



Universidad de Valladolid

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
DE LA SALUD**

TESIS DOCTORAL:

**VALORACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA
DEL DOLOR POSOPERATORIO AGUDO EN
CIRUGÍA CARDIACA**

Presentada por **Dña. Bárbara Segura Méndez** para
optar al grado de
Doctora por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:
Dr. Dña. Yolanda Carrascal Hinojal
Dr. D. Ángel Luis Guerrero Peral

*A mi familia y directores.
Gracias por creer en mí.*

"Success is the sum of small efforts - repeated day in and day out."

Robert Collier

AGRADECIMIENTOS:

A mi familia, mi agradecimiento más profundo porque sin ellos nunca hubiera podido completar este proyecto. A mi madre, mi modelo a seguir y ejemplo de superación constante. A mi padre, por enseñarme que la humildad es nuestra mayor fortaleza. A mi hermana, mi apoyo incondicional en cada decisión que he tomado. Gracias por creer en mí.

Quisiera agradecer de manera especial a mis directores de Tesis. En primer lugar, a la Dra. Yolanda Carrascal Hinojal, gracias por su apoyo y confianza en mi desarrollo profesional, tanto en el campo de la investigación y como en mi formación como cirujana cardíaca. Además, no solo se convirtió en mi mentora, sino también en amiga y parte de mi familia, apoyándome y alimentando mi curiosidad científica. Trabajar a su lado ha sido la mejor de las oportunidades. Gracias por animarme a seguir avanzando.

También quiero agradecer todo el apoyo recibido al D. Ángel L. Guerrero Peral, por su incansable persistencia y paciencia en la dirección de esta Tesis. Gracias por transmitirme tu experiencia, conocimiento y pasión por la investigación. Ha sido un honor tenerte como director, por confiar en mí para realizar este trabajo y conseguir que salga adelante. Mi más sincero agradecimiento.

De igual manera, quisiera expresar mi agradecimiento al Dr. Álvaro Planchuelo Gómez (Universidad de Valladolid), Dr. César Fernández de las Peñas (Universidad Rey Juan Carlos), al Dr. Pascal Madeleine (Universidad de Aalborg) y especialmente, a Álvaro Sierra (HCUV) por su colaboración, fundamental en la realización de la presente Tesis.

A mis personas vitamina: Elena, Álvaro, Macarena, Clara y Rocío. Gracias por estar a mi lado, por todos los momentos compartidos y por animarme a seguir en cada paso de esta aventura.

Al Servicio de Cirugía Cardíaca del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, por todo lo que me han enseñado y espero seguir aprendiendo cada día.

Y finalmente, a todos los pacientes que han formado parte de este estudio, sin los cuales esta investigación no habría sido posible. Gracias por su confianza, paciencia y colaboración altruista. Gracias por brindarme el privilegio de aprender a través de su atención.

RESUMEN:

Introducción: El origen del dolor posoperatorio tras cirugía cardíaca es multifactorial. Factores dependientes del propio paciente, clínica preoperatoria y el tipo de intervención, determinan la variabilidad en su manifestación, resultando finalmente un dolor cuyo manejo es complejo. Las escalas y cuestionarios utilizados para evaluar el dolor posoperatorio se encuentran con la dificultad de la cuantificación sesgada por la subjetividad perceptiva del paciente. Sin embargo, existen pocos estudios que evalúen de forma objetiva el dolor posoperatorio tras cirugía cardíaca. La algometría es una técnica sencilla, objetiva, no invasiva e inocua, desarrollada para cuantificar el dolor musculoesquelético. Su utilización permitiría identificar la intensidad del umbral doloroso a la presión (UDP) antes y después de la intervención.

Objetivos: El objetivo principal del estudio fue cuantificar y determinar los cambios en la sensibilidad al dolor por presión mediante algometría antes y después de la cirugía cardíaca. Los objetivos secundarios fueron identificar los factores demográficos y clínicos asociados a la presencia, localización y cambios del dolor en el posoperatorio, así como evaluar la correlación entre mediciones subjetivas y objetivas. Finalmente, determinar las variaciones del dolor posoperatorio relacionadas con factores modificables de la práctica clínica: el tipo de abordaje quirúrgico, la técnica de sutura esternal y la utilización de faja torácica, así como con el antecedente de infección preoperatoria por COVID-19.

Material y métodos: Se llevó a cabo un estudio observacional, prospectivo y unicéntrico, en el que se incluyeron 70 pacientes consecutivos intervenidos de cirugía cardíaca durante un periodo de reclutamiento de 6 meses. Los UDP se midieron mediante un algómetro de presión con punta redonda, en los puntos referidos comúnmente por los pacientes como de mayor intensidad dolorosa (22 localizaciones). Los UDP se midieron en el preoperatorio y en los días

1, 3 y 7 del posoperatorio (DPO). En todos los seguimientos se calcularon mapas topográficos de sensibilidad para evaluar los cambios en UDP en el tórax.

Resultados: La intensidad del dolor posoperatorio, medido mediante algometría, disminuyó de 6,4 (DE 1,0) en el primer DPO a 5,5 (DE 1,9) en el tercer DPO y a 4,5 (DE 1,7) en el séptimo DPO ($p<0,001$). El análisis ANOVA mostró los UDP posoperatorios más bajos durante el 1ºDPO ($p<0,001$) y se incrementaron ligeramente en el 3º ($p<0,001$) y 7º DPO ($p=0,01$), pero sin recuperar los valores basales. Al analizar la localización del dolor, se observó que el apéndice xifoides presentó los UDP más bajos a lo largo de todo el seguimiento, sin diferencias significativas al comparar los resultados en los pacientes sometidos a esternotomía completa vs. miniesternotomía. Al analizar las variables demográficas, las mujeres y los pacientes con edad superior a 65 años presentaron UDP más bajos, en todos los puntos y durante todo el seguimiento. Tampoco se observaron diferencias significativas en los UDP en función del tipo de abordaje o cierre esternal a lo largo del seguimiento.

Conclusiones: El dolor posoperatorio en cirugía cardíaca puede ser cuantificado objetivamente mediante algometría, en función de las características demográficas y clínicas del paciente. Los cambios identificados en los UDP han permitido, por primera vez, la creación de mapas topográficos de sensibilidad al dolor en el tórax, que se proponen como nueva herramienta para evaluar los patrones de dolor en el posoperatorio de cirugía cardíaca.

ABSTRACT:

Background: Origin of postoperative pain after cardiac surgery is multifactorial. It varies according to patient characteristics, preoperative situation and technical issues related to surgery, finally leading to a pain of difficult management. Scales and questionnaires validated to assess postoperative pain are inherently subjective and are biased by the perception of the patient. However, few studies have been performed to objectively evaluate the postoperative pain after cardiac surgery. Algometry is a simple, objective, non-invasive technique, developed to quantify musculoskeletal pain by determining pressure pain thresholds (PPT). Its application would allow identifying the PPTs before and after the intervention.

Aim: The primary aim of the current study was to determine changes in pressure pain sensitivity measured by algometry before and after cardiac surgery. The secondary aims were to identify the demographic and clinical factors associated with the presence, location and changes of postoperative pain during the postoperative period, as well as to evaluate the correlation between subjective and objective measurements. Finally, to determine variations in postoperative pain related to modifiable factors of clinical practice: surgical approach, sternal suture technique and the use of thoracic sternal support, as well as the history of preoperative COVID-19 infection.

Materials and Methods: A prospective, observational study of a single-center was designed. 70 patients consecutively undergoing cardiac surgery were included during 6 months.

PPTs were determined by using a pressure algometer with a rubber tip. PPTs were measured preoperatively and on one, three, and seven postoperative days (POD) at 22 sites. Topographic pain sensitivity maps were created at each follow-up to visualize changes in thorax pressure sensitivity over time.

Results: Postoperative pain intensity, as measured by algometry, decreased significantly from 6.4 (SD 1.0) on POD 1 to 5.5 (SD 1.9) on POD 3 and 4.5 (SD 1.7) on POD 7 ($p<0.001$). ANOVA analysis showed the lowest PPTs on POD 1 ($p<0.001$), with a slight increase on POD 3 ($p<0.001$) and POD 7 ($p=0.01$), although baseline values were not recovered. The xiphoid process consistently exhibited the lowest postoperative PPT throughout the follow-up period, with no significant differences between patients undergoing full sternotomy versus ministernotomy. Analysis of demographic variables revealed that women and patients over 65 years of age exhibited lower PPTs at all time points, indicating greater sensitivity to pressure pain. No significant differences in PPT were observed based on the surgical approach or sternal closure technique.

Conclusions: Postoperative pain in cardiac surgery can be objectively quantified using algometry, based on the demographic and clinical characteristics of the patient. Changes in PPTs have enabled the development of topographic pain sensitivity maps for the thorax, providing a novel tool for understanding postoperative pain patterns in cardiac surgery.

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	16
1.1 DEFINICIÓN DEL DOLOR	17
1.1.1 DOLOR EN CIRUGÍA CARDIACA	18
1.1.2 ETIOLOGÍA DEL DOLOR TRAS CIRUGÍA CARDIACA	18
1.2 FACTORES ASOCIADOS A LA APARICIÓN DE DOLOR POSOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA	19
1.2.1 VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS RELACIONADAS CON EL DOLOR POSOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA	20
1.2.2 VARIABLES CLÍNICAS RELACIONADAS CON EL DOLOR POSOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA	21
1.2.3 FACTORES RELACIONADOS CON LA TÉCNICA QUIRÚRGICA POSOPERATORIA QUE INFLUYEN EN EL DOLOR POSOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA	21
1.2.3.1 DOLOR POSOPERATORIO AGUDO	22
1.2.3.2 DOLOR POSOPERATORIO CRÓNICO	27
1.3 EVALUACIÓN DEL DOLOR EN CIRUGÍA CARDIACA	28
1.3.1 EVALUACIÓN SUBJETIVA DEL DOLOR POSOPERATORIO	28
1.3.1.1 ESCALAS UNIDIMENSIONALES	28
1.3.1.2 ESCALAS MULTIDIMENSIONALES	29
1.3.2 EVALUACIÓN OBJETIVA DEL DOLOR POSOPERATORIO	30
1.3.2.1 ESTUDIO ELECTROMIOGRÁFICO	31
1.3.2.2 ESTUDIO POR PRESIÓN	31
1.3.2.3 ALGÓMETRO DE PRESIÓN	32
1.4 TRATAMIENTO DEL DOLOR EN CIRUGÍA CARDIACA	33
1.4.1 TRATAMIENTO ANALGÉSICO	34
1.4.2 NEUROMODULADORES	35
1.4.3 TÉCNICAS ANESTÉSICAS	36
1.4.4 TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS	36
2. HIPÓTESIS	38
3. OBJETIVOS	40
3.1 OBJETIVO PRINCIPAL	41
3.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS	41
4. MATERIAL Y MÉTODOS	42
4.1 DISEÑO Y PROTOCOLO DEL ESTUDIO	43
4.2 SELECCIÓN DE PACIENTES	43
4.2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	43
4.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	43
4.3 VARIABLES DEL ESTUDIO	44
4.4 EVALUACIÓN DEL DOLOR	46
4.4.1 EVALUACIÓN OBJETIVA DEL DOLOR	46
4.4.2 EVALUACIÓN SUBJETIVA DEL DOLOR	50
4.4.3 EVALUACIÓN DEL DOLOR PREOPERATORIO	51
4.4.4 EVALUACIÓN DEL DOLOR POSOPERATORIO	52
4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	53
4.6 ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL	55
4.7 ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES	56
5. RESULTADOS: EVALUACIÓN DEL DOLOR AGUDO POSOPERATORIO	57

5.1 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y DEMOGRÁFICAS	58
5.2 DOLOR POSOPERATORIO AGUDO MEDIDO POR ALGOMETRÍA: UMBRALES DOLOROSOS A LA PRESIÓN.	61
5.3 EVALUACIÓN SUBJETIVA DEL DOLOR EN CIRUGÍA CARDIACA	70
5.3.1 CUESTIONARIO <i>EUROQOL-5D (EQ-5D)</i>	70
5.3.2 CUESTIONARIO <i>BRIEF PAIN INVENTORY-SHORT FORM (BPI-SF)</i>	72
5.3.3 ESCALA VISUAL NUMÉRICA (EVN)	73
5.3.4 CUESTIONARIO <i>DOLOUR NEUROPATHIQUE 4 (DN4)</i>	73
5.3.5 CUESTIONARIO DE DOLOR DE <i>MCGILL (MPQ)</i>	75
5.4 EVALUACIÓN DEL DOLOR TRAS CIRUGÍA CARDIACA SEGÚN FACTORES MODIFICABLES DE LA PRÁCTICA CLÍNICA Y QUIRÚRGICA	78
5.4.1 UMBRALES DOLOROSOS A LA PRESIÓN EN FUNCIÓN DEL ABORDAJE Y DE LA TÉCNICA DE CIERRE ESTERNAL (CE)	78
5.4.2 UMBRALES DOLOROSOS A LA PRESIÓN EN FUNCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE SOPORTE TORÁCICO EXTERNO	84
5.5 EVALUACIÓN DEL DOLOR TRAS CIRUGÍA CARDIACA EN PACIENTES AFECTADOS POR PATOLOGÍA COVID-19	91
6. DISCUSIÓN	94
7. LIMITACIONES	107
8. CONCLUSIONES	110
9. BIBLIOGRAFÍA	113
10. ANEXOS	129

ABREVIATURAS:

- AFM: Álvaro Fuentes Martín.
- AIC: Criterio de Información de Akaike.
- AINEs: antiinflamatorios no esteroideos.
- AMI: Arteria Mamaria Interna.
- ASA: American Society of Anesthesiologists.
- BAV: Bloqueo Auriculo-Ventricular.
- BPI-SF: *Brief Pain Inventory- Short Form*.
- BSM: Bárbara Segura Méndez.
- CCA: Cirugía Cardíaca.
- CE: Cierre Esternal.
- CEC: Circulación Extracorpórea.
- CIA: Criterio de Información de Akaike.
- DE: Desviación estándar.
- DN4: *Dolor Neuropathique in 4 questions*.
- DP: Dolor Posoperatorio.
- DPO: Día posoperatorio.
- EC: Esternotomía completa.
- EMG: Electromiografía.
- EQ-5D: *EuroQol-5 dimensions*.
- EVA: Escala Visual Analógica.
- EVN: Escala Verbal Numérica.
- FDR: *False Discovery Rate*.
- FEVI: Fracción de Eyección Ventricular Izquierda.
- HCUV: Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

- IDW: Distancia Inversa Ponderada.
- IMC: Índice de Masa Corporal.
- IV: Intravenoso.
- kPa: KiloPascales.
- ME: Miniesternotomía.
- MMII: Extremidades inferiores.
- MMSS: Extremidades superiores.
- MPQ: McGill Pain Questionnaire.
- NYHA: *New York Heart Association*.
- Pa: Pascales.
- PAPS: Presión de Arteria Pulmonar Sistólica.
- PAPS: Presión de Arterial Pulmonar Sistémica.
- REA: Unidad de Reanimación.
- RIC: Rango Intercuartílico.
- RM: Revascularización Miocárdica.
- SC: Sensibilización central.
- SDC: Síndrome de Dolor Crónico.
- SE: Sutura esternal.
- SNC: Sistema Nervioso Central.
- SNP: Sistema Nervioso Periférico.
- UCI: Unidad de Cuidados Intensivos.
- UDP: Umbral Doloroso a la presión.
- VO: Vía oral.
- VSI: Vena Safena Interna.

1 . INTRODUCCIÓN

1.1 DEFINICIÓN DEL DOLOR

La definición de dolor ha variado a lo largo de los años. Actualmente, las dos definiciones más aceptadas son las propuestas por la Sociedad Española del Dolor y la Asociación Mundial para el Estudio del dolor. La primera lo define como “*una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con una lesión presente, o potencial, o descrita en términos de la misma*” (1); mientras que la Asociación Mundial para el Estudio del Dolor lo describe como “*una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada con un daño tisular, real o potencial, o descrita en términos de dicho daño*” (2).

La percepción del dolor se produce cuando un estímulo nocivo llega a distintas áreas corticales del sistema nervioso central (SNC), lo que genera una respuesta refleja y una sensación desagradable. Esta respuesta también implica una reacción emocional desglosada en tres componentes: sensorial-discriminativo, cognitivo-evaluativo y afectivo-emocional. Existen dos vías fisiológicas principales para la transmisión del dolor: la nociceptiva y la neuropática. El *dolor nociceptivo* está causado por la respuesta normal del cuerpo a una lesión tisular y su objetivo es prevenir un daño mayor y, a su vez, se divide en dolor somático y dolor visceral o referido. El dolor somático se refiere a lesiones del sistema musculoesquelético, y el visceral se relaciona con los órganos internos y a menudo se asocia con la respuesta inflamatoria debida al proceso de curación. Sin embargo, el *dolor neuropático* se produce debido a una actividad neuronal anormal del SNC o periférico (SNP), y asocia al dolor otros síntomas como disestesia, parestesia, quemazón y alodinia.

Además, el dolor se puede clasificar de acuerdo con su fisiopatología, etiología, intensidad y duración. En función de este último criterio, se distingue entre dolor agudo y dolor crónico. El *dolor agudo* está relacionado con lesiones o traumatismos recientes y se resuelve en menos de tres meses. El *dolor crónico* se define como un dolor continuo o intermitente, que persiste más allá del tiempo previsto de curación de los tejidos y con una duración superior a

tres meses (3,4).

1.1.1 DOLOR EN CIRUGÍA CARDIACA

La *American Society of Anesthesiologist* define el dolor posoperatorio (DP) como “*el dolor que está presente en el paciente debido a la enfermedad, al procedimiento quirúrgico y a sus complicaciones, o a una combinación de ambos*”. Se caracteriza por ser un dolor agudo, limitado en el tiempo, predecible y evitable.

El dolor tras la Cirugía Cardíaca (CCA) es una de las principales complicaciones del posoperatorio. Su incidencia es variable y se estima entre el 47 y el 75% (5,6) de los pacientes intervenidos. Éstos con frecuencia lo describen como un dolor de intensidad grave, para el que requerirían más tratamiento del que reciben (7). Además, la presencia de dolor intenso en el posoperatorio inmediato aumenta el tiempo de recuperación posoperatoria (8).

1.1.2 ETIOPATOGENIA DEL DOLOR TRAS CIRUGÍA CARDIACA

El DP tras CCA es complejo, multifactorial, y, además, multimodal, incluyendo un componente tanto nociceptivo (musculoesqueléticos y visceral) como neuropático. La parte nociceptiva se debe al daño mecánico torácico y a la respuesta inflamatoria tisular provocada por la circulación extracorpórea (CEC). El componente visceral se transmite a través del nervio vago y la cadena simpática. El componente musculoesquelético es el más frecuente y se relaciona con la retracción y manipulación intraoperatoria de la pared torácica (7) (*FIGURA 1A*). Por último, el componente neuropático se debe a la tracción y lesión de los nervios intercostales y pleurales (*FIGURA 1B*), más frecuentes en las intervenciones de revascularización miocárdica (RM) con injerto de arteria mamaria interna (AMI), así como en las toracotomías.

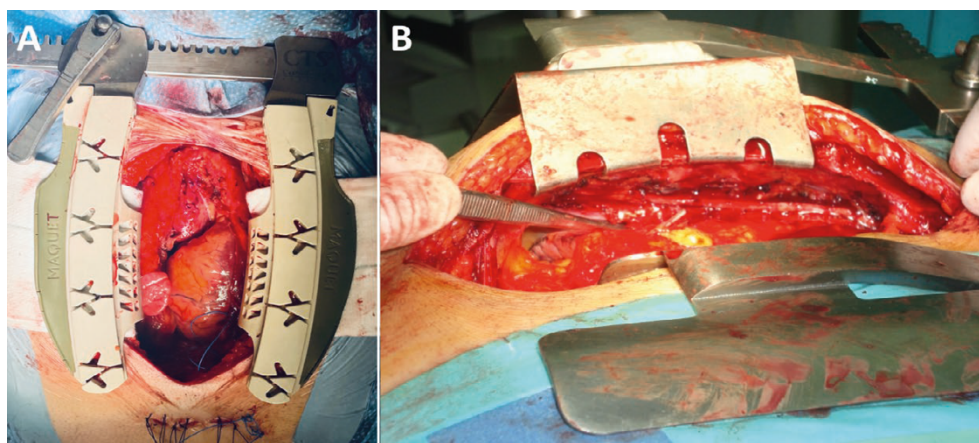


Figura 1. A. Retracción esternal tras la esternotomía media. B. Retracción de hemitórax izquierdo, con apertura de fascia endotorácica y pleura ipsilateral para extracción de la arteria mamaria interna. Fotografía del archivo personal de la Dra. Carrascal, tomada con permiso.

1.2 FACTORES ASOCIADOS A LA APARICIÓN DE DOLOR POSOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA

Variables demográficas, clínicas y dependientes de la técnica quirúrgica influyen la aparición, intensidad y localización del DP tras CCA (7,9,10). Según el momento de su aparición y su duración, el DP puede ser agudo o crónico:

a. Dolor posoperatorio agudo:

El DP agudo es el resultado de la agresión quirúrgica y/o derivado de sus complicaciones, o de la combinación de ambos. Se trata de un dolor intenso, habitualmente limitado y tratable (7). El control inadecuado del DP tiene impacto negativo, tanto físico como psicológico. Además de retrasar la recuperación, aumenta las complicaciones posoperatorias, incrementa la morbilidad, la estancia hospitalaria y los costes sanitarios (11), así como el riesgo de desarrollar un dolor crónico persistente (12).

b. Dolor posoperatorio crónico:

El Síndrome de Dolor Crónico (SDC) tras CCA afecta a entre el 11 y el 56% de los pacientes (4,13,14) y fue definido por Defalque y Bromley en 1989 como una “*neuralgia postesternotomía*” (15). Su etiología no está claramente establecida, siendo multifactorial

(16) e influenciado por el estado emocional y los rasgos de personalidad del paciente (7). Se cree que en su aparición contribuye de forma importante la activación y la sensibilización neural provocada por el DP agudo (17). Tras la intervención, se produce daño tisular y dolor durante unos días (DP agudo) generando una respuesta nociocéptica al daño, es decir, una sensibilización periférica, que facilita una acción protectora frente al daño y recuperación de los tejidos (18,19). Si el DP agudo no se trata adecuadamente, se puede producir un incremento de la respuesta en el asta dorsal, generándose una sensibilización central, que es la base del DP crónico (18,20).

El DP crónico suele ser difícil de evaluar y, por ello, suele estar infradiagnosticado, infravalorado e infratratado. En la mayoría de los pacientes, es ligero o moderado (21) aunque un 15% lo cuantifica como grave mediante escalas analógicas (17). El control inadecuado del DP crónico deteriora la calidad de vida hasta en un 6 % de los pacientes (22), siendo una causa frecuente de consultas médicas y aumento de costes sanitarios (11).

1.2.1 VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS RELACIONADAS CON EL DOLOR POSOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA

Dentro de las variables sociodemográficas, la edad y el sexo son las que más determinan la gravedad e intensidad en la percepción del DP. Se ha observado una menor percepción del dolor en los pacientes con edad superior a 60 años (23,24), aunque en algunos casos, esta observación pueda estar sesgada por la ausencia de notificación del mismo o de demanda de analgesia, ambos condicionados por un posible factor cultural. En relación con el sexo, el femenino parece ser más susceptible al dolor y presenta mayor número de localizaciones afectadas por el mismo (23), aunque no todos los estudios han encontrado diferencias significativas debidas al sexo en la intensidad de la percepción del DP tras CCA (23).

La depresión y ansiedad preoperatoria se han relacionado con una mayor percepción de

DP (25). Ambos condicionan la percepción dolorosa, especialmente en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) y/o Unidades de Reanimación (REA) posoperatorias, manifestándose a través del incremento de la demanda de medicación analgésica (26). Además, la ansiedad, la depresión y el bajo nivel socioeconómico favorecen la aparición de SDC (17), al igual que parece existir predisposición genética para su desarrollo, aunque los genes específicos al respecto están aún por determinar (17).

1.2.2 VARIABLES CLÍNICAS RELACIONADAS CON EL DOLOR POSOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA

Los pacientes con angina, mayor limitación física debido a la clínica preoperatoria según la clasificación funcional de la *New York Heart Association (NYHA)*, un índice de masa corporal (IMC) elevado y presencia de osteoartritis e hipotiroidismo, presentan más frecuentemente DP crónico (17). Los pacientes con hipotiroidismo parecen tener, además, un mayor riesgo de SDC (sobre todo neuropático) probablemente en relación con la desmielinización, el depósito de aminoglucanos en la mielina y la presencia de hipoxia regional. Todos estos factores favorecen además la aparición de espasmos musculares (17).

Las reintervenciones quirúrgicas se asocian también a una mayor percepción del DP en comparación con las primo-intervenciones, debido a que implican manipulación de tejido cicatrizado, pudiendo exacerbar el proceso inflamatorio resultando en un mayor daño tisular (16).

1.2.3 FACTORES RELACIONAS CON LA TÉCNICA QUIRÚRGICA POSOPERATORIA QUE INFLUYEN EN EL DOLOR POSOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA

La patología cardíaca, el tipo de intervención y la técnica quirúrgica influyen en el

desarrollo del DP, así como en sus características, localización e intensidad (10).

1.2.3.1 DOLOR POSOPERATORIO AGUDO

El DP agudo es un dolor dinámico, que aumenta con los movimientos, la tos y los ejercicios de fisioterapia respiratoria. Su intensidad es máxima en las primeras 24 horas del posoperatorio (10) y se reduce en las 48-72 horas siguientes (24). Existen diferentes factores derivados de la intervención quirúrgica (*TABLA 1*) que influyen en la aparición del DP y determinan sus características, localización e intensidad.

FACTORES DEPENDIENTES DE LA INTERVENCIÓN QUE INFLUYEN EN EL DOLOR POSOPERATORIO AGUDO	
Prioridad de indicación quirúrgica	Programada Urgente Emergente
Tipo de intervención (<i>FIGURA 2</i>)	Cirugía valvular: aórtica, mitral, tricúspide o combinada. Cirugía de aorta. Cirugía de revascularización miocárdica. Procedimientos combinados. Implante de dispositivos de asistencia circulatoria. Trasplante cardiaco.
Abordaje (<i>FIGURA 3</i>)	Esternotomía media Miniesternotomía superior Miniesternotomía inferior Toracotomía <i>Cirugía Port Access</i> Cirugía Robótica
Injertos vasculares (<i>FIGURA 4</i>)	Arteria mamaria izquierda y/o derecha Vena safena interna izquierda
Sutura esternal (<i>FIGURA 5</i>)	Alambres simples o dobles. Bridas de poli-éter-cetona. Refuerzo esternal según técnica de <i>Robiseck</i> .

Tabla 1: Factores derivados de la intervención quirúrgica que influyen en la aparición de dolor posoperatorio. La cirugía *Port Access*, se realiza mediante una mini-incisión entre las costillas, con todo un sistema de instrumentos endoscópicos y mediante la visualización con cámaras toracoscópicas de alta definición y el uso de accesos vasculares periféricos para el establecimiento de la cirugía extracorpórea.

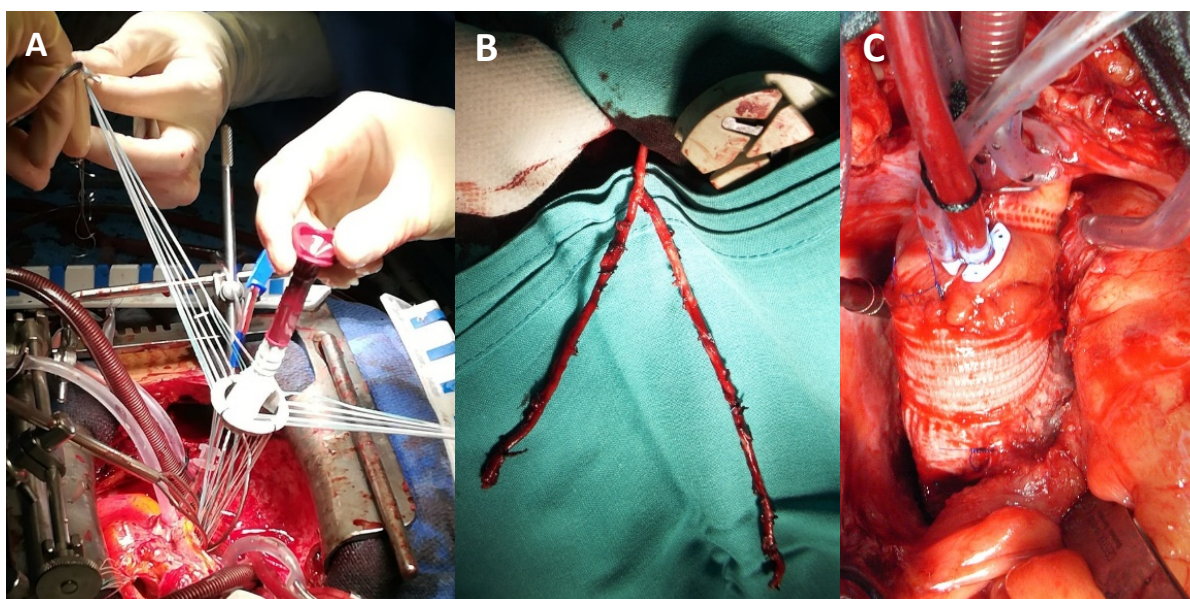


Figura 2. A. Cirugía valvular mitral. B. Cirugía de revascularización miocárdica: en la imagen se observan ambas arterias mamarias disecadas y anastomosadas entre sí. C. Cirugía de sustitución de aorta ascendente por un injerto de Dacron®. Fotografías del archivo personal de la autora y de la Dra. Carrascal, tomadas con permiso.

