definición de la pregunta de investigación 8
3.3 Bases de datos y fuentes de información 9
3.4 Método y estrategia de búsqueda 9
3.5 Criterios de inclusión y exclusión 11
3.5.1 Criterios de inclusión 11
3.5.2 Criterios de exclusión 11
3.6 Proceso de selección de los estudios 12
3.7 Recursos humanos y materiales 13
3.8 Evaluación de la calidad metodológica 13
3.9 Consideraciones éticas 14
4 Resultados 15
5 Discusión 16
5.1 Síntesis e interpretación de los principales hallazgos 16
5.2 Discusión por dominios temáticos 17
5.2.1 Disfunción del nodo sinusal: ¿cuándo implantar? 17
5.2.2 Bloqueos AV: cronología y mecanismos 17
5.2.3 Bloqueo de rama derecha: ¿marcador benigno o pronóstico? 18
5.2.4 Implante de marcapasos: tipo de dispositivo y dependencia 18
5.2.5 Rechazo agudo y arritmias: causalidad, asociación o coincidencia 19
5.2.6 Papel de la monitorización electrocardiográfica continua 19
5.3 Implicaciones para la práctica clínica 19
5.4 Implicaciones para la práctica de la enfermería 20
5.5 Limitaciones de esta revisión 21
5.6 Futuras líneas de investigación 22
6 Conclusiones 22
7 Referencias 24
8 Anexos 31

Índice de Tablas

Tabla 1. Criterios de compatibilidad donante-receptor 3

Tabla 2. Formulación pregunta de investigación estructura PICO 8

Tabla 3. Descriptores MeSH, DeCS y términos libres utilizados 10

Tabla 4. Análisis de calidad metodológica por estudio 13

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 para la selección de estudios 12

Abreviaciones

AV: Aurículo ventricular

BAV: Bloqueo auriculo ventricular

BCRD: Bloqueo completo de rama derecha

BCRI /BRI: Bloqueo completo de rama izquierda

BIRD: Bloqueo incompleto de rama derecha

CAV: *Cardiac allograft vasculopathy* (Vasculopatía del injerto)

CEC: Circulación extracorpórea

CMV: Citomegalovirus

DAI: Desfibrilador automático implantable

DAV: Dispositivos de asistencia ventricular

DCD: *Donation after circulatory death* (Donación tras muerte circulatoria)

dd-cfDNA: ADN libre circulante de origen donante

DNS: Disfunción del nodo sinusal

DSA: *Donor-specific antibodies* (Anticuerpos donante-específicos)

EMB: *Endomyocardial biopsy* (Biopsia endomiocárdica)

ECG: Electrocardiograma

FA: Fibrilación auricular

FC: Frecuencia cardiaca

FV: Fibrilación ventricular

HBP: *His bundle pacing* (Estimulación haz de His)

HLA: Antígeno leucocitario humano

HTx: *Heart transplant* (Trasplante cardíaco)

ISHLT: *International society for heart and lung transplantation*

IC: Insuficiencia cardiaca

IVUS: *Intravascular ultrasound* (Ultrasonido intravascular)

IAM: Infarto agudo al miocardio

LBBP: *Left bundle branch pacing* (Estimulación del haz/rama izquierda)

LPM: Latidos por minuto

LVAD: *Left ventricular assist device* (Dispositivo de asistencia ventricular izquierda)

MA: Metaanálisis

MP: Marcapasos

OCS: *Organ care system* (Perfusión normotérmica ex vivo)

OHT: *Orthotopic heart transplantation* (Trasplante cardiaco ortotópico)

PA: Presión arterial

RCA: Rechazo celular agudo

RCT: *Randomized controlled trial* (Ensayo clínico aleatorizado)

RETC: Registro español de trasplante cardíaco

RMA: Rechazo agudo mediado por anticuerpos

TC: Trasplante cardiaco

TFM: Trabajo de fin de máster

TV: Taquicardia ventricular

UNOS: *United Network for Organ Sharing*

Resumen

Introducción: El trasplante cardíaco (TC) es el tratamiento de elección para la insuficiencia cardíaca avanzada refractaria, con una supervivencia mediana actual superior a los 12 años. Las alteraciones electrofisiológicas y del sistema de conducción (disfunción del nodo sinusal, bloqueos auriculoventriculares, bloqueos de rama, arritmias auriculares y necesidad de estimulación permanente) son complicaciones prevalentes con implicaciones pronósticas. Su relación con el rechazo agudo y con factores del donante, del receptor y de la cirugía ha sido motivo de numerosas publicaciones, con resultados heterogéneos.

Objetivos: Sintetizar la evidencia disponible sobre la incidencia, tipo y cronología de las alteraciones electrofisiológicas tras el TC, la incidencia y los factores predictores del implante de marcapasos permanente, y la asociación entre las alteraciones de conducción y los episodios de rechazo agudo.

Material y método: Revisión sistemática conforme a la declaración PRISMA 2020. Se consultaron las bases MEDLINE/PubMed, Embase, Cochrane, CINAHL, Web of Science, Scopus, LILACS y SciELO, así como literatura gris y referencias secundarias. Los estudios primarios incluidos en la síntesis se limitaron al período desde 1 de enero de 2014 –31 de marzo de 2026, en pacientes adultos (≥18años) receptores de trasplante cardíaco ortotópico que comunicaran al menos uno de los desenlaces de interés. La síntesis fue cualitativa.

Resultados: Se incluyeron 16 estudios publicados entre 2014 y 2026. El bloqueo completo de rama derecha tiene prevalencias entre el 19,6 % y el 69,4 %, la disfunción del nodo sinusal afecta al 15-40 % de los receptores en las primeras semanas y los BAV completos al 1-6 %. Según evidencia reciente la incidencia de marcapasos permanente es del 3,3 - 4,6%. La DNS supone el 60-83 % de las indicaciones; el BAV avanzado el 12-30 %, predominando en la fase tardía. Los factores predictores más consistentes son la edad avanzada del donante (>45-50 años) y la técnica biauricular. La técnica bicava se asocia a una reducción significativa de arritmias auriculares y de necesidad de marcapasos. El rechazo celular agudo y el RMA, se asocia con BAV tardío y con FA tardía, lo que respalda el papel de las nuevas alteraciones electrofisiológicas como signos heráldicos de rechazo. El BCRD precoz (≤30 días) se asocia a peor supervivencia al primer año.

Conclusiones: Las alteraciones del sistema de conducción son frecuentes tras el trasplante cardiaco, mayoritariamente benignas y manejables. La necesidad de marcapasos permanente ha disminuido a un 2-8 % con la consolidación de la técnica bicava. La edad del donante, la técnica quirúrgica y, en menor medida, el tiempo de isquemia son los principales factores predictores. La aparición tardía de BAV o de FA debe motivar la búsqueda activa de rechazo y de vasculopatía

del injerto. Existen lagunas relevantes de conocimiento que justifican estudios prospectivos sobre la cronología óptima del implante, el impacto del donante DCD y de la perfusión ex vivo, el valor de los biomarcadores combinados con la monitorización electrocardiográfica continua y el papel de la estimulación fisiológica.

Palabras clave: trasplante cardíaco; sistema de conducción; bloqueo auriculoventricular; disfunción del nodo sinusal; marcapasos; rechazo del injerto; revisión sistemática; cuidados de enfermería.

Abstract

Background: Heart transplantation (HTx) is the treatment of choice for advanced refractory heart failure, with current median survival exceeding 10 years. Electrophysiological abnormalities and conduction system disorders (sinus node dysfunction, atrioventricular block, bundle branch block, atrial arrhythmias and the need for permanent pacing) are prevalent complications with prognostic implications. Their relationship with acute rejection and with donor, recipient and surgical factors has been the subject of numerous publications with heterogeneous results.

Methods: Systematic review according to the PRISMA 2020 statement. MEDLINE/PubMed, Embase, Cochrane, CINAHL, Web of Science, Scopus, LILACS and SciELO databases were searched up, along with grey literature and reference checking. Primary studies included in the synthesis were restricted to the period between 1 January 2014 – 31 march 2026, in adult (≥18 years) recipients of orthotopic HTx reporting at least one outcome of interest. Synthesis was qualitative

Results: Sixteen studies published between 2014 and 2026 were included. Complete right bundle branch block prevalence ranges from 19.6 % to 69.4 %, SND affects 15-40 % in the early postoperative period, and high degree AVB 1-6 %. Permanent pacemaker incidence is between 3.3 to 4,6 %. SND accounts for 60-83 % of indications, AVB for 12-30 %, the latter predominantly late. The most consistent predictors are advanced donor age (>45-50 years) and biatrial technique. The bicaval technique is associated with significantly lower atrial arrhythmias and lower pacemaker need. Acute cellular rejection and AMR are associated with late AVB and late AF, supporting electrophysiological abnormalities as heralding signs of rejection. Early-onset RBBB (≤30 days) is associated with worse 1-year survival.

Conclusions: Conduction system abnormalities are common after HTx, mostly benign and manageable. Permanent pacemaker need has decreased to 2-8 % with the consolidation of the bicaval technique. Donor age, surgical technique and, to a lesser extent, ischemia time are the main predictors. Late-onset AVB or AF should trigger active investigation for rejection and allograft vasculopathy. Relevant knowledge gaps justify prospective studies on optimal timing of implantation, DCD and ex vivo perfusion impact, combined biomarkers and continuous electrocardiographic monitoring, and the role of physiological pacing.

Keywords: heart transplantation; conduction system; atrioventricular block; sinus node dysfunction; pacemaker; graft rejection; systematic review; nursing care

1. Introducción

El trasplante cardiaco, si bien es un procedimiento sumamente invasivo, se establece como el tratamiento más óptimo para pacientes con insuficiencia cardiaca avanzada terminal reticente al tratamiento farmacológico habitual o a otras terapias, como lo es la resincronización cardiaca por medio de desfibrilador automático implantable (DAI) o los dispositivos de asistencia ventricular (DAV). Desde que fue realizado el primer trasplante cardiaco en 1967[1], la evolución de las técnicas quirúrgicas, el descubrimiento de métodos de preservación de los injertos y el desarrollo de terapias inmunosupresoras más eficaces han permitido mejorar significativamente la supervivencia y calidad de vida de los pacientes que han sido trasplantados.

Actualmente, los registros internacionales de la *International Society for Heart and Lung Transplantation* (ISHLT), muestran una supervivencia al año superior al 90%[2], mientras que en otros artículos se habla de una supervivencia media que supera la década en muchos pacientes[3], lo que ha consolidado al trasplante cardiaco como la terapia de referencia para la insuficiencia cardiaca avanzada[4]. El aumento de la supervivencia post trasplante ha llevado el foco de estudio clínico hacia la identificación y manejo de las complicaciones a mediano y largo plazo, entre las que destacan el rechazo y vasculopatía las que se manifiestan frecuentemente como arritmias[5], sin dejar de mencionar las alteraciones del ritmo y la conducción cardiaca como tal.

Las alteraciones del sistema de conducción tras el trasplante cardiaco son frecuentes y pueden manifestarse como disfunción del nodo sinusal, bloqueos auriculoventriculares de distintos grados, trastornos de la conducción interventricular y cambios en los intervalos electrocardiográficos, pudiendo presentarse en el periodo postoperatorio inmediato, relacionadas con el procedimiento quirúrgico y la isquemia del injerto, o desarrollarse de forma tardía en relación con procesos de remodelado, rechazo o vasculopatía del injerto[3]. El origen de las alteraciones electrofisiológicas post trasplante cardiaco es complejo y multifactorial, ya que existen varios factores de riesgo, como el tiempo de isquemia prolongado, la falla del injerto, el rechazo agudo, edad mayor del donante, uso de fármacos cronotrópicos negativos, entre otros[6]. Sin dejar de mencionar que el tipo de técnica quirúrgica empleada también influye significativamente en la aparición de alteraciones del sistema de conducción post trasplante cardiaco[7 8].