En cuanto al abordaje quirúrgico, la esternotomía media es el más común y es donde habitualmente se localiza el DP más intenso (*FIGURA 3A*). Cada vez son más frecuentes los abordajes mínimamente invasivos, como la miniesternotomía superior (*FIGURA 3B*) o inferior y la minitoracotomía (*FIGURA 3C*). Al interferir menos en la dinámica respiratoria, las mini-incisiones reducen el dolor debido al movimiento, las complicaciones respiratorias y el tiempo de recuperación. La miniesternotomía (ME) en J (*FIGURA 3B*) es el abordaje mínimamente invasivo más común. Consiste en una incisión parcial del esternón hasta el tercer o cuarto espacio intercostal, derecho o izquierdo, en función de las necesidades y el tipo de cirugía a realizar.

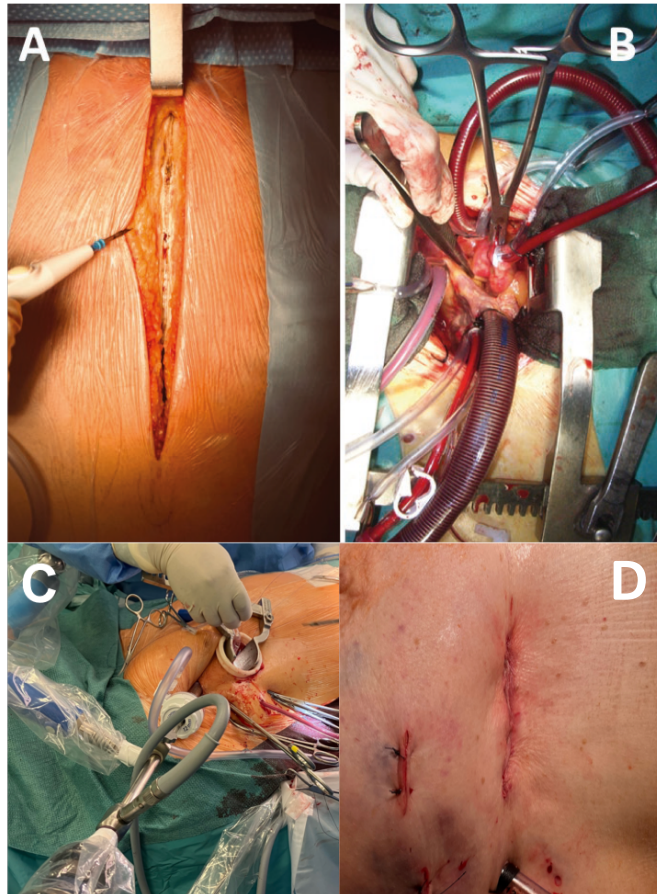


Figura 3. **A.** Incisión cutánea para esternotomía media. **B.** Miniesternotomía superior en J a través de 3er espacio intercostal derecho. **C y D.** Minitoracotomía anterolateral derecha. Fotografías del archivo personal de la autora y del Dr. J. Gallego, tomada con permiso.

En la cirugía de revascularización miocárdica (RM), la extracción de los injertos (tanto arteriales como venosos) es un importante factor que contribuye al desarrollo del DP. La revascularización coronaria con *arteria mamaria interna* (AMI) (*FIGURAS 4A y 4B*) se asocia a mayor supervivencia, menor morbilidad cardíaca y la disminución de la necesidad de reintervención por isquemia (27). Sin embargo, la extracción de la AMI requiere la apertura de la fascia endotorácica y la ligadura de todas las colaterales intercostales, favoreciendo la aparición de DP neuropático con parestesias, hipoestesia y, ocasionalmente, alodinia (28). Existen dos técnicas de extracción de AMI, la esqueletización y la extracción pediculada. La esqueletización consiste en la extracción individual de la AMI (sin el pedículo venoso) (*FIGURA 4B*) ligando todas sus ramas; mientras que, en la técnica pediculada, se realiza

extracción de todo el pedículo vascular completo (dos venas y la arteria) junto al fragmento adyacente de fascia endotorácica, lo cual resulta claramente más traumático para el paciente, al asociar mayor área de lesión tisular. La esqueletización es la técnica de elección, ya que reduce el dolor y las parestesias posoperatorias, acortando la recuperación, al ser menos traumática y lesiva para el nervio (29). El dolor somático posoperatorio se ve incrementado por el uso del retractor para la extracción de AMI. La retracción costal favorece la aparición de fracturas, principalmente de las costillas superiores, por la fuerza vertical que ejerce; asimismo, predispone a lesiones del plexo braquial (30). La incidencia exacta de fracturas costales tras CCA se desconoce (estimándose en un 4-6%) (31) y es un hallazgo no infrecuente en las radiografías de tórax de control (17).

El injerto de vena safena interna (VSI) se utiliza frecuentemente en la RM del paciente con enfermedad coronaria multivaso. Su proximidad al nervio safeno favorece la aparición de DP neuropático, al poder ser dañado durante la extracción. Se ha observado un aumento del dolor en la cara anterior de la pierna, principalmente al caminar, atribuida a la incisión inmediatamente anterior al maléolo interno para extraer la vena (*FIGURA 4C*). Para evitar este dolor, se ha diseñado una técnica de extracción mediante pequeñas incisiones discontinuas o secuenciales (*FIGURA 4D*) (32,33). Otra opción es la extracción mediante técnica endoscópica a través de dos mini incisiones en la pierna, una alternativa razonable en pacientes con comorbilidades como la obesidad y diabetes (*FIGURA 4E*) (27). El uso de esta última técnica no está exento de controversia, ya que parece asociarse a la posible lesión secundaria del endotelio del injerto debido a la técnica de extracción, reduciendo, quizá, su permeabilidad a medio plazo (27).

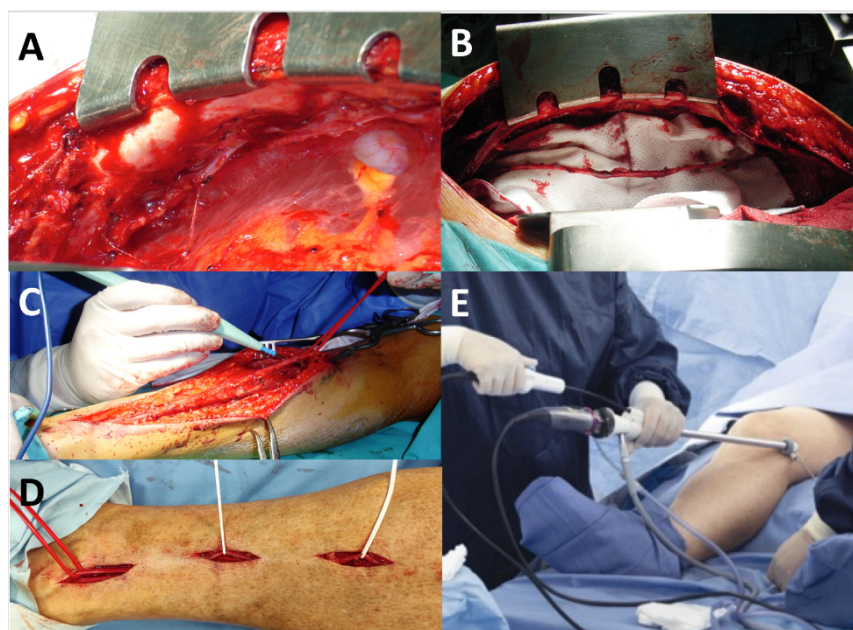


Figura 4. A. Extracción de arteria mamaria interna izquierda (apertura de fascia endotorácica con arteria mamaria “in situ”. B. Extracción esqueletizada de la arteria mamaria izquierda con todas las colaterales intercostales ligadas. C. Extracción de arteria radial. D. Extracción de vena safena interna mediante incisiones cutáneas discontinuas. E. Extracción de vena safena interna endoscópica. Fotografías del archivo personal de la autora.

El cierre esternal (CE) consiste en la reaproximación de los dos fragmentos esternales, seccionados tras la esternotomía media, con el fin de restaurar la estabilidad de los fragmentos óseos. Se realiza generalmente con suturas no absorbibles, monofilamento, de acero inoxidable y otros metales en menor proporción, con una aguja quirúrgica fijada a su extremo de forma mecánica, que permite atravesar el hueso y unir los fragmentos del esternón (*FIGURA 5A*). Los alambres se pueden suturar de forma simple o doble y, en caso de esternones osteoporóticos o débiles, se pueden disponer como refuerzos intercostales, que dotan de mayor consistencia al cierre óseo. En el caso de pacientes alérgicos a alguno de los componentes metálicos, el CE se realiza con bridas de poli-éter-cetona (*FIGURA 5B*). El objetivo del CE es conseguir estabilidad esternal y una correcta alineación, ya que la desalineación y las fracturas esternales condicionan un aumento del DP. Este dolor se debe a la presencia de nociceptores en el periostio esternal, muy sensibles a la manipulación. Por ello, las dehiscencias con desplazamiento antero-posterior del esternón son las que causan mayor irritación y DP (17).

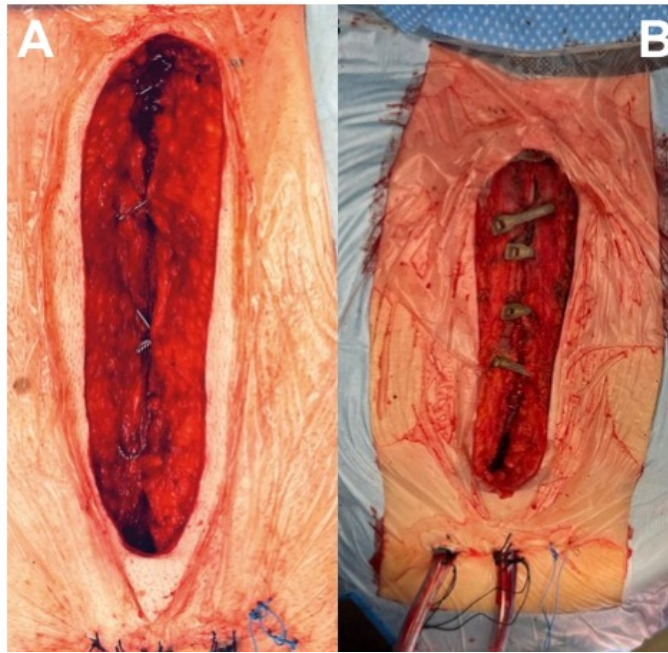


Figura 5. A. Cierre esternal con alambres dobles (“en 8”). **B.** Cierre esternal con bridas de poli-éter-cetona. Fotografía del archivo personal de la autora.

Para cerrar este bloque del DP agudo, hay que tener en cuenta un último factor influyente en su intensidad: la prioridad de la indicación quirúrgica. La intensidad del DP se ve incrementada en las cirugías urgentes, y aún más en las emergentes, en comparación con los procedimientos programados, a causa de un mayor trauma local, con incisiones y retracciones tisulares rápidas (17).

1.2.3.2 DOLOR POSOPERATORIO CRÓNICO

La localización del DP crónico cambia en función del tipo de intervención quirúrgica, siendo la zona más comúnmente referida el tórax, seguido de los miembros inferiores (MMII) (en caso de extracción de injerto de VSI). Otros puntos dolorosos, atribuibles a la postura intraoperatoria, son el cuello, la espalda y los miembros superiores (MMSS) (34).

El DP crónico puede estar en relación con factores derivados del procedimiento quirúrgico, artritis, alergias e infecciones. La gran retracción producida por el separador

esternal y de AMI, así como la propia extracción de la AMI (35,36), pueden dañar los nervios intercostales y el plexo braquial (35) y favorecer la aparición de fracturas costales. Todo ello puede generar DP crónico en la zona superior y anterior del tórax y en los MMSS. Aunque su incidencia es baja y más frecuente en mujeres, la alergia o hipersensibilidad al níquel también puede ser causa de dolor esternal relacionado con la composición del material de sutura del esternón (31,34). La inestabilidad de la sutura del esternón (dehiscencia esternal) facilita el movimiento de los fragmentos y puede favorecer la migración de gérmenes cutáneos hacia el mediastino por solución de continuidad, la aparición de esfacelos y la necrosis del tejido celular subcutáneo subyacente, contribuyendo de esta forma al desarrollo de mediastinitis y otras infecciones, todas ellas, causa de DP intenso.

1.3 EVALUACIÓN DEL DOLOR EN CIRUGÍA CARDIACA

El DP es un dolor complejo y multifactorial. En su evaluación se utilizan métodos cualitativos y cuantitativos, siendo los primeros los más habituales.

1.3.1 EVALUACIÓN SUBJETIVA DEL DOLOR POSOPERATORIO

La intensidad del DP puede medirse a través de escalas visuales, numéricas o descriptivas, que, a su vez, pueden ser unidimensionales o multidimensionales (3).

1.3.1.1 ESCALAS UNIDIMENSIONALES

Las escalas unidimensionales son verbales o descriptivas simples, de categoría numérica o visuales analógicas. Son fáciles de administrar y relativamente fiables. Su objetivo es medir el dolor mediante formatos descriptivos, numéricos, análogos visuales, valoración conductual o representación de expresiones faciales. Su principal defecto es que no contemplan la naturaleza

multidimensional del dolor, por lo que precisan métodos complementarios para su evaluación. Dentro de estas escalas (*ANEXO 1*) se incluyen: *Escala descriptiva simple*, *Escala de valoración verbal*, *Escala de Lanss*, *Escala de grises de Luesher*, *Escala luminosa analógica*, *Escala de Andersen*, *Escala de expresión facial*, *Escala Verbal Numérica (EVN)* y *Escala visual analógica (EVA)*, siendo estas dos últimas las más utilizadas y reconocidas (3). La *EVN* fue introducida por Downie en 1978 y permite asignar un valor del 0 al 10 según la intensidad del dolor (37). La *EVA* fue diseñada por Scott Huskinson en 1976 y permite medir la intensidad del dolor mediante una línea horizontal de 10 cm, en cuyos extremos están las expresiones máximas, de tal forma que el paciente marca en la línea la intensidad que siente. Se considera la mejor por ser práctica y fiable, siendo posible cuantificarla, haciendo diagramas y análisis estadístico (38,39).

1.3.1.2 ESCALAS MULTIDIMENSIONALES

Las escalas multidimensionales combinan frecuentemente distintos tipos de escalas, especialmente las numéricas con las verbales, para hacer que el equilibrio entre sensibilidad y facilidad de uso sea mayor. Dentro de ellas se encuentran: el *McGill Pain Questionnaire (MPQ)*, la *Escala de valoración funcional de Karnofsky (40)*, la *Escala de Barthel (41)* y *Douleur Neuropathique en 4 Questions (DN4) (ANEXO 2)*.

El *MPQ* es la escala con mayor difusión y mide las dimensiones sensorial, afectiva y evolutiva del dolor. La *Escala de valoración funcional de Karnofsky (40)* y la *Escala de Barthel (41)*, permiten evaluar la capacidad personal para afrontar las actividades básicas de la vida diaria y valorar el impacto de un tratamiento y la progresión de la enfermedad. El *DN4*, es un cuestionario sencillo con cuatro preguntas, utilizado para el diagnóstico del dolor neuropático, considerándose positivo en valores igual o superior a 4 (42).

De lo expuesto hasta aquí se deduce que todas las escalas y cuestionarios utilizados para evaluar el DP son subjetivas (38). Algunas de ellas como, *MPQ* y *el DN4* permiten discernir el tipo de dolor, su localización y características (43,44), pero sin datos objetivos sobre la intensidad del mismo. El cuestionario DN4 fue originalmente desarrollado en francés (44) y posteriormente validado al español (45). Consta de 10 ítems, de los cuales siete son relacionados con la descripción y signos del dolor, puntuados como SI (1 punto) o NO (0 puntos), con una puntuación máxima de 10. Un resultado ≥ 4 indica la existencia de dolor neuropático. Es un cuestionario con alta sensibilidad (83%) y especificidad (90%) para la identificación de DP crónico asociado a lesiones del SNP y SNC (45). Por otro lado, el cuestionario *MPQ* consta de tres principales descriptores (sensoriales, afectivos y evaluativos) que utilizan los pacientes para especificar la percepción subjetiva del dolor. También contiene una escala de intensidad (del 1 al 5) y otros ítems para determinar las propiedades de la experiencia dolorosa (46).

Por otro lado, los cuestionarios *EuroQol-5D (EQ-5D)* y *el Brief Pain Inventory- Short Form (BPI-SF) (ANEXO 2)*, permiten evaluar el dolor, identificar aquellos pacientes con mayor predisposición subjetiva para el dolor y valorar el impacto del mismo en la calidad de vida de los pacientes.

1.3.2 EVALUACIÓN OBJETIVA DEL DOLOR POSOPERATORIO

Se han descrito diversas estrategias para la medición del dolor, sin embargo, todas ellas se encuentran con una dificultad, su posible cuantificación, sesgada por la subjetividad perceptiva del paciente. Para intentar eliminar esta subjetividad se han propuesto varias técnicas para la medición objetiva del dolor a través de estudio electromiográfico y de presión.

1.3.2.1 ESTUDIO ELECTROMIOGRÁFICO

La electromiografía (EMG) y los estudios de conducción nerviosa son pruebas que verifican cómo están funcionando los músculos y los nervios que los controlan. Los nervios controlan a los músculos enviando señales eléctricas para que se muevan, de tal forma, que a medida que los músculos reaccionan contrayéndose, emiten señales eléctricas, que luego se pueden medir, ayudando de esa forma detectar daño o enfermedad de los nervios. Además, cuándo hay una lesión nerviosa axonal, el músculo en reposo tiene actividad eléctrica (ondas positivas, fibrilaciones o fasciculaciones).

Estas técnicas se han utilizado para realizar una evaluación objetiva de la sensibilidad al dolor, tanto agudo (47,48) como crónico (16) en CCA mediante mapeo sensorial alrededor de la herida de esternotomía. Su bajo coste la hace fácilmente aplicable en la evaluación de la sensibilidad al dolor durante el posoperatorio inmediato (47,48). Sin embargo, conlleva la realización de punciones en la piel próxima a las heridas quirúrgicas, lo que podría aumentar el riesgo de infecciones.

1.3.2.2 ESTUDIO POR PRESIÓN

La evaluación y cuantificación objetiva de las características, etiología e intensidad del DP permitiría cuantificar la eficacia de las diferentes medidas para el control y reducción del dolor, así como sus consecuencias negativas en los pacientes (49). La estimulación por presión de los nociceptores en el tejido profundo es una técnica validada para evaluar la sensibilidad al dolor, tanto de estructuras superficiales como profundas (50). Estudios basados en la aplicación de presión, como la utilización del Sistema Dinámico Avanzado de Soporte de Peso (*Advanced Dynamic Weight-Bearing System*, (Bioseb, Vitrolles, Provence-Alpes-Côte D'Azur, France) (utilizado únicamente en animales) (51) o la algometría podrían ser técnicas útiles en la

evaluación objetiva del DP.

Algometría:

La algometría es una técnica sencilla, objetiva, no invasiva e inocua, desarrollada para cuantificar el dolor musculoesquelético de los pacientes con dolor crónico (52,53). Se ha utilizado con frecuencia en el ámbito de la Rehabilitación y ha demostrado ser altamente reproducible (54). Dentro de este campo, se ha aplicado en la evaluación del síndrome de dolor miofascial (55), el síndrome de latigazo cervical (56) y el síndrome de túnel del carpo (57). Además, se ha utilizado para medir los umbrales dolorosos posoperatorios en diferentes patologías óseas tales como la trocanteritis (58), la artritis de rodilla (59), las fracturas costales (60), el hombro doloroso (61), el dolor de columna cervical (62) y lumbar (63), los trastornos de la articulación temporomandibular (64) e incluso en la valoración del dolor en tobillo y plantar, llevando a cabo mapas de sensibilidad según la pisada (65). La algometría tiene también una larga trayectoria en el ámbito de investigación en cefaleas permitiendo la creación de mapas de sensibilidad dolorosa a la presión (66–70).

Por tanto, la algometría es una técnica ampliamente utilizada en diversos campos, localizaciones y tipos de dolor, siendo un método óptimo e inocuo para la evaluación del dolor de forma objetiva. Su utilización permitiría identificar el umbral doloroso antes de la intervención, discriminar aquellos pacientes más vulnerables al dolor, cuantificar el dolor posoperatorio y ayudar a definir protocolos de tratamiento individualizado del dolor.

1.3.2.3 ALGÓMETRO DE PRESIÓN

La algometría mide el dolor a la presión, estimulando las fibras nociceptivas tipo C de conducción lenta. Evalúa el umbral doloroso a la presión (UDP), de forma que se adiestra al paciente para que establezca la mínima cantidad de presión en la que comienza a percibir dolor.

Se realiza mediante el uso de un algómetro (de *algos*, *dolor*, y *metron*, *medida*), analógico o digital, con punta de goma (*FIGURA 6*), que aplica diferentes intensidades de presión [medida en pascales ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$) o Kg/cm^2] sobre un área determinada.



Figura 6: Algómetro analógico de presión con punta de goma.

1.4 TRATAMIENTO DEL DOLOR EN CIRUGÍA CARDIACA

El tratamiento adecuado del DP agudo en CCA es crucial para disminuir las complicaciones derivadas del mismo: atelectasias, neumonías, trombosis venosa y tromboembolismo pulmonar, entre otros, así como la incidencia posterior del SDC. Además, el estrés derivado del infratratamiento del DP puede favorecer la aparición de isquemia coronaria, úlcera gástrica e insomnio (71). Por ello, es importante abarcar todas las dimensiones del dolor y tener un plan analgésico individualizado con el objetivo de reducir el tiempo de recuperación del paciente, y por ende la estancia hospitalaria y la probabilidad de evolución a un SDC.

Las estrategias para el control del DP incluyen: analgesia (intravenosa, oral o subcutánea), utilización de neuromoduladores, técnicas quirúrgicas anestésicas y otras técnicas complementarias (*TABLA 2*).

ESTRATEGIAS DE CONTROL DEL DOLOR POSOPERATORIO	TÉCNICAS
Analgesia (vía intravenosa, oral y/o subcutánea)	Opioides Analgésicos no opioides. Antiinflamatorios no esteroideos (AINEs).
Neuromoduladores	Gabapentina Pregabalina
Técnicas quirúrgicas anestésicas	Epidural torácica Bloqueos intercostales Bloqueo de la fascia pectoral
Técnicas complementarias	Educación e información preoperatoria Fisioterapia respiratoria precoz Fisioterapia motora

Tabla 2: Estrategias de control del dolor posoperatorio agudo.

1.4.1 TRATAMIENTO ANALGÉSICO

Entre las estrategias de tratamiento más habitual del dolor agudo posoperatorio se incluyen los analgésicos: no opiáceos, opiáceos y antiinflamatorios no esteroideos (AINEs).

Analgésicos no opiáceos:

Dentro de los analgésicos no opiáceos, el paracetamol es el más utilizado en el tratamiento del DP, por vía intravenosa en las primeras horas de la intervención, pasando a vía oral tras el inicio de la tolerancia oral. El uso del paracetamol se asocia a una disminución del DP agudo, guiado por escalas analógicas, de entre un 25 y 35% y a la reducción del consumo de opiáceos de entre un 40 y 50% (29,54).

Opiáceos:

Los analgésicos opiáceos son los más utilizados en las primeras horas del posoperatorio en CCA, principalmente por vía intravenosa y subcutánea. Sin embargo, se recomienda limitar su uso por sus efectos adversos, más frecuentes en pacientes de edad avanzada. Entre estos se encuentran depresión respiratoria, somnolencia, confusión, náuseas, vómitos, prurito y retención urinaria, entre otros. Por ello, tras la extubación del paciente, su uso suele limitarse al

tratamiento de DP de intensidad grave y resistente (72).

El tramadol es un analgésico opioide utilizado como una alternativa o en combinación con el paracetamol, que actúa sobre la percepción del dolor, tanto central como periférico, de uso ampliamente difundido durante el posoperatorio de CCA. Su acción se basa en un mecanismo de acción multimodal que implica la activación del receptor opioide μ , así como la inhibición de la recaptación de noradrenalina y serotonina en el SNC (73,74). El tramadol puede tener ventajas sobre los opioides convencionales como una larga duración (75) con una recuperación rápida (76). Además, ha demostrado menores efectos depresores respiratorios (77), siendo una de las mejores opciones para el tratamiento del DP en el contexto de extubación temprana tras CCA (78).

Durante el posoperatorio inmediato son comunes las náuseas debido a los anestésicos y opioides, por lo que la administración de tratamiento antiemético puede disminuir su incidencia y el correspondiente retraso en la recuperación.

Antiinflamatorios no esteroideos:

Los AINEs son menos empleados en el tratamiento del DP tras CCA, debido a que pueden provocar afectación de la función renal, de la mucosa gastrointestinal, broncoespasmo y aumento del riesgo de sangrado, incrementado ya de por sí en estos pacientes. Su uso se ha asociado a una reducción en el consumo posoperatorio de opiáceos en torno al 20% (9).

1.4.2 NEUROMODULADORES

Los fármacos neuromoduladores suelen prescribirse en el tratamiento del DP crónico. La gabapentina y la pregabalina son los fármacos más utilizados, especialmente en el tratamiento del DP de tipo neuropático (17), pudiendo reducir el consumo de opioides. Su uso en el tratamiento del DP agudo es inusual.

1.4.3 TÉCNICAS ANESTÉSICAS

Analgesia regional:

La *anestesia epidural torácica* ha mostrado una reducción del DP y del tiempo de extubación, mejorando la función respiratoria (17,29). Sin embargo, requiere mantener la perfusión continua para mantener un nivel constante de analgesia necesario en el momento del despertar. Sin embargo, esta técnica aumenta el riesgo de hematoma epidural y de paraplejia (inferior a 1/150.000 pacientes) (72).

Los *bloqueos intercostales* son una técnica sencilla y segura, en auge en el abordaje por toracotomía, que proporciona un nivel de analgesia comparable a la anestesia epidural. Su principal limitación en CCA es que ha de ser bilateral. Su uso reduce las complicaciones de la anestesia epidural (9) así como la estancia en UCI (72).

El *bloqueo de la fascia pectoral* es una alternativa en la analgesia local, utilizada en casos de fracturas costales refractarias al tratamiento convencional. Puede proporcionar analgesia en la zona anterolateral de la pared torácica. Se trata de una técnica sencilla y de bajo riesgo, que ha demostrado disminución del consumo de opioides. Sin embargo, su uso en CCA es controvertido debido a la necesidad de anticoagulación en estos pacientes (9,79).

1.4.4 TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS

El tratamiento farmacológico y las técnicas analgésicas deben complementarse con otras medidas tendentes a una recuperación clínica y movilización precoz. Antes de planificar el tratamiento, es esencial conocer las características clínicas y quirúrgicas, así como los posibles mecanismos generadores de dolor, buscando un tratamiento personalizado para cada paciente. La educación y la información preoperatoria son cruciales como medidas complementarias en el tratamiento del DP (9,80,81). El minucioso control de los signos indirectos de dolor, como la

taquicardia o la taquipnea, durante el posoperatorio inmediato en UCI, aun en pacientes intubados, puede reducir las necesidades de medicación analgésica y ansiolítica (80). Además, el inicio de la fisioterapia respiratoria precoz mejora la movilización, disminuye el componente de ansiedad en la percepción del dolor y acorta el tiempo de recuperación (9,80,81). Técnicas como la respiración diafragmática, el control de la espiración forzada y la tos eficaz con esenciales para evitar complicaciones respiratorias (14).

Los drenajes endotorácicos deben retirarse lo antes posible. Por su localización, provocan DP en la zona epigástrica y pleural por irritación directa de la serosa. Su mantenimiento hace necesario incrementar la analgesia, retrasando el inicio de la fisioterapia respiratoria y la recuperación física. Como consecuencia, puede aumentar el riesgo de complicaciones respiratorias y la estancia en UCI y hospitalaria.

Como resultado de este proyecto de Tesis doctoral, se elaboró y posteriormente se publicó una revisión narrativa (49) (*ANEXO 3*).

2 . HIPÓTESIS

La algometría mediante algómetro de presión podría ser empleada como una técnica inocua para cuantificar objetivamente el dolor posoperatorio tras cirugía cardíaca. Su utilización permitiría identificar el umbral doloroso antes de la intervención, discriminar aquellos pacientes con valores límites y cuantificar el dolor posoperatorio.

Un análisis posterior de los datos obtenidos, permitiría crear mapas topográficos de sensibilidad para determinar los puntos más dolorosos tras la cirugía y monitorizar los tratamientos para controlar el mismo, avanzando hacia un posible tratamiento individualizado y de precisión.

3 . OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

- Cuantificar de forma objetiva mediante algometría el dolor posoperatorio tras cirugía cardiaca.