Una de las consecuencias de estas alteraciones, es la necesidad de implantación de un marcapasos permanente cuando las alteraciones de la conducción ya no son transitorias, sino que son persistentes[6] generando síntomas, inestabilidad hemodinámica y riesgo de asistolia, ya que no solo implica un procedimiento invasivo adicional y por ende un gasto extra en salud, sino que también puede asociarse a complicaciones relacionadas con eventos tromboembólicos o

hemorragias, rechazo agudo, necesidad de reintervenciones, mayor riesgo de fallo del injerto o infección/ sepsis, y por lo tanto, mortalidad[6].

Por otro lado, desde un punto de vista diagnóstico, cuando existe un rechazo agudo del corazón trasplantado se ha evidenciado la aparición de alteraciones electrocardiográficas debido al proceso inflamatorio que este significa, tales como bradiarritmias, bloqueos AV y otras alteraciones electrocardiográficas[9], lo cual se torna de gran relevancia, ya que estos cambios electrofisiológicos podrían actuar como manifestaciones clínicas del rechazo, precediendo al diagnóstico histológico, y si bien la identificación de patrones electrocardiográficos asociados a disfunción del injerto o rechazo celular no reemplaza una biopsia endomiocárdica, sí podría contribuir a mejorar la vigilancia clínica y el seguimiento del paciente, además de actuar como una alerta frente a un eventual rechazo[10] y optimizar la selección de pacientes que podrían requerir estudios específicos invasivos.

1.1. Marco teórico

1.1.1. Insuficiencia cardiaca y trasplante cardiaco

La insuficiencia cardiaca es un síndrome clínico complejo progresivo caracterizado por la incapacidad del corazón para proporcionar un flujo sanguíneo sistémico de manera eficiente, lo que da como resultado síntomas como fatiga, disnea[11] y palpitaciones, que, en etapas más avanzadas, no solo se presentan a la activación sino que también en reposo pese a al tratamiento médico administrado con evidencia positiva probada en IC[12], por lo que los pacientes requieren hospitalizaciones frecuentes por descompensaciones, con una morbilidad y mortalidad significativas de aproximadamente 50% al año[12], por lo que el TC se convierte en estos casos en el tratamiento de elección para pacientes con insuficiencia cardiaca terminal cuando incluso DAV ya no son suficientes[12 13].

El último registro realizado por el ISHLT, publicado en el año 2024, indica que las principales causas de IC en adultos que derivan en la necesidad de un trasplante cardiaco son las miocardiopatías no isquémicas con un 46,8% de incidencia, seguida de las cardiopatías isquémicas, es decir, atrofia cardíaca posterior a un IAM, con un 24,4%, y luego encontramos las enfermedades cardíacas congénitas, las valvulopatías y las cardiopatías hipertróficas con un 3% cada una, el resto de causas se divide en cardiomiopatías restrictivas, re trasplantes y otras causas diferentes a miocardiopatías[2].

Así, el TC consiste en un procedimiento quirúrgico donde se sustituye el corazón enfermo del paciente con IC (receptor), por el corazón de un donante compatible el cual se elige en base a diferentes criterios inmunológicos y no inmunológicos (Tabla 1), con el objetivo de que el corazón trasplantado sea viable el mayor tiempo posible en el receptor disminuyendo las probabilidades de rechazo del órgano[14].

El trasplante cardiaco ortotópico es la técnica más utilizada y consiste en la implantación del corazón donante en la posición habitual del receptor tras la resección del corazón enfermo, existiendo dos técnicas quirúrgicas principales, por un lado tenemos la técnica biatrial, que fue muy utilizada en el inicio de los trasplantes cardiacos pero se sigue utilizando en algunos centros menos especializados, en urgencias o cuando la anatomía del paciente receptor es dificultosa haciendo más seguro este abordaje, y que implica la sección y posterior anastomosis de ambas aurículas del donante con las del receptor, lo que puede afectar la anatomía auricular derecha afectando el nodo sinusal y las vías de conducción AV; mientras que por otro lado tenemos la técnica bicava, que es la de elección, ya que preserva la aurícula izquierda del donante y realiza anastomosis separadas de las venas cavas lo que mantiene una anatomía auricular mayormente fisiológica[7] [15], reduciendo la incidencia de insuficiencia tricuspídea y falla ventricular derecha, estableciendo un mejor resultado hemodinámico y preservando la función del nodo sinusal lo que reduce genera menores probabilidades de requerimientos de marcapasos[12].

Tabla 1: Criterios de compatibilidad donante-receptor

No inmunológicos	Inmunológicos (histocompatibilidad)
• Índice de masa corporal (Talla y peso en relación 1.5 a 0.7 • Edad • Presencia de infecciones y/o enfermedades (VIH, hepatitis B, hepatitis C, Chagas, serología CMV, VDRL, IgC) • Género	• Tipificación y compatibilidad grupo sanguíneo • Tipificación e compatibilidad de genes HLA • Panel de Anticuerpos reactivos

Fuente: Elaboración propia basada en Guía clínica trasplante cardiaco Sociedad Chilena de trasplante [12]/ Artículo Revista de la Facultad de Medicina (México)[14]

1.1.2. Epidemiología del trasplante cardiaco

El trasplante cardiaco se ha consolidado cada vez más, experimentando una evolución muy significativa, con miles de procedimientos realizados al año y una contabilización de 51392 trasplantes cardiacos entre 2005 y 2023 a nivel mundial[2]; de acuerdo al último registro de la ISHLT aproximadamente entre 2500-3000 trasplantes cardíacos en adultos fueron realizados anualmente desde 1992, cifra que fue incrementando exponencialmente desde 2013, lo cual se ve reflejado en los 5887 trasplantes cardiacos registrados en total en el año 2023[2], mientras que la supervivencia en adultos ha mejorado de forma sostenida con una tasa de supervivencia aproximada del 92,1% al año del trasplante[2], 65-70% a los 5 años de seguimiento[12] y supervivencias medias que superan los 10 años post trasplante cardiaco[2].

España se mantiene como uno de los países con mayor trasplantes cardiacos y mejores resultados clínicos a nivel mundial, el Registro Español de Trasplante Cardiaco indica que

durante el año 2024 se realizaron 347 trasplantes cardíacos en España, lo que supone un incremento del 6,8 % respecto a 2023 y consolida la estabilidad de la actividad trasplantadora en la última década, que se mantiene en el rango de 300–350 procedimientos anuales[16].

1.1.3. Sistema de conducción cardíaco

El sistema de conducción cardíaco es una red especializada de fibras musculares capaz de producir y transmitir impulsos eléctricos ordenadamente, para que se produzca la contracción auricular y ventricular de forma armónica, permitiendo un flujo sanguíneo constante en todo el cuerpo[17].

Está compuesto por el nodo sinoatrial o sinusal, el cual se encuentra en la pared superior de la aurícula derecha, en el punto donde se une con la vena cava superior, lo que lo hace especialmente vulnerable a la manipulación quirúrgica, especialmente en contexto de trasplante cardiaco, y está formado por células marcapasos que tienen la capacidad de generar los impulsos eléctricos de manera espontánea, estos impulsos que van a una frecuencia de descarga de 60-100 lpm, se propagan rápidamente por ambas aurículas, gracias a la red de fibras musculares especializadas mencionadas anteriormente, hasta llegar al nodo AV[17].

El nodo AV está localizado en la parte inferior del septo interauricular próximo a la apertura del seno coronario, lo que facilita su ubicación en intervenciones cardiacas, aquí, el impulso eléctrico es retrasado fisiológicamente por las células lo que permite el llenado ventricular antes de la contracción cardiaca o sístole[17].

Finalmente tenemos el haz de His, el cual se origina en el nodo AV y llega hasta el septo interventricular, aquí se divide en ramas ventriculares izquierda y derecha, permitiendo la continuación de la transmisión del impulso eléctrico, para finalmente divergir en una red de células especializadas en transmitir más rápidamente el impulso, las fibras de Purkinje, ubicadas bajo el endocardio y que permiten finalizar la distribución de la energía por los ventrículos hasta su base[17].

1.1.4. Corazón denervado y alteraciones electrocardiográficas post trasplante cardiaco

El corazón trasplantado, debido a su extracción y posterior anastomosis en el cuerpo receptor a nivel de las aurículas, sufre la pérdida de su inervación autonómica[18] debido a la interrupción quirúrgica de las neuronas vagales parasimpáticas y las fibras simpáticas postganglionares intrínsecas[19] [20], es decir, es denervado completamente, lo cual tiene implicancias a nivel electrofisiológico y hemodinámico[18] [20].

Es por esto que post trasplante principalmente la respuesta cronotrópica del corazón se ve afectada[19], presentando una frecuencia cardiaca elevada en reposo (determinada por la

actividad intrínseca del nodo sinusal en ausencia de tono vagal) y una elevación de esta misma más lenta durante el ejercicio, con un pico que se produce en el periodo de recuperación del ejercicio ya que el aumento de la FC depende exclusivamente de la liberación de catecolaminas circulantes y la sensibilidad de los receptores β-adrenérgicos del corazón[19 20]. De la misma manera, algunos estudios han evidenciado que la denervación provoca una disminución de la PA nocturna, lo que conlleva una PA más elevada en reposo por un periodo de 24 horas[20].

Dentro de las principales alteraciones electrofisiológicas post trasplante podemos encontrar:

- Disfunción del nodo sinusal, el que suele ser reversible[9], pero si es sostenido constituye una de las patologías con indicación de instalación temprana de marcapasos permanente[21].
- Bloqueo de rama derecha, es una de las alteraciones electrocardiográficas más frecuentes post TC, aproximadamente la mitad de los pacientes trasplantados presentan BIRD o BCRD en promedio, siendo el BCRD una indicación para instalación de marcapasos permanente[22].
- Bloqueo AV, no muy frecuente, donde el más observado es el de primer grado, y en menor incidencia el de segundo y tercer grado[9 21].
- Arritmias auriculares, como la FA y el flutter auricular, cuya incidencia depende de la técnica quirúrgica y el tiempo de seguimiento realizado[23].
- Arritmias ventriculares, como lo son las fibrilaciones ventriculares y las TV sostenidas y no sostenidas, que son menos prevalentes, pero pueden representar una causa-riesgo de muerte súbita post TC, y se las ha relacionado bastante con rechazo agudo y vasculopatía del injerto. Además, las TV sostenidas pueden significar una indicación probable para implantación de DAI[9 24].

En el caso de que el corazón sea trasplantado con técnica biauricular, se puede presentar un fenómeno de doble actividad eléctrica auricular o aleteo auricular, ya que durante esta técnica se conserva una parte de la aurícula del receptor la que se anastomosa con la aurícula del donante, esta parte de la aurícula receptora mantiene parte de su actividad sinusal, y cuando existe conducción eléctrica entre la aurícula receptora y la donante a través de la anastomosis auricular, esto contribuye al desarrollo de arritmias en el corazón trasplantado[25].

1.1.5. Fisiopatología del rechazo agudo y su relación con las arritmias

Una de las principales complicaciones post TC, y de las más temidas, es el rechazo agudo, que además determina la supervivencia del paciente trasplantado durante el primer año de

vida, y que corresponde a una respuesta inmune adaptativa[14] por parte del receptor. Es clasificado según el mecanismo inmunológico predominante, en predominio celular (RCA) o en predominio humoral (RMA)[14 26 27]. El RCA se caracteriza por infiltración linfocitaria tipo T[27] y puede controlarse con tratamiento inmunosupresor[14], mientras que el RMA se define por la presencia de depósitos de fragmento C4d e infiltrado por macrófagos intravasculares y se asocia un pronóstico reservado más desfavorable funcionalmente [26 14 27].

Algunos estudios anatomopatológicos y post mortem, o de autopsias, han demostrado que las células del sistema de conducción son diana preferente del infiltrado linfocitario, dando lugar a edema intersticial y necrosis miocitaria focal[28]. El edema miocárdico, la liberación local de citoquinas y la disfunción microvascular alteran las propiedades eléctricas del miocardio, propiciando a bradiarritmias, arritmias de reentrada y trastornos de la conducción[26 24 28].

Cuando el RMA y/o el RCA son de ocurrencia repetitiva pueden predisponer al desarrollo precoz de vasculopatía del injerto cardiaco, que afecta de forma difusa a la arteria del nodo AV y a la microcirculación coronaria, contribuyendo al desarrollo tardío de BAV y/o muerte súbita[26 28 29].

1.2. Justificación

A pesar de la relevancia clínica de las alteraciones electrofisiológicas y del sistema de conducción cardiaco en el contexto del trasplante, considerando la información que puede aportarnos para contribuir con una recuperación exitosa del paciente, no solo aumentando sobrevida, si no que calidad de vida post trasplante cardiaco, la evidencia disponible sobre su impacto pronóstico, su relación con la necesidad de estimulación permanente y con la aparición de rechazo agudo es heterogénea hasta el momento, lo que dificulta la comparación directa de los resultados y la elaboración de conclusiones sólidas.

Comprender la evolución eléctrica del corazón post trasplante cardiaco nos otorga la capacidad de predecir de manera directa situaciones en el postoperatorio inmediato, mediato y tardío; la técnica de trasplante empleada, los cambios en el ECG, entre otras antecedentes y conocimientos, permitirán al equipo de salud estar preparado ante alguna complicación y poder controlarla o evitarla inclusive, sin dejar de mencionar que la detección precoz de las alteraciones del ritmo es una tarea que compete en todo sentido al personal de enfermería especializado, por lo que la formación y protocolos de acción deben ser actualizados constantemente con evidencia sólida.

A todo esto, se suma que el concepto de rechazo ha sido mejor definido y más estudiado, y en este contexto estamos constantemente buscando estrategias de vigilancia del paciente más eficaces y precoces, lo que obliga a plantearse el valor actual que representan las alteraciones electrofisiológicas como signos tempranos de rechazo.

Es así, que la realización del presente trabajo de fin de master, se plantea como una revisión sistemática necesaria de la literatura y como una herramienta para sintetizar de manera metodológica y crítica la evidencia disponible, identificar patrones consistentes y evaluar la asociación entre las alteraciones electrofisiológicas postrasplante con la necesidad de implantación de marcapasos permanente y la aparición de rechazo agudo.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

El objetivo general de la presente revisión sistemática es analizar y sintetizar de forma sistemática la evidencia disponible sobre la evolución electrofisiológica y las alteraciones del sistema de conducción en pacientes adultos sometidos a trasplante cardiaco, así como su relación con la necesidad de estimulación cardiaca permanente y con la aparición de rechazo agudo, con el fin de contribuir a una mejor comprensión de su relevancia clínica y a la optimización del manejo y seguimiento de estos pacientes.

2.2. Objetivos específicos

1. Describir la incidencia y el tipo de alteraciones electrofisiológicas y del sistema de conducción cardiaco post trasplante ortotópico en adultos.
2. Cuantificar la necesidad de implante de marcapasos permanente y describir las principales indicaciones clínicas para su implantación, comparando técnica biauricular y técnica bicava.
3. Identificar factores del donante (edad, sexo, causa de muerte, tiempo de isquemia), del receptor (edad, tipo de miocardiopatía de base, comorbilidades) y de la cirugía (técnica quirúrgica empleada, tiempos de isquemia y de CEC) asociados a la aparición de bradiarritmias, bloqueos AV y necesidad de marcapasos.
4. Analizar la asociación entre los episodios de rechazo agudo (RCA y RMA) con la aparición de alteraciones electrofisiológicas, así como su valor potencial como signos heráldicos de rechazo.
5. Describir la evolución a largo plazo de las alteraciones electrofisiológicas post TC y su impacto pronóstico, incluyendo la supervivencia y la mortalidad por muerte súbita.
6. Proponer futuras líneas de investigación, así como implicaciones para la práctica clínica y los cuidados de enfermería al paciente trasplantado de corazón.

3. Material y métodos

3.1. Tipo y diseño general del estudio

El presente trabajo se diseñó y realizó como una revisión sistemática de la literatura científica, orientada a identificar, analizar y sintetizar la evidencia disponible sobre la relación entre las alteraciones del sistema de conducción y los cambios electrofisiológicos posteriores al trasplante cardiaco con la necesidad de estimulación permanente y la aparición de rechazo agudo en pacientes adultos, todo lo anterior siguiendo las recomendaciones metodológicas de la declaración PRISMA 2020[30], garantizando los principios de transparencia, reproducibilidad, reducción del sesgo y calidad en el proceso de selección, análisis y síntesis de la evidencia científica.

La metodología de este trabajo se ha estructurado en las siguientes fases

1. Formulación de la pregunta PICO
2. Elaboración de la estrategia de búsqueda
3. Selección de las bases de datos
4. Definición de los criterios de inclusión y exclusión
5. Cribado por título y resumen
6. Lectura de textos completos
7. Extracción de datos
8. Evaluación de la calidad metodológica
9. Síntesis de los resultados

3.2. Definición de la pregunta de investigación

La pregunta de investigación se formula en formato PICO, establecido en la siguiente tabla

Tabla 2: Formulación pregunta de investigación estructura PICO

P	Población/ Problema	Pacientes adultos receptores de trasplante cardiaco ortotópico.
I	Intervención/ Exposición	Trasplante cardíaco y eventos relacionados (técnica quirúrgica, episodios de rechazo agudo, factores del donante/receptor).
C	Comparación	Distintas técnicas quirúrgicas de trasplante cardiaco (biauricular vs bicava), presencia frente a ausencia de episodios de rechazo, distintos perfiles de donante/receptor.
O	Outcomes /Resultados	Primarios: incidencia y tipo de alteraciones electrofisiológicas, necesidad de implante de marcapasos permanente Secundarios: mortalidad, supervivencia libre de eventos

		cardiovasculares, asociación con episodios de rechazo agudo (ACR y AMR), calidad de vida.

Fuente: Elaboración propia

De esta manera la pregunta principal de investigación es: ¿Cuál es la evolución electrofisiológica de los pacientes trasplantados cardíacos, qué factores se asocian a la aparición de alteraciones del sistema de conducción y a la necesidad de estimulación permanente, y qué relación existe entre estas alteraciones y los episodios de rechazo agudo?

3.3. Bases de datos y fuentes de información

Se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos, las cuales fueron seleccionadas por su especificidad en área biomédica y de enfermería:

- MEDLINE/PubMed (*National Library of Medicine*, EE. UU.)
- Embase (Elsevier)
- *Cochrane Central Register of Controlled Trials* (CENTRAL)
- *Cochrane Database of Systematic Reviews* (Wiley)
- CINAHL *Complete* (EBSCO).
- *Web of Science Core Collection* (Clarivate).
- Scopus (Elsevier).
- LILACS
- SciELO

Además, se realizó *snowballing* bibliográfico de los artículos incluidos y búsqueda de literatura gris en:

- *Google Scholar*
- *International Society for Heart and Lung Transplantation Registry* (ISHLT)
- *United Network for Organ Sharing* (UNOS)
- *American Heart Association* (AHA)
- Registro Español de Trasplante Cardíaco (RETC)
- Guías de práctica clínica de la *European Society of Cardiology*
- Sociedad Española de Cardiología

3.4. Método y estrategia de búsqueda

En la búsqueda se utilizaron operadores booleanos (AND, OR, NOT) y truncamientos, y se combinaron términos MeSH y términos libres en inglés y español. Se adaptó la sintaxis a cada base de datos.

Para la búsqueda en CINAHL se sustituyeron los términos MeSH por los descriptores CINAHL equivalentes.

Para la búsqueda en LILACS y SciELO se realizó además la búsqueda en castellano con términos DeCS: «trasplante cardíaco», «arritmia», «bloqueo auriculoventricular», «marcapasos», «rechazo».

No se aplicaron filtros automáticos de idioma ni de tipo de estudio en la búsqueda inicial.

Tabla 3: Descriptores MeSH, DeCS y términos libres utilizados

Concepto	MeSH (PubMed/MEDLINE)	DeCS (LILACS)	Términos libres
Trasplante cardíaco	*Heart Transplantation*	Trasplante de Corazón	*orthotopic heart transplant*; cardiac transplantation; OHT; HTx*
Arritmias	*Arrhythmias, Cardiac*	Arritmias Cardíacas	*arrhythm*; dysrhythm**
Bradicardia	*Bradycardia*	Bloqueo Atrioventricular	*AV block; atrioventricular block; heart block*
Bloqueo AV	*Atrioventricular Block*	Bloqueo Atrioventricular	*AV block; atrioventricular block; heart block*
Disfunción nodo sinusal	*Sick Sinus Syndrome*	Síndrome del Seno Enfermo	*sinus node dysfunction; SND*
Bloqueo de rama	*Bundle-Branch Block*	Bloqueo de Rama	*RBBB; LBBB; right bundle branch block*
Marcapasos	*Pacemaker, Artificial; Cardiac Pacing, Artificial*	Marcapaso Artificial	*permanent pacing; pacemaker implantation; PPM*
Rechazo	*Graft Rejection*	Rechazo de Injerto	*acute rejection; ACR; AMR; antibody-mediated rejection*

Fuente: Elaboración propia

3.5. Criterios de inclusión y exclusión

3.5.1. Criterios de inclusión

- Tipo de estudio: Ensayos clínicos aleatorizados, estudios de cohortes (prospectivos o retrospectivos), estudios caso-control, registros multicéntricos, series de casos con $n \geq 30$.
- Población: Pacientes adultos (≥18 años) sometidos a trasplante cardíaco ortotópico.
- Exposición/ intervención: Trasplante cardíaco, con descripción de la técnica quirúrgica y/o de los eventos post trasplante (rechazo, alteraciones de conducción, implante de marcapasos).
- Resultados: Estudios que reporten incidencia o prevalencia de alteraciones electrofisiológicas, incidencia de implante de marcapasos permanente, factores asociados, asociación con rechazo agudo o supervivencia, siendo válido que reporten al menos una de las características mencionadas.
- Idioma: Publicaciones en inglés, español, francés, italiano o portugués.
- Periodo temporal: Estudios primarios publicados desde el año 2014 hasta mes de marzo de 2026, inclusive.
- Acceso: Disponibilidad del texto completo, ya sea de acceso gratuito o través de recursos institucionales.