3.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Determinar los factores demográficos y clínicos asociados a la presencia de dolor cuantificado mediante algometría, tanto pre como posoperatorio.
- Determinar la localización del dolor cuantificado mediante algometría y sus variaciones en el tiempo.
- Evaluar la relación entre el dolor cuantificado mediante algometría y el consumo posoperatorio de analgésicos.
- Evaluar la correlación entre medidas subjetivas (escalas cualitativas validadas) y objetivas (dolor a la presión mediante algometría), en el estudio del dolor posoperatorio tras cirugía cardiaca.
- Determinar las variaciones en el dolor cuantificado mediante algometría relacionadas con los factores modificables de la práctica clínica: el tipo de técnica de sutura esternal y la utilización de faja torácica.
- Determinar las variaciones en el dolor cuantificado mediante algometría relacionadas con el antecedente de infección preoperatoria por COVID-19.

4 . MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 DISEÑO Y PROTOCOLO DEL ESTUDIO

Se diseñó un estudio observacional, prospectivo y unicéntrico, en el que se incluyeron los pacientes con indicación de CCA en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid (HCUV), previa evaluación por el *Heart Team* de nuestro centro.

4.2 SELECCIÓN DE PACIENTES

4.2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se incluyeron aquellos pacientes mayores de 18 años que cumplían indicación para intervención en cirugía cardiaca de forma programada; durante un periodo de reclutamiento de 6 meses (desde enero a junio de 2021). Solo participaron los pacientes que habían recibido y comprendido la información oral y escrita de los objetivos y pruebas del estudio, tras la firma del formulario de consentimiento informado.

4.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Los criterios de exclusión fueron:

1. Pacientes menores de 18 años.
2. Cirugía urgente o emergente.
3. Incapacidad para la comprensión de los objetivos del estudio.
4. Alteraciones de la función cognitiva y/o dificultades idiomáticas que imposibilitaran la realización y/o comprensión del cuestionario y pruebas preoperatorias.

Una vez iniciado el estudio se excluyó a los pacientes con imposibilidad para colaborar activamente en las mediciones posoperatorias por encontrarse intubado y/o sedado, así como a los que revocasen el consentimiento inicial.

4.3 VARIABLES DEL ESTUDIO

Las variables sociodemográficas y clínicas, ecocardiográficas y analíticas preoperatorias e intraoperatorias y posoperatorias analizadas se detallan en las *TABLAS* 3 y 4, respectivamente.

Las variables posoperatorias analizadas se detallan en la *TABLA* 5.

VARIABLES CLÍNICAS PREOPERATORIAS	
CUALITATIVAS	CUANTITATIVAS
Sexo Clase funcional NYHA (I-IV) Hábitos tóxicos: fumador y/o bebedor. Hipertensión arterial Diabetes Mellitus Hipercolesterolemia Hipertrigliceridemia Insuficiencia renal Ictus previo. Infarto de miocardio previo. Trastornos del ánimo: ansiedad, depresión, Patología osteoarticular con alteración de movilidad. Otra patología que cursa con dolor crónico. Riesgo anestésico (ASA). Intervenciones previas. Toma crónica de analgésicos y/o ansiolíticos y/o neuromoduladores. Ritmo cardiaco basal.	Edad Peso (Kg.) Talla (cm.) Superficie corporal (m ²) Índice de masa corporal (IMC) Nº de vasos afectados (coronarios)
VARIABLES ECOCARDIOGRAFICAS CUANTITATIVAS	
Fracción de Eyección Ventricular Izquierda (FEVI) Presión de arteria pulmonar sistólica (PAPS) (mmHg) Área aórtica (cm ²) Área mitral (cm ²)	
PARÁMETROS ANALÍTICOS CUANTITATIVOS	
Hemoglobina (g/dl) Hematocrito (%) Proteínas totales (g/dl) Glucemia (g/dl) Creatinina (mg/dl) Proteína C reactiva (mg/dl) Velocidad de sedimentación globular. Leucograma (*10 ³ /µl) Subpoblaciones leucocitarias: neutrófilos, linfocitos.	

Tabla 3: Variables preoperatorias incluidas en el estudio. ASA: *American Society of Anesthesiologist*.

VARIABLES INTRAOPERATORIAS	
CUALITATIVAS	CUANTITATIVAS
Tipo de incisión: Esternotomía convencional Miniesternotomía, Tipo de cirugía: Valvular Coronaria Combinada. Válvula intervenida: Mitral Aórtica Mitroaórtica Mitrotricúspide. Tipo de prótesis implantada: biológica, mecánica. Uso de injertos: Safena Arteria mamaria izquierda y/o derecha. Tipo de cierre esternal: Alambres simples, dobles, <i>Robiseck</i>.	Nº de intervenciones quirúrgicas previas. Tiempo de circulación extracorpórea (min.) Tiempo de pinzamiento aórtico (min.) Nº de injertos coronarios Transfusión de hemoderivados (tipo y número) Riesgo quirúrgico (Anexo 4): <i>EuroSCORE</i> logístico (82) <i>EuroSCORE II</i> (83)

Tabla 4: Variables intraoperatorias recogidas en el estudio.

VARIABLES POSOPERATORIAS	
VARIABLES CUALITATIVAS	VARIABLES CUANTITATIVAS
Mortalidad. Reintervención. Infarto agudo de miocardio Arritmias cardíacas: fibrilación/flutter auricular, BAV Ictus Insuficiencia renal aguda Infección respiratoria Infección de herida quirúrgica Cuestionario Dolor Neuropático-4 (DN4) Cuestionario del Dolor de <i>McGill</i> (MPQ) Tratamiento analgésico utilizado: principio activo y dosis.	Tiempo en UCI (días) Tiempo en planta de hospitalización (días) Tiempo de intubación (horas) Algometría: umbrales de dolor (kilopascales)

Tabla 5: Variables posoperatorias recogidas en el estudio. BAV: bloqueo aurículo ventricular.

Definiciones.

- *Mortalidad operatoria* se define como aquella que ocurre dentro de los primeros 30 días tras la cirugía o durante la estancia hospitalaria, si el paciente no fue dado de alta antes de este tiempo.
- Se define como *cirugía urgente* aquella realizada dentro de las 24 horas posteriores al momento de la indicación diagnóstica y *programada o electiva* en los restantes casos.
- Se considera la existencia de un *infarto agudo de miocardio* cuando se produce un aumento de troponina por encima del percentil 99 de los valores de referencia del laboratorio, asociado a nueva onda Q en electrocardiograma y/o cambios en el segmento ST con síntomas ecocardiográficos de isquemia.
- Se diagnostica un *ictus posoperatorio* ante la evidencia de un evento sintomático (embólico, trombótico o hemorrágico) con correlato en neuroimagen avanzada con o sin afectación residual motora, sensitiva o déficit cognitivo.
- La *insuficiencia renal aguda posoperatoria* se diagnostica en función de los criterios definidos por la clasificación KDIGO (84).

4.4 EVALUACIÓN DEL DOLOR

Se efectuó una evaluación del dolor tanto subjetiva (mediante cuestionarios) como objetiva (mediante algometría de presión). Esta evaluación se limitó a los periodos preoperatorio y posoperatorio, tanto inmediato como a los 30 días de la intervención. Por tanto, se ha realizado únicamente una evaluación del DP agudo.

4.4.1 EVALUACIÓN OBJETIVA DEL DOLOR

La **evaluación objetiva** del dolor se realizó a través de algometría, mediante un

algómetro mecánico (*Pain Diagnosis and Treatment Inc., Great Neck, NY, USA*) con punta redonda de goma, de un centímetro cuadrado y un transductor de fuerza (*FIGURA 6*). La estimulación mediante presión, refleja la sensibilidad al dolor, tanto superficial como profunda, definiendo el umbral doloroso (UDP) como la intensidad mínima de presión a partir de la cual la sensación de presión pasa a ser una sensación dolorosa. La presión se aplicó perpendicularmente, en cada punto, a una velocidad de 1 kg/cm²/s. El algómetro se calibró con anterioridad a cada exploración.

El algómetro se colocó perpendicularmente al punto que se quería evaluar, ayudándose con el segundo y tercer dedo del evaluador, para sujetarlo y estabilizarlo (*FIGURA 7*). Se realizaron tres mediciones en cada uno de los puntos a estudiar y se calculó la media aritmética para obtener los UDP, convirtiéndose el valor en kPa para su análisis. Para evitar el efecto de sumación temporal, las tres tomas se separaron entre sí al menos 30 segundos. Además, con el fin de reducir errores y minimizar la variabilidad entre los dos evaluadores (BSM y AFM), se llevó a cabo un entrenamiento previo al inicio del estudio por un investigador experto en esta técnica.



Figura 7: Posición correcta de aplicación del algómetro en la evaluación preoperatoria.

Los puntos evaluados para cuantificar el DP en CCA son aquellos referidos comúnmente por los pacientes como de mayor intensidad dolorosa. El punto de mayor DP agudo es la propia esternotomía, seguida por la zona epigástrica (correspondiente a la zona de emergencia de los drenajes intratorácicos) y la espalda. Otros puntos dolorosos asociados a la cirugía se localizan en hombros y MMSS (por la posición quirúrgica y la utilización del separador esternal y de AMI, en los pacientes sometidos a RM) y los MMII (en caso de extracción de vena safena).

A partir de los resultados medidos en la algometría de cada punto estudiado, se realizó un mapa neurosensorial, que incluía los puntos referidos con mayor DP, con una distancia mínima de separación superior a 2 cm, para evitar interferencias en las medidas. Las mediciones se realizaron en las 22 *localizaciones* representadas en las *FIGURAS 8 y 9*:

- a) Lateral, a dos centímetros de la línea media esternal, en los puntos correspondientes a manubrio esternal y 2º, 4º y 6º arcos costales, de forma bilateral.
- b) En apéndice xifoides.
- c) En la espalda, a 2 cm de las apófisis espinosas en T4, T6, T8 y T10, de forma bilateral.
- d) En ambos carpos.
- e) En el caso de pacientes que precisaron safenectomía, se realizó una medición adicional en la zona de maléolo interno y en la meseta tibial ipsilateral a la zona de extracción quirúrgica de vena safena interna.

Por último, también fue necesario determinar el UDP en otros puntos del paciente que no hubieran sido previamente descritos como especialmente afectados por la sensación dolorosa relacionada con el procedimiento quirúrgico. La finalidad de identificar estos puntos viene determinada por la necesidad de excluir en los pacientes la aparición de un fenómeno

conocido como *Sensibilización Central (SC)*. La SC se define como “un estado de hiperexcitación del sistema nervioso central que compromete estructuras a nivel espinal y supra-espinal debido a una amplificación de las señales neuronales que involucra un complejo entramado sináptico y molecular”. Se trata, por tanto, de un fenómeno debido a la amplificación de la señal neural dentro del SNC, que desencadena hipersensibilidad al dolor (85). Estos puntos son los correspondientes a maléolo interno y a carpos, teniendo especial cuidado en no utilizar la mano dominante del paciente para evitar lesiones (*FIGURA 9*).

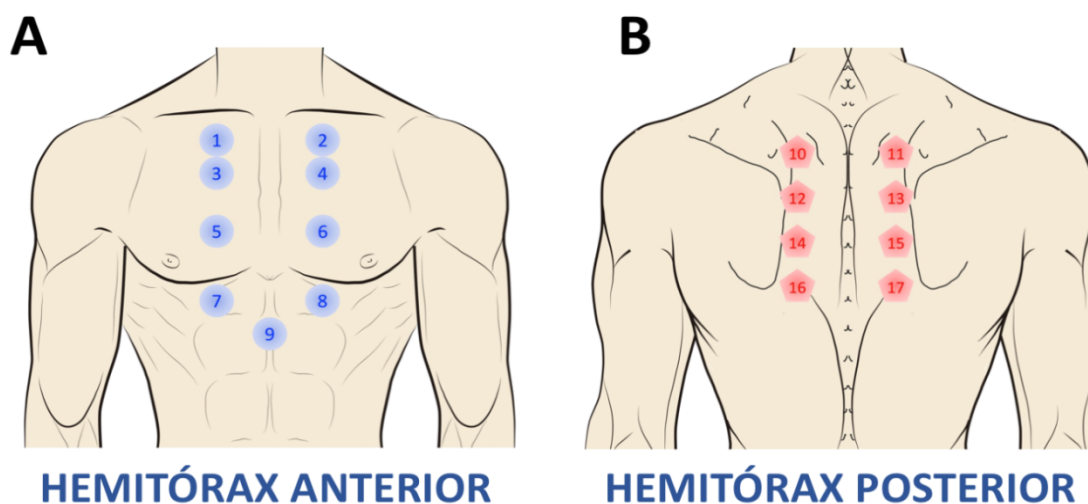


Figura 8: Puntos y orden evaluados en la algometría pre y posoperatoria. **A. Hemitórax anterior:** 1: manubrio esternal derecho; 2: manubrio esternal izquierdo; 3: 2º arco costal izquierdo; 4: 2º arco costal derecho; 5: 4º arco costal izquierdo; 6: 4º arco costal derecho; 7: 6º arco costal izquierdo; 8: 6º arco costal derecho; 9: apéndice xifoides. **B. Hemitórax posterior:** 10: apófisis espinosas de T4 izquierdo; 11: apófisis espinosas de T4 derecho; 12: apófisis espinosas de T6 izquierdo; 13: apófisis espinosas de T6 derecho; 14: apófisis espinosas de T8 izquierdo; 15: apófisis espinosas de T8 derecho; 16: apófisis espinosas de T10 izquierdo; 17: apófisis espinosas de T10 derecho. La figura se realizó por parte de la autora con el programa *Adobe Photoshop*.

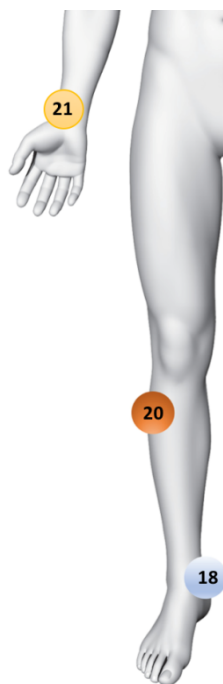


Figura 9: Puntos y orden evaluados en la algometría pre y posoperatoria de extremidades inferiores y superiores: 18: maléolo interno derecho; (19: maléolo interno izquierdo); 20: meseta tibial; 21: carpo derecho; (22: carpo izquierdo). La figura se realizó por parte de la autora con el programa *Adobe Photoshop*.

4.4.2 EVALUACIÓN SUBJETIVA DEL DOLOR

Para la **evaluación subjetiva** del dolor se utilizaron cinco cuestionarios, tanto unidimensionales (Escala Visual Numérica) (*ANEXO 1*), como multidimensionales (*EQ-5D*, *BPI-SF*, *DN4*, *MPQ*,) (*ANEXO 2*).

- La *Escala Verbal Numérica (EVN)* permite asignar un valor del 0 al 10 según la intensidad del dolor, siendo el 0 ausencia de dolor y el 10 la máxima intensidad imaginable. Se considera la mejor escala por ser práctica y fiable, permitiendo transportar los valores de la escala haciendo posible la cuantificación del dolor, la elaboración de diagramas y el análisis estadístico (38,39).

Se utilizaron, además, cuatro escalas multidimensionales:

- El *EuroQol-5D (EQ-5D)* es un cuestionario estandarizado, sencillo y genérico que identifica aquellos pacientes con mayor predisposición subjetiva para el dolor (de

acuerdo con las características de su historia clínica, cuidado personal, intensidad de dolor preoperatorio, ansiedad/depresión, movilidad y actividades de la vida diaria) (86). Se trata de un cuestionario sencillo de responder y con poca carga cognitiva, cuyo uso se ha generalizado en todo el mundo, está disponible en más de 170 idiomas, incluidas varias versiones en español (87).

- El *Brief Pain Inventory Short Form (BPI-SF)* es un cuestionario sencillo y rápido, inicialmente desarrollado en inglés para la valoración del dolor y del tratamiento analgésico en pacientes oncológicos (88,89). Posteriormente, ha sido validado para la evaluación del dolor no oncológico, y en otros idiomas (90), entre ellos el español (89).
- El cuestionario del *Dolor Neuropático-4 (DN4)* empleado para la identificación del DP neuropático, utilizando 10 ítems que cuantifican las características del DP. Una puntuación mayor o igual a 4, indica la existencia de dolor de tipo neuropático (44).
- El *cuestionario de Dolor de McGill (MPQ)*, es un test que orienta sobre la intensidad y características del DP según la puntuación obtenida: sensorial (1-10 puntos), afectivo (11-15 puntos), evaluativo (16 puntos) y misceláneo (17-20 puntos) para especificar la percepción subjetiva del dolor. También contiene una escala de intensidad (del 1 al 5) y otros ítems para determinar las propiedades de la experiencia dolorosa (46).

En la evaluación subjetiva del dolor preoperatorio se aplicaron los cuestionarios *BPI-SF* (incluyendo el cuestionario EVN) y *EQ-5D*, en la evaluación del DP agudo se utilizaron los cuestionarios *DN4* y *MPQ* y en la evaluación del dolor a los 30 días de la intervención se volvieron a emplear los cuestionarios *BPI-SF* (incluyendo el cuestionario EVN) y *EQ-5D*.

4.4.3 EVALUACIÓN DEL DOLOR PREOPERATORIO

La evaluación del dolor en el preoperatorio (*FIGURA 10*) se realizó el día previo a la

cirugía, según muestra el *ANEXO 5*, tras recibir la información precisa para la inclusión en el estudio por parte del equipo quirúrgico y de enfermería y haber firmado el consentimiento. Se hizo el día antes con el fin de reducir la ansiedad y nerviosismo motivado por la inmediatez de la intervención.

La valoración subjetiva se realizó a través del cuestionario *BPI-SF* (incluyendo el cuestionario EVN) y el cuestionario *EQ-5D*. La algometría se realizó en las localizaciones previamente descritas (*FIGURAS 8 y 9*) perpendicularmente al punto que se quiere evaluar, (*FIGURA 7*), y se consideraron medidas estándar para determinar la *SC* las obtenidas en maléolo interno y carpo de la mano dominante.

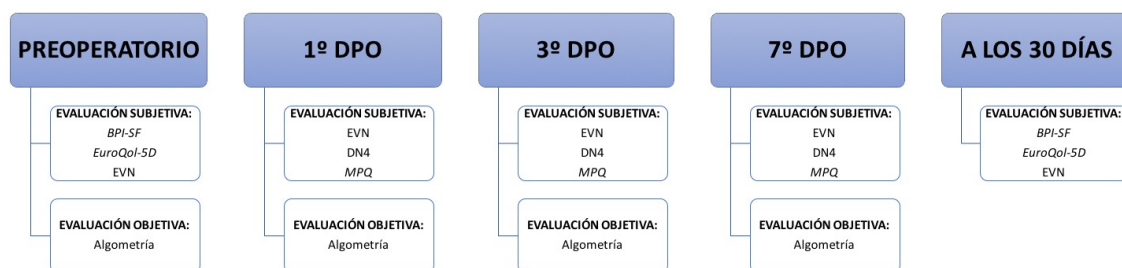


Figura 10: Cronograma de las evaluaciones preoperatorias y posoperatorias del estudio. *BPI-SF*: *Brief Pain Inventory-Short Form*. EVN: Escala Verbal Numérica. DN4: Cuestionario del dolor Neuropático en 4 preguntas. MPQ: Cuestionario del dolor de *McGill*. DPO: día posoperatorio.

4.4.4 EVALUACIÓN DEL DOLOR POSOPERATORIO

La medición del dolor en el posoperatorio inmediato (*FIGURA 10*) se realizó los días 1º, 3º y 7º, siempre y cuando el paciente estuviera consciente y extubado, según el modelo adjuntado en el *ANEXO 6*. En esta determinación se realizó la EVN y los cuestionarios DN4 y MPQ valorando el tipo, localización y características del dolor. La algometría se realizó en los puntos previamente expuestos (*FIGURAS 8 y 9*). Además, se recogió información acerca de la medicación analgésica empleada: principio activo, dosis y vía de administración en los días primero, tercero y séptimo del posoperatorio. La exploración se realizó al menos 30 minutos

después de la última dosis de analgesia.

A los 30 días de la intervención quirúrgica, la evaluación del dolor se realizó mediante aplicación de los cuestionarios *BPI-SF*, y *EQ-5D*, bien directamente en la consulta posoperatoria o bien a través de encuesta telefónica (*ANEXO 5*).

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó la recogida prospectiva de la información de todas las variables incluidas en el estudio en una base de datos específicamente diseñada para el mismo con acceso restringido mediante claves y con codificación de los datos personales sensibles. El análisis estadístico se realizó con el programa *IBM SPSS Statistics* para Windows, versión 25.0 lanzada en 2013 por *IBM Corp* en Estados Unidos. Las variables continuas se expresaron como media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartílico) [RIC], en caso de distribución no normal. La normalidad de cada variable se determinó mediante la prueba de *Kolmogorov-Smirnov*. Las variables categóricas se expresaron en forma de valores absolutos y porcentajes.

Para responder al objetivo principal del estudio, que es investigar los cambios en el dolor por sensibilidad a la presión antes y después de la intervención quirúrgica y determinar si dichas alteraciones son heterogéneas mediante la construcción de mapas topográficos del dolor, se efectuó un análisis multivariante de covarianza de medidas repetidas (MANCOVA) utilizando un modelo de efectos mixtos que incluye el tiempo (línea de base, uno, tres y siete días del posoperatorio) y los 17 puntos explorados en cada sujeto como *variables intrasujeto* y el sexo y la edad como *covariables*, comparando los cambios en el umbral doloroso a la presión (UDP) en el tórax tras la cirugía.

Se efectuó un segundo análisis MANCOVA utilizando modelos de efectos mixtos con el tiempo (línea de base, uno, tres y siete días posoperatorios) y el lado del tórax (derecho o izquierdo) como *variables intrasujetos*, y el sexo y la edad como covariables, para comparar

cambios en UDP en áreas distantes libres de dolor (carpo y maléolo). De este modo, las variables preoperatorias se incluyeron como covariables en los análisis principales. Finalmente, se efectuaron las correcciones en las pruebas de comparaciones múltiples mediante una estrategia de *False Discovery Rate (FDR)*. Los análisis post hoc, para ajustar el nivel de significación de las comparaciones múltiples, se realizaron con la corrección de *Bonferroni*.

Con la finalidad de analizar si sensibilidad al dolor por presión después de una cirugía cardíaca se asociaba con la intensidad del dolor posoperatorio, se efectuó un análisis MANCOVA para evaluar los cambios en la intensidad del dolor posoperatorio. Además, se realizaron pruebas de correlación de Pearson para identificar la asociación entre la intensidad del dolor posoperatorio y los UDP en cada seguimiento en los días uno, tres y siete del posoperatorio.

Elaboración de mapas topográficos de sensibilidad al dolor por presión.

Con fines gráficos, y para desarrollar mapas topográficos de sensibilidad al dolor, en cada uno de los días del seguimiento posoperatorio, se procedió a la interpolación de la *Distancia Inversa Ponderada (IDW)* de la media de los UDP de cada uno de los puntos torácicos analizados. La IDW implica el cálculo de los UDP de ubicaciones desconocidas a partir de las medias del conjunto de valores y ubicaciones de UDP conocidos (91).

Evaluación del dolor posoperatorio subjetivo y objetivo en función del uso de faja torácica.

Con la finalidad de excluir un sesgo de selección en los UDP debidos al sexo y la edad en la evaluación de las variaciones en los UDP a lo largo del posoperatorio en función del uso de faja torácica, se realizó un apareamiento de muestras en función de edad y sexo (*Propensity Score Matching*), obteniendo una subpoblación de 9 pacientes sobre los que se realizó un

subsecuente análisis ANCOVA para evaluar los cambios en la percepción del dolor, tanto objetivo (estimación mediante algometría) como subjetivo (estimación mediante EVN (0-10)], relacionados con el hecho de ser portador o no de faja torácica durante el posoperatorio.

Análisis estadísticos de los test subjetivos para evaluación de dolor.

Para evaluar la modificación en la percepción dolorosa mediante test subjetivos se realizó análisis multivariante mediante modelos de efectos mixtos. Se incluyeron también las correcciones por comparaciones múltiples siguiendo una estrategia *False Discovery Rate* (FDR). El estudio se concreta en dos tipos de modelos, que coincidirán en gran número de ocasiones. Por una parte, se priorizó analizar el efecto de las covariables que componen el modelo sobre realizar la mejor predicción de la variable dependiente (modelo estimativo). Por otra parte, se priorizó la mejor predicción posible sobre el efecto individual de las covariables (modelo predictivo); esto es, menor valor de criterio de información de Akaike (AIC).

4.6 ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

El tamaño muestral del presente estudio se calculó en función del objetivo principal del mismo (investigar los cambios en el dolor por sensibilidad a la presión antes y después de la intervención quirúrgica) con un poder estadístico del 80% y un nivel de significación $\alpha = 0,05$. En el análisis preliminar de 6 pacientes, se observó una variación de UDP pre y posoperatorio de 0,46. Por tanto, el mínimo tamaño muestral requerido fue de 42 pacientes. Con la finalidad de reducir las pérdidas en el seguimiento, derivadas de las altas hospitalarias de los pacientes que no permanecían ingresados al séptimo día del posoperatorio, se decidió incrementar el número de pacientes reclutados hasta 82.

4.7 ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES

Los procedimientos para la ejecución de este estudio siguieron los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos de la Declaración de Helsinki, adoptada por la 18ª Asamblea General de la Asociación Médica Mundial (Rickham *et al*, *World Medical Association*, 1964) (92), y revisada por última vez en la 64ª Asamblea General de la misma asociación en Fortaleza, Brasil (*World Medical Association*, 2013) (93).

El estudio se realizó de acuerdo con las directrices para la comunicación de estudios observacionales según la guía STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) (94).

Adicionalmente, el Comité de Ética e Investigación Clínica del HCUV sometió a evaluación y aprobó el diseño del estudio, antes de su puesta en marcha (PI 19-1493) (*ANEXO 7*). Antes de ser incluidos en el estudio, todos los pacientes fueron informados sobre los procedimientos y la finalidad del mismo, haciendo especial mención a que el diseño no modificaría los parámetros de la práctica clínica habitual. Todos los pacientes tuvieron la oportunidad de aclarar sus dudas y se les informó sobre su derecho a retirarse del estudio en cualquier momento, otorgando libremente su consentimiento por escrito (*ANEXO 8*).

Se realizó la recogida prospectiva de la información de todas las variables incluidas en el estudio en una base de datos específicamente diseñada para el mismo con acceso restringido mediante claves y con codificación de los datos personales sensibles.

5 . RESULTADOS: EVALUACIÓN DEL DOLOR AGUDO POSOPERATORIO

Los resultados de este bloque han sido publicados (95). Se incluye el artículo en el *ANEXO 9*.

Se incluyeron 82 pacientes consecutivos intervenidos de CCA en nuestro centro, entre los meses de enero a junio de 2021. Tras la inclusión inicial, once pacientes fueron excluidos por intubación prolongada o sedación en el primer día posoperatorio y un paciente rechazó continuar con el estudio. Los datos finalmente analizados corresponden a 70 pacientes (*FIGURA 11*).

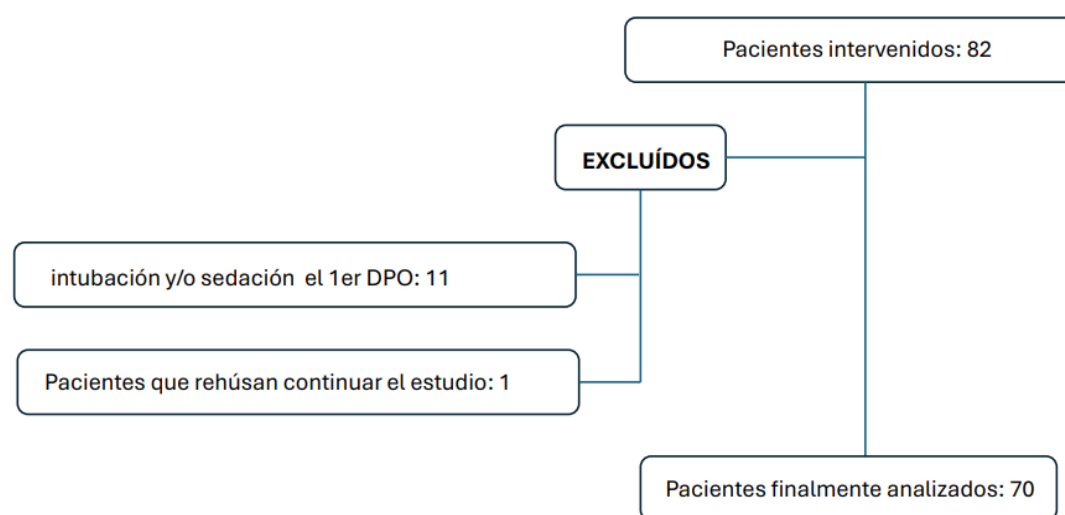


Figura 11. Diagrama de flujo del estudio. DPO: día de posoperatorio.

5.1 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y DEMOGRÁFICAS

Se analizaron los datos de 70 pacientes, de los cuales el 41,4% (n=29) fueron mujeres, con una edad media de 67,5 años (rango 26-85 años). El resto de las variables de interés recogidas en el estudio se detallan en la *TABLA 6*.

CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	N (%)
Tabaquismo	4 (5,7)
Hipertensión arterial	35 (50)
Diabetes Mellitus	16 (22,9)
Dislipemia	35 (50)
Asma	3 (4,3)
Infección por COVID-19 seis meses previos a la cirugía	6 (8,6)
Ictus previo	3 (4,3)
Cardiopatía isquémica	18 (25,7)
Insuficiencia renal	6 (8,6)
Ansiedad	10 (14,3)
Depresión	8 (11,4)
Cefalea	3 (4,3)

Tabla 6: Características clínicas de los pacientes.

A excepción de un paciente, todas las cirugías fueron primeras intervenciones, realizándose esternotomía completa en el 90% de los pacientes. En el resto (7 pacientes) se realizó miniesternotomía anterior derecha, para realizar un reemplazo valvular aórtico aislado. Los procedimientos quirúrgicos realizados se detallan en la *TABLA 7*.

TIPO DE INTERVENCIÓN	n (%)	Tiempo CEC (min) Media (DE)	Pinzamiento aórtico (min) Media (DE)
Sustitución y/o reparación valvular:			
- Aislada			
- 2 válvulas	36 (51,4)	113,2 (36,5)	86,6 (29,6)
- 3 válvulas			
RM	20 (28,6)	88,1 (35,5)	58,6 (20,8)
Cirugía Combinada:			
- 1 válvula + RM	6 (8,6)	141,8 (51,6)	113 (51,3)
- 2 válvulas + RM			
Bentall y Bono	4 (5,7)	124,5 (23,7)	101 (18,9)
Sustitución de aorta ascendente	2 (2,9)	125,5 (28,7)	85 (34)
Resección de tumores intracardiacos	1 (1,4)	89 (0)	53 (0)
Congénita + cirugía valvular	1 (1,4)	127 (0)	65 (0)

Tabla 7: Tipos de procedimientos quirúrgicos realizados con los tiempos de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico. CEC: circulación extracorpórea. RM: revascularización miocárdica.

Pauta de tratamiento analgésico durante el posoperatorio.

No se utilizó analgesia preoperatoria en ningún paciente. El tratamiento del dolor posoperatorio se efectuó con una pauta constante con paracetamol, complementada con otros analgésicos, en función de las necesidades de cada paciente, según se detalla en la *TABLA 8*.

FÁRMACO (DOSIS)	1º DPO n (%)		3º DPO n (%)		7º DPO n (%)	
Vía administración	IV	VO	IV	VO	IV	VO
Paracetamol (1g/8hr)	70 (100)	0 (0)	43 (61,4)	26 (37,1)	6 (8,6)	46 (65,7)
Dexketoprofeno (50mg/8hr)	62 (88,6)	0 (0)	18 (25,7)	0 (0)	4 (5,7)	0 (0)
Tramadol (50mg/8hr)	4 (5,7)	4 (5,7)	2 (2,9)	41 (58,6)	1 (1,4)	19 (27,1)
Morfina (3mg/8hr)	16 (22,9)	0 (0)	2 (2,9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Naproxeno (400mg/12h)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1,4)	0 (0)	2 (2,9)

Tabla 8: Tratamiento analgésico posoperatorio. DPO: día posoperatorio. IV: intravenoso. VO: vía oral.

Durante el primer DPO, todos los pacientes recibieron analgesia intravenosa con paracetamol 1 g/8 h, asociado a dexketoprofeno (50 mg/8 h) en el 88,6% de los pacientes o tramadol (50 mg/8 h) en el 11,4%. Otros 16 pacientes requirieron tratamiento con morfina (compuesto: hidrocloreuro de morfina; 3 mg/8 h). Durante el tercer DPO, el 98,6% de los pacientes continuaron recibiendo la misma dosis de paracetamol (61,4% intravenoso en el 61,4% de los pacientes) junto con tramadol (43 pacientes) o dexketoprofeno (18 pacientes). Un único paciente precisó la administración de naproxeno oral. En el séptimo DPO se administró paracetamol a 52 pacientes, junto con tramadol o dexketoprofeno. Dos pacientes precisaron analgesia con naproxeno (*FIGURA 12*).

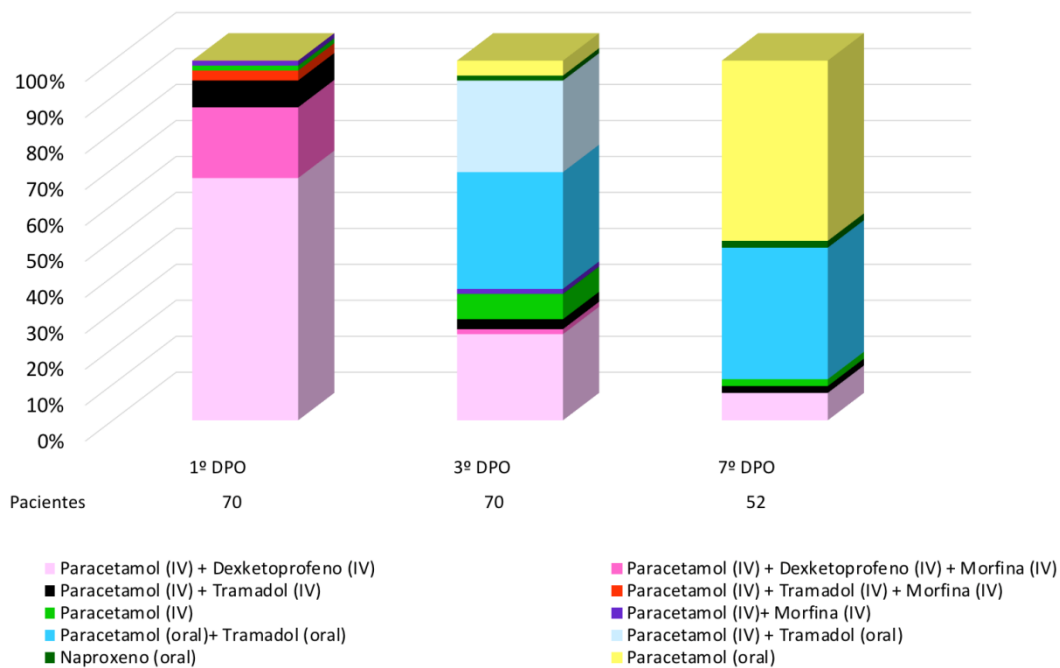


Figura 12: Representación gráfica del tratamiento analgésico y vía de administración durante el posoperatorio. DPO: día posoperatorio.

Durante el seguimiento posoperatorio, tres pacientes presentaron complicaciones cardiovasculares (1 infarto agudo de miocardio) o respiratorias (1 neumonía y 1 neumotórax). En ninguno de los pacientes mencionados se apreció incremento del DP ni de los requerimientos analgésicos.

5.2 DOLOR POSOPERATORIO AGUDO MEDIDO POR ALGOMETRÍA: UMBRALES DOLOROSOS A LA PRESIÓN.

La evaluación cuantitativa del dolor se realizó mediante un algómetro de punta de goma redonda, el día previo a la intervención y durante los días 1º, 3º y 7º día posoperatorio, de acuerdo con el protocolo recogido en el *ANEXO 6*.

A continuación, se describen los resultados más relevantes. Se han elaborado para su mejor comprensión tablas (todas ellas recogidas a continuación), mapas topográficos (también

recogidos a continuación) y gráficos que muestran la evolución en cada punto (la mayoría de ellos presentes en los anexos).

En la evaluación preoperatoria, los UDP fueron menores en mujeres y en pacientes con edad superior a los 65 años. En la evaluación posoperatoria, el modelo de análisis mixto MANCOVA demostró que existía una variación significativa de los UDP a lo largo del tiempo ($F = 81,104$, $p < 0,001$), así como una influencia significativa del sexo ($F = 30,102$, $p < 0,001$) y la edad ($F = 2,386$, $p = 0,015$), sin observarse ninguna otra interacción significativa.

Los análisis *post hoc* mostraron que:

- 1) La intensidad del dolor posoperatorio disminuyó de 6,4 (DE 1,0) en el primer DPO a 5,5 (DE 1,9) en el tercer DPO y a 4,5 (DE 1,7) en el séptimo DPO ($p < 0,001$).
- 2) Los UDP posoperatorios más bajos se apreciaron durante el 1ºDPO ($p < 0,001$) y se incrementaron ligeramente en el 3º ($p < 0,001$) y 7º días posoperatorios ($p = 0,01$), pero sin recuperar los valores basales (TABLA 9).

PUNTOS	PREOPERATORIO Media (DE)	1ºDPO Media (DE)	3º DPO Media (DE)	7ºDPO Media (DE)
1	5,4 (1,6)	2,5 (0,5)	3,0 (0,6)	3,6 (0,8)
2	5,4 (1,8)	2,5 (0,4)	3,0 (0,6)	3,8 (0,6)
3	5,3 (1,7)	2,4 (0,4)	3,0 (0,5)	3,5 (0,7)
4	5,4 (1,7)	2,5 (0,5)	3,1 (0,6)	3,8 (0,7)
5	5,4 (1,6)	2,5 (0,7)	2,9 (0,5)	3,7 (0,9)
6	5,4 (1,7)	2,5 (0,4)	3,1 (0,6)	3,8 (0,7)
7	5,4 (1,7)	2,5 (0,4)	3,1 (0,6)	3,7 (0,7)
8	5,5 (1,7)	2,5 (0,5)	3,2 (0,7)	3,8 (0,7)
9	5,1 (1,8)	1,7 (0,3)	2,2 (0,5)	2,8 (0,5)
10	7,0 (1,8)	4,3 (0,9)	5,2 (1,7)	5,9 (1,4)
11	6,8 (1,8)	4,2 (1,0)	4,9 (1,5)	5,6 (1,4)
12	7,0 (1,8)	4,4 (1,0)	5,1 (1,5)	5,9 (1,4)
13	7,0 (1,7)	4,2 (0,9)	5,0 (1,4)	5,7 (1,4)
14	7,1 (1,9)	4,4 (0,9)	5,2 (1,5)	6,0 (1,4)
15	7,1 (1,8)	4,3 (0,9)	5,1 (1,4)	5,7 (1,4)
16	7,2 (1,8)	4,4 (1,0)	5,3 (1,4)	6,1 (1,4)
17	7,1 (1,8)	4,4 (0,9)	5,2 (1,5)	5,9 (1,4)

Tabla 9: Media (desviación estándar) de los umbrales dolorosos (expresados en Pa) en el tórax y región dorsal. **(1)** Manubrio derecho; **(2)** Manubrio izquierdo; **(3)** 2º arco costal derecho; **(4)** 2º arco costal izquierdo; **(5)** 4º arco costal derecho; **(6)** 4º arco costal izquierdo; **(7)** 6º arco costal derecho; **(8)** 6º arco costal izquierdo; **(9)** apéndice xifoides; **(10)** Apófisis espinosa de T4 izquierdo; **(11)** Apófisis espinosa de T4 derecho; **(12)** Apófisis espinosa de T6 izquierdo; **(13)** Apófisis espinosa de T6 derecho; **(14)** Apófisis espinosa de T8 izquierdo; **(15)** Apófisis espinosa de T8 derecho; **(16)** Apófisis espinosa de T10 izquierdo; **(17)** Apófisis espinosa de T10 derecho. DPO: día de posoperatorio.

- 3) Al analizar la localización del dolor, se observó que el apéndice xifoides presentó los UDP posoperatorios más bajos a lo largo de todo el seguimiento, sin diferencias significativas al comparar los resultados en los pacientes sometidos a esternotomía completa vs. miniesternotomía (*TABLA 9*) y (*FIGURA 13*).

- 4) Los UDP posoperatorios fueron más bajos en los puntos explorados en la pared torácica anterior que en la posterior.
- 5) Las mujeres presentaron UDP más bajos que los hombres, en todos los puntos y durante todo el seguimiento.
- 6) Los pacientes mayores tuvieron UDP posoperatorios más bajos en comparación con los pacientes más jóvenes después de la cirugía cardíaca, sin observarse diferencias significativas entre la esternotomía completa y el acceso mediante miniesternotomía anterior derecha en ninguno de los UDP analizados a lo largo del tiempo (*TABLA 10*).

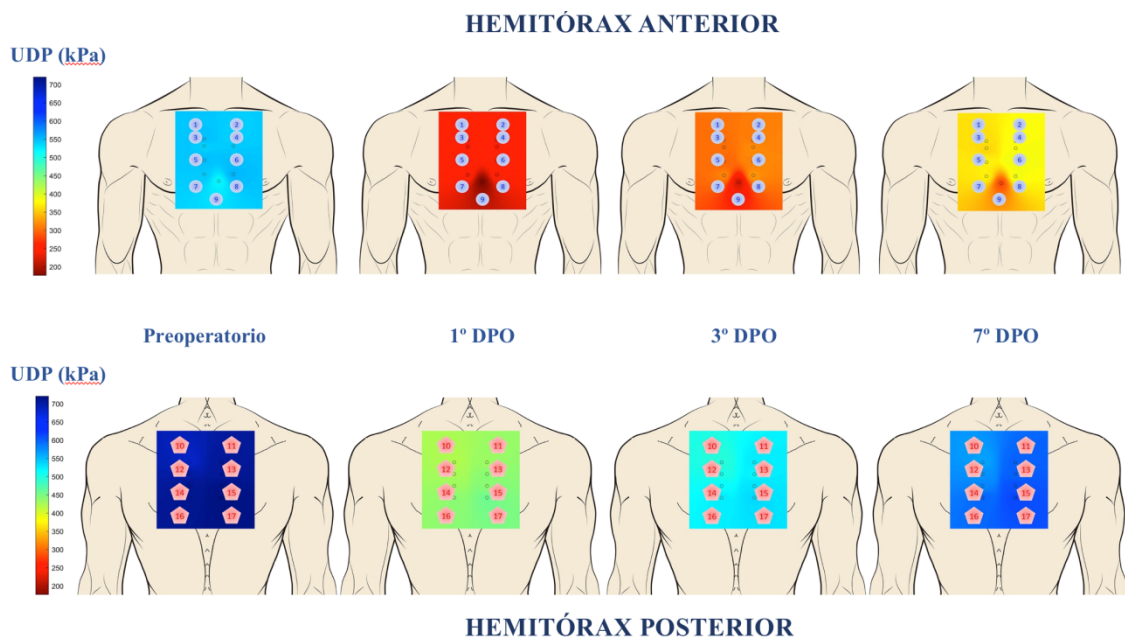


Figura 13. Mapa topográfico de los UDP a la presión en el preoperatorio y el posoperatorio en los puntos explorados en el tórax.

PUNTOS	PREOPERATORIO Media (DE)		1ºDPO Media (DE)		3º DPO Media (DE)		7º DPO Media (DE)	
	EC	ME	EC	ME	EC	ME	EC	ME
1	5,1 (1,4)	5,4 (1,8)	2,5 (0,6)	2,6 (0,9)	2,9 (0,7)	2,9 (0,9)	3,5 (0,9)	3,4 (0,8)
2	5,0 (1,6)	5,7 (2,0)	2,5 (0,5)	2,5 (0,8)	3,0 (0,6)	3,2 (1,0)	3,8 (0,6)	3,5 (0,8)
3	5,4 (1,7)	6,1 (2,5)	2,4 (0,5)	2,5 (1,0)	3,0 (0,7)	3,0 (0,9)	3,7 (0,8)	3,1 (0,9)
4	5,4 (1,8)	6,4 (2,5)	2,5 (0,5)	2,7 (0,7)	3,2 (0,6)	3,2 (0,9)	3,9 (0,7)	3,5 (0,8)
5	5,2 (1,5)	5,4 (1,9)	2,6 (0,9)	2,5 (1,1)	3,0 (0,7)	2,7 (1,0)	3,7 (0,9)	3,3 (1,1)
6	5,8 (1,5)	6,0 (2,1)	2,5 (0,8)	2,5 (0,5)	3,1 (0,6)	3,1 (0,9)	3,9 (0,6)	3,4 (0,9)
7	5,4 (1,7)	6,3 (2,5)	2,5 (0,5)	2,4 (0,6)	3,1 (0,7)	3,1 (0,9)	3,8 (0,8)	3,3 (0,8)
8	5,5 (1,9)	6,6 (2,3)	2,6 (0,5)	2,8 (0,8)	3,2 (0,6)	3,3 (0,7)	3,9 (0,8)	3,3 (0,9)
9	4,8 (1,6)	5,2 (2,1)	1,7 (0,3)	1,6 (0,2)	2,1 (0,5)	2,2 (0,2)	2,8 (0,6)	2,6 (0,7)
10	6,5 (1,9)	8,1 (1,9)	4,3 (1,0)	4,6 (0,9)	5,9 (1,6)	5,0 (1,1)	5,8 (1,5)	5,2 (0,4)
11	6,4 (1,7)	7,7 (2,)	4,2 (1,0)	4,7 (1,2)	4,7 (1,3)	5,1 (1,2)	5,6 (1,5)	5,0 (0,7)
12	6,6 (1,9)	8,1 (1,8)	4,4 (1,1)	4,7 (0,9)	4,9 (1,4)	5,1 (1,0)	5,9 (1,5)	4,9 (0,6)
13	6,6 (1,8)	7,8 (1,9)	4,3 (1,0)	4,7 (1,1)	4,7 (1,4)	5,2 (1,0)	5,7 (1,4)	5,1 (0,9)
14	6,7 (2,0)	7,9 (1,9)	4,4 (1,0)	4,8 (1,0)	5,1 (1,4)	5,3 (0,9)	6,1 (1,5)	5,1 (0,7)
15	6,7 (1,8)	7,9 (1,9)	4,3 (1,0)	4,6 (1,0)	4,9 (1,3)	5,3 (1,0)	5,8 (1,4)	5,0 (0,8)
16	6,8 (1,9)	8,2 (2,0)	4,4 (1,1)	4,7 (1,0)	5,1 (1,4)	5,3 (0,9)	6,1 (1,5)	5,2 (0,7)
17	6,7 (1,8)	7,9 (2,0)	4,4 (1,0)	4,7 (0,9)	4,9 (1,4)	5,5(1,0)	5,9 (1,4)	5,2 (0,6)

Tabla 10: Media (desviación estándar) de los umbrales dolorosos (expresados en Pa) en el tórax y región dorsal. **(1)** Manubrio derecho; **(2)** Manubrio izquierdo; **(3)** 2º arco costal derecho; **(4)** 2º arco costal izquierdo; **(5)** 4º arco costal derecho; **(6)** 4º arco costal izquierdo; **(7)** 6º arco costal derecho; **(8)** 6º arco costal izquierdo; **(9)** apéndice xifoides; **(10)** Apófisis espinosa de T4 izquierdo; **(11)** Apófisis espinosa de T4 derecho; **(12)** Apófisis espinosa de T6 izquierdo; **(13)** Apófisis espinosa de T6 derecho; **(14)** Apófisis espinosa de T8 izquierdo; **(15)** Apófisis espinosa de T8 derecho; **(16)** Apófisis espinosa de T10 izquierdo; **(17)** Apófisis espinosa de T10 derecho. EC: esternotomía media completa. ME: miniesternotomía anterior. DPO: día de posoperatorio.

El segundo análisis MANCOVA, utilizando modelos de efectos mixtos con el tiempo y el lado del tórax (derecho o izquierdo) como *variables intrasujetos*, y el sexo y la edad como covariables, para comparar cambios en UDP en áreas distantes libres de dolor (carpo y maléolo), identificó un efecto significativo del tiempo pero no del lado, para ambas áreas distantes libres de dolor: en el carpo (*tiempo*: $F=8,256$, $p<0,001$; *lado*: $F=0,678$, $p=0,411$) y el maléolo interno (*tiempo*: $F= 11,313$, $p<0,001$; *lado*: $F= 0,094$, $p=0,759$). Además, el análisis de las zonas distales (carpos y maléolos), mostró una disminución estadísticamente significativa en los UDP principalmente durante el 1° DPO ($p<0,001$), con un incremento al tercero ($p=0,001$) y al séptimo ($p=0,03$) días del posoperatorio (tabla 11). Existe un efecto significativo del sexo, pero no de la edad en los UDP medidos en el carpo (*sexo*: $F: 6,814$, $p: 0,01$; *edad*: $F: 0,703$, $p: 0,450$) y en el maléolo interno (*sexo*: $F: 8,814$, $p: 0,004$; *edad*: $F: 1,400$, $p: 0,241$). Las mujeres presentaron menores UDP que los hombres en todos los seguimientos.

PUNTOS	PREOPERATORIO Media (DE)	1°DPO Media (DE)	3° DPO Media (DE)	7°DPO Media (DE)
Carpo derecho	6,6 (1,8)	3,4 (1,0)	4,3 (1,3)	4,9 (1,2)
Carpo izquierdo	6,6 (1,9)	3,6 (1,2)	4,5 (1,3)	5,0 (1,2)
Maleolo interno der.	6,9 (1,9)	4,8 (1,6)	5,2 (1,6)	5,4 (1,5)
Maleolo interno izq.	6,91 (0,9)	4,9 (1,6)	5,3 (1,7)	5,4 (1,6)

Tabla 11: Media (desviación estándar) de los umbrales dolorosos (expresados en Pa) en los puntos distales. MI: maléolo interno. DPO: día posoperatorio. Der: derecho. Izq; izquierdo.

El análisis MANCOVA de medidas repetidas, para analizar si la sensibilidad al dolor por presión después de una cirugía cardíaca se asocia con la intensidad del dolor posoperatorio, mostró un cambio en la intensidad del DP en función de la evolución temporal ($F = 66,124$, $p < 0,001$): el DP disminuyó de $6,4 \pm 1,0$ el 1°DPO, a $5,5 \pm 1,9$ el 3°DPO ($p = 0,01$) y a $4,5 \pm 1,7$ al

7ºDPO ($p < 0,001$). Sin embargo, no se observó una variación estadísticamente significativa en función del sexo ($F = 1,739$, $p=0,193$). Se observó una correlación negativa significativa entre la intensidad del DP en cada momento y los UDP en los puntos del tórax (todos, $p < 0,01$), pero no con los UDP en áreas distales (carpo y maléolo): primer ($-0,399 < r < -0,235$); tercer ($-0,589 < r < -0,323$); y séptimo ($-0,513 < r < -0,302$) días posoperatorios. Por tanto, cuanto mayor fue la intensidad del dolor posoperatorio, menor fue el UDP en el tórax, es decir, mayor fue la sensibilidad a la presión.

Además, hemos analizado la posible influencia de la duración de la CEC en los UDP de los diferentes procedimientos quirúrgicos, excluyendo la existencia de diferencias significativas en la percepción objetiva del dolor por parte de los pacientes que pueda relacionarse con a la respuesta inflamatoria asociada a la CEC. Tampoco se encontraron diferencias entre el resto de variables intraoperatorias ni posoperatorias incluidas en el estudio (*TABLAS 3, 4 y 5*).

En conclusión, el análisis objetivo del dolor posoperatorio mediante algometría mostró:

- a.** Una disminución generalizada de los UDP tras la cirugía cardíaca en todos los puntos analizados. Los UDP fueron menores en el primer DPO, incrementándose a lo largo de la evolución posoperatoria, pero sin llegar a igualarse con la línea de base preoperatoria.
- b.** Los UDP fueron significativamente menores en todos los puntos y a lo largo de toda la evolución posoperatoria en pacientes de sexo femenino ($p < 0,001$) (*TABLA 12*) (Resto de puntos incluidos en el *ANEXO 10*) (figura 14). (Resto de puntos incluidos en el *ANEXO 11*).
- c.** El aumento de los UDP a lo largo de las determinaciones en el posoperatorio fue menor en mujeres que en hombres, pero sin observarse una diferencia significativa.

- d.** A partir del 7º día posoperatorio, se apreció en los hombres un incremento significativo de los valores de los UDP en la algometría, que no se observó en mujeres.
- e.** Se apreció una influencia de la edad en la sensibilidad a la presión: los pacientes mayores de 65 años mostraron UDP inferiores en comparación con los pacientes más jóvenes tras la intervención.
- f.** Al analizar los UDP correspondientes a los puntos distales (carpo y maléolo interno) en función del sexo, se observaron umbrales inferiores en las mujeres. Sin embargo, los UDP no se vieron significativamente influidos por la edad del paciente.
- g.** Existe una correlación inversa entre la intensidad del dolor posoperatorio, y los UDP en los puntos analizados en el tórax. Es decir, a mayor intensidad de DP, menores UDP.

MANUBRIO DERECHO	IC 95%	P-valor	P valor ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	6,85 [6,44 - 7,26]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,16 [-1,74 - (-0,57)]	< 0,001	< 0,001
C) Mujeres ≤ 65	-2,69 [-3,51 - (-1,87)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,73 [0,73 - 2,74]	0,001	0,002
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,23 [-4,69 - (-3,77)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,27 [0,60 - 1,93]	< 0,001	< 0,001
C) Mujeres ≤ 65	2,27 [1,34, 3,19]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,63 [-2,75 - (-0,49)]	0,007	0,007
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,58 [-4,04 - (-3,12)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,15 [0,49 - 1,81]	0,001	0,002
C) Mujeres ≤ 65	2,21 [1,28 - 3,13]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,69 [-2,82 - (-0,56)]	0,005	0,006
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,75 [-3,29 - (-2,21)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,12 [0,37 - 1,87]	0,005	0,006
C) Mujeres ≤ 65	1,84 [0,80 - 2,88]	< 0,001	0,001
D) Mujeres > 65	-1,63 [-2,89 - (-0,38)]	0,014	0,014

Tabla 12: UDP medidos mediante algometría (expresados en Pa) del manubrio derecho en función de la edad y el sexo. Resto de puntos incluidos en el *ANEXO 10*).

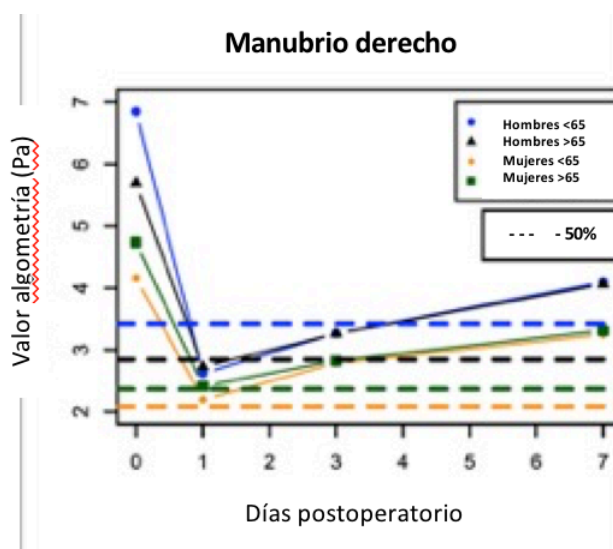


Figura 14: Evolución temporal de los UDP medidos mediante algometría (expresados en Pa) del manubrio derecho en función de la edad y el sexo. (Resto de puntos incluidos en el *ANEXO 11*).

5.3 EVALUACIÓN SUBJETIVA DEL DOLOR EN CIRUGÍA CARDIACA

La evaluación cualitativa del DP se realizó a través de cuestionarios unidimensionales y multidimensionales, según la descripción previa (incluidos en los *ANEXOS 5 y 6*. Los resultados individualizados se muestran a continuación con el apoyo de tablas.

5.3.1 CUESTIONARIO *EUROQOL-5D (EQ-5D)*

El cuestionario *EQ-5D (ANEXO 2)* se realizó el día previo a la intervención y a los 30 días de la misma, para evaluar el DP y la repercusión de la intervención en la calidad de vida del paciente a medio plazo. Durante el seguimiento, se perdieron tres pacientes a los cuales no se les pudo realizar el cuestionario, ni presencial ni telefónicamente.

En toda la población se observó un incremento significativo del DP al mes de la intervención, descrito por el paciente como leve o moderado, así como un aumento de la dificultad para el autocuidado pero sin que ninguno de estos hechos implicase una dificultad significativa para la movilidad, la realización de actividades cotidianas y sin que se asociase a trastornos del ánimo en el mes siguiente a la intervención (*TABLA 13*). Aunque la valoración del estado global de salud fue mejor a los 30 días de la intervención, parece que este intervalo de tiempo es aún muy breve para que el total de los pacientes aprecie una mejoría significativa. No se encontró ninguna relación estadísticamente significativa entre las diferentes variables incluidas en el estudio (*TABLAS 3, 4 y 5*) y la evaluación del dolor mediante este cuestionario, ni pre- ni posoperatorio.

<i>EUROQOL-5D</i>	PREOPERATORIO (n: 70) n (%)	POSOPERATORIO (n:67) n (%)	P *
MOVILIDAD			
No tengo problemas	64 (91,4)	62 (92,5)	0,81
Tengo leves problemas	4 (5,7)	4 (6)	
Tengo moderados problemas	2 (2,9)	1 (1,5)	
Tengo graves problemas	0 (0)	0 (0)	
No puedo caminar	0 (0)	0 (0)	
AUTOCUIDADO			
No tengo problemas	70 (100)	59 (88,1)	0,002
Tengo leves problemas	0 (0)	8 (11,9)	
Tengo moderados problemas	0 (0)	0 (0)	
Tengo graves problemas	0 (0)	0 (0)	
No puedo lavarme o vestirme solo	0 (0)	0 (0)	
ACTIVIDADES DE LA VIDA COTIDIANA			
No tengo problemas	66 (94,3)	59 (88,1)	0,097
Tengo leves problemas	2 (2,9)	7 (10,4)	
Tengo moderados problemas	2 (2,9)	1 (1,5)	
Tengo graves problemas	0 (0)	0 (0)	
No puedo realizar mis actividades cotidianas	0 (0)	0 (0)	
DOLOR			
No tengo dolor ni malestar	58 (82,9)	40 (59,7)	0,002
Tengo dolor leve	10 (14,3)	22 (32,8)	
Tengo dolor moderado	2 (2,9)	5 (7,5)	
Tengo dolor fuerte	0 (0)	0 (0)	
Tengo dolor extremo	0 (0)	0 (0)	
ANSIEDAD/DEPRESIÓN			
No estoy ansioso o deprimido	37 (52,9)	32 (47,8)	0,550
Estoy levemente ansioso o deprimido	21 (30,0)	27 (40,3)	
Estoy moderadamente ansioso o deprimido	9 (12,9)	7 (10,4)	
Estoy muy ansioso o deprimido	3 (4,3)	1 (1,5)	
Estoy extremadamente ansioso o deprimido	0 (0)	0 (0)	
	Media (DE)	Media (DE)	P
Valoración del estado global de salud	70,2 (18,7)	72,9 (12,9)	0,067

Tabla 13. Tabla de frecuencias del cuestionario *EuroQol-5D* aplicado en el preoperatorio y a los 30 días del posoperatorio. *Comparando grupos en función de ausencia de sintomatología subjetiva o la presencia de algún tipo de trastorno subjetivo de la percepción.

5.3.2 CUESTIONARIO *BRIEF PAIN INVENTORY-SHORT FORM (BPI-SF)*

El cuestionario *BPI-SF* (*ANEXO 2*) se realizó el día previo a la intervención y a los 30 días de la misma. En el preoperatorio, se observó mayor puntuación de dolor máximo en los pacientes que tomaban analgesia previa (1,4 puntos mayor; $p=0,040$), presentaban patología osteoarticular (1,6 puntos mayor; $p=0,026$) o cuadros de dolor crónico (1,8 puntos mayor; $p=0,029$).

En el posoperatorio, el *BPI-SF* apreció un incremento del valor del dolor máximo de 0,5 puntos respecto al preoperatorio ($p=0,010$) y de 0,59 ($p=0,019$) en los casos de patología osteoarticular previa. Tras la intervención, se observó que los ítems del cuestionario más afectados fueron: el ánimo, la capacidad para volver a caminar, la capacidad para realizar las actividades de la vida diaria, trabajar y en las relaciones personales. El empeoramiento del ánimo estaba influenciado por la edad superior a los 65 años [con un aumento de 0,05 puntos por cada año adicional ($p=0,004$)]; la toma preoperatoria de neuromoduladores (2,33 puntos más; $p=0,008$) y analgésicos (1,49 puntos más; $p=0,022$) y la presencia de patología osteoarticular (1,65 puntos más; $p=0,019$). Se observó una limitación funcional mayor en pacientes con edad superior a 65 años (0,06 puntos por cada año adicional; $p=0,021$), y en relación con la ingesta de medicación neuromoduladora y analgésica (2,42 puntos más, $p=0,008$; y 1,54 puntos más, $p=0,023$, respectivamente). La toma de neuromoduladores previa a la intervención influyó, además, en un empeoramiento de las relaciones personales y en una peor percepción de salud general (1,11 puntos más, $p=0,0045$; 1,95 puntos más, $p=0,014$, respectivamente).

Al analizar el resto de variables incluidas en el estudio (*TABLAS 3, 4 y 5*), el cuestionario *BPI-SF* no mostró otras diferencias estadísticamente significativas.

5.3.3 ESCALA VISUAL NUMÉRICA (EVN)

La EVN (*ANEXO 1*) mostró una disminución en la percepción de la intensidad del DP a partir del 1º DPO, siendo este el día de mayor intensidad, independientemente del sexo del paciente. Analizando los resultados de la EVN comparando por sexos y edad en cada uno de los días del posoperatorio (*TABLAS 14 y 15*) no se observaron diferencias significativas.

EVN*	Sexo Femenino Media (DE)	Sexo Masculino Media (DE)	P
1ºDPO (n= 29/41)	6,58 (0,79)	6,21 (1,42)	p = 0,214
3ºDPO (n= 29/41)	5,55 (1,862)	5,57 (1,94)	p = 0,963
7º DPO (n= 8/24)**	5,00 (1,251)	4,14 (1,93)	p = 0,069

Tabla 14. Comparación de la evaluación del dolor posoperatorio según la Escala Visual Numérica (EVN), en función del sexo. *El valor n en cada caso corresponde a la proporción entre pacientes con sexo biológico femenino y masculino, respectivamente. **En el 7º DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz. DPO= día posoperatorio.

EVN*	Edad ≤ 65 años Media (DE)	Edad > 65 años Media (DE)	P
1ºDPO (n= 28/42)	6,21 (1,10)	6,47 (1,27)	p = 0,378
3ºDPO (n= 28/42)	5,53 (1,52)	5,58 (2,12)	p = 0,919
7º DPO (n= 18/34)**	3,66 (2,11)	5,00 (1,23)	p = 0,006

Tabla 15. Comparación de la evaluación del dolor posoperatorio según la Escala Visual Numérica (EVN), en función de la edad. *El valor n en cada caso corresponde a la proporción entre pacientes menores y mayores de 65 años, respectivamente. ** En el 7º DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz. DPO= día posoperatorio.

5.3.4 CUESTIONARIO *DOLOUR NEUROPATHIQUE 4 (DN4)*

El cuestionario DN4 (*ANEXO 2*) determina la existencia de dolor neuropático, en función de la puntuación obtenida en el mismo: <4: no dolor neuropático; ≥4: dolor neuropático. Se aplicó el cuestionario a los pacientes en los días 1º, 3º y 7º del posoperatorio,

con una pérdida de 18 pacientes al 7ºDPO, debido a alta hospitalaria precoz. En todas las evaluaciones, la mayoría de los pacientes obtuvieron una puntuación inferior a 4 (correspondiente a dolor no neuropático), como se muestra en la *TABLA 16*.

DN4*	DN4 <4 n (%)	DN4 ≥4 n (%)
1ºDPO (n= 70)	54 (77,1)	16 (22,9)
3ºDPO (n= 70)	68 (97,1)	2 (2,9)
7º DPO (n= 52)*	52 (7,3)	0 (0)

Tabla 16: Cuestionario DN4 aplicado en los días 1, 3 y 7 del posoperatorio. *En el 7º DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz. DPO= día posoperatorio.

Analizando el cuestionario en función del sexo y la edad, que fueron covariables significativamente influyentes en la percepción dolorosa posoperatoria en CCA en el análisis objetivo mediante algometría, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la aparición de DP neuropático en el posoperatorio (*TABLAS 17 y 18*, respectivamente). Además, no se observó ninguna relación entre el tipo de sutura esternal (SE) ni del resto de variables incluidas (*TABLAS 3, 4 y 5*) en el desarrollo de DP neuropático en el posoperatorio inmediato de CCA.

DN4	Sexo Femenino n (%)	Sexo Masculino n (%)	P
1º DPO (70)	6 (20,7)	10 (24,4)	0,716
3º DPO (70)	1 (3,4)	1 (2,4)	0,803
7º DPO (52)	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 17: Comparación del cuestionario DN4 aplicado en los días 1, 3 y 7 del posoperatorio, en función del sexo para la identificación del dolor neuropático (DN4 ≥ 4). DPO día posoperatorio.

DN4	Edad > 65 años n (%)	Edad ≤ 65 años n (%)	P
1° DPO (70)	7 (16,7)	9 (32,1)	0,131
3° DPO (70)	2 (4,8)	0 (0)	0,513
7° DPO (52)	0 (0)	0 (0)	-

Tabla 18: Comparación del cuestionario DN4 aplicado en los días 1, 3 y 7 del posoperatorio, en función de la edad para la identificación del dolor neuropático ($DN4 \geq 4$). DPO= día posoperatorio.

5.3.5 CUESTIONARIO DE DOLOR DE *MCGILL* (*MPQ*)

El cuestionario *MPQ* (*ANEXO 2*) permite evaluar la intensidad, localización y características del dolor de forma subjetiva. Los pacientes localizaron el punto de mayor intensidad dolorosa en el centro del tórax en todas las evaluaciones realizadas, seguido de los hombros a partir del 3°DPO (*TABLA 19*).

LOCALIZACIÓN	1°DPO (n: 70) n (%)	3° DPO (n: 70) n (%)	7° DPO*(n: 52) n (%)
No tienen dolor	1 (1,4)	3 (3,4)	2 (2,9)
Centrotorácico	66 (94,3)	64 (91,4)	48 (68,6)
Tórax + hombros + escápulas	3 (4,3)	0 (0)	0 (0)
Hombro izquierdo	0 (0)	1 (1,4)	1 (1,4)
Hombro derecho	0 (0)	1 (1,4)	1 (1,4)
Zona lumbar	0 (0)	1 (1,4)	0 (0)

Tabla 19: Localización del dolor posoperatorio según el cuestionario *MPQ*. DPO: día posoperatorio. *En el 7° DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz.

Al analizar las características del DP, se observó que la mayoría de los pacientes describen el dolor como intermitente (48,6%) seguido de continuo (20%) en el 1° DPO. Posteriormente, se observa un descenso de la continuidad del DP a partir del 3°DPO, siendo clasificado como breve al 7° DPO en el 35,7% de los pacientes (*TABLA 20*)

DESCRIPCIÓN	1ºDPO (n: 70) n (%)	3º DPO (n: 70) n (%)	7º DPO*(n: 52) n (%)
No tienen dolor	0 (0)	1 (1,4)	0 (0)
Intermitente	34 (48,6)	31 (44,3)	11 (15,7)
Continuo	14 (20)	6 (8,6)	2 (2,9)
Transitorio	7 (10,0)	15 (21,4)	8 (11,4)
Constante	5 (7,1)	0 (0)	0 (0)
Momentáneo	4 (5,7)	6 (8,6)	5 (7,1)
Periódico	4 (5,7)	5 (7,1)	1 (1,4)
Breve	1 (1,4)	6 (8,6)	25 (35,7)
Rítmico	1 (1,4)	0 (0)	0 (0)

Tabla 20: Tabla de frecuencias sobre el tipo de dolor posoperatorio según el cuestionario *MPQ*. DPO: día posoperatorio. * En el 7º DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz.

El *MPQ* consta de 20 subclases de descriptores verbales de dolor que miden las dimensiones sensorial, afectiva y evaluativa, en función de la puntuación obtenida. En todas las evaluaciones el índice de valoración del dolor estuvo comprendido entre 1 y 10, correspondiente a sensorial. El cuestionario mostró mayor intensidad en el 1º DPO con reducción progresiva a partir del 3º DPO, con diferencias estadísticamente significativas el 7º DPO (*TABLA 21*).

PPI	Media (DE)	Media (DE)	P
1ºDPO vs 3º DPO	2,25 (0,69)	1,74 (0,62)	0,017
1ºDPO vs 7º DPO	2,25 (0,69)	1,26 (0,56)	0,060
3ºDPO vs 7º DPO	1,74 (0,62)	1,26 (0,56)	0,015

Tabla 21: Comparación del índice de intensidad del dolor (PPI) posoperatorio según el cuestionario *MPQ*. DPO: día posoperatorio. * En el 7º DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz.

Analizando el PPI, en función del sexo y edad, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los días del posoperatorio (*TABLAS 22 y 23*, respectivamente). Tampoco, se observaron ninguna relación entre el tipo de SE ni el resto de variables incluidas en el estudio y la evaluación del dolor subjetivo mediante el cuestionario *MPQ*.

PPI	Sexo Femenino Media (DE)	Sexo Masculino Media (DE)	P
1ºDPO (N=29/41)	2,20 (0,61)	2,29 (0,74)	0,615
3ºDPO (N=29/41)	1,75 (0,63)	1,73 (0,63)	0,862
7º DPO (N=28/24)	1,37 (0,49)	1,17 (0,61)	0,214

Tabla 22: Comparación del índice de intensidad del dolor (PPI) posoperatorio según el cuestionario *MPQ*, en función del sexo. El valor n en cada caso corresponde a la proporción entre pacientes con sexo biológico femenino y masculino, respectivamente. DPO: día posoperatorio. *En el 7º DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz.

PPI	Edad ≤ 65 Años Media (DE)	Edad > 65 Años Media (DE)	P
1ºDPO (N=28/42)	2,32 (0,66)	2,21 (0,71)	0,532
3ºDPO (N=28/42)	1,75 (0,64)	1,73 (0,62)	0,939
7º DPO (N=18/34)	1,16 (0,61)	1,32 (0,53)	0,345

Tabla 23: Comparación del índice de intensidad del dolor (PPI) posoperatorio según el cuestionario *MPQ*, en función de la edad. El valor n en cada caso corresponde a la proporción entre paciente con edad menor o igual a 65 años y mayor de 65 años, respectivamente. DPO: día posoperatorio. * En el 7º DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz.

5.4 EVALUACIÓN DEL DOLOR TRAS CIRUGÍA CARDIACA SEGÚN FACTORES MODIFICABLES DE LA PRÁCTICA CLÍNICA Y QUIRÚRGICA

Se realizó también una evaluación, tanto subjetiva como objetiva, de la percepción dolorosa de los pacientes en función de dos parámetros modificables en la práctica quirúrgica (tipo abordaje y de cierre esternal) y clínica (utilización de faja torácica elástica), sin afectar al tratamiento de la patología cardíaca subyacente.

Con estos resultados se han elaborado 2 artículos en este momento en evaluación.

5.4.1 UMBRALES DOLOROSOS A LA PRESIÓN EN FUNCIÓN DEL ABORDAJE Y DE LA TÉCNICA DE CIERRE ESTERNAL (CE)

En nuestra población, en el 90% de los casos el abordaje se realizó mediante esternotomía completa (EC) y mediante miniesternotomía (ME) anterior derecha a través del 3 espacio intercostal, en el resto. En todos los pacientes con abordaje por ME se procedió a un recambio valvular aórtico. En 47 pacientes (67,1%) el CE se efectuó con 6 o más puntos simples de acero y se emplearon suturas de acero dobles (con figura en 8) en el resto. Ninguno de los pacientes precisó de refuerzo esternal según técnica de Robiseck ni resutura esternal debido a dehiscencia esternal. Las características clínicas de cada grupo se expresan en la *TABLA 24*.

VARIABLES	CE Simple (n=47) n (%)	CE Doble (n=23) n (%)	P
CUALITATIVAS			
Edad > 65 años	27 (57,4)	15 (65,3)	0,533
Hipertensión arterial	21 (44,7)	14 (60,9)	0,203
Creatinina preoperatoria > 2 mg/dl	4 (8,5)	2 (8,7)	1,000
Sexo femenino	20 (42,6)	9 (39,1)	0,785
Fumador	3 (6,4)	1 (4,3)	1,000
Diabetes mellitus	9 (19,1)	7 (30,4)	0,291
Dislipemia	22 (46,8)	13 (56,5)	0,445
Ritmo sinusal	36 (76,6)	12 (52,2)	0,039
NYHA I	13 (27,7)	8 (34,8)	0,008
CUANTITATIVAS			
	Media (DE)	Media (DE)	P
Edad (años)	66,7 (10,0)	67,0 (12,6)	0,493
IMC	27,0 (3,8)	28,4 (5,1)	0,207
PCR (mg/dl) preoperatoria	3,42 (5,82)	6,5 (10,6)	0,114
Tiempo de CEC (min)	110,6 (43,2)	100,5 (36,5)	0,340
Clampaje aórtico (min)	81,6 (37,2)	75,6 (27,7)	0,497
EuroSCORE <i>logístic</i>	6,08 (9,9)	7 (7,5)	0,697
EuroSCORE II	3,82 (8,0)	5,3 (6,9)	0,440

Tabla 24: Variables preoperatorias e intraoperatorias según el tipo de cierre esternal. IMC: índice de masa corporal; NYHA: *New York Heart Association*; RM: revascularización miocárdica; CE: cierre esternal. CEC: circulación extracorpórea.

En la **evaluación objetiva** de los umbrales dolorosos relacionada con el tipo de abordaje quirúrgico, se observó una reducción de los UDP en el posoperatorio con respecto a los preoperatorios (RR: 6,24, IC-95% [5,32-7,15]; $p < 0,001$) en toda la población, sin apreciarse diferencias posoperatorias estadísticamente significativas al comparar el abordaje mediante esternotomía completa vs. miniesternotomía (RR: -0,71, IC-95% [-1,67-0,25]; $p = 0,150$), ni en la medición longitudinal de los umbrales dolorosos (TABLA 25).

ABORDAJE	IC 95%	P	P-Ajustada
Día 1			
A) Miniesternotomía (ref.)	6,86 [5,67 - 8,05]	< 0,001	< 0,001
B) Esternotomía	-0,54 [-1,79 - 0,72]	0,405	0,608
Día 3 vs. Día 1			
A) Miniesternotomía (ref.)	-0,71 [-2,18 - 0,75]	0,345	0,608
B) Esternotomía	-0,10 [-1,65 - 1,44]	0,897	0,897
Día 7 vs. Día 1			
A) Miniesternotomía (ref.)	-1,99 [-3,95 - (-0,02)]	0,051	0,153
B) Esternotomía	0,17 [-1,86 - 2,20]	0,870	0,897

Tabla 25. Evolución temporal de la medida de los umbrales dolorosos determinados mediante algometría en función del abordaje quirúrgico. ref: valor de referencia.

En función del tipo de CE, la algometría mostró una reducción significativa de los UDP en todos los pacientes sin observar diferencias estadísticamente significativas al tomar como referencia el CE simple (TABLA 26), ni en ninguna de las medidas a lo largo del posoperatorio (TABLA 27).

TIPO DE CIERRE	IC 95%	P	P-Ajustada
Simple (ref.)	5,59 [5,24 - 5,93]	< 0,001	< 0,001
Doble	-0,00 [-0,61 - 0,60]	0,996	0,996

Tabla 26. Umbrales dolorosos determinados mediante algometría en función de la técnica de sutura esternal. ref: valor de referencia.

ABORDAJE	IC 95%	P	P-Ajustada
Día 1			
A) Simple (ref.)	6,49 [6,03 - 6,95]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,36 [-1,16 - 0,45]	0,388	0,483
Día 3 vs. Día 1			
A) Simple (ref.)	-0,95 [-1,51 - (-0,38)]	0,001	0,003
B) Doble	0,43 [-0,56 - 1,41]	0,402	0,483
Día 7 vs. Día 1			
A) Simple (ref.)	-1,95 [-2,55 - (-1,35)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,35 [-0,79 - 1,50]	0,548	0,548

Tabla 27. Evolución temporal de la medida de los umbrales dolorosos determinados mediante algometría en función de la técnica de sutura esternal. ref: valor de referencia.

Al analizar cada uno de los puntos evaluados en función del tipo de CE, la algometría mostró una reducción significativa de los UDP en todos los pacientes y en todos los puntos, sin recuperarse los niveles preoperatorios a lo largo transcurso del estudio (*TABLAS 28 y 29*, resto de puntos incluidos en el *ANEXO 12*).

2º ARCO COSTAL IZQUIERDO	IC 95%	P	P-Ajustada
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	5,58 [5,26 - 5,90]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,06 [-0,62 - 0,50]	0,836	0,836
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,99 [-3,36 - (-2,63)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,08 [-0,57 - 0,72]	0,815	0,836
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,39 [-2,76 - (-2,02)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,19 [-0,45 - 0,84]	0,564	0,752
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,63 [-2,03 - (-1,24)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,23 [-0,52 - 0,98]	0,557	0,752

Tabla 28. Evolución temporal de la medida de los umbrales dolorosos determinados mediante algometría en función de la técnica de sutura esternal del 2º arco costal izquierdo. ref: valor de referencia.

2º ARCO COSTAL DERECHO	IC 95%	P	P-Ajustada
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	5,56 [5,24 - 5,88]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,19 [-0,74 - 0,36]	0,508	0,581
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-3,05 [-3,43 - (-2,68)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,16 [-0,49 - 0,81]	0,629	0,629
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,57 [-2,94 - (-2,20)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,38 [-0,27 - 1,03]	0,255	0,340
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,91 [-2,30 - (-1,52)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,44 [-0,31 - 1,20]	0,255	0,340

Tabla 29. Evolución temporal de la medida de los umbrales dolorosos determinados mediante algometría en función de la técnica de sutura esternal del 2º arco costal derecho. ref: valor de referencia.

Debido a las diferencias observadas en los UDP en los pacientes de sexo femenino, se realizó una comparación por sexos. Se observó una reducción de los UDP posoperatorios en ambos sexos (RR: 5,46; IC-95% [5,10-5,83]; $p < 0,001$), sin embargo, tomando como referencia los valores del sexo masculino, no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas con respecto al femenino (RR: 0,30, IC-95% [-0,27-0,86]; $p = 0,309$) (TABLA 30), ni en la medición longitudinal de los umbrales dolorosos (TABLA 31).

SEXO	IC 95%	P	P-Ajustada
Hombres (ref.)	5,46 [5,10 – 5,83]	< 0,001	< 0,001
Mujeres	0,30 [-0,27 – 0,86]	0,309	0,309

Tabla 30. Umbrales dolorosos determinados mediante algometría en toda la población, en función del sexo. ref: valor de referencia.

SEXO	IC 95%	P	P-Ajustada
Día 1			
A) Hombres (ref.)	6,22 [5,73 - 6,71]	< 0,001	< 0,001
B) Mujeres	0,37 [-0,39 - 1,13]	0,350	0,420
Día 3 vs. Día 1			
A) Hombres (ref.)	-0,65 [-1,25 - (-0,05)]	0,038	0,076
B) Mujeres	0,39 [-1,32 - 0,54]	0,420	0,420
Día 7 vs. Día 1			
A) Hombres (ref.)	-2,07 [-2,75 - (-1,39)]	< 0,001	< 0,001
B) Mujeres	0,47 [-0,54 - 1,49]	0,367	0,420

Tabla 31. Evolución temporal de la medida de los umbrales dolorosos determinados mediante algometría en toda la población, en función del sexo. ref: valor de referencia.

Analizando el abordaje quirúrgico y el tipo de CE, con el resto de variables incluidas en el estudio (TABLAS 3, 4 y 5), no se observó ninguna relación estadísticamente significativa.

La **evaluación subjetiva** mediante la EVN no mostró diferencias estadísticamente significativas en el tipo de sutura esternal (TABLA 31).

EVN	CE Simples Media (DE)	CE Dobles Media (DE)	P
1ºDPO (n=47/23)	6,48 (1,00)	6,13 (1,54)	0,246
3ºDPO (n=47/23)	5,54 (1,76)	5,60 (2,18)	0,892
7º DPO (n=39/13)*	4,53 (1,55)	4,53 (2,14)	1,000

Tabla 31: Comparación del dolor posoperatorio según la Escala Visual Numérica (EVN), en función del cierre esternal. * En el 7º DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz. CE= cierre esternal. DPO= día posoperatorio. *EVN: Escala Visual Numérica.*

Al analizar el tipo de dolor posoperatorio, el cuestionario *DN4* no mostró mayor incidencia de dolor neuropático en función del tipo de CE (*TABLAS 32 y 33*).

CE SIMPLE	DN4 <4 n (%)	DN4 ≥4 n (%)	P
1º DPO (n=47)	35 (74,4)	12 (25,5)	0,553
3º DPO (n=47)	46 (97,8)	1 (2,12)	1,000
7º DPO (n=39)	39 (100)	0 (0)	*

Tabla 32: Comparación del cuestionario DN4 aplicado en los días 1, 3 y 7 del posoperatorio, en función del tipo de CE simple. CE= Cierre esternal DPO= día posoperatorio. *No es válido debido a la pérdida de pacientes.

CE DOBLE	DN4 <4 n (%)	DN4 ≥4 n (%)	P
1º DPO (n=23)	19 (82,6)	4 (17,4)	0,446
3º DPO (n=23)	22 (95,7)	1 (4,3)	1,000
7º DPO (n=13)	13 (100)	0 (0)	*

Tabla 33: Comparación del cuestionario DN4 aplicado en los días 1, 3 y 7 del posoperatorio, en función del tipo de SE doble. DPO= día posoperatorio. *No es válido debido a la pérdida de pacientes.

Además, el índice de intensidad del dolor (PPI) incluido en el cuestionario *MPQ*, no mostró diferencias estadísticamente significativas en función del tipo de CE (*TABLA 34*).

PPI	CE Simples Media (DE)	CE Dobles Media (DE)	P
1ºDPO (n=47/23)	2,34 (0,66)	2,08 (0,73)	0,153
3ºDPO (n=47/23)	1,72 (0,64)	1,78 (0,59)	0,715
7º DPO (n=39/13)	1,33 (0,52)	1,07 (0,64)	0,158

Tabla 34: Comparación del índice de intensidad del dolor (PPI) posoperatorio según el cuestionario *MPQ*, en función del cierre esternal. El valor n en cada caso corresponde a la proporción entra paciente con cierre esternal con alambres simples y alambres dobles, respectivamente. CE= cierre esternal. DPO= día posoperatorio. * En el 7º DPO existe una pérdida de 18 pacientes debido a alta precoz.

5.4.2 UMBRALES DOLOROSOS A LA PRESIÓN EN FUNCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE SOPORTE TORÁCICO EXTERNO

En nuestra población el soporte torácico externo utilizado fue una faja torácica elástica de tres bandas. Se empleó en un total de 16 pacientes (11,2%), principalmente en aquellos con un IMC>25 (n=15) y diabéticos insulín-dependientes (n=5), a criterio del cirujano tratante. En la *TABLA 34* se presentan las características clínicas y variables intraoperatorias de los pacientes con y faja sin torácica. En el posoperatorio inmediato, únicamente un paciente con faja torácica presentó derrame pleural, sin otras complicaciones pulmonares o de herida quirúrgica en el resto de los pacientes.

VARIABLES	FAJA (N=16) n (%)	NO FAJA (N=54) n (%)	P
CUALITATIVAS			
Edad > 65 años	11 (68,8)	23 (63,9)	0,734
Hipertensión arterial	11 (68,8)	10 (52,8)	0,282
Creatinina preoperatoria > 2 mg/dl	1 (6,3)	5 (13,9)	0,653
Sexo femenino	7 (43,8)	17 (47,2)	0,817
Fumador	1 (6,3)	3 (8,3)	1,000
Diabetes mellitus	5 (31,3)	7 (19,4)	0,351
Dislipemia	13 (81,3)	15 (41,7)	0,015
Ritmo sinusal	7 (43,8)	25 (69,4)	0,079
NYHA I	3 (18,8)	8 (22,2)	0,487
Técnica quirúrgica			
Miniesternotomía	0 (0)	3 (8,3)	0,544
RM	4 (25)	9 (25)	1,000
CUANTITATIVAS			
	Media (DE)	Media (DE)	P
Edad (años)	67,0 (8,4)	68,5 (9,0)	0,588
IMC	30,3 (6,3)	27,2 (3,3)	0,028
PCR (mg/dl) preoperatoria	6,6 (11,1)	3,8 (6,5)	0,255
Tiempo de CEC (min)	125,0 (56,1)	106,6 (35,1)	0,159
Clampaje aórtico (min)	98,1 (50,2)	75,8 (25,6)	0,042
EuroSCORE logístico	9,4 (14,5)	6,3 (8,0)	0,329
EuroSCORE II	6,2 (11,9)	4,2 (6,9)	0,440

Tabla 34. Variables preoperatorias e intraoperatorias según la utilización de faja torácica elástica. IMC: índice de masa corporal; NYHA: *New York Heart Association*; RM: revascularización miocárdica; CE: cierre esternal. CEC: circulación extracorpórea.

En cuanto al tratamiento analgésico, todos los pacientes recibieron el mismo protocolo. Durante el 1º DPO, todos los pacientes recibieron paracetamol asociado a dexketoprofeno o tramadol, y en 16 pacientes fue necesario pauta de morfina adicional. En el 3ºDPO, el 98,6% de los pacientes recibieron paracetamol junto a tramadol o dexketoprofeno y en un caso naproxeno. Al séptimo día, todos los pacientes (n=52) continuaron con paracetamol con tramadol (n=21) o dexketoprofeno (n=4), y dos pacientes requirieron de tratamiento con naproxeno. El análisis mostró únicamente diferencias estadísticamente significativas en el consumo de tramadol al 7ºDPO (p=0,037) (TABLA 35).

FÁRMACOS	1° DPO			3° DPO			7DPO		
	FAJA	NO	P	FAJA	NO	P	FAJA	NO	P
	(n: 2) n (%)	(n:68) n (%)		(n:10) N (%)	(n:60) n (%)		(n:16) N (%)	(n:36) n (%)	
Paracetamol	2 (100)	68 (100)	1,000	10 (100)	59 (98,3)	1,000	16 (100)	36 (100)	1,000
Dexketoprofeno	2 (100)	60 (88,2)	1,000	1 (10)	17 (28,3)	0,435	1 (6,2)	3 (8,3)	1,000
Tramadol	0 (0)	6 (8,8)	1,000	9 (90)	34 (56,6)	0,076	10 (62,5)	11 (30,5)	0,030
Morfina	1(50)	15 (22,0)	0,407	0 (0)	0 (0)	1,000	0 (0)	0 (0)	1,000
Naproxeno	0 (0)	0 (0)	1,000	0 (0)	1 (1,6)	1,000	0 (0)	2 (5,5)	1,000

Tabla 35. Comparación del tratamiento analgésico posoperatorio según la utilización de faja torácica. DPO: día posoperatorio.