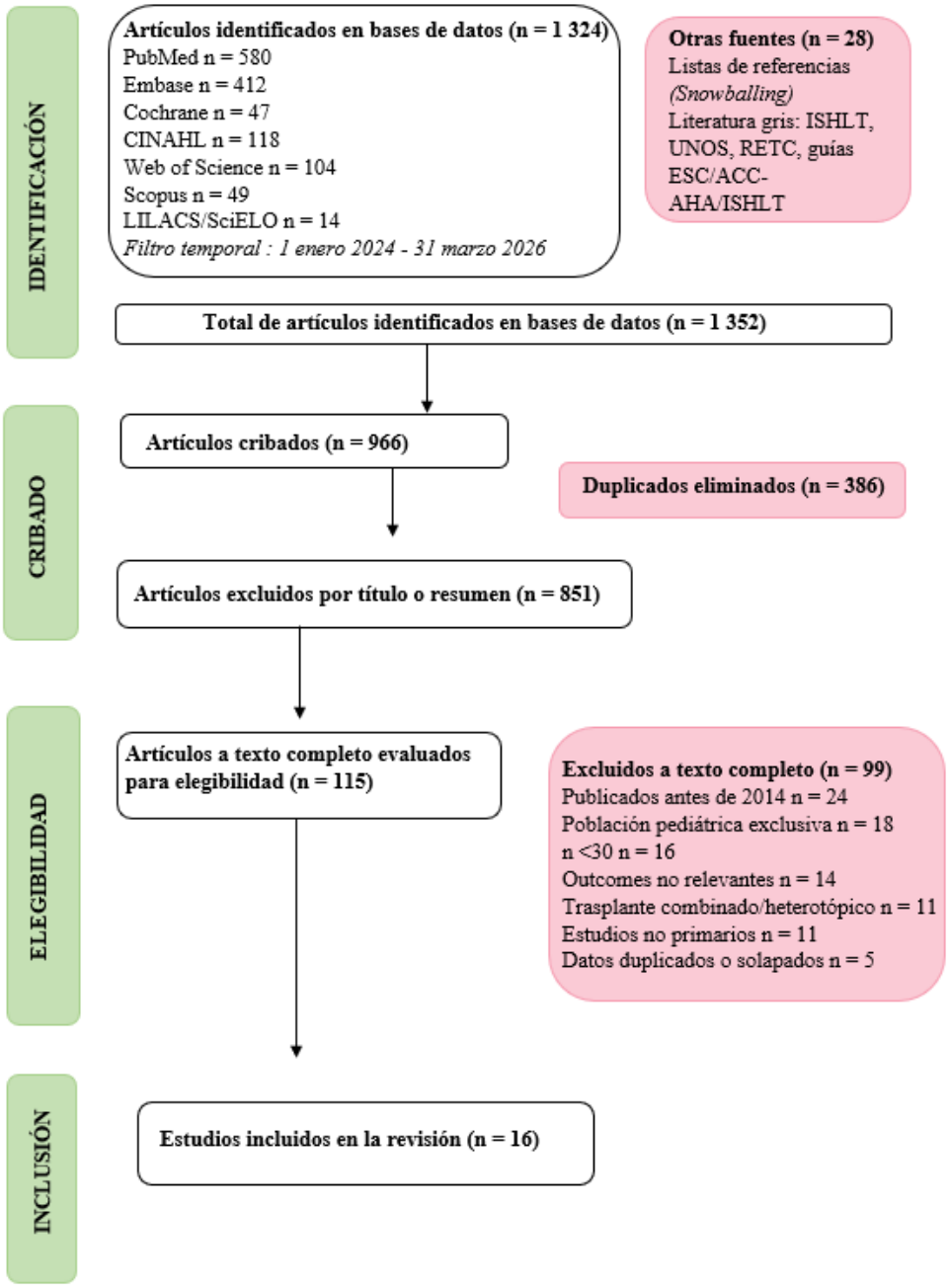
3.5.2. Criterios de exclusión

- Estudios primarios publicados antes del año 2014.
- Estudios en población pediátrica exclusiva (<18 años) o con población mixta sin posibilidad de extraer el subgrupo adulto.
- Estudios en animales sin relación humana.
- Estudios sobre trasplante cardíaco heterotópico, trasplante combinado corazón pulmón, corazón-hígado o corazón-riñón, donde no se pueda extraer el subgrupo de trasplante cardíaco aislado.
- Series de casos con $n < 30$ pacientes.
- Estudios de naturaleza secundaria, incluyendo revisiones sistemáticas con o sin metaanálisis, revisiones narrativas (noticias, columnas de opinión), editoriales, cartas al editor, ponencias de congresos sin manuscrito completo.
- Estudios en idioma distinto al inglés, español, francés, italiano o portugués.
- Imposibilidad de acceso al texto completo.

3.6. Proceso de selección de los estudios

La selección de estudios se realizó en dos fases utilizando el gestor de referencias Zotero y la plataforma de cribado Rayyan QCRI. En la primera fase se realizó un cribado por título y resumen donde tras la eliminación de duplicados, se evaluaron los títulos y resúmenes de los registros identificados, asignando una de tres carpetas (incluir, excluir o dudoso). En la segunda fase se realizó lectura completa de los estudios preseleccionados y se evaluaron frente a los criterios de inclusión y exclusión. Se documentaron las razones de exclusión en el diagrama de flujo PRISMA 2020[30] (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 para la selección de estudios



Fuente: Elaboración propia.

3.7. Recursos humanos y materiales

El presente trabajo fue realizado por la investigadora principal y autora de este TFM, quien se ha ocupado de formular la pregunta de investigación, diseñar el estudio, del proceso de ejecución de la búsqueda y selección en las distintas bases de datos, y análisis de los artículos o estudios seleccionados evaluando calidad metodológica, así como de redactar el manuscrito.

Se empleó un ordenador personal con acceso a internet y a las bases de datos científicas seleccionadas para la ejecución de este estudio.

Este TFM no ha recibido financiación externa, y la autora declara ausencia de conflictos de interés en este estudio que pudieran significar un sesgo en el contenido de este mismo.

3.8. Evaluación de la calidad metodológica

Se evaluó la calidad metodológica de los estudios utilizando la plantilla de criterios CASPe[59] (Anexo 1) y la escala *Newcastle-Ottawa*[60] (Anexo 2 y 3), las cuales se aplicaron según el tipo de diseño de cada estudio para las que están formuladas.

- Para los estudios observacionales (cohortes, caso-control, transversales) se utilizó la escala *Newcastle-Ottawa*[60] (NOS), la cual está compuesta por 8 ítems divididos en 3 secciones (Selección de participantes, comparabilidad y *outcome*/exposición). La puntuación máxima es 9 puntos, la obtención de ≥ 7 puntos se consideran de alta calidad, 4-6 puntos calidad media y ≤ 3 puntos baja calidad.
- Para ensayos clínicos aleatorizados se utilizaron los criterios CASPe[59] que consisten en 11 preguntas, donde las primeras 3 son excluyentes y deben responderse positivamente para poder continuar con las siguientes preguntas, las cuales permiten evaluar calidad mediante cualidades, las primeras 3 preguntas positivas son las que determinarás si el estudio es de calidad o no.

A continuación, se presenta la tabla de evaluación de calidad por artículo/estudio considerando la herramienta adecuada para cada estudio.

Tabla 4. Análisis de calidad metodológica por estudio.

Estudio	Tipo de Diseño	Herramienta	Puntuación / Nivel	Interpretación
1. Pickham et al. (2014)	Cohorte	NOS	7/9 Estrellas	Alta calidad
2. Vakil et al. (2014)	Cohorte	NOS	8/9 Estrellas	Alta calidad
3. Crespo-Leiro et al. (2016) — CARGO II	Prospectivo	NOS	8/9 Estrellas	Alta calidad

4. Wellmann et al. (2017)	Cohorte (Centro único)	NOS	6/9 Estrellas	Calidad media
5. Khush et al. (2019)	Prospectivo Multicéntrico	NOS	9/9 Estrellas	Muy alta calidad
6. Rivinius et al. (2019)	Cohorte	NOS	7/9 Estrellas	Alta calidad
7. Rahm et al. (2021)	Cohorte	NOS	7/9 Estrellas	Alta calidad
8. Madan et al. (2022)	Cohorte / Factibilidad	NOS	7/9 Estrellas	Alta calidad
9. Doulamis et al. (2023)	Base de datos nacional	NOS	8/9 Estrellas	Alta calidad
10. DeFilippis et al. (2023)	Cohorte	NOS	7/9 Estrellas	Alta calidad
11. Schroder et al. (2023)	ECA (Ensayo Clínico)	CASPe	10/11 ítems	Excelente
12. González-Vílchez et al. (2024) — RETC	Registro Oficial	NOS	8/9 Estrellas	Alta calidad
13. Boluk et al. (2024)	Cohorte (Centro único)	NOS	6/9 Estrellas	Calidad media
14. Darche et al. (2024)	Cohorte	NOS	7/9 Estrellas	Alta calidad
15. Singh et al. (2025) — ISHLT Annual Report	Registro Internacional	NOS	9/9 Estrellas	Muy alta calidad
16. Fernández de-Aspe et al. (2025)	Cohorte	NOS	7/9 Estrellas	Alta calidad

Fuente: Elaboración propia.

3.9. Consideraciones Éticas

No se requirió aprobación de un comité de ética de investigación clínica ni un consentimiento informado de pacientes, ya que se trata de una revisión sistemática de datos procedentes de estudios ya publicados.

Este trabajo considera los principios éticos de la Declaración de Helsinki[31] para la selección de artículos, y respeta principios de integridad científica y propiedad intelectual mediante la citación correcta de las fuentes de información.

4. Resultados

La estrategia de búsqueda en las bases de datos seleccionadas, una vez aplicado el filtro temporal 2014-2026 a los estudios primarios, identificó un total de 1.324 registros (PubMed/MEDLINE: 580; Embase: 412; Cochrane: 47; CINAHL: 118; *Web of Science*: 104; Scopus: 49; LILACS/SciELO: 14). Tras la búsqueda manual de literatura gris (registros ISHLT, UNOS y RETC) y la revisión de listas de referencias mediante *snowballing*, se añadieron 28 registros adicionales, alcanzando un total de 1.352 registros.

Tras la eliminación de 386 duplicados mediante el gestor Zotero y la verificación manual en Rayyan, se cribaron 966 registros por título y resumen, de ellos 851 fueron descartados por no cumplir los criterios de elegibilidad (población pediátrica exclusiva, modelos animales, trasplante combinado corazón-pulmón sin subgrupo de TC aislado, resultados no relacionados, artículos no localizables, etc.). Los 115 estudios restantes se sometieron a lectura íntegra, de los cuales se excluyeron 99 por las razones recogidas en el diagrama de flujo PRISMA[31] (Figura 1), para finalmente incluir 16 estudios en la síntesis cualitativa.

La distribución de los estudios incluidos es la siguiente:

- 6 cohortes retrospectivas unicéntricas o multicéntricas
- 4 cohortes prospectivas
- 4 registros nacionales o multinacionales (UNOS, ISHLT, RETC)
- 1 cohorte prospectiva multicéntrica de biomarcadores (Khush et al. 2019)
- 1 ensayo clínico aleatorizado (Schroder et al. 2023, DCD)

Los estudios primarios incluidos comunicaron pacientes intervenidos entre 2005 y 2024, con tamaños muestrales que oscilaron entre 102 pacientes en series unicéntricas y más de 175.000 pacientes acumulados en registros internacionales, con períodos de seguimiento de 1 mes a 18 años. Las regiones geográficas representadas fueron: Norteamérica (n= 6), Europa (n= 8), Asia (n= 1) y Oceanía (n= 1). Las publicaciones anteriores a 2014 referenciadas en la introducción y en partes de la discusión se utilizaron exclusivamente como soporte conceptual del marco teórico y no formaron parte del corpus de evidencia. La tabla de resultados de los estudios incluidos se presenta con detalle en el Anexo 4.

5. Discusión

5.1. Síntesis e interpretación de los principales hallazgos

Los 16 estudios incluidos, publicados entre 2014 y 2026, recogen más de 12.000 pacientes acumulados en las cohortes, registros y ensayos que entran en la síntesis. Su lectura conjunta deja un cuadro coherente sobre la evolución electrofisiológica del corazón trasplantado[2, 6, 22, 24, 32, 33, 34, 35-38, 41, 42], además, con el fin de enriquecer el debate académico, contextualizar y contrastar hallazgos en esta revisión, se utilizó literatura secundaria (revisiones sistemáticas y metaanálisis)[39, 40, 43] como bibliografía de contraste externo exclusivamente, manteniendo así la pureza metodológica de los resultados primarios.

Lo primero que destaca es la elevada frecuencia con que aparecen las alteraciones del sistema de conducción en el posoperatorio temprano, siendo, con diferencia, el bloqueo completo de rama derecha y la disfunción del nodo sinusal los más prevalentes (30-60% y 15-40% respectivamente), concentrándose en las primeras cuatro semanas. Los bloqueos auriculoventriculares completos y las arritmias ventriculares aparecen con mucha menos frecuencia, pero su carga clínica es mayor cuando se producen[33, 34, 35].