La **evaluación objetiva** del dolor se realizó mediante algometría en 7 puntos en la región torácica anterior y posterior (*FIGURA 15*).

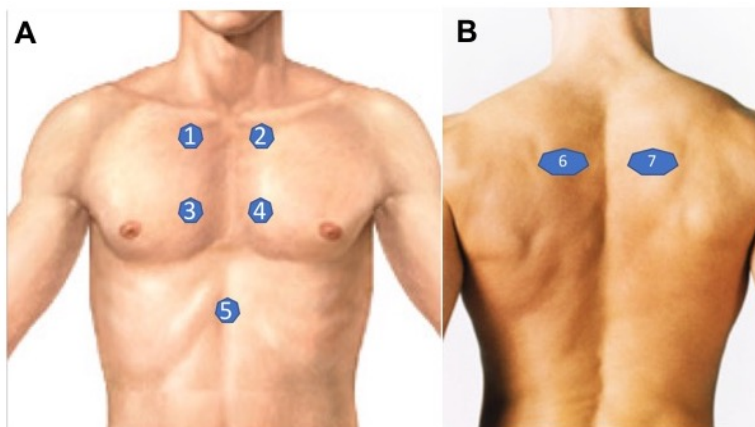


Figura 15. (A) Puntos evaluados en la región torácica anterior: (1) manubrio derecho; (2) Manubrio izquierdo; (3) 4º arco costal derecho; (4) 4º arco costal izquierdo; (5) Apófisis xifoides. (B) Puntos evaluados en la región dorsal: (6) Apófisis espinosa de T4 izquierdo; (7) Apófisis espinosa de T4 derecho.

La algometría mostró una reducción significativa de los UDP en todos los pacientes y puntos evaluados, sin observar diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes con y sin faja torácica, en ninguna de las mediciones del posoperatorio. Con la finalidad de excluir un sesgo de selección en los UDP debidos al sexo y la edad en la evaluación de las variaciones en los UDP a lo largo del posoperatorio en función del uso de faja torácica, se realizó un apareamiento de muestras en función de edad y sexo (*Propensity Score Matching*), obteniendo una subpoblación de 9 pacientes sobre los que se realizó un subsecuente análisis ANCOVA para evaluar los cambios en la percepción del dolor. Sin embargo, el análisis ANCOVA no mostró diferencias en la percepción del dolor entre ambos grupos, ni objetiva ni subjetiva (*FIGURAS 16-17*, resto incluidas en el *ANEXO 13*) (*TABLA 36*).

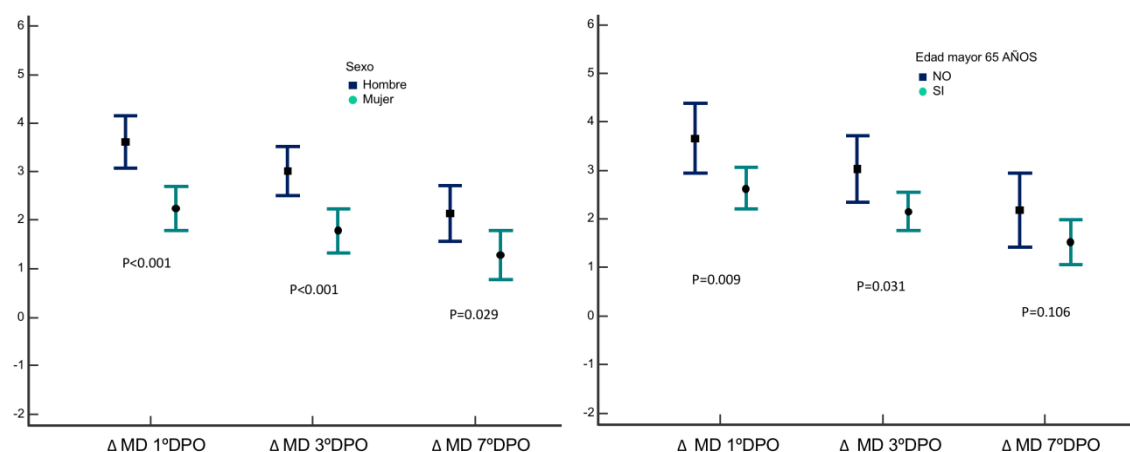


Figura 16. Comparación de la medición objetiva mediante algometría (expresado en Pa) del dolor posoperatorio (UDP) en manubrio derecho para cada grupo según edad y sexo. MD: *manubrio derecho*. DPO: *día posoperatorio*.

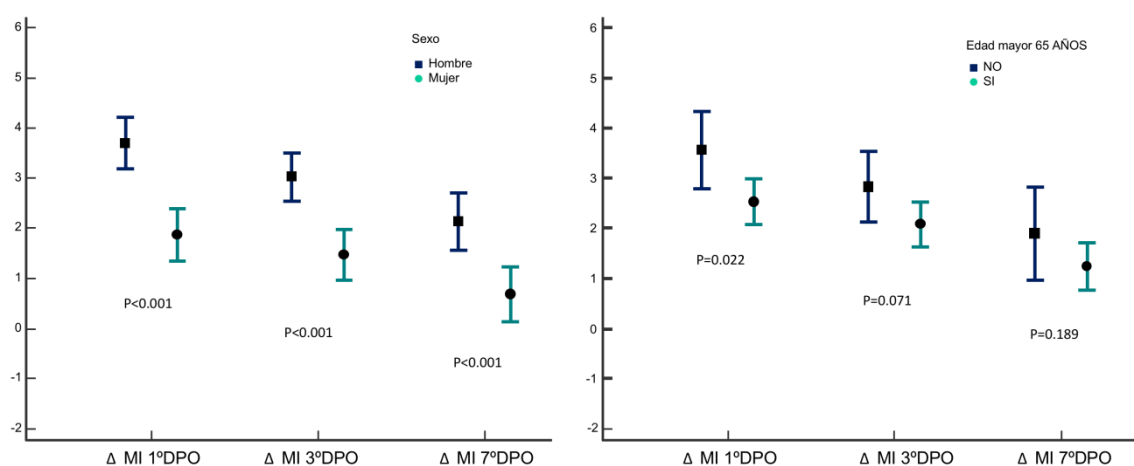


Figura 17. Comparación de la medición objetiva mediante algometría (expresado Pa) del dolor posoperatorio (UDP) en manubrio izquierdo para cada grupo según edad y sexo. MD: *manubrio derecho*. DPO: *día posoperatorio*.

PUNTOS	1° DPO				3° DPO				7° DPO			
	Faja (n=10)	No Faja (n=68)	P- valor ANCOVA	P- T- Student	Faja (n=10)	No Faja (n=60)	P – valor ANCOVA	P- T- Student	Faja (n=16)	No Faja (n=36)	P – valor ANCOVA	P T- Student
Manubrio derecho	1,4 (0,3)	3,09 (1,6)	0,364	0,163	2,4 (1,4)	2,5 (1,5)	0,256	0,863	1,6 (1,4)	1,7 (1,4)	0,806	0,849
4° arco costal derecho	1,6 (0,3)	3,06 (1,9)	0,692	0,290	2,1 (1,2)	2,6 (1,6)	0,710	0,362	1,7 (1,4)	1,6 (1,5)	0,892	0,817
Apéndice xifoides	1,6 (0,1)	3,6 (1,9)	0,554	0,166	2,3 (2,07)	3,1 (1,9)	0,512	0,237	2,2 (1,6)	2,1 (1,8)	0,938	0,920
Manubrio izquierdo	0,8 (0,4)	3,00 (1,7)	0,293	0,093	1,7 (1,4)	2,4 (1,6)	0,870	0,192	1,4 (1,4)	1,4 (1,6)	0,129	0,899
4° arco costal izquierdo	0,9 (0,05)	3,03 (1,8)	0,316	0,112	1,7 (1,5)	2,5 (1,5)	0,945	0,156	1,3 (1,5)	1,4 (1,5)	0,564	0,732
Ap. Espinosa T4 der.	2,0 (1,9)	2,6 (1,9)	0,988	0,702	1,6 (1,8)	1,9 (1,9)	0,442	0,693	1,1 (1,7)	0,9 (2,04)	0,763	0,733
Ap. Espinosa T4 izq	2,4 (2,3)	2,7 (1,8)	0,718	0,795	1,8 (2,2)	1,1 (6,8)	0,999	0,765	1,02 (1,8)	0,9 (1,7)	0,905	0,909
EVN	6,0 (0,0)	6,3 (1,2)	0,481	0,663	6,1 (1,8)	5,4 (1,9)	0,885	0,339	4,5 (2,1)	4,5 (1,5)	0,974	0,915

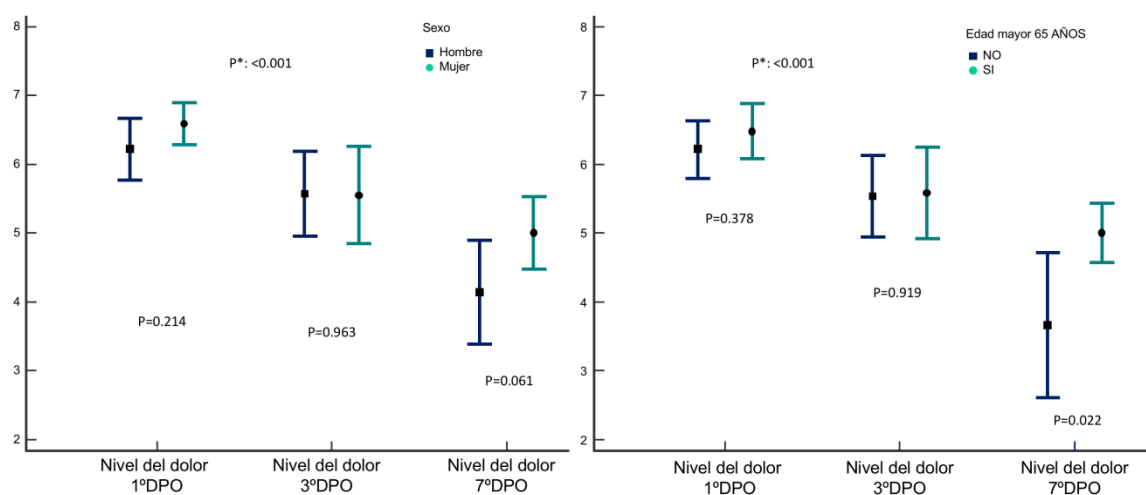
Tabla 36: Umbrales dolorosos mediante algometría y nivel de dolor subjetivo en función de faja torácica y su evolución temporal. DPO: día posoperatorio. EVN: escala visual numérica. P-valor ANCOVA ajustado por sexo y edad. Izq: izquierdo. Der: derecho

La **evaluación subjetiva** mediante la EVN no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (*TABLA 37*). Se observó únicamente un descenso de la percepción del dolor en mujeres con faja torácica en el tercer día posoperatorio, sin alcanzar la significación estadística (5,14 +/- 1,9 vs. 6,62 +/- 1,3) (p= 0,054).

EVN	Faja Media (DE)	No Faja Media (DE)	P
PREOPERATORIO	0 (0)	0 (0)	1,000
1º DPO	6,1 (1,3)	6,5 (0,8)	0,243
3º DPO	6,0 (1,7)	5,3 (2,0)	0,246
7º DPO	4,5 (2,1)	4,5 (1,5)	0,913

Tabla 37. Intensidad del dolor según escala EVN en el posoperatorio en función de la utilización de faja torácica. EVN: escala visual numérica. DE: desviación estándar. DPO: día posoperatorio.

Debido a los resultados previos, donde las mujeres y pacientes con edad superior a los 65 años mostraron menores UDP, se realizó un *propensity score* (9 pacientes en cada grupo) para excluir posibles sesgos de selección en nuestra muestra. Sin embargo, el análisis ANCOVA no mostró diferencias en la percepción del dolor subjetivo relacionado con el hecho de ser portador o no de faja torácica durante el posoperatorio (*TABLA 36*) (*FIGURA 18*).



*P-valor ANOVA de medidas repetidas con el Sexo o la edad como factor

Figura 18. Comparación de las mediciones de la Escala Visual Numérica (EVN) para cada grupo según edad y sexo.

5.5 EVALUACIÓN DEL DOLOR TRAS CIRUGÍA CARDIACA EN PACIENTES AFECTADOS POR PATOLOGÍA COVID-19

La pandemia de SARS-COV-2 (2019) fue un desafío global para el sistema de salud. La liberación de citoquinas y factores inflamatorios secundaria a la infección por el virus SARS-COV-2 provoca dolor neuromuscular y dolor crónico, favorecido este último por cambios en el sistema inmunológico y en los SNC y SNP (96). Uno de los síntomas más frecuentes fueron las mialgias, de intensidad y fluctuación variable, según el tiempo transcurrido desde la infección (97). Sin embargo, el impacto de la pandemia de COVID-19 en la intensidad del DP agudo no ha sido claramente establecido.

Debido a que nuestro estudio se realizó tras la pandemia, se decidió determinar la influencia de la infección por COVID-19 en la percepción del dolor de los pacientes con antecedente de infección en los 6 meses previos a la intervención. Ya que todos los procedimientos quirúrgicos incluidos en este estudio fueron programados, todos los pacientes fueron intervenidos de acuerdo con las directrices del grupo *COVIDSurg Collaborative*, con un retraso de la intervención de al menos 6 semanas tras la infección, con el fin de disminuir la mortalidad quirúrgica (98).

Se realizó también una evaluación, tanto subjetiva como objetiva, de la percepción dolorosa de los pacientes en función del antecedente de infección por COVID-19. Con estos resultados se han elaborado 1 artículo en este momento en evaluación.

De los 70 pacientes analizados, seis presentaron infección por COVID-19 en los seis meses previos a la intervención (media de edad 61,7 años; rango 57-69 años), complicados con neumonía en 4 de ellos. En 4 pacientes se realizó esternotomía completa, y miniesternotomía en 2. En la *TABLA 38* se recogen las variables clínicas de los pacientes con infección por COVID-19. En cuanto al procedimiento quirúrgico: 4 pacientes fueron intervenidos de

recambio valvular (83% aórtico, 17% mitral y aórtico), 1 paciente fue sometido a RM y recambio valvular, y 1 paciente fue intervenido de sustitución valvular aórtica y aorta ascendente mediante técnica de Bentall y Bono.

VARIABLES PREOPERATORIAS	COVID (n: 6)	NO COVID (n: 64)	p
	n (%)	n (%)	
Sexo femenino	4 (66,7)	25 (39)	0,224
Fumador	0 (0)	4 (6,2)	1,000
Ritmo sinusal	5 (83,3)	43 (67,1)	0,381
Hipertensión arterial	2 (33,3)	33 (51,6)	0,673
Dislipemia	3 (50)	32 (50)	1,000
Diabetes Mellitus	1 (16,6)	15 (23,4)	1,000
Enfermedad renal	0 (0)	6 (9,3)	1,000
Asma	0 (0)	3 (4,6)	1,000
Ictus	0 (0)	3 (4,6)	1,000
Infarto agudo de miocardio	1 (16,6)	17 (26,5)	1,000
Cuadros de dolor crónico	1 (16,6)	8 (12,5)	0,577
Ansiedad	3 (50)	7 (64,5)	0,034
Depresión	1 (16,6)	7 (64,5)	0,531
Dolor osteoarticular	1 (16,6)	11 (17,1)	0,728
Cefalea	1 (16,6)	2 (3,1)	0,239
Tratamiento ansiolítico previo	2 (33,3)	8 (12,5)	0,202
Tratamiento neuromodular previo	0 (0)	7 (10,9)	0,518
Tratamiento crónico con analgésicos	2 (33,3)	13 (20,3)	0,381

Tabla 38. Variables clínicas preoperatorias de los pacientes con antecedente de infección por COVID.

La **evaluación objetiva** mediante algometría de los pacientes con el antecedente de infección por COVID-19, mostró una reducción de los UDP en el posoperatorio inmediato, pero no se encontraron diferencias entre los pacientes con infección previa y sin infección.

La **evaluación subjetiva**, únicamente mostró diferencias a través del cuestionario *BPI-SF*, tanto preoperatorio como posoperatorio. En el preoperatorio, estos pacientes mostraron un aumento de la percepción del dolor y peor respuesta a la analgesia en comparación con pacientes sin infección por COVID-19 previa (ratio de alivio de 35% vs 75%; $p=0,045$). Al compararse ambas poblaciones en el posoperatorio, el cuestionario *BPI-SF* mostró que los pacientes mayores de 65 años presentaron más limitaciones para caminar ($1,95 \pm 2,52$ vs $0,80 \pm$

1,32; $p=0,038$) y peor capacidad para reincorporarse a sus actividades diarias ($1,56 \pm 2,24$ vs $0,57 \pm 0,94$; $p=0,039$), sin observarse diferencias significativas entre la población general y los pacientes con infección previa por COVID-19. Además, se observó que el porcentaje de alivio mejoraba en todos los pacientes sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre pacientes con y sin antecedente de infección por COVID-19.

6 . DISCUSIÓN

El manejo del dolor posoperatorio en cirugía cardíaca es una tarea compleja. Es difícil hacer una evaluación adecuada de este problema por múltiples potenciales razones. Por un lado, la notificación imprecisa del dolor por parte de algunos pacientes con dificultad para encontrar descriptores verbales sobre todo con el dolor neuropático. Por otro lado, por los efectos adversos de los analgésicos potentes. Y, finalmente, por la dificultad en su cuantificación del dolor, que puede venir sesgada por la subjetividad perceptiva del paciente, así como por rasgos de su personalidad, cultura, nivel socioeconómico, ambiente familiar y entorno social (49).

Las escalas y cuestionarios validados para evaluar el dolor posoperatorio en cirugía cardíaca son inherentemente subjetivos (17,42,88,99,100). Existen pocos estudios que evalúen objetivamente la sensibilidad al dolor tras cirugía cardíaca, entre ellos el llevado a cabo por Kalliomäki M.L. *et al*, que efectúa una técnica de mapeo sensorial alrededor de la herida de esternotomía entre 4 y 6 meses tras la intervención quirúrgica (16).

En el presente estudio se ha cuantificado en cada paciente el umbral doloroso a la presión, primero antes de la intervención, y luego con un seguimiento posoperatorio en los siete primeros días tras una cirugía cardíaca. Como se plantea en la hipótesis de este trabajo, ***la algometría mediante el uso del algómetro de presión, es una técnica inocua que permite cuantificar objetivamente el dolor posoperatorio tras cirugía cardíaca.***

El objetivo principal de este estudio es describir los cambios en la sensibilidad al dolor por presión después de una cirugía cardíaca. En lo que se refiere al apartado de la *cuantificación del umbral doloroso posoperatorio y la descripción de los cambios de la sensibilidad a la presión tras cirugía cardíaca*, los resultados muestran una hiperalgesia generalizada en el tórax, así como sensibilidad generalizada a la presión en áreas distantes sin dolor, en ambos casos desde el primer día tras la intervención quirúrgica. Además, el aumento

de sensibilidad a la presión se asoció positivamente con la intensidad del dolor posoperatorio. Se observó disminución de los UD a la presión después de la cirugía, sobre todo en el primer día del posoperatorio, con recuperación progresiva durante los siete días posteriores. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Mazzeffi *et al.*, que informan de umbrales de dolor más bajos a las 24 horas después de la cirugía (10). Sin embargo, cabe señalar que los UDP no retornaron a los niveles preoperatorios en el intervalo analizado de siete días después de la intervención. Es previsible que cualquier intervención quirúrgica provoque hiperalgesia generalizada en los días subsiguientes, debido al daño inherente asociado al procedimiento. En el caso de la CCA, esta indujo una hiperalgesia generalizada inmediata en todo el tórax, en gran parte debido a un mecanismo periférico, ya que la cirugía afecta a todos los segmentos torácicos. Además, se identificó una hiperalgesia generalizada en puntos distantes sin dolor (carpos y maléolo), lo que sugiere un papel de la sensibilización central siguiendo un patrón similar al del tórax, es decir, los umbrales más bajos se observaron durante el primer día del posoperatorio, con una recuperación progresiva en los días siguientes, pero sin llegar a normalizarse (umbrales preoperatorios). Estos resultados sugieren que la intervención quirúrgica podría actuar como un impulsor periférico para el desarrollo de hiperalgesia aguda a la presión en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

A la hora de *identificar la intensidad del umbral doloroso antes de la intervención y discriminar aquellos pacientes con valores límites en ambos sentidos y cuantificar el dolor posoperatorio en función de características individuales*, se observó que, en la población estudiada, las mujeres exhibieron una mayor sensibilidad al dolor a la presión que los hombres en todos los puntos y a lo largo de la totalidad del seguimiento. La evidencia respalda que las mujeres son más susceptibles al dolor, lo perciben como más intenso y tienen un mayor riesgo de desarrollar dolor crónico que los hombres (101,102), y factores biológicos, cognitivos y sociales pueden explicar estas diferencias (103). Sin embargo, aunque los umbrales fueron más

bajos en las mujeres, el patrón temporal de sensibilidad a la presión fue el mismo para ambos sexos, una disminución inmediata durante el primer día del posoperatorio, con aumento progresivo en los días siguientes, sin llegar a recuperar los umbrales preoperatorios.

Además, se apreció una mayor susceptibilidad al dolor en personas mayores (edad superior a 65 años), en comparación con los más jóvenes. La literatura existente corrobora la idea de que los adultos mayores exhiben una mayor sensibilidad al dolor por presión que los jóvenes (23,24,104), aunque esta observación puede deberse a una considerable heterogeneidad metodológica en los estudios que examinaron el efecto de la edad sobre la sensibilidad al dolor. Hay que tener en cuenta que la cuantificación del dolor es mayoritariamente subjetiva y, además, puede verse sesgada por la ausencia de notificación y/o de reclamación de analgesia y también por un posible factor cultural. De cualquier forma, a pesar de que los pacientes de mayor edad mostraron unos UDP más bajos, es decir, mayor susceptibilidad al dolor que los jóvenes, los mapas topográficos de sensibilidad al dolor se adhirieron al mismo patrón temporal en ambos grupos después de la cirugía, independientemente de la edad.

La evaluación de los cambios en los UDP ha permitido desarrollar, por primera vez, *mapas topográficos de sensibilidad al dolor por presión en los pacientes sometidos a cirugía cardiaca*. Estos mapas topográficos han revelado una sensibilidad predominantemente homogénea al dolor por presión en las regiones torácicas anterior y posterior, siendo el apéndice xifoides el punto con un umbral doloroso posoperatorio más bajo y una mayor sensibilidad al dolor por presión, independientemente del abordaje quirúrgico empleado (esternotomía completa versus miniesternotomía anterior derecha). El xifoides se secciona por la mitad en una esternotomía media, conformando así la aparición de dos estructuras móviles e inervadas. A pesar de lo que cabría esperar en un abordaje mediante miniesternotomía anterior derecha, en la que el apéndice xifoides permanece intacto, el umbral doloroso del xifoides sigue siendo menor en este grupo, lo que podría atribuirse en estos pacientes a la emergencia

subxifoidea del drenaje endotorácico. En general, la región anterior del tórax mostró mayor sensibilidad, presentando umbrales dolorosos más bajos en comparación con la región posterior. Este hallazgo se alinea con las expectativas, ya que las áreas musculares (tórax posterior) generalmente registran un UD más alto que las regiones óseas o articulares (tórax anterior) (91).

Una vez resueltas las cuestiones principales de la hipótesis y el objetivo principal de este estudio, se procederá a discutir las cuestiones planteadas como **objetivos secundarios** del mismo:

Entre los objetivos secundarios se encuentra *analizar si la sensibilidad al dolor por presión tras cirugía cardíaca se asocia con la intensidad del dolor posoperatorio agudo*. Se ha observado que una mayor sensibilidad al dolor por presión en el tórax se correlaciona con una mayor intensidad del dolor posoperatorio en todos los seguimientos. Esta observación sugiere que el dolor posoperatorio teóricamente podría potenciar una hiperalgesia a la presión sobre el tórax debida a mecanismos periféricos, pero no centrales.

A la hora de *evaluar la relación entre el dolor posoperatorio a la presión y el consumo analgésico*, aunque lograr un control adecuado del dolor durante el posoperatorio inmediato de una cirugía cardíaca es complejo, el presente estudio no ha podido determinar que los pacientes con umbrales dolorosos a la presión más bajos tuvieran un peor manejo del dolor ni una mayor demanda de analgesia. Dado que el dolor posoperatorio puede estar asociado con componentes tanto neuropáticos, como musculares y viscerales, aún no está claro si el tratamiento temprano del dolor posoperatorio es crucial para prevenir el desarrollo de una alteración del procesamiento nociceptivo en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Únicamente se puede plantear con los resultados del presente estudio la necesidad de que estudios futuros evalúen este aspecto.

Uno de los objetivos secundarios que considero más interesantes de este estudio es *evaluar la correlación entre las medidas subjetivas del dolor* (escalas cualitativas validadas) y *su cuantificación determinando los umbrales dolorosos a la presión mediante algometría*, en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Hasta el momento, la mayor parte de los estudios que cuantifican el dolor posquirúrgico se basan en escalas y cuestionarios subjetivos (38). Algunas de estas escalas permiten discernir el tipo de dolor, su localización y sus características (38,43,44), pero sin aportar datos objetivos sobre la intensidad del mismo. El principal hándicap de estas escalas se debe a que su diseño original no está enfocado en la evaluación de dolor tras cirugía cardíaca, sino que se trata de cuestionarios adaptados a partir de otros preexistentes, como ocurre en el caso del *BPI-SF* (88,89).

En la evaluación del dolor mediante escalas subjetivas se han aplicado las escalas *EQ-5D* y *BPI-SF*, preoperatoriamente y a los 30 días tras la intervención, con el fin de determinar la intensidad del dolor a corto plazo tras la intervención y su repercusión en la calidad de vida. Los resultados para *EQ-5D* en la población analizada muestran la persistencia a los 30 días de un dolor referido como leve o moderado, así como problemas leves para el autocuidado de los pacientes. La valoración del estado global de salud a los 30 días es ligeramente superior a la preoperatoria, sin mostrar una variación significativa. Teniendo en cuenta que *EQ-5D* evalúa preferentemente la predisposición subjetiva individual para el dolor, llegamos a la conclusión de que en un periodo de tiempo corto (30 días tras la intervención) no existe aún una percepción subjetiva de la mejora del estado de salud de los pacientes. Posiblemente, esta circunstancia esté en relación con el grado de “traumatismo” que este tipo de cirugía supone en los pacientes en general. Aunque objetivamente se haya resuelto su problema de salud, es posible que circunstancias como la anemia posoperatoria, que aún puede no estar resuelta en los 30 días subsiguientes a la intervención, o la propia edad del paciente, puedan influir en una peor percepción global de la salud (105,106).

En el caso de la escala *BPI-SF* parece que los resultados observados, tanto preoperatoriamente como a los 30 días, se ven afectados por aquellas situaciones que se vinculan al dolor crónico por la presencia de patología osteoarticular o de otra naturaleza, en pacientes tomadores crónicos de analgésicos o medicación inmunomoduladora. Su aplicación en la estimación del dolor posoperatorio a los 30 días se verá, por tanto, artefactada en estos pacientes, no siendo una herramienta muy adecuada para emplear tras cirugía cardíaca. Sin embargo, llama la atención su correlación con la estimación del dolor mediante algometría ya que, al igual que esta técnica, muestra una asociación entre alteraciones del estado del ánimo y disminución de la capacidad para realizar actividades cotidianas en los pacientes mayores de 65 años, en los que existe, además, una peor percepción del estado de salud. Previamente se ha comentado que los valores de los umbrales dolorosos de la algometría eran inferiores en estos pacientes y no se habían normalizado al séptimo día del posoperatorio. Es probable que la realización de una algometría a los 30 días pudiera presentar resultados compatibles con los mostrados en el cuestionario *BPI-SF* en este grupo de edad.

En cuanto a la evaluación de la percepción dolorosa realizada mediante cuestionarios en los mismos días en los que se efectuaron las evaluaciones mediante algometría, la EVN presenta unos resultados en cuanto a la percepción dolorosa similares a los registros algométricos: incremento del dolor, máximo durante el primer día del posoperatorio, y con descenso progresivo. Al igual que se describe en el estudio de Mazzeffi *et al.* (10), el pico máximo de dolor se observa a las 24 horas tras la cirugía, con un aumento posterior progresivo de los umbrales a partir de las 48-72 horas del procedimiento (24), sin llegar a recuperar los niveles preoperatorios. Sin embargo, mientras que en el estudio algométrico la percepción dolorosa es mayor en mujeres y mayores de 65 años a lo largo de todo el seguimiento, la EVN no llega a identificar diferencias significativas en la percepción dolorosa relacionadas con el sexo o la edad del paciente. En nuestro estudio observamos un cambio en las áreas y umbrales

dolorosos durante la primera semana del posoperatorio, pero no vemos un número mayor de puntos doloroso en mujeres vs hombres, como sí identifica el estudio de Navarro-García M. *et al.* (23).