La incidencia de implante de marcapasos permanente ha experimentado una caída sostenida en las dos últimas décadas, desde cifras del 8-25% en la era biauricular a un 2-8% en la era bicava contemporánea, esa reducción parece responder directamente a la consolidación de la técnica bicava, al refinamiento del manejo perioperatorio y a la mejora de las técnicas de preservación del injerto. Estos hallazgos clínicos primarios, son consistentes con la literatura secundaria de contraste, donde el metaanálisis externo más reciente sitúa la cifra agregada en el 3,3%[43].

Cuando se buscan los factores que predicen el implante, los datos son consistentes en señalar dos: la edad avanzada del donante por encima de 45-50 años y la técnica biauricular[2, 36-38]; el tiempo de isquemia fría prolongado y los tiempos de circulación extracorpórea elevados también aparecen, aunque con menor reproducibilidad entre cohortes. En un escenario contemporáneo en el que cada vez se usan donantes de mayor edad y donantes en asistolia controlada, este perfil sugiere que la incidencia de alteraciones electrofisiológicas podría tender al alza si los avances en preservación orgánica(perfusión normotérmica ex vivo) no compensan el efecto.

La asociación entre rechazo agudo y alteraciones electrofisiológicas está bien establecida desde el punto de vista fisiopatológico, el infiltrado linfocitario afecta de forma preferente al sistema de conducción y la micro vasculopatía agrava la lesión hipóxica, y aunque la mayor parte de la evidencia procede de estudios observacionales con limitaciones metodológicas de diseño notables[23, 28, 44], el patrón es bastante reproducible. Esta relación ha sido respaldada en la literatura de revisión secundaria[39], sugiriendo que las bradiarritmias y los bloqueos AV de aparición tardía

deben tratarse como signos heráldicos que justifican una biopsia endomiocárdica adicional, en línea con las recomendaciones que recogen las guías ISHLT[45].

Sobre el pronóstico, la evidencia primaria analizada indica que una vez tratadas, la mayoría de estas alteraciones no modifican de forma relevante la supervivencia global, la excepción son perfiles concretos que rompen la tendencia y se asocian a una peor evolución: el BCRD de aparición precoz, la dependencia mantenida del marcapasos, el BAV completo tardío, el BRI de novo y la vasculopatía del injerto. La identificación de estos escenarios críticos, cuya relevancia pronóstica ha sido subrayada en la literatura de revisión global, deberían motivar un seguimiento clínico más estrecho y riguroso[22, 41].

5.2. Discusión por dominios temáticos

5.2.1. Disfunción del nodo sinusal: ¿cuándo implantar?

La DNS precoz presenta una tasa elevada de recuperación espontánea en las primeras dos a seis semanas postoperatorias, lo cual está vinculado de manera estrecha a la resolución del edema tisular, la recuperación de la perfusión nodal y, en un porcentaje de los pacientes, a la propia reinervación parcial[35], tendencia que ha sido corroborada a gran escala por la evidencia secundaria internacional, un ejemplo de ello es el metaanálisis de Pajareya et al.[43], cuyos datos agregados respaldan la naturaleza transitoria de esta afección en la mayoría de los receptores, es por esto que las guías ESC 2021[46] recomiendan mantener un período de observación de hasta seis semanas antes de plantear el implante definitivo, una pauta que coincide con la práctica de la mayoría de los centros con experiencia en trasplante cardiaco. La teofilina, validada por Bertolet et al.[29], emerge como una estrategia que permite ganar tiempo durante esa observación y evita el implante en una proporción significativa de pacientes, por lo que su uso debería considerarse de forma rutinaria.

Los datos de Fernández de-Aspe et al.[47] añaden un matiz que merece atención, afirman que solo un tercio de los pacientes implantados por DNS precoz mantienen una dependencia significativa a los cinco años, es decir, en una parte no despreciable de los implantes precoces el dispositivo podría haberse evitado con una observación más prolongada. Sería razonable, entonces, plantear estudios prospectivos que comparen estrategias de observación de cuatro, seis y doce semanas con apoyo farmacológico cronótropo, midiendo como desenlace primario la necesidad real de estimulación al año.

5.2.2. Bloqueos AV: cronología y mecanismos

El BAV completo en el período precoz suele atribuirse al traumatismo quirúrgico o a la isquemia transitoria del nodo AV, y la mayoría de las veces requiere implante definitivo[38, 48].

La aparición tardía obliga, en cambio, a un planteamiento muy distinto: debe hacer sospechar rechazo activo (RCA ≥2R o RMA ≥ p RMA 1) o vasculopatía del injerto, y motivar una biopsia endomiocárdica junto con exploración angiográfica o IVUS[38, 44, 48].

Esta interpretación está bien respaldada por la literatura, primero Cui et al. (2003)[48] documentaron rechazo activo o vasculopatía en el 69 % de los BAV tardíos, mientras que Shafaghi et al. (2020)[44] encontraron una proporción comparable (50 %) en su serie, ante un BAV de novo de aparición tardía, por tanto, la estrategia razonable consiste en buscar primero una causa reversible antes de proceder al implante definitivo, recurriendo si hace falta a un marcapasos temporal mientras se completa el estudio.

5.2.3. Bloqueo de rama derecha: ¿marcador benigno o pronóstico?

La altísima frecuencia del BCRD post-TC podría sugerir erróneamente que se trata de un hallazgo banal en el ECG; los datos más recientes, sin embargo, dibujan dos perfiles claramente distintos, por un lado el BCRD precoz (≤30 días) se asocia a una supervivencia significativamente menor durante el primer año, registrando una tasa del 43,2 % frente a 86,4 % en la serie de Rahm et al.[22], y a una mayor incidencia de disfunción ventricular derecha, lo que probablemente refleja una lesión miocárdica más severa del injerto; mientras que por el otro lado, el BCRD tardío, en cambio, tiende a ser benigno y no muestra asociación significativa con mortalidad ni con rechazo en el seguimiento a largo plazo, el hallazgo de esta dicotomía se alinea y es respaldada de manera contundente por evidencia secundaria internacional, tal como concluye el metaanálisis de Mostafa et al. (2025)[39] utilizado como bibliografía de contraste.

La consecuencia clínica es directa, ante un BCRD precoz conviene reforzar la vigilancia del injerto, mientras que el BCRD tardío no exige por sí mismo un seguimiento adicional, salvo que aparezcan síntomas o progrese a bloqueo bifascicular.

5.2.4. Implante de marcapasos: tipo de dispositivo y dependencia

En base a las series y registros clínicos analizados, la elección del dispositivo depende de varios factores, si la afectación es solo del nodo sinusal o si se combina con BAV, la probabilidad de recuperación, la edad y la expectativa de vida del receptor, y el riesgo de complicaciones específicas como infección del bolsillo o trombosis venosa, bajo estos datos, el marcapasos bicameral DDDR sigue siendo la opción más habitual, mientras que algunos centros prefieren el VVIR cuando la DNS es la única alteración y el ritmo de la unión proporciona un escape AV competente.

La estimulación fisiológica del haz de His o de la rama izquierda está empezando a tener un papel relevante en el paciente trasplantado, la estimulación crónica del ventrículo derecho se relaciona con deterioro contráctil del injerto y peor pronóstico, sobre todo en pacientes muy dependientes. Los primeros casos publicados de estimulación de la rama izquierda y de resincronización con LBBP en receptores con miocardiopatía inducida por marcapasos abren una línea de trabajo que conviene desarrollar.

5.2.5. Rechazo agudo y arritmias: causalidad, asociación o coincidencia

Aunque la asociación está documentada, la dirección causal y la magnitud no están definitivamente establecidas. Las series disponibles arrastran tres limitaciones bastante reconocibles, la primera es el sesgo de selección ya que la mayoría son retrospectivas y se centran en pacientes con alteraciones de conducción ya manifiestas, lo que sobreestima la prevalencia de rechazo en ese subgrupo, la segunda es la falta de definiciones estables debido a que los criterios de rechazo han cambiado a lo largo de las décadas (ISHLT 1990, 2004 y, para AMR, 2013), lo que complica las comparaciones entre estudios, y la tercera que los periodos de seguimiento y los esquemas de inmunosupresión y vigilancia, son muy heterogéneos entre centros y épocas.

Pese a estas limitaciones, la consistencia cualitativa (asociación con BAV tardío, FA tardía y bradicardia inexplicada) y la plausibilidad biológica[28] son lo bastante sólidas como para incorporar las alteraciones electrofisiológicas no explicadas al criterio clínico de sospecha de rechazo y, llegado el caso, justificar una biopsia adicional.

5.2.6. Papel de la monitorización electrocardiográfica continua

El uso creciente de dispositivos *wearable* (*smartwatches* con derivación I, parches de ECG ambulatorio de larga duración) y de monitores cardíacos implantables, abre una vía interesante para detectar de forma precoz y no invasiva alteraciones electrofisiológicas asociadas a rechazo subclínico. Los datos preliminares son alentadores[49-51], pero todavía faltan estudios prospectivos que demuestren su rendimiento clínico y económico frente a las estrategias estándar (biopsia endomiocárdica y dd-cfDNA).

5.3. Implicaciones para la práctica clínica

- La técnica bicava debería ser la opción estándar salvo contraindicación técnica, dada su superioridad consistente en arritmias auriculares, regurgitación valvular y necesidad de marcapasos.

- En el posoperatorio inmediato conviene mantener monitorización electrocardiográfica continua, y prolongar la monitorización ambulatoria (Holter de 24-48 h o monitor de eventos) durante las primeras cuatro a seis semanas tras el alta, repitiéndola ante cualquier sospecha de rechazo o aparición de síntomas.
- Antes del implante definitivo de marcapasos por DNS, conviene observar al paciente entre cuatro y seis semanas con apoyo farmacológico (teofilina, terbutalina), salvo bradicardia hemodinámicamente intolerable o pausas críticas.
- Ante cualquier alteración electrofisiológica de novo de aparición tardía, la actitud razonable es buscar de forma activa rechazo y vasculopatía del injerto: biopsia endomiocárdica, anticuerpos donante específicos, dd-cfDNA y, si procede, coronariografía con IVUS.
- La elección del dispositivo debe individualizarse. El DDDR sigue siendo el patrón en la mayoría de los pacientes; en receptores jóvenes con alta dependencia esperada cabe plantear estimulación del sistema de conducción (LBBP/HBP), y en pacientes seleccionados con riesgo elevado de muerte súbita, considerar el DAI.
- Por último, es recomendable reevaluar la dependencia del marcapasos a los 6 y 12 meses; en pacientes no dependientes, una programación VVI/AAI 30 bpm de respaldo es una opción sensata.

5.4. Implicaciones para la práctica de la enfermería

La revisión refuerza el papel de la enfermería avanzada en el cuidado del paciente trasplantado[52, 53], donde varios planos concretos resultan especialmente relevantes.

En la fase hospitalaria, la vigilancia electrocardiográfica continua y la interpretación crítica del ECG y la telemetría permiten identificar precozmente bradiarritmias, pausas y trastornos de conducción lo que corresponde en bastante grado a los y las enfermeras, cuando el paciente recibe un marcapasos la enfermería se encarga de la preparación quirúrgica, del manejo postoperatorio del bolsillo (vigilancia de hematoma, infección o dehiscencia), de registrar los parámetros de programación inicial y de organizar las revisiones sucesivas. La educación sanitaria al paciente y a su familia es otra pieza clave, es enfermería que enseña signos de alarma, restricciones de actividad en el postoperatorio, interacciones con la inmunosupresión y con dispositivos como el electrobisturí o la resonancia magnética (con marcapasos compatibles), y técnica de autoexploración del bolsillo.

En la consulta de trasplante, la enfermera entrenada en valorar síntomas como astenia, disnea, palpitaciones, mareo, presíncope o síncope, contextualizándolos con la información electrocardiográfica, puede detectar antes los signos heráldicos de rechazo y derivar de manera

urgente cuando proceda, todo ello requiere una coordinación estrecha con la consulta de electrofisiología y con el equipo multidisciplinar de trasplante, que garantice la trazabilidad de las decisiones, los cambios de programación y los resultados de las pruebas. Por último, la enfermería tiene su propio espacio en la investigación: protocolos basados en la evidencia, intervenciones educativas, autocuidado y calidad de vida del paciente portador de marcapasos son áreas donde aún hay margen de mejora.

5.5. Limitaciones de esta revisión

La revisión presenta varias limitaciones que conviene tener presentes al interpretar sus conclusiones.

La principal es la heterogeneidad de los estudios incluidos en cuanto a diseño, definiciones de los eventos (sobre todo para DNS y BAV), criterios de implante, técnicas quirúrgicas, esquemas inmunosupresores y períodos de seguimiento, ya que impide realizar un metaanálisis cuantitativo de novo y atenúa la fortaleza de las conclusiones.

A esto se suma el predominio de estudios observacionales (cohortes retrospectivas y registros) con las limitaciones inherentes a este diseño (sesgo de selección, datos perdidos, confusión por variables no medidas y dificultad para establecer causalidad), los ensayos clínicos aleatorizados son escasos en este ámbito, lo cual es comprensible dada la baja incidencia relativa de los eventos y las dificultades éticas para aleatorizar intervenciones. Tampoco puede descartarse un sesgo de publicación ni una sobrerrepresentación de centros académicos de alto volumen, lo que afecta a la generalización de los resultados.

En la literatura sobre rechazo concurren dos problemas añadidos, el cambio de las definiciones histopatológicas a lo largo del tiempo (ISHLT 1990, 2004, 2013) y la heterogeneidad en los esquemas de vigilancia entre épocas y centros (biopsia endomiocárdica, dd-cfDNA, AlloMap). En cuanto al proceso de la propia revisión, no hubo revisión por pares formal del protocolo, aunque el sesgo del revisor único se mitigó con el uso de la plataforma Rayyan.

Existen sesgos poblacionales debido a la baja disponibilidad de estudios según criterios de inclusión y exclusión, por lo que no se lograron obtener resultados representativos que expliquen diferencias entre sujetos femeninos versus masculinos, por esta misma razón, los principales resultados son localizados en Europa y Norteamérica, por lo que América Latina, Oceanía, África y Asia presentan limitaciones para su representatividad en ese estudio. Además, se consideran estudios realizados en adultos, mas no se describen los resultados según edad, solo se menciona la edad mayor como un factor de riesgo, por lo que no se logra interpretar la incidencia en poblaciones adultas jóvenes versus poblaciones más envejecidas.

Por último, la búsqueda se restringió a cinco idiomas, lo que pudo dejar fuera literatura relevante en otros idiomas (alemán y japonés, en particular).

5.6. Futuras líneas de investigación

Las lagunas identificadas sugieren varias líneas prioritarias como la necesidad de estudios prospectivos que comparen estrategias de observación de cuatro, seis y doce semanas con apoyo farmacológico antes del implante por DNS precoz, así como series que caractericen el impacto del donante en asistolia controlada y de la perfusión normotérmica ex vivo sobre la incidencia de alteraciones electrofisiológicas y de marcapasos.

El valor pronóstico de los biomarcadores combinados (dd-cfDNA, AlloMap) y de la monitorización electrocardiográfica continua para detectar rechazo subclínico también merece estudios prospectivos específicos.

Otra línea con recorrido es la utilidad de la estimulación fisiológica (del haz de His o de la rama izquierda) en receptores con miocardiopatía inducida por marcapasos.

En el plano enfermero, faltan trabajos sobre calidad de vida, adherencia terapéutica e intervenciones educativas dirigidas por enfermería.

Por último, los modelos predictivos basados en ECG seriado y las herramientas de inteligencia artificial podrían contribuir a identificar precozmente alteraciones electrofisiológicas relacionadas con rechazo, aunque su validación clínica está aún en una fase preliminar.

6. Conclusiones

1. Las alteraciones del sistema de conducción son muy frecuentes tras el trasplante cardíaco. El bloqueo completo de rama derecha (prevalencia agregada cercana al 41 %, en un rango de 19,6 - 69,4 %) y la disfunción del nodo sinusal (15 - 40 % en las primeras semanas) son las más prevalentes y se concentran en los primeros treinta días. Los bloqueos auriculoventriculares avanzados (1-6 %) y las arritmias ventriculares (1-4 %) son menos frecuentes, pero adoptan un patrón bimodal precoz/tardío y tienen mayor relevancia clínica.
2. La incidencia de implante de marcapasos permanente ha caído de un 8-25 % en la era de la técnica biauricular a un 2-8 % en la era de la técnica bicava actual, situándose la tasa media en torno al 3,3 % de los receptores. La disfunción del nodo sinusal sigue siendo la indicación principal de estimulación (60-83 % de los implantes, mayoritariamente precoces) y el bloqueo auriculoventricular avanzado la segunda (12-30 %, sobre todo tardío).

3. Los factores predictores más consistentes son la edad avanzada del donante (>45-50 años; con un incremento del riesgo de un 3-4% aproximadamente por año de edad del donante) y la técnica biauricular frente a la bicava (OR ≈2,6). El tiempo de isquemia fría prolongado y el tiempo de circulación extracorpórea elevado aparecen con menor reproducibilidad. La técnica bicava se asocia de forma consistente a menos arritmias auriculares y menos marcapasos, lo que avala su uso como técnica estándar. La edad del receptor y las miocardiopatías restrictiva o amiloidótica de base se asocian a una incidencia algo mayor.
4. Existe una asociación clínicamente relevante entre los episodios de rechazo agudo, en particular el rechazo celular agudo ≥2R y el AMR ≥ p AMR 1, y la aparición tardía de bloqueos auriculoventriculares avanzados y/o de fibrilación auricular de novo. La consistencia de los datos observacionales y la plausibilidad biológica respaldan que las alteraciones electrofisiológicas de novo, sobre todo más allá de los treinta días post TC, se consideren signos heráldicos de rechazo y motiven biopsia endomiocárdica, dd-cfDNA y, si corresponde, coronariografía con IVUS.
5. El impacto pronóstico de las alteraciones electrofisiológicas, una vez tratadas o resuelto el evento agudo, es globalmente modesto respecto a la supervivencia a largo plazo. Existen, sin embargo, perfiles de mayor riesgo: el BCRD de aparición precoz (≤30 días), que se asocia a menor supervivencia durante el primer año (43,2 % versus 86,4 %); la dependencia mantenida del marcapasos, asociada a mayor fallo del injerto y mortalidad a cinco años; y el BAV tardío, que con frecuencia traduce rechazo activo o vasculopatía del injerto. Adicionalmente, la muerte súbita continúa representando el 10-15 % de la mortalidad tardía post TC.
6. Quedan pendientes varios estudios prospectivos, que evidencian la necesidad de desarrollar este tipo de investigación: la cronología óptima del implante de marcapasos por DNS, el impacto del donante DCD y de la perfusión normotérmica ex vivo, el valor de los biomarcadores combinados con monitorización electrocardiográfica continua y el papel de la estimulación fisiológica en receptores con dependencia precoz. En paralelo, la enfermería avanzada en cardiología tiene un papel propio y específico en la vigilancia electrocardiográfica, los cuidados al portador de marcapasos, la educación sanitaria, la detección de signos heráldicos de rechazo y la investigación enfermera aplicada a estos pacientes, en línea con las recomendaciones de las guías ESC e ISHLT.

7. Referencias bibliográficas

1. Manito Lorite N. Introducción. Rev Esp Cardiol Supl [Internet]. 2015 [citado el 30 de marzo de 2026];15:1–7. https://doi.org/10.1016/S1131-3587(15)30001-7
2. Singh TP, Hsich E, Cherikh WS, Perch M, Hayes D, Lewis A, et al. The International Thoracic Organ Transplant Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: 2025 Annual Report of Heart and Lung Transplantation. J Heart Lung Transplant [Internet]. 2025 Abr 1 [Citado el 14 de mayo de 2026]. https://doi.org/10.1016/j.healun.2025.04.014
3. Joglar JA, Wan EY, Chung MK, Gutierrez A, Slaughter MS, Bateson BP, et al. Management of Arrhythmias After Heart Transplant. Circ Arrhythm Electrophysiol [Internet]. 2021 Mar [citado el 30 de marzo de 2026];14(3). https://doi.org/10.1161/CIRCEP.120.007954
4. Delgado Jiménez JF. Tratamiento de la insuficiencia cardiaca avanzada en el siglo XXI. El trasplante cardiaco en la encrucijada. Rev Esp Cardiol Supl [Internet]. 2015 [citado el 30 de marzo de 2026];15:8–12. https://doi.org/10.1016/S1131-3587(15)30002-9
5. Hamon D, Taleski J, Vaseghi M, Shivkumar K, Boyle NG. Arrhythmias in the Heart Transplant Patient. Arrhythm Electrophysiol Rev [Internet]. 2014 [citado el 30 de marzo de 2026];3(3):149. https://doi.org/10.15420/aer.2014.3.3.149
6. Darche FF, Heil KM, Rivinius R, Helmschrott M, Ehlermann P, Frey N, et al. Early pacemaker dependency after heart transplantation is associated with permanent pacemaker implantation, graft failure and mortality. J Cardiovasc Dev Dis [Internet]. 2024 [Citado el 14 de mayo de 2026];11(12):394. https://doi.org/10.3390/jcdd11120394
7. Immohr MB, Boeken U, Bruno RR, Sugimura Y, Mehdiani A, Aubin H, et al. Optimizing Anastomoses Technique in Orthotopic Heart Transplantation: Comparison of Biatrial, Bicaval and Modified Bicaval Technique. J Cardiovasc Dev Dis [Internet] 2022 Nov 20 [citado el 30 de marzo de 2026];9(11):404–4. https://doi.org/10.3390/jcdd9110404
8. Herrmann FEM, Wellmann P, Sadoni S, Schramm R, Hagl C, Juchem G. Sinus node dysfunction after heart transplantation-An analysis of risk factors and atrial pacing burden. Clin Transplant [Internet]. 2018 Feb 12 [Citado el 12 de abril de 2026];32(3):e13202. https://doi.org/10.1111/ctr.13202
9. Thajudeen A, Stecker EC, Shehata M, Patel J, Wang X, McAnulty JH, et al. Arrhythmias After Heart Transplantation: Mechanisms and Management. J Am Heart Assoc [Internet]. 2012 Abr 12 [Citado el 12 de abril de 2026];1(2). https://doi.org/10.1161/JAHA.112.001461
10. Hashim HT, Ramadhan MA, Ahmad S, Shah J, Varney J, Motawea KR, et al. The role of the electrocardiogram in the recognition of cardiac transplant rejection: A systematic review and meta-analysis. Clin Cardiol [Internet]. 2022 Ene 23 [Citado el 12 de abril de 2026];45(3):258–64. https://doi.org/10.1002/clc.23783