La escala DN4 resulta poco adecuada para estudiar el dolor en el posoperatorio inmediato tras cirugía cardíaca ya que su diseño se orienta a la identificación del dolor de tipo neuropático, que no aparece en ninguno de nuestros pacientes (probablemente porque el intervalo de estudio de 7 días resulta insuficiente para su diagnóstico) (45). Posiblemente deberíamos haber incluido en el protocolo de este estudio la administración de esta escala a los 30 días a la intervención. Sí existe, sin embargo, una identificación clara del punto más doloroso para los pacientes, tanto mediante algometría como mediante la administración del cuestionario *MPQ* en el centro del tórax, que se correspondería con el apéndice xifoides, en todas las evaluaciones realizadas, seguido por los hombros a partir del 3ºDPO. Estos datos concuerdan con las descripciones de Richard A. M. *et al.*, quienes describen un cambio en la localización y la intensidad del DP en función del tiempo transcurrido tras la cirugía, siendo más intenso en la esternotomía y la zona epigástrica en las primeras 48 horas del posoperatorio y en espalda, hombros y MMII (en pacientes coronarios) entre el quinto y el séptimo día (9). A diferencia de lo que ocurre con la variación de la intensidad del dolor a lo largo de los 7 días de seguimiento, el cuestionario *MPQ* es incapaz de identificar el progresivo decremento del dolor, así como de distinguir diferencias en la apreciación del mismo debidas al sexo o a la edad del paciente, como sí hace la algometría.

En conclusión, las escalas para evaluación subjetiva del dolor en cirugía cardíaca son herramientas poco sensibles y poco específicas a la hora de estimar las características y la evolución del dolor posoperatorio en la fase aguda y a corto plazo tras la intervención.

De lo descrito hasta el momento, se deduce que la intensidad de la percepción dolorosa inherente a la cirugía cardíaca durante el posoperatorio inmediato produce un elevado discomfort en el paciente. Cabe la posibilidad de plantear si existe una variación en la percepción del dolor a la presión que se relacione con factores modificables en la práctica clínica. Es decir, *si es posible de alguna manera reducir la intensidad de la percepción dolorosa durante el posoperatorio inmediato cambiando algún elemento de la técnica y/o la práctica quirúrgica, sin afectar al tratamiento de la patología cardíaca de base*. El análisis de este apartado se ha concretado en tres aspectos: el tipo de la incisión quirúrgica del esternón, el tipo de técnica de sutura esternal y la utilización de faja torácica. El componente musculoesquelético del DP tras CCA es el más común, debido a la tracción y manipulación intraoperatoria de la pared torácica (7). Por ello se ha evaluado si el tipo de abordaje, el tipo de cierre esternal (CE), y la aplicación de soportes externos sobre la pared torácica, que contribuyan a su inmovilización en el posoperatorio inmediato (faja torácica), modifican la percepción dolorosa del paciente.

Al igual que los estudios que llevan a cabo una evaluación subjetiva del dolor, se observa en nuestro trabajo mediante algometría un incremento en la intensidad del DP, localizado en la zona de la esternotomía y el apéndice xifoides (5,107). Por ello, se plantea la posibilidad teórica de reducir la zona dolorosa mediante un abordaje quirúrgico alternativo a la esternotomía media convencional. Las *técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas* en CCA son una alternativa, que no tiene únicamente una finalidad estética, sino que también, reducen la tracción sobre el esternón y, secundariamente, al menos en potencia, el DP y las complicaciones derivadas del mismo, favoreciendo una más rápida recuperación (15,108). La *miniesternotomía anterior derecha a través de tercer o cuarto espacio intercostal*, se plantea como un abordaje alternativo que reduce el trauma quirúrgico, especialmente interesante en pacientes frágiles: ancianos, obesos, con enfermedad pulmonar obstructiva crónica o con

deformidades severas de la pared torácica (109,110). A diferencia de los resultados comunicados por Candaele *et al.* (108) (que observan una menor intensidad dolorosa subjetiva en los pacientes sometidos a cirugía valvular aórtica mediante miniesternotomía anterior a tercer espacio intercostal derecho), al cuantificar en nuestro trabajo los UDP posoperatorios mediante algometría en la población de estudio, en función del tipo de abordaje quirúrgico (esternotomía vs miniesternotomía), no se han encontrado diferencias objetivas atribuibles al tipo de incisión esternal, en ninguno de los diferentes puntos evaluados.

Por otro lado, el CE debe asegurar una fijación estable de tal forma que las fuerzas a lo largo de la longitud del esternón se distribuyan uniformemente al realizar esfuerzos (111). Una correcta fijación evita las dehiscencias esternales, la infección de la herida quirúrgica y la mediastinitis, todas ellas directamente relacionadas con una mayor intensidad del DP (51,112). Se han propuesto múltiples *métodos para la fijación esternal* tras esternotomía completa, siendo la más frecuente el uso de alambres de acero, simples o dobles “*en 8*” (113). Sin embargo, al comparar los UDP mediante algometría en función de la técnica de CE con alambres simples o dobles, no se han encontrado diferencias atribuibles a una técnica u otra que contribuyan a la reducción de la percepción dolorosa. Estos resultados entran en contradicción con los de Liu *et al.* (112) (que aprecian una reducción subjetiva del dolor en el tercer DPO en aquellos pacientes cuyo esternón se fija mediante puntos de sutura dobles de acero) y se asemejan más a los del estudio retrospectivo llevado a cabo por Kukulski *et al.* (114) (que observan una reducción subjetiva del DP en los primeros 14-30 días de la cirugía en los pacientes cerrados con alambres simples). En ambos estudios, los resultados pueden verse influidos por la subjetividad en la apreciación del paciente y, en el segundo, verse también distorsionados por la amplitud del intervalo temporal entre la cirugía y momento de evaluación del DP. Ambos sesgos quedan excluidos en nuestro estudio, al cuantificar el dolor de forma objetiva (algometría) y durante un intervalo temporal posoperatorio corto (7 días).

Un último factor modificable en la práctica clínica es la utilización de *soportes externos sobre la pared torácica*. Estos dispositivos tienen como objetivo reducir la movilidad del tórax tras CCA restringiendo los movimientos del esternón, así como proporcionar seguridad psicológica a los pacientes, y facilitar la realización de fisioterapia respiratoria en el posoperatorio. Su utilización podría disminuir la percepción del DP, mejorando la sensación de bienestar de los pacientes. En general, los tipos de soportes se clasifican en dos grupos, según sean elásticos o no. Parece que los últimos son más efectivos en la estabilización de tórax con respecto a los primeros (115,116). Algunos estudios refieren una reducción de la infección profunda de la herida esternal asociada al uso de soporte externo (116) y una disminución en la percepción del DP en pacientes portadores de soportes tanto elásticos como rígidos después de la CCA (117). En todos los casos descritos, la evaluación de la percepción del dolor tras CCA se realizó a través de cuestionarios que podrían estar sesgados por la subjetividad del paciente (118–121). Los resultados de la evaluación objetiva del dolor utilizando algometría en nuestra muestra coinciden con aquellos estimados mediante métodos subjetivos (EVN), concordando en que el uso de soporte esternal elástico no reduce significativamente la percepción del dolor en los pacientes, ni siquiera en aquellas poblaciones más susceptibles en nuestra muestra (mujeres y mayores de 65 años) (95). Tampoco se apreció una reducción significativa en el consumo de analgésicos en los pacientes que usaban dispositivos de soporte esternal elástico.

En definitiva, no se aprecia que ninguno de los 3 factores modificables de la práctica quirúrgica analizados sea capaz de aportar una reducción significativa de la percepción dolorosa medida mediante algometría. Llama la atención, en este sentido, que los resultados expuestos parecen entrar en conflicto con los publicados en diferentes series. Todas ellas llegan a sus conclusiones a través de análisis de la percepción del dolor mediante diferentes escalas, todas ellas potencialmente sesgadas por la subjetividad del paciente, que en el presente trabajo se han mostrado como menos sensibles y específicas en la identificación del dolor que la

medición de los UDP mediante algometría.

Por último, al ser el presente un estudio realizado inmediatamente tras la restauración de la actividad quirúrgica interrumpida durante la pandemia COVID-19, se decidió determinar si existía una influencia de la infección por SARS-COV-2 en la percepción del dolor por parte de los pacientes con antecedente de infección en los 6 meses previos a la intervención, con un mínimo de 6 semanas libres de síntomas, entre la infección por COVID-19 y la intervención quirúrgica (98). La elección del intervalo temporal de 6 semanas desde la infección hasta la intervención quirúrgica se deriva de los resultados de la bibliografía en relación con la mayor mortalidad de los pacientes sometidos a intervención quirúrgica en el periodo de 6 semanas subsiguientes a la infección activa. Ya que todos los pacientes incluidos en este estudio se intervinieron de forma programada, se respetaron las recomendaciones de los principales estudios publicados en ese momento y que hacían referencia a la mortalidad en pacientes quirúrgicos (98). La literatura muestra cambios en la percepción del dolor tras la infección por SARS-CoV-2, siendo más frecuentes en pacientes sintomáticos que en asintomáticos, en forma de alteraciones en la modulación endógena del dolor y un incremento del dolor crónico (122). En el presente estudio, se observó una reducción de los UDP, pero no se encontraron diferencias entre los pacientes con infección previa y sin infección. Sin embargo, este hecho puede estar influenciado por el reducido tamaño muestral del grupo de pacientes con antecedente de COVID-19.

Aunque la sintomatología predominante en la población analizada es, lógicamente cardiológica, sí se identificó en aquellos pacientes con antecedente de infección previa por COVID-19 un aumento significativo en la percepción del dolor preoperatorio y una peor respuesta a la analgesia mediante el cuestionario *BPI-SF*. Sin embargo, en el posoperatorio esta percepción aumentada al dolor y la disminución de la respuesta al tratamiento analgésico no

persistió más allá de los 30 días tras la intervención. Por otro lado, se ha observado que el principal factor limitante para la recuperación de la capacidad funcional en este grupo fue el envejecimiento, más que la propia infección por COVID-19, siendo los pacientes mayores de 65 años los que mostraron mayor limitación para volver a caminar y reincorporarse a sus actividades de la vida diaria. Aunque el periodo de estudio, por lo limitado, no permite obtener conclusiones relevantes, como tampoco los permite el escaso espacio muestral el desarrollo de síndromes de dolor crónico no parece incrementarse en esta población por el padecimiento de una infección previa por COVID-19.

7 . LIMITACIONES

Aunque la fortaleza de la presente tesis doctoral consiste en demostrar que la algometría, mediante el uso del algómetro de presión, es una técnica inocua que permite cuantificar objetivamente el dolor posoperatorio tras cirugía cardíaca permitiendo, por primera vez, la representación en forma de mapas topográficos de sensibilidad al dolor por presión en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, se deben reconocer varias limitaciones.

En primer lugar, este estudio incluye pacientes de un único centro y con un tamaño muestral relativamente pequeño, lo que puede limitar la representatividad de la población y la extrapolación y generalización de los resultados. Además, el hecho de que el periodo de inclusión de pacientes haya tenido lugar inmediatamente después de reanudarse la actividad quirúrgica ordinaria tras la pandemia de SARS-COV2, con una actividad aún reducida y una disminución del número de intervenciones, inicialmente referidas a las patologías de más urgente resolución, pueden haber condicionado, también, tanto la población como el tipo de procedimientos, pudiendo diferir éstos de las más habituales.

En segundo lugar, no se ha caracterizado el dolor posoperatorio. Por tanto, se desconocen las características, por ejemplo, musculoesqueléticas o neuropáticas, del impulso periférico.

En tercer lugar, la evaluación de los umbrales dolorosos a la presión mediante algometría durante el primer día del posoperatorio podría estar sesgada por el propio procedimiento quirúrgico y por los efectos de la anestesia. Sin embargo, el hecho de que los umbrales más bajos se observaran inmediatamente después del procedimiento excluiría un posible efecto anestésico.

En cuarto lugar, los pacientes excluidos debido a la sedación en el primer día del posoperatorio pueden representar un sesgo de selección, ya que podrían ser más susceptibles a complicaciones posoperatorias y, en consecuencia, a experimentar dolor posoperatorio.

En quinto lugar, aunque se han realizado esfuerzos para minimizar la variabilidad mediante técnicas de entrenamiento algométrico, puede existir cierto grado de variabilidad entre los evaluadores.

En sexto lugar, la evaluación del dolor mediante escalas unidimensionales solo se realizó preoperatoriamente y a los 30 días y durante los 7 primeros días del posoperatorio en el caso de las multidimensionales. Por tanto, únicamente se ha podido identificar la percepción subjetiva del dolor en fase aguda en el segundo grupo y subaguda en el primero, ya que los pacientes no manifiestan encontrarse significativamente mejor a los 30 días del procedimiento al evaluarse mediante estas escalas. Asimismo, resulta imposible identificar mediante estas evaluaciones la posibilidad de la aparición del dolor crónico, por el reducido intervalo temporal del estudio.

En séptimo lugar, es posible que algunas variables clínicas de los pacientes, así como el diagnóstico preoperatorio de cuadros de dolor crónico o alteraciones del estado de ánimo puedan actuar como factores de confusión en la evaluación de la sensibilidad al dolor.

Finalmente, no se ha procedido a evaluar aspectos psicológicos o expectativas del paciente en relación con la cirugía, variables que podrían actuar como factores de confusión en la sensibilidad al dolor.

8 . CONCLUSIONES

1. El **dolor posoperatorio** en cirugía cardíaca se puede cuantificar **objetivamente** mediante **algometría**.
2. Dos poblaciones mostraron una mayor sensibilidad al dolor por presión en el posoperatorio de cirugía cardíaca: **mujeres y mayores de 65 años**. En ambos casos esto ocurrió en todos los puntos evaluados y a lo largo de la totalidad del seguimiento.
3. Se apreció una **mayor sensibilidad al dolor por presión en personas mayores** (edad superior a 65 años), en comparación con los más jóvenes; sin embargo, los mapas topográficos de sensibilidad al dolor se adhirieron al mismo patrón temporal en ambos grupos después de la cirugía, independientemente de la edad. Se identificó una hiperalgesia generalizada en puntos distantes sin dolor (carpos y maléolo), lo que sugiere un papel de la sensibilización central siguiendo un patrón similar al del tórax.
4. La cuantificación del dolor posoperatorio mediante algometría mostró una mayor sensibilidad **al dolor por presión en el tórax**, desde el primer día tras la intervención quirúrgica, mostrando una disminución significativa de los umbrales dolorosos, con recuperación progresiva durante los siete días posteriores, pero sin recuperar los valores preoperatorios. Se identificó asimismo una hiperalgesia generalizada en puntos distantes sin dolor (carpos y maléolo), con un patrón similar el del tórax, lo que sugiere un papel de la sensibilización central.
5. La evaluación de los cambios en la sensibilidad al dolor por presión ha permitido desarrollar, por primera vez, **mapas topográficos de sensibilidad al dolor por presión** en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca.
6. El presente estudio no ha podido determinar que los pacientes con mayor sensibilidad al

dolor por presión tuvieran una peor respuesta al tratamiento analgésico.

7. La sensibilidad al dolor **por presión se asoció positivamente con la intensidad del dolor posoperatorio** evaluado con escalas subjetivas.
8. No se aprecia que ninguno de los 3 **factores modificables** de la práctica quirúrgica analizados (abordaje mediante miniesternotomía anterior derecha, técnicas de cierre esternal o el uso de faja torácica) sea capaz de aportar una reducción significativa de la sensibilidad al dolor por presión medida mediante algometría. El **apéndice xifoides** es el punto del tórax con **mayor sensibilidad al dolor** por presión, independientemente del abordaje quirúrgico empleado.
9. En los pacientes diagnosticados de infección preoperatoria por **SARS-CoV- 2** se observó mediante el cuestionario **BPI-SF** un **aumento significativo en la percepción del dolor preoperatorio y una peor respuesta a la analgesia**, que no persistió en el posoperatorio más allá de los 30 días tras la intervención.

9 . BIBLIOGRAFÍA

1. Ibarra Eduardo. Una Nueva Definición de "Dolor": Un Imperativo de Nuestros Días. *Rev. Soc. Esp. Dolor*. 2006 Mar;13(2): 65-72.
2. Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, *et al*. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. 2020 Sep 1;161(9):1976-1982.
3. Orr PM, Shank BC, Black AC. The Role of Pain Classification Systems in Pain Management. *Crit Care Nurs Clin North Am*. 2017 Dec;29(4):407-418.
4. Guimarães-Pereira L, Farinha F, Azevedo L, Abelha F, Castro-Lopes J. Persistent Postoperative Pain after Cardiac Surgery: Incidence, Characterization, Associated Factors and its impact in Quality of Life. *Eur J Pain*. 2016 Oct;20(9):1433-42.
5. Roca J, Valero R, Gomar C. Pain locations in the postoperative period after cardiac surgery: Chronology of pain and response to treatment. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2017 Aug-Sep;64(7):391-400. English, Spanish.
6. Mello LC, Rosatti SF, Hortense P. Assessment of pain during rest and during activities in the postoperative period of cardiac surgery. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2014 Jan-Feb;22(1):136-43.
7. Cogan J. Pain management after cardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2010 Sep;14(3):201-4.
8. Kehlet H, Jensen TS, Woolf CJ. Persistent postsurgical pain: risk factors and prevention. *Lancet*. 2006 May 13;367(9522):1618-25.
9. Richard AM, Bain SE, Nikravan S, Lilley RR, Velamoor GR, Flaherty JM, *et al*. Continuous Pectoral Fascia Blocks for Postoperative Analgesia After Median Sternotomy: A Case Report. *A A Pract*. 2018 Sep 15;11(6):145-147.
10. Mazzeffi M, Khelemsky Y. Poststernotomy pain: a clinical review. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2011 Dec;25(6):1163-78.

11. Moon MH, Kang JK, Kim HW, Jo KH, Choi SH, Song H. Pain after median sternotomy: collateral damage or mitigatable byproduct? *Thorac Cardiovasc Surg*. 2013 Apr;61(3):194-201.
12. Pérez-Guerrero A. C., Aragón M. C., Torres L. M. Dolor postoperatorio: ¿hacia dónde vamos?. *Rev. Soc. Esp. Dolor*. 2017 Feb;24(1):1-3.
13. Konstantatos A, Silvers AJ, Myles PS. Analgesia best practice after cardiac surgery. *Anesthesiol Clin*. 2008 Sep;26(3):591-602.
14. Zencir G, Eser I. Effects of Cold Therapy on Pain and Breathing Exercises Among Median Sternotomy Patients. *Pain Manag Nurs*. 2016 Dec;17(6):401-410.
15. Defalque RJ, Bromley JJ. Poststernotomy neuralgia: a new pain syndrome. *Anesth Analg*. 1989 Jul;69(1):81-2.
16. Kalliomäki ML, Puolakka P, Huhtala H, Sisto T, Järvelä K. Bedside diagnosis of persistent post-sternotomy pain. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2016 Aug;60(7):969-76.
17. Kleiman AM, Sanders DT, Nemergut EC, Huffmyer JL. Chronic Poststernotomy Pain: Incidence, Risk Factors, Treatment, Prevention, and the Anesthesiologist's Role. *Reg Anesth Pain Med*. 2017 Nov/Dec;42(6):698-708.
18. Nijs J, Van Houdenhove B, Oostendorp RA. Recognition of central sensitization in patients with musculoskeletal pain: Application of pain neurophysiology in manual therapy practice. *Man Ther*. 2010 Apr;15(2):135-41.
19. García-Andreu J. Manejo básico del dolor agudo y crónico. *Anest. Méx*. 2017; 29(Suppl 1):77-85.
20. Ribera H., Esteve N., Garrido J. P. La transición de dolor agudo postoperatorio a crónico: ¿qué sabemos?. *Rev. Soc. Esp. Dolor*. 2012 Ago;19(4):197-208.

21. Meyer-Frießem CH, Szalaty P, Zahn PK, Pogatzki-Zahn EM. A prospective study of patients' pain intensity after cardiac surgery and a qualitative review: effects of examiners' gender on patient reporting. *Scand J Pain*. 2019 Jan 28;19(1):39-51.
22. Blyth FM, March LM, Cousins MJ. Chronic pain-related disability and use of analgesia and health services in a Sydney community. *Med J Aust*. 2003 Jul 21;179(2):84-7.
23. Navarro García MA, Irigoyen Aristorena MI, De Carlos Alegre V, Martínez Oroz A, Elizondo Sotro A, Indurain Fernández S, *et al*. Evaluación del dolor postoperatorio agudo tras cirugía cardíaca [Evaluation of the postoperative acute pain after heart surgery]. *Enferm Intensiva*. 2011 Oct-Dec;22(4):150-9.
24. Mueller XM, Tinguely F, Tevæarai HT, Revelly JP, Chioléro R, von Segesser LK. Pain location, distribution, and intensity after cardiac surgery. *Chest*. 2000 Aug;118(2):391-6.
25. Nelson FV, Zimmerman L, Barnason S, Nieveen J, Schmaderer M. The relationship and influence of anxiety on postoperative pain in the coronary artery bypass graft patient. *J Pain Symptom Manage*. 1998 Feb;15(2):102-9.
26. Bruce J, Drury N, Poobalan AS, Jeffrey RR, Smith WC, Chambers WA. The prevalence of chronic chest and leg pain following cardiac surgery: a historical cohort study. *Pain*. 2003 Jul;104(1-2):265-73.
27. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, *et al*. ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019 Jan 7;40(2):87-165.
28. Eastridge CE, Mahfood SS, Walker WA, Cole FH Jr. Delayed chest wall pain due to sternal wire sutures. *Ann Thorac Surg*. 1991 Jan;51(1):56-9.

29. Turan A, Karimi N, Zimmerman NM, Mick SL, Sessler DI, Mamoun N. Intravenous Acetaminophen Does Not Decrease Persistent Surgical Pain After Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2017 Dec;31(6):2058-2064.
30. Woodring JH, Royer JM, Todd EP. Upper rib fractures following median sternotomy. *Ann Thorac Surg*. 1985 Apr;39(4):355-7.
31. Fine PG, Karwande SV. Sternal wire-induced persistent chest pain: a possible hypersensitivity reaction. *Ann Thorac Surg*. 1990 Jan;49(1):135-6.
32. Holl RM. Surgical cardiac patient characteristics and the amount of analgesics administered in the intensive care unit after extubation. *Intensive Crit Care Nurs*. 1995 Aug;11(4):192-7.
33. Tevæarai HT, Mueller XM, von Segesser LK. Minimally invasive harvest of the saphenous vein for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*. 1997 Jun;63(6 Suppl):S119-21.
34. Taillefer MC, Carrier M, Bélisle S, Levesque S, Lanctôt H, *et al*. Prevalence, characteristics, and predictors of chronic nonanginal postoperative pain after a cardiac operation: a cross-sectional study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006 Jun;131(6):1274-80.
35. Cohen AJ, Moore P, Jones C, Miner TJ, Carter WR, Zurcher RP, *et al*. Effect of internal mammary harvest on postoperative pain and pulmonary function. *Ann Thorac Surg*. 1993 Nov;56(5):1107-9.
36. Mailis A, Umana M, Feindel CM. Anterior intercostal nerve damage after coronary artery bypass graft surgery with use of internal thoracic artery graft. *Ann Thorac Surg*. 2000 May;69(5):1455-8.
37. McCormack HM, Horne DJ, Sheather S. Clinical applications of visual analogue scales: a critical review. *Psychol Med*. 1988 Nov;18(4):1007-19.

38. Haefeli M, Elfering A. Pain assessment. *Eur Spine J.* 2006 Jan;15 Suppl 1(Suppl 1):S17-24.
39. American Nurses Association, American Society for Pain Management Nursing. *Pain management nursing: scope and standards of practice.* 2 ed. Silver Spring (MD); 2016.
40. Spitzer WO. State of science 1986: quality of life and functional status as target variables for research. *J Chronic Dis.* 1987;40(6):465-71.
41. Mahoney FI, Barthel DW. Functional Evaluation: The Barthel Index. *Md State Med J.* 1965 Feb;14:61-5.
42. DeLoach LJ, Higgins MS, Caplan AB, Stiff JL. The visual analog scale in the immediate postoperative period: intrasubject variability and correlation with a numeric scale. *Anesth Analg.* 1998 Jan;86(1):102-6.
43. Serrano-Atero CJ, Cañas A, García-Saura PL P. Valoración del dolor (II). *Rev Soc Esp Dolor.* 2002;9:109-21.
44. Bouhassira D, Attal N, Alchaar H, Boureau F, Brochet B, Bruxelle J, *et al.* Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). *Pain.* 2005 Mar;114(1-2):29-36.
45. Perez C, Galvez R, Huelbes S, Insausti J, Bouhassira D, Diaz S, *et al.* Validity and reliability of the Spanish version of the DN4 (Douleur Neuropathique 4 questions) questionnaire for differential diagnosis of pain syndromes associated to a neuropathic or somatic component. *Health Qual Life Outcomes.* 2007 Dec 4;5:66.
46. Melzack R. The short-form McGill Pain Questionnaire. *Pain.* 1987 Aug;30(2):191-197.
47. Jelacic S, Bollag L, Bowdle A, Rivat C, Cain KC, Richebe P. Intravenous Acetaminophen as an Adjunct Analgesic in Cardiac Surgery Reduces Opioid Consumption But Not Opioid-Related Adverse Effects: A Randomized Controlled Trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016 Aug;30(4):997-1004.

48. Richebé P, Pouquet O, Jelacic S, Mehta S, Calderon J, Picard W, *et al.* Target-controlled dosing of remifentanyl during cardiac surgery reduces postoperative hyperalgesia. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2011 Dec;25(6):917-25.
49. Segura-Méndez B, Guerrero-Peral AL, Carrascal Y. Dolor en el postoperatorio de cirugía cardíaca: bases neurobiológicas y tratamiento [Postoperative pain after cardiac surgery: neurobiological basis and treatment]. *Rev Neurol.* 2022 Sep 16;75(6):149-157.
50. Murakawa K, Moriyama K, Yanamoto F, Nakano S, Fukunaga T, Arimura Y. [Measurement of clinical pain intensity: quantitative sensory testing]. *Masui.* 2006 Sep;55(9):1080-6.
51. Lu F, Kato J, Toramaru T, Sugai M, Zhang M, Morisaki H. Objective and Quantitative Evaluation of Spontaneous Pain-Like Behaviors Using Dynamic Weight-Bearing System in Mouse Models of Postsurgical Pain. *J Pain Res.* 2022 Jun 2;15:1601-1612.
52. Hinarejos P, Goicoechea N, Gidi M, Leal-Blanquet J, Torres-Claramunt R, Sánchez-Soler J, *et al.* Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019 Jul;29(5):1089-1093.
53. Pedersini P, Negrini S, Cantero-Tellez R, Bishop MD, Villafañe JH. Pressure algometry and palpation of the upper limb peripheral nervous system in subjects with hand osteoarthritis are repeatable and suggest central changes. *J Hand Ther.* 2020 Jan-Mar;33(1):103-111.
54. Walton DM, Macdermid JC, Nielson W, Teasell RW, Chiasson M, Brown L. Reliability, standard error, and minimum detectable change of clinical pressure pain threshold testing in people with and without acute neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011 Sep;41(9):644-50.
55. Pignatelli Vilajeliu A, Mestre Farràs N, Escalada Recto F, Coll Molinos M. Efectividad de las técnicas invasivas y no invasivas en el tratamiento del síndrome del dolor

- miofascial a nivel cervical: revisión sistemática [Effectiveness of invasive and non-invasive techniques for neck myofascial pain syndrome: a systematic review]. *Rehabilitacion (Madr)*. 2020 Jul-Sep;54(3):181-190.
56. Fernández-Pérez AM, Villaverde-Gutiérrez C, Mora-Sánchez A, Alonso-Blanco C, Sterling M, Fernández-de-Las-Peñas C. Muscle trigger points, pressure pain threshold, and cervical range of motion in patients with high level of disability related to acute whiplash injury. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012 Jul;42(7):634-41.
 57. Fernández-de-las-Peñas C, de la Llave-Rincón AI, Fernández-Carnero J, Cuadrado ML, Arendt-Nielsen L, Pareja JA. Bilateral widespread mechanical pain sensitivity in carpal tunnel syndrome: evidence of central processing in unilateral neuropathy. *Brain*. 2009 Jun;132(Pt 6):1472-9.
 58. Sayed-Noor AS, Englund E, Wretenberg P, Sjöden GO. Pressure-pain threshold algometric measurement in patients with greater trochanteric pain after total hip arthroplasty. *Clin J Pain*. 2008 Mar-Apr;24(3):232-6.
 59. Stausholm MB, Bjordal JM, Moe-Nilssen R, Naterstad IF. Pain pressure threshold algometry in knee osteoarthritis: intra- and inter-rater reliability. *Physiother Theory Pract*. 2023 Mar;39(3):615-622.
 60. Sæbø H, Naterstad IF, Stausholm MB, Bjordal JM, Joensen J. Reliability of pain pressure threshold algometry in persons with conservatively managed wrist fractures. *Physiother Res Int*. 2020 Jan;25(1):e1797.
 61. Alburquerque-Sendín F, Camargo PR, Vieira A, Salvini TF. Bilateral myofascial trigger points and pressure pain thresholds in the shoulder muscles in patients with unilateral shoulder impingement syndrome: a blinded, controlled study. *Clin J Pain*. 2013 Jun;29(6):478-86.