11. Mazurek JA, Jessup M. Understanding Heart Failure. Heart Fail Clin [Internet]. 2017 Ene [citado el 30 de marzo de 2026];13(1):1-19. https://doi.org/10.1016/j.hfc.2016.07.001
12. Sepúlveda L, Castro P, Rossel V, Aránguiz E, Villavicencio M, Becker P, et al. Trasplante Cardíaco. Guías clínicas. Sociedad Chilena del trasplante [Internet]. [Citado el 13 de mayo de 2026]. https://www.sociedaddetrasplante.cl/portal/guias_clinicas/10_cardiaco.pdf
13. Mehra MR, Canter CE, Hannan MM, Semigran MJ, Uber PA, Baran DA, et al. The 2016 International Society for Heart Lung Transplantation listing criteria for heart transplantation: A 10-year update. J Heart Lung Transplant [Internet]. 2016 Ene [Citado el 13 de mayo de 2026];35(1):1–23. https://doi.org/10.1016/j.healun.2015.10.023
14. Rodríguez Lelyem M. Trasplante cardiaco: ¿Cuáles estudios garantizan su supervivencia?. Rev Fac Med (Méx) [Internet]. 2025 abr [Citado el 13 de mayo de 2026]; 68(2): 8-25. https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2025.68.2.02
15. Zijderhand CF, Veen KM, Caliskan K, Schoonen T, Mokhles MM, Bekkers JA, et al. Biatrial Versus Bicaval Orthotopic Heart Transplantation: A Systematic Review and Meta-Analysis. Ann Thorac Surg [Internet]. 2020 Aug [Citado el 13 de mayo de 2026];110(2):684–91. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2019.12.048
16. González-Vílchez F, Almenar-Bonet L, Gómez-Bueno M, Crespo-Leiro MG, Cobo-Belaustegui M, Crespín-Crespín M, et al. Registro Español de Trasplante Cardiaco. XXXVI Informe Oficial de la Asociación de Insuficiencia Cardiaca de la Sociedad Española de Cardiología. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2024 [Citado el 14 de mayo de 2026];77(11):926-93. https://doi.org/10.1016/j.rec.2025.04.011
17. Abuin G, Vargas-Centurión AC, Queirolo-Burgos BM, Soriano E, Losardo RJ. El Sistema de Conducción del Corazón: Disección Cadavérica (Realidad Anatómica Pura) y la Aplicación Holográfica. Int J Morphol [Internet]. 2025 [Citado el 13 de mayo de 2026]; 43(3): 1030-1037. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022025000301030
18. Estorch Cabrera M, Flotats Giralt A, Campreciós Crespo M, Marí Aparici C, Bernà Roqueta Ll, Catafau Alcántara A, et al. Reinervación simpática del corazón trasplantado. Estudio realizado con metayodobenzilguanidina marcada con yodo-123. Rev Esp Cardiol [Internet]. 1998 [Citado el 13 de mayo de 2026]; 51(5): 369-374. https://www.revespcardiol.org/es-reinervacion-simpatica-del-corazon-trasplantado--articulo-X0300893298002806
19. Bengel FM, Ueberfuhr P, Schiepel N, Nekolla SG, Reichart B, Schwaiger M. Effect of Sympathetic Reinnervation on Cardiac Performance after Heart Transplantation. N Engl J Med [Internet]. 2001 Sep 6 [Citado el 13 de mayo de 2026];345(10):731–8. https://doi.org/10.1056/nejmoa010519
20. Awad M, Czer LSC, Hou M, Golshani SS, Goltche M, De Robertis M, et al. Early Denervation and Later Reinnervation of the Heart Following Cardiac Transplantation: A

Review. J Am Heart Assoc [Internet]. 2016 Oct 26 [Citado el 13 de mayo de 2026];5(11). https://doi.org/10.1161/JAHA.116.004070

21. Mallidi HR, Bates M. Pacemaker Use Following Heart Transplantation. Ochsner J [Internet]. 2017 [Citado el 13 de mayo de 2026];17(1):20. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5349631/
22. Rahm A, Helmschrott M, Darche FF, Thomas D, Bruckner T, Ehlermann P, et al. Newly acquired complete right bundle branch block early after heart transplantation is associated with lower survival. ESC Heart Fail [Internet]. 2021 Jul 2 [Citado el 14 de mayo de 2026];8(5):3737–47. https://doi.org/10.1002/ehf2.13494
23. Ahmari S, Bunch T, Chandra A, Chandra V, Ujino K, Daly R, et al. Prevalence, Pathophysiology, and Clinical Significance of Post-heart Transplant Atrial Fibrillation and Atrial Flutter. J Heart Lung Transplant [Internet]. 2006 Ene [Citado el 13 de mayo de 2026];25(1):53–60. https://doi.org/10.1016/j.healun.2005.07.017
24. Vakil K, Taimeh Z, Sharma A, Abidi KS, Colvin M, Luepker R, et al. Incidence, predictors, and temporal trends of sudden cardiac death after heart transplantation. Heart Rhythm [Internet]. 2014 [Citado el 14 de mayo de 2026];11(10):1684-1690. https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.07.016
25. Pérez Díez D, Calvo Cuervo D, Rubín JM, Díaz Molina B, Lambert JL, Morís de la Tassa C. Aleteo auricular atípico y ablación de la conducción transauricular receptor-donante tras trasplante cardiaco ortotópico. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2016 Nov [Citado el 13 de mayo de 2026];69(11):1114–5. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2016.06.008
26. Velleca A, Shullo MA, Dhital K, Azeka E, Colvin M, DePasquale E, et al. The International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT) guidelines for the care of heart transplant recipients. J Heart Lung Transplant [Internet]. 2023 May [Citado el 13 de mayo de 2026];42(5):e1–141. https://doi.org/10.1016/j.healun.2022.10.015
27. Stewart S, Winters GL, Fishbein MC, Tazelaar HD, Kobashigawa J, Abrams J, et al. Revision of the 1990 Working Formulation for the Standardization of Nomenclature in the Diagnosis of Heart Rejection. J Heart Lung Transplant [Internet]. 2005 Nov [Citado el 13 de mayo de 2026];24(11):1710–20. https://doi.org/10.1016/j.healun.2005.03.019
28. Chan JB, Levi DS, Lai CK, Alejos JC, Fishbein MC. Cellular rejection of the conduction system after orthotopic heart transplantation for congenital atrioventricular block. J Heart Lung Transplant [Internet]. 2006 Nov [Citado el 13 de mayo de 2026];25(11):1371–5. https://doi.org/10.1016/j.healun.2006.08.002
29. Bertolet BD, Eagle DA, Conti JB, Mills RM, Belardinelli L. Bradycardia after heart transplantation: reversal with theophylline. J Am Coll Cardiol [Internet]. 1996 Aug 1 [Citado el 13 de mayo de 2026];28(2):396–9. https://doi.org/10.1016/0735-1097(96)00162-3

30. Yepes-Nuñez JJ, Urrútia G, Romero-García M, Alonso-Fernández S. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2021 Sep 1 [Citado el 13 de mayo de 2026];74(9):790–9. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016
31. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial [Internet]. [Citado el 13 de mayo de 2026]. https://cnrha.sanidad.gob.es/documentacion/bioetica/pdf/Helsinki.pdf
32. Davies RR, Russo MJ, Morgan JA, Sorabella RA, Naka Y, Chen JM. Standard versus bicaval techniques for orthotopic heart transplantation: an analysis of the United Network for Organ Sharing database. J Thorac Cardiovasc Surg [Internet]. 2010 [Citado el 13 de mayo de 2026];140(3):700-708. https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.04.029
33. Heinz G, Hirschl M, Buxbaum P, Laufer G, Gasic S, Laczkovics A. Sinus node dysfunction after orthotopic cardiac transplantation: postoperative incidence and long-term implications. Pacing Clin Electrophysiol [Internet]. 1992 [Citado el 13 de mayo de 2026];15(5):731-737. https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.1992.tb06838.x
34. DiBiase A, Tse TM, Schnittger I, Wexler L, Stinson EB, Valantine HA. Frequency and mechanism of bradycardia in cardiac transplant recipients and need for pacemakers. Am J Cardiol [Internet]. 1991 [Citado el 13 de mayo de 2026];67(16):1385-1389. https://doi.org/10.1016/0002-9149(91)90469-2
35. Cantillon DJ, Tarakji KG, Hu T, Hsu A, Smedira NG, Starling RC, et al. Long term outcomes and clinical predictors for pacing after cardiac transplantation. J Heart Lung Transplant [Internet]. 2009 [Citado el 13 de mayo de 2026];28(8):791-798. https://doi.org/10.1016/j.healun.2009.04.034
36. Wellmann P, Herrmann FE, Hagl C, Juchem G. A single center study of 1,179 heart transplant patients—factors affecting pacemaker implantation. Pacing Clin Electrophysiol [Internet]. 2017 [Citado el 14 de mayo de 2026];40(3):247-254. https://doi.org/10.1111/pace.13021
37. Rivinius R, Helmschrott M, Ruhparwar A, Schmack B, Erbel C, Gleissner CA, et al. Risk factors and survival of patients with permanent pacemaker implantation after heart transplantation. J Thorac Dis [Internet]. 2019 [Citado el 14 de mayo de 2026];11(12):5440-5452. https://doi.org/10.21037/jtd.2019.11.45
38. Jones DG, Mortsell DH, Rajaruthnam D, Hamour I, Hussain W, Markides V, et al. Permanent pacemaker implantation early and late after heart transplantation: clinical indication, risk factors and prognostic implications. J Heart Lung Transplant [Internet]. 2011 [Citado el 13 de mayo de 2026];30(11):1257-1265. https://doi.org/10.1016/j.healun.2011.05.010
39. Mostafa N, Said K, Aboulnour D, Saleh O, Elnaggar A, Elguindy A. Predictors and prognosis of right bundle branch block following heart transplantation: a systematic review and meta-

analysis. Clin Transplant [Internet]. 2025 [Citado el 14 de mayo de 2026];39(9):e70322. https://doi.org/10.1111/ctr.70322

40. Alba AC, Foroutan F, Buchan TA, Alvarez J, Kinsella A, Clark K, et al. Incidence and predictors of sudden cardiac death after heart transplantation: a systematic review and meta-analysis. Clin Transplant [Internet]. 2018 [Citado el 14 de mayo de 2026];32(3):e13206. https://doi.org/10.1111/ctr.13206
41. DeFilippis EM, Batra J, Donald E, Rubin G, Jou S, Razzaq A, et al. Long-term outcomes of permanent pacemaker implantation in bicaval heart transplant recipients. JACC Clin Electrophysiol [Internet]. 2023 [Citado el 14 de mayo de 2026];9(9):1964-1971. https://doi.org/10.1016/j.jacep.2023.05.020
42. Crespo-Leiro MG, Stypmann J, Schulz U, Zuckermann A, Mohacsi P, Bara C, et al. Clinical usefulness of gene-expression profile to rule out acute rejection after heart transplantation: CARGO II. Eur Heart J [Internet]. 2016 [Citado el 14 de mayo de 2026];37(33):2591-2601. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv682
43. Pajareya P, Srisomwong S, Siranart N, Kaewkanha P, Chumpangern Y, Prasitlumkum N, et al. Implantation of a permanent pacemaker following orthotopic heart transplantation: a systematic review and meta-analysis. J Interv Card Electrophysiol [Internet]. 2024 [Citado el 14 de mayo de 2026];68(1):167-177. https://doi.org/10.1007/s10840-024-01909-5
44. Shafaghi S, Naghashzadeh F, Sharif Kashani B, Behzadnia N, Ahmadi ZH. Atrioventricular block: a heralding sign of cardiac allograft rejection. Int J Organ Transplant Med [Internet]. 2020 [Citado el 13 de mayo de 2026];11(2):90-92. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32832044/
45. Costanzo MR, Dipchand A, Starling R, Anderson A, Chan M, Desai S, et al. The International Society of Heart and Lung Transplantation Guidelines for the care of heart transplant recipients. J Heart Lung Transplant [Internet]. 2010 [Citado el 13 de mayo de 2026];29(8):914-956. https://doi.org/10.1016/j.healun.2010.05.034
46. Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, Michowitz Y, Auricchio A, Barbash IM, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. Eur Heart J [Internet]. 2021 [Citado el 13 de mayo de 2026];42(35):3427-3520. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab364
47. Fernández de-Aspe P, Hernández-Hernández J, Rodríguez-Mañero M, Crespo Leiro MG, Barge-Caballero E, González-Juanatey JR. Pacemaker indications and long-term stability of pacing indices in heart transplant recipients. J Cardiovasc Electrophysiol [Internet]. 2025 [Citado el 14 de mayo de 2026];36(6):1336-1343. https://doi.org/10.1111/jce.16671
48. Cui G, Kobashigawa J, Margarian A, Sen L. Cause of atrioventricular block in patients after heart transplantation. Transplantation [Internet]. 2003 [Citado el 13 de mayo de 2026];76(1):137-142. https://doi.org/10.1097/01.tp.0000071933.14397.43