62. Nunes AMP, Moita JPAM, Espanha MMMR, Petersen KK, Arendt-Nielsen L. Pressure pain thresholds in office workers with chronic neck pain: A systematic review and meta-analysis. *Pain Pract.* 2021 Sep;21(7):799-814.
63. Suzuki H, Tahara S, Mitsuda M, Izumi H, Ikeda S, Seki K, *et al.* Current Concept of Quantitative Sensory Testing and Pressure Pain Threshold in Neck/Shoulder and Low Back Pain. *Healthcare (Basel).* 2022 Aug 7;10(8):1485.
64. Więckiewicz W, Woźniak K, Piątkowska D, Szyszka-Sommerfeld L, Lipski M. The diagnostic value of pressure algometry for temporomandibular disorders. *Biomed Res Int.* 2015;2015:575038.
65. Wu F, Liu Y, Qu X. Pressure pain threshold of the whole foot: Protocol and dense 3D sensitivity map. *Appl Ergon.* 2024 Nov;121:104372.
66. Gómez-Mayordomo V, Palacios-Ceña M, Guerrero-Peral Á, Fuensalida-Novo S, Fernández-de-Las-Peñas C, Cuadrado ML. Widespread Hypersensitivity to Pressure Pain in Men With Cluster Headache During Prolonged Remission Is Not Related to the Levels of Depression and Anxiety. *Pain Pract.* 2020 Feb;20(2):147-153.
67. Barón J, Ruiz M, Palacios-Ceña M, Madeleine P, Guerrero ÁL, Arendt-Nielsen L, *et al.* Differences in Topographical Pressure Pain Sensitivity Maps of the Scalp Between Patients With Migraine and Healthy Controls. *Headache.* 2017 Feb;57(2):226-235.
68. Palacios-Ceña M, Lima Florencio L, Natália Ferracini G, Barón J, Guerrero ÁL, Ordás-Bandera C, *et al.* Women with Chronic and Episodic Migraine Exhibit Similar Widespread Pressure Pain Sensitivity. *Pain Med.* 2016 Nov;17(11):2127-2133.
69. Fuensalida-Novo S, Palacios-Ceña M, Falla D, Cuadrado ML, Guerrero ÁL, Cescon C, *et al.* In episodic cluster headache, pain extent is not related to widespread pressure pain sensitivity, psychological outcomes, or clinical outcomes. *Physiother Theory Pract.* 2022 Sep;38(9):1305-1310.

70. Guerrero-Peral ÁL, Ruíz M, Barón J, Palacios-Ceña M, Arendt-Nielsen L, Fernández-de-Las-Peñas C. Roller pressure algometry as a new tool for assessing dynamic pressure sensitivity in migraine. *Cephalalgia*. 2018 Jun;38(7):1257-1266.
71. Vadivelu N, Mitra S, Narayan D. Recent advances in postoperative pain management. *Yale J Biol Med* 2010; 83: 11-25.
72. Kamalipour H, Vafaei A, Parviz Kazemi A, Khademi S. Comparing the prevalence of chronic pain after sternotomy in patients undergoing coronary artery bypass grafting using the internal mammary artery and other open heart surgeries. *Anesth Pain Med*. 2014 Jun 21;4(3):e17969.
73. Chu YC, Lin SM, Hsieh YC, Chan KH, Tsou MY. Intraoperative administration of tramadol for postoperative nurse-controlled analgesia resulted in earlier awakening and less sedation than morphine in children after cardiac surgery. *Anesth Analg*. 2006 Jun;102(6):1668-73.
74. Iyer SK, Mohan G, Ramakrishnan S, Theodore S. Comparison of tapentadol with tramadol for analgesia after cardiac surgery. *Ann Card Anaesth*. 2015 Jul-Sep;18(3):352-60.
75. Lee CR, McTavish D, Sorkin EM. Tramadol. A preliminary review of its pharmacodynamic and pharmacokinetic properties, and therapeutic potential in acute and chronic pain states. *Drugs*. 1993 Aug;46(2):313-40.
76. Coetzee JF, van Loggerenberg H. Tramadol or morphine administered during operation: a study of immediate postoperative effects after abdominal hysterectomy. *Br J Anaesth*. 1998 Nov;81(5):737-41.
77. Houmes RJ, Voets MA, Verkaaik A, Erdmann W, Lachmann B. Efficacy and safety of tramadol versus morphine for moderate and severe postoperative pain with special regard to respiratory depression. *Anesth Analg*. 1992 Apr;74(4):510-4.

78. Ranucci M, Cazzaniga A, Soro G, Isgrò G, Rossi R, Pavesi M. Postoperative analgesia for early extubation after cardiac surgery. A prospective, randomized trial. *Minerva Anesthesiol.* 1999 Dec;65(12):859-65.
79. El Shora HA, El Beleehy AA, Abdelwahab AA, Ali GA, Omran TE, Hassan EA, *et al.* Bilateral Paravertebral Block versus Thoracic Epidural Analgesia for Pain Control Post-Cardiac Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2020 Aug;68(5):410-416.
80. Diby M, Romand JA, Frick S, Heidegger CP, Walder B. Reducing pain in patients undergoing cardiac surgery after implementation of a quality improvement postoperative pain treatment program. *J Crit Care.* 2008 Sep;23(3):359-71.
81. Bjørnnes AK, Parry M, Lie I, Fagerland MW, Watt-Watson J, Rustøen T, *et al.* The impact of an educational pain management booklet intervention on postoperative pain control after cardiac surgery. *Eur J Cardiovasc Nurs.* 2017 Jan;16(1):18-27.
82. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999 Jul;16(1):9-13.
83. Nashef SA, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, *et al.* EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012 Apr;41(4):734-44; discussion 744-5.
84. Machado MN, Nakazone MA, Maia LN. Acute kidney injury based on KDIGO (Kidney Disease Improving Global Outcomes) criteria in patients with elevated baseline serum creatinine undergoing cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2014 Jul-Sep;29(3):299-307.
85. Nijs J, Lahousse A, Kapreli E, Bilika P, Saraçoğlu İ, Malfliet A, *et al.* Nociceptive Pain Criteria or Recognition of Central Sensitization? Pain Phenotyping in the Past, Present and Future. *J Clin Med.* 2021 Jul 21;10(15):3203.

86. EuroQol Group. EuroQol--a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy*. 1990 Dec;16(3):199-208.
87. Badia X, Roset M, Montserrat S, Herdman M, Segura A. La versión española del EuroQol: descripción y aplicaciones [The Spanish version of EuroQol: a description and its applications. European Quality of Life scale]. *Med Clin (Barc)*. 1999;112 Suppl 1:79-85.
88. de Andrés Ares J, Cruces Prado LM, Canos Verdecho MA, Penide Villanueva L, Del Valle Hoyos M, Herdman M, *et al*. Validation of the Short Form of the Brief Pain Inventory (BPI-SF) in Spanish Patients with Non-Cancer-Related Pain. *Pain Pract*. 2015 Sep;15(7):643-53.
89. Badia X, Muriel C, Gracia A, Núñez-Olarte JM, Perulero N, Gálvez R, *et al*. Validación española del cuestionario Brief Pain Inventory en pacientes con dolor de causa neoplásica [Validation of the Spanish version of the Brief Pain Inventory in patients with oncological pain]. *Med Clin (Barc)*. 2003 Jan 25;120(2):52-9.
90. Bernardes SF, Matos M, Mourão S, Vauclair CM. Cultural adaptation and psychometric validation of the Portuguese breakthrough pain assessment tool with cancer patients. *Scand J Pain*. 2021 May 3;21(4):688-695.
91. Albuquerque-Sendín F, Madeleine P, Fernández-de-Las-Peñas C, Camargo PR, Salvini TF. Spotlight on topographical pressure pain sensitivity maps: a review. *J Pain Res*. 2018 Jan 18;11:215-225.
92. Rickham Pp. Human Experimentation. Code Of Ethics Of The World Medical Association. Declaration Of Helsinki. *Br Med J*. 1964 Jul 18;2(5402):177.
93. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013 Nov 27;310(20):2191-4.

94. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*. 2008 Apr;61(4):344-9.
95. Segura-Méndez B, Planchuelo-Gómez Á, Fuentes-Martín Á, Madeleine P, Guerrero ÁL, Carrascal Y, *et al*. Pressure Pain Hyperalgesia Expressed by Topographical Pressure Pain Sensitivity after Cardiac Surgery. *Life (Basel)*. 2024 Sep 26;14(10):1233.
96. García-Azorín D, Abildúa MJA, Aguirre MEE, Fernández SF, Moncó JCG, Guijarro-Castro C, *et al*; Spanish neuroCOVID registry group. Neurological presentations of COVID-19: Findings from the Spanish Society of Neurology neuroCOVID-19 registry. *J Neurol Sci*. 2021 Apr 15;423:117283.
97. Fernández-de-Las-Peñas C, Navarro-Santana M, Plaza-Manzano G, Palacios-Ceña D, Arendt-Nielsen L. Time course prevalence of post-COVID pain symptoms of musculoskeletal origin in patients who had survived severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection: a systematic review and meta-analysis. *Pain*. 2022 Jul 1;163(7):1220-1231.
98. COVIDSurg Collaborative; GlobalSurg Collaborative. Timing of surgery following SARS-CoV-2 infection: an international prospective cohort study. *Anaesthesia*. 2021 Jun;76(6):748-758.
99. Cleeland CS. The Brief Pain Inventory User Guide [Internet]. 2009. Disponible en: https://www.mdanderson.org/education-and-research/departments-programs-and-labs/departments-and-divisions/symptom-research/symptom-assessment-tools/BPI_UserGuide.pdf.
100. Keawnantawat P, Thanasilp S, Preechawong S. Translation and Validation of the Thai Version of a Modified Brief Pain Inventory: A Concise Instrument for Pain Assessment

- in Postoperative Cardiac Surgery. *Pain Pract.* 2017 Jul;17(6):763-773.
101. Binderup AT, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. Pressure pain sensitivity maps of the neck-shoulder and the low back regions in men and women. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2010 Oct 12;11:234.
102. Li JXL, Wang X, Henry A, Anderson CS, Hammond N, Harris K, *et al.* Sex differences in pain expressed by patients across diverse disease states: individual patient data meta-analysis of 33,957 participants in 10 randomized controlled trials. *Pain.* 2023 Aug 1;164(8):1666-1676.
103. Mogil JS. Sex differences in pain and pain inhibition: multiple explanations of a controversial phenomenon. *Nat Rev Neurosci.* 2012 Dec;13(12):859-66.
104. El Tumi H, Johnson MI, Dantas PBF, Maynard MJ, Tashani OA. Age-related changes in pain sensitivity in healthy humans: A systematic review with meta-analysis. *Eur J Pain.* 2017 Jul;21(6):955-964.
105. Carrascal Y, Maroto L, Rey J, Arévalo A, Arroyo J, Echevarría JR, *et al.* Impact of preoperative anemia on cardiac surgery in octogenarians. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010 Feb;10(2):249-55.
106. Sato M, Mutai H, Yamamoto S, Tsukakoshi D, Furuhashi K, Ichimura H, *et al.* Characteristics of longitudinal changes in quality of life and associated factors in patients post cardiac and thoracic aortic surgery: insights from a prospective cohort study. *J Patient Rep Outcomes.* 2024 Sep 26;8(1):111.
107. Bartley EJ, Fillingim RB. Sex differences in pain: a brief review of clinical and experimental findings. *Br J Anaesth.* 2013 Jul;111(1):52-8.

108. Candaele S, Herijgers P, Demeyere R, Flameng W, Evers G. Chest pain after partial upper versus complete sternotomy for aortic valve surgery. *Acta Cardiol.* 2003 Feb;58(1):17-21.
109. Segura B, Blanco M, Carrascal Y. Ministernotomy in spine deformities: more surgery in less space. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2020 Oct;73(10):844.
110. Di Bacco L, Miceli A, Glauber M. Minimally invasive aortic valve surgery. *J Thorac Dis.* 2021 Mar;13(3):1945-1959.
111. Zeitani J, Penta de Peppo A, Moscarelli M, Guerrieri Wolf L, Scafuri A, Nardi P, *et al.* Influence of sternal size and inadvertent paramedian sternotomy on stability of the closure site: a clinical and mechanical study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006 Jul;132(1):38-42.
112. Liu J, Chen X, Ma G, Liu X, Li X, Miao Q, *et al.* Comparison of Sternal Fixation Strategies After Open-Heart Surgery Via a Median Sternal Incision. *Heart Surg Forum.* 2022 Jul 12;25(4):E494-E499.
113. Schimmer C, Sommer SP, Bensch M, Bohrer T, Aleksic I, Leyh R. Sternal closure techniques and postoperative sternal wound complications in elderly patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008 Jul;34(1):132-8.
114. Kukulski L, Krawczyk A, Pacholewicz J. Retrospective analysis of the impact of sternum closure technique on postoperative comfort and rehabilitation. *Kardiochir Torakochirurgia Pol.* 2018 Dec;15(4):233-237.
115. Meisler, Peg PT. The Sternum Support Harness for the Treatment of Sternotomy Pain and the Prevention of Sternal Instability. *Cardiopulm Phys Ther J.* 2000;11(2):63-8.

116. Tsang W, Modi A, Ahmed I, Ohri SK. Do external support devices reduce sternal wound complications after cardiac surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2016 Dec;23(6):957-961.
117. Grolitzer M, Folkmann S, Meinhart J, Posluszny P, Thalmann M, Weiss G, *et al.* A newly designed thorax support vest prevents sternum instability after median sternotomy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2009 Aug;36(2):335-9; discussion 339.
118. Caimmi PP, Sabbatini M, Kapetanakis EI, Cantone S, Ferraz MV, Cannas M, *et al.* A Randomized Trial to Assess the Contribution of a Novel Thorax Support Vest (Corset) in Preventing Mechanical Complications of Median Sternotomy. *Cardiol Ther.* 2017 Jun;6(1):41-51.
119. Naismith C, Street A. Introducing the Cardibra: a randomised pilot study of a purpose designed support bra for women having cardiac surgery. *Eur J Cardiovasc Nurs.* 2005 Sep;4(3):220-6.
120. Laurikka JO, Toivio I, Tarkka MR. Effects of a novel pneumatic vest on postoperative pain and lung function after coronary artery bypass grafting. *Scand Cardiovasc J.* 1998;32(3):141-4.
121. Tewarie LS, Menon AK, Hatam N, Amerini A, Moza AK, Autschbach R, *et al.* Prevention of sternal dehiscence with the sternum external fixation (Stern-E-Fix) corset--randomized trial in 750 patients. *J Cardiothorac Surg.* 2012 Sep 9;7:85.
122. Peterson JA, Bemben MG, Larson RD, Pereira H, Crowson HM, Black CD. Symptomatic but not Asymptomatic COVID-19 Impairs Conditioned Pain Modulation in Young Adults. *J Pain.* 2022 Nov;23(11):1923-1932.

10 . ANEXOS

ANEXO 1: Escalas subjetivas unidimensionales

- **Escala Descriptiva Simple o Escala de Valoración Verbal**



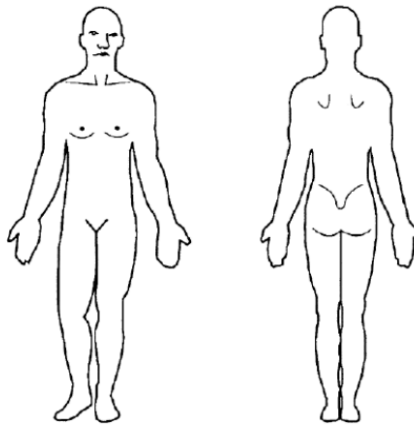
- **Escala de Lanss**

ESCALA DEL DOLOR S-LANSS

Evaluación de signos y síntomas neuropáticos de Leeds (auto-cumplimentación)

NOMBRE _____ FECHA _____

- Este cuestionario puede proporcionarnos información sobre el tipo de dolor que usted está experimentando. De este modo, puede ayudarnos a seleccionar la mejor opción de tratamiento para su dolor.
- Por favor, coloree en el siguiente diagrama las zonas donde usted siente dolor. En caso de presentar dolor en más de una zona, **solamente coloree la zona donde el dolor es más intenso (área de dolor principal)**.



- Por favor, indique en la siguiente escala la intensidad de su dolor (el dolor dibujado en el diagrama anterior) durante la última semana, donde:
“0” refleja sin dolor y “10” refleja dolor de mayor intensidad posible.

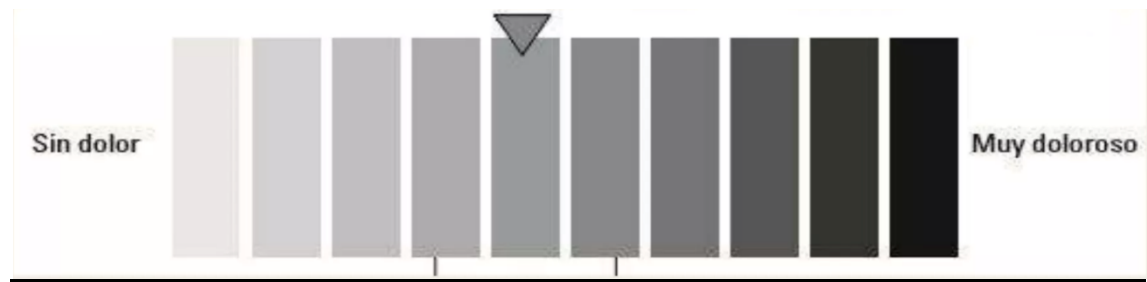
SIN DOLOR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DOLOR DE MAYOR INTENSIDAD POSIBLE
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--

-
- En el reverso de esta página, hay 7 preguntas sobre su dolor (el del diagrama).
 - Piense como percibió el dolor indicado en el diagrama **durante la última semana**. Realice un círculo alrededor de las descripciones más concordantes con su dolor. Estas descripciones pueden coincidir con su dolor o no hacerlo, pero no atienden a la intensidad del mismo.
 - Únicamente haga un círculo alrededor de las respuestas que describen su dolor. **Por favor, de la vuelta a la página.**

S-LANSS

- 1. En el área donde usted tiene dolor ¿También tiene sensación de “pinchazos” o sensación de picor u hormigueo?**
 - a) NO - no tengo esas sensaciones.
 - b) SI - tengo esas sensaciones a menudo.
- 2. ¿Cambia de color la zona dolorida (quizá se ve enrojecida), cuando usted siente dolor?**
 - a) NO - el dolor no afecta al color de mi piel.
 - b) SI - me he dado cuenta de que el dolor cambia el aspecto habitual de mi piel.
- 3. En el área donde usted tiene dolor ¿Su piel presenta una sensibilidad anormal al tacto? Por ejemplo, al acariciar ligeramente la piel se producen sensaciones desagradables o dolorosas.**
 - a) NO - el dolor no hace que mi piel en esa zona este anormalmente sensible al tacto.
 - b) SI - mi piel en la zona de dolor es especialmente sensible al tacto.
- 4. ¿El dolor aparece de repente y en ráfagas sin razón aparente, aunque esté completamente quieto? Estas sensaciones se podrían describir como “descargas eléctricas” o ráfagas.**
 - a) NO - mi dolor realmente no se percibe así.
 - b) SI - tengo estas sensaciones a menudo.
- 5. En el área donde usted tiene dolor, ¿Siente calor o un dolor quemante (quemazón)?**
 - a) NO - no tengo dolor quemante.
 - b) SI - tengo dolor quemante a menudo.
- 6. Frótese suavemente con el dedo índice el área que le duele y después realice lo mismo en un área sin dolor (por ejemplo, en un área de piel alejada o en el lado opuesto a la zona del dolor). ¿Cómo siente ese frotamiento en la zona de dolor?**
 - a) No hay diferencias entre la sensación del área con dolor y sin dolor.
 - b) En el área de dolor siento malestar, como pinchazos, hormigueo o quemazón, que es diferente a la sensación de la zona sin dolor.
- 7. Presione suavemente con su dedo un área que le duela y luego presione de la misma forma en otra área que no le duela (la misma zona sin dolor que seleccionó en la pregunta anterior) ¿Cómo siente la presión en el área de dolor?**
 - a) No hay diferencias entre la sensación del área con dolor y sin dolor.
 - b) En el área del dolor siento adormecimiento o una sensibilidad diferente a la zona sin dolor.

- Escala de Grises de *Luesher*



- **Escala Luminosa Analógica**



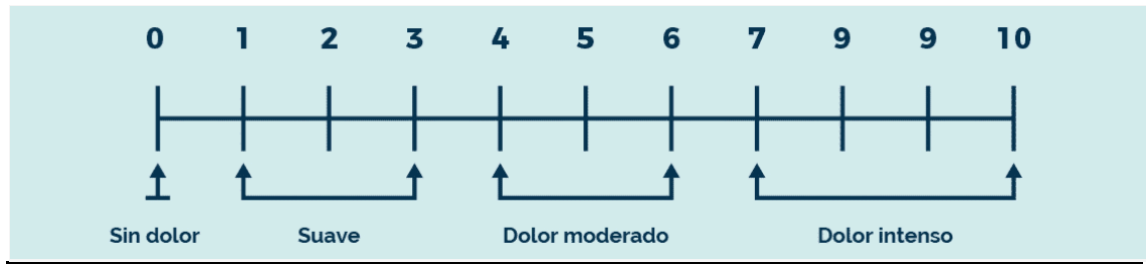
- **Escala de Andersen**

	Escala de Andersen
0	No dolor
1	No dolor en reposo y ligero a la movilización o a la tos
2	Dolor ligero en reposo o moderado a la movilización o a la tos
3	Dolor moderado en reposo o intenso a la movilización o a la tos
4	Dolor intenso en reposo y extremo a la movilización o a la tos
5	Dolor muy intenso en reposo

- **Escala de Expresión Facial**



- **Escala Verbal Numérica (EVN)**



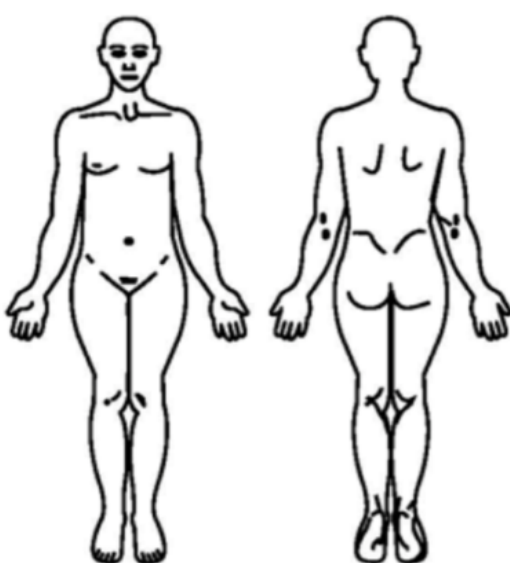
- **Escala Visual Analógica (EVA)**



ANEXO 2: Escalas subjetivas multidimensionales

- McGill Pain Questionnaire (MPO)

1 TITILANTE	11 AGOTADOR	BREVE	RÍTMICO	CONTINUO
TREPIDANTE	EXTENUANTE	MOMENTÁNEO	PERIÓDICO	SOSTENIDO
PULSÁTIL		TRANSITORIO	INTERMITENTE	CONSTANTE
SORDO	12 ENFERMANTE			
BATIENTE	SOFOCANTE			
TRITURANTE				
2 SALTÓN	13 AMENAZADOR			
CENTELLEANTE	ALARMANTE			
FULGURANTE	ATERRADOR			
3 PRURÍTICO	14 PUNITIVO			
TEREBRANTE	FATIGANTE			
TALADRANTE	CRUEL			
PUNZANTE	MALIGNO			
LANCINANTE	ASESINO			
4 AGUDO	15 FUNESTO			
CORTANTE	CEGANTE			
LACERANTE				
5 PELLIZCANTE	16 FASTIDIOSO			
OPRESIVO	PENOSO			
MORDICANTE	ATROZ			
RETORTUÓN	INTENSO			
TRITURANTE	INSOPORTABLE			
6 DE TRACCIÓN	17 QUE SE EXTIENDE			
TIRANTE	REFERIDO			
DE TORCEDURA	PENETRANTE			
	PERFORANTE			
7 CALIENTE	18 APRETADO			
QUEMANTE	ADORMECIENTE			
HIRVIENTE	DE ESTIRAMIENTO			
ARDIENTE	COM O QUE EXP			
	DESGARRADOR			
8 HORMIGUEANTE	19 FRÍO			
PICANTE	HELANTE			
PENETRANTE	CONGELANTE			
PINCHAZO O PIC				
9 SORDO	20 MOLESTO			
INFLAMATORIO	NAUSEOSO			
MOLESTO	AGÓNICO			
REDOLOR	ATEMORIZANTE			
AGOBIANTE	TORTURANTE			
10 EXQUISITO	PPI			
TIRANTE	0 NO HAY DOLOR			
IRRITANTE	1 LEVE			
HENDIENTE O	2 MOLESTO			
TAJANTE	3 PERTURBADOR			
	4 HORRIBLE			
	5 AGÓNICO			



E = EXTERNO
I = INTERNO

COMENTARIOS:

- **Escala de Valoración Funcional de *Karnofsky***

CATEGORÍAS GENERALES	GRADO	ACTIVIDAD
Capaz de realizar actividades normales, no requiere cuidados especiales	100	Actividad normal. Sin evidencia de enfermedad
	90	Actividad normal. Signos y síntomas leves de enfermedad
	80	Actividad normal con esfuerzo. Algunos signos o síntomas de enfermedad
Incapaz de trabajar, puede vivir en casa y autocuidarse con ayuda variable	70	Cuida de sí mismo pero es incapaz de llevar a cabo una actividad o trabajo normal
	60	Necesita ayuda ocasional de otros pero es capaz de cuidar de sí mismo para la mayor parte de sus necesidades
	50	Requiere ayuda considerable de otros y cuidados especiales frecuentes
Incapaz de autocuidarse. Requiere cuidados especiales, susceptible de hospitalización. Probable avance rápido de enfermedad	40	Incapacitado. Requiere cuidados especiales
	30	Severamente incapacitado. Indicación de hospitalización aunque no hay indicios de muerte inminente
	20	Gravemente enfermo. Necesita asistencia activa de soporte
	10	Moribundo
	0	Fallecido

- **Escala de Barthel**

INDICE DE BARTHEL. Actividades básicas de la vida diaria

Parámetro	Situación del paciente	Puntuación
Total:		
Comer	- Totalmente independiente	10
	- Necesita ayuda para cortar carne, el pan, etc.	5
	- Dependiente	0
Lavarse	- Independiente: entra y sale solo del baño	5
	- Dependiente	0
Vestirse	- Independiente: capaz de ponerse y de quitarse la ropa, abotonarse, atarse los zapatos	10
	- Necesita ayuda	5
	- Dependiente	0
Arreglarse	- Independiente para lavarse la cara, las manos, peinarse, afeitarse, maquillarse, etc.	5
	- Dependiente	0
Deposiciones (valórese la semana previa)	- Continencia normal	10
	- Ocasionalmente algún episodio de incontinencia, o necesita ayuda para administrarse supositorios o lavativas	5
	- Incontinencia	0
Micción (valórese la semana previa)	- Continencia normal, o es capaz de cuidarse de la sonda si tiene una puesta	10
	- Un episodio diario como máximo de incontinencia, o necesita ayuda para cuidar de la sonda	5
	- Incontinencia	0
Usar el retrete	- Independiente para ir al cuarto de aseo, quitarse y ponerse la ropa...	10

- **Cuestionario Neuropático en 4 preguntas (DN4):**

ENTREVISTA		
Pregunta 1: ¿Tiene el dolor una o más de las siguientes características?		
	SI	NO
1- Quemazón		
2- Frío doloroso		
3- Calambres eléctricos		
Pregunta 2: ¿Está asociado el dolor con uno o más de los siguientes síntomas en la misma zona?		
4- Hormigueo		
5- Alfileres y agujas		
6- Entumecimiento		
7- Picazón		
EXAMEN FÍSICO		
Pregunta 3: ¿Está el dolor localizado en una zona donde el examen físico puede mostrar una o más de las siguientes características?		
8- Hipoestesia al tacto		
9- Hipoestesia a pinchazos		
Pregunta 4: En la zona dolorosa, el dolor es causado o incrementado por:		
10- Cepillado suave de la piel		
Por cada respuesta positiva asigne un punto, por cada respuesta negativa asigne un valor de 0 (cero). Sume los puntos; si es mayor o igual a 4 se considera que hay dolor neuropático		
Puntuación del paciente: __/10		

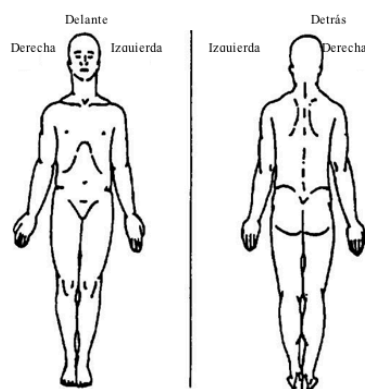
- **Brief Pain Inventory- Short Form (BPI-SF)**

1. Todos hemos tenido