49. Khush KK, Patel J, Pinney S, Kao A, Alharethi R, DePasquale E, et al. Noninvasive detection of graft injury after heart transplant using donor-derived cell-free DNA: a prospective multicenter study. Am J Transplant [Internet]. 2019 [Citado el 14 de mayo de 2026];19(10):2889-2899. https://doi.org/10.1111/ajt.15339
50. Pham MX, Teuteberg JJ, Kfoury AG, Starling RC, Deng MC, Cappola TP, et al. Gene-expression profiling for rejection surveillance after cardiac transplantation. N Engl J Med [Internet]. 2010 [Citado el 13 de mayo de 2026];362(20):1890-1900. https://doi.org/10.1056/nejmoa0912965
51. Crespo-Leiro MG, Stypmann J, Schulz U, Zuckermann A, Mohacsi P, Bara C, et al. Performance of gene-expression profiling test score variability to predict future clinical events in heart transplant recipients. BMC Cardiovasc Disord [Internet]. 2015 [Citado el 13 de mayo de 2026];15:120. https://doi.org/10.1186/s12872-015-0106-1
52. Hardin SR, Kaplow R, eds. Cardiac surgery essentials for critical care nursing. 3rd ed. Burlington (MA): Jones & Bartlett Learning; 2020 [Citado el 13 de mayo de 2026]. https://umsha.ac.ir/uploads/%5BHardin_Kaplow%5D_Cardiac_Surgery_Ess.pdf
53. Núñez Guerrero MS, Fernández Iglesias E, Ponce Álvarez M, Nieto González MS. Cuidados de enfermería en paciente con trasplante cardiaco. Hygia Enferm. 2017 [Citado el 13 de mayo de 2026];(95):47-52. https://colegioenfermeriasevilla.es/wp-content/uploads/2022/05/Hygia95.pdf
54. Pickham D, Hickey K, Doering L, Chen B, Castillo C, Drew BJ. Electrocardiographic abnormalities in the first year after heart transplantation. J Electrocardiol [Internet]. 2014 [Citado el 14 de mayo de 2026];47(2):135-139. https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2013.09.006
55. Madan S, Saeed O, Forest SJ, Goldstein DJ, Jorde UP, Patel SR. Feasibility and potential impact of heart transplantation from adult donors after circulatory death. J Am Coll Cardiol [Internet]. 2022 [Citado el 14 de mayo de 2026];79(2):148-162. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.10.042
56. Doulamis IP, Wu BC, Akbar AF, Xanthopoulos A, Androulakis E, Briasoulis A. Pacemaker implantation following heart transplantation: analysis of a nation-wide database. J Clin Med [Internet]. 2023 [Citado el 14 de mayo de 2026];12(4):1604. https://doi.org/10.3390/jcm12041604
57. Schroder JN, Patel CB, DeVore AD, Bryner BS, Casalinova S, Shah A, et al. Transplantation outcomes with donor hearts after circulatory death. N Engl J Med [Internet]. 2023 [Citado el 14 de mayo de 2026];388(23):2121-2131. https://doi.org/10.1056/nejmoa2212438
58. Boluk A, Sokolski M, Rakowski M, Jura M, Bochenek M, Cielecka M, et al. Pacemaker implantation following heart transplantation, incidence and risk factors. Single-center

experience. Transplant Proc [Internet]. 2024 [Citado el 14 de mayo de 2026];56(4):851-853. https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2024.03.020

59. Cabello JB. Plantilla para ayudarte a entender un Ensayo Clínico. En: CASPe. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. Alicante: CASPe; 2005 [Citado el 14 de mayo de 2026]. Cuaderno I;p.5-8. https://redcaspe.org/plantilla_ensayo_clinico_v1_0.pdf
60. Wells GA, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. Ottawa: Ottawa Hospital Research Institute; 2014 [Citado el 14 de mayo de 2026]. https://ohri.ca/en/who-we-are/core-facilities-and-platforms/ottawa-methods-centre/newcastle-ottawa-scale

8. Anexos

Anexo I. Plantilla CASPe [59]

A/¿Son válidos los resultados del ensayo?

Preguntas "de eliminación"

1 ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida? *Una pregunta debe definirse en términos de:* *- La población de estudio.* *- La intervención realizada.* *- Los resultados considerados.*	□ SÍ	□ NO SÉ	□ NO
2 ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos? *- ¿Se mantuvo oculta la secuencia de aleatorización?*	□ SÍ	□ NO SÉ	□ NO
3 ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él? *- ¿El seguimiento fue completo?* *- ¿Se interrumpió precozmente el estudio?* *- ¿Se analizaron los pacientes en el grupo al que fueron aleatoriamente asignados?*	□ SÍ	□ NO SÉ	□ NO

Preguntas de detalle

4 ¿Se mantuvo el cegamiento a: *- Los pacientes.* *- Los clínicos.* *- El personal del estudio.*	□ SÍ	□ NO SÉ	□ NO
5 ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo? *En términos de otros factores que pudieran tener efecto sobre el resultado: edad, sexo, etc.*	□ SÍ	□ NO SÉ	□ NO
6 ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?	□ SÍ	□ NO SÉ	□ NO

B/ ¿Cuáles son los resultados?

7 ¿Es muy grande el efecto del tratamiento? *¿Qué desenlaces se midieron?* *¿Los desenlaces medidos son los del protocolo?*	
8 ¿Cuál es la precisión de este efecto? *¿Cuáles son sus intervalos de confianza?*	

CASPe

C/¿Pueden ayudarnos estos resultados?

9 ¿Puede aplicarse estos resultados en tu medio o población local? *¿Crees que los pacientes incluidos en el ensayo son suficientemente parecidos a tus pacientes?*	□ SÍ □ NO SÉ □ NO
10 ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica? *En caso negativo, ¿en qué afecta eso a la decisión a tomar?*	□ SÍ □ NO SÉ □ NO
11 ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes? *Es improbable que pueda deducirse del ensayo pero, ¿qué piensas tú al respecto?*	□ SÍ □ NO

CASPe

Anexo II. Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale: Case Control Studies[60]

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE
CASE CONTROL STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Exposure categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Selection

1) Is the case definition adequate?
   a) yes, with independent validation ✸
   b) yes, eg record linkage or based on self reports
   c) no description

2) Representativeness of the cases
   a) consecutive or obviously representative series of cases ✸
   b) potential for selection biases or not stated

3) Selection of Controls
   a) community controls ✸
   b) hospital controls
   c) no description

4) Definition of Controls
   a) no history of disease (endpoint) ✸
   b) no description of source

Comparability

1) Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis
   a) study controls for _____ (Select the most important factor.) ✸
   b) study controls for any additional factor ✸ (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Exposure

1) Ascertainment of exposure
   a) secure record (eg surgical records) ✸
   b) structured interview where blind to case/control status ✸
   c) interview not blinded to case/control status
   d) written self report or medical record only
   e) no description

2) Same method of ascertainment for cases and controls
   a) yes ✸
   b) no

3) Non-Response rate
   a) same rate for both groups ✸
   b) non respondents described
   c) rate different and no designation

Anexo III. Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale: Cohort Studies[60]

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE
COHORT STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

Selection

1) Representativeness of the exposed cohort
   a) truly representative of the average _____ (describe) in the community ✸
   b) somewhat representative of the average _____ in the community ✸
   c) selected group of users eg nurses, volunteers
   d) no description of the derivation of the cohort

2) Selection of the non exposed cohort
   a) drawn from the same community as the exposed cohort ✸
   b) drawn from a different source
   c) no description of the derivation of the non exposed cohort

3) Ascertainment of exposure
   a) secure record (eg surgical records) ✸
   b) structured interview ✸
   c) written self report
   d) no description

4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
   a) yes ✸
   b) no

Comparability

1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
   a) study controls for _____ (select the most important factor) ✸
   b) study controls for any additional factor ✸ (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Outcome

1) Assessment of outcome
   a) independent blind assessment ✸
   b) record linkage ✸
   c) self report
   d) no description

2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
   a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) ✸
   b) no

3) Adequacy of follow up of cohorts
   a) complete follow up - all subjects accounted for ✸
   b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) ✸
   c) follow up rate < ____% (select an adequate %) and no description of those lost
   d) no statement

Anexo IV. Tabla de resultados

	Autor	Año	País	Diseño	Muestra	Periodo de inclusión	Hallazgo principal	Incidencia MP
1	Pickham et al.	2014	EE. UU.	Cohorte prospectiva	n = 102	2010-2012	Alteraciones ECG en el 80 % de los receptores durante el primer año.	-
2	Vakil et al.	2014	EE. UU.	Análisis registro UNOS	n = 31712	1987-2011	La muerte súbita representa el 10-15 % de la mortalidad tardía post-TC.	-
3	Crespo-Leiro et al. – CARGO II	2016	Europe	Cohorte prospectiva multicéntrica	n = 741	2005-2009	El perfil de expresión génica descarta rechazo agudo con elevado valor predictivo negativo.	-
4	Wellmann et al.	2017	Alemania	Cohorte retrospectiva	n = 1179	1981-2014	La edad del donante es el único predictor independiente del implante de marcapasos.	11,5%
5	Khush et al.	2019	EE. UU.	Cohorte prospectiva multicéntrica	n = 740	2015-2018	El dd-cfDNA detecta rechazo precoz subclínico con mayor sensibilidad que la vigilancia tradicional.	-
6	Rivinius et al.	2019	Alemania	Cohorte retrospectiva	n = 631	1989-2016	Incidencia de marcapasos del 4,6 %; mortalidad HR 1,42, atenuada tras ajuste.	4,6%

7	Rahm et al.	2021	Alemania	Cohorte retrospectiva	n = 481	2010-2018	El BCRD precoz (≤30 días) se asocia a peor supervivencia al primer año (43,2 % vs 86,4 %).	-
8	Madan et al.	2022	-	Cohorte multicéntrica	n = 1168	2008-2020	La donación DCD es factible y no aumenta las complicaciones electrofisiológicas.	-
9	Doulamis et al.	2023	EE. UU.	Registro UNOS	n = 49529	2000-2019	La edad creciente del donante se asocia a mayor incidencia de marcapasos a escala nacional.	-
10	DeFilippis et al.	2023	EE. UU.	Cohorte retrospectiva bicava	n = 612	2005-2019	Dependencia del marcapasos en torno al 41 % a los 5 años en receptores bicavales.	4,2%
11	Schroder et al.	2023	EE. UU.	Ensayo clínico aleatorizado	n = 297	2019-2022	El trasplante DCD no es inferior al donante en muerte encefálica y no aumenta la necesidad de marcapasos.	-
12	González Vílchez et al. - RETC	2024	España	Registro nacional	n > 8700	1984-2023	Datos consolidados de supervivencia y de necesidad de marcapasos en las series españolas.	-
13	Boluk et al.	2024	Polonia	Cohorte unicéntrica	n = 111	2021-2023	Edad del donante y tiempo de isquemia: factores de riesgo	-

							independientes del marcapasos.	
14	Darche et al.	2024	Alemania	Cohorte retrospectiva	n = 1082	2010-2022	La dependencia precoz del marcapasos se asocia a mayor mortalidad y a mayor fallo del injerto a 5 años.	3,8%
15	Singh et al. - ISHLT Annual Report	2025	Internacional	Análisis del registro ISHLT	n > 175000 acumulados	1992-2024	Supervivencia mediana > 13 años; tendencias hacia donantes de mayor edad y mayor uso de DCD.	-
16	Fernández de Aspe et al.	2025	España	Cohorte prospectiva	n = 198	2010-2023	Solo el 32 % de los implantados por DNS precoz mantienen dependencia significativa a los 5 años.	-

Fuente: Elaboración propia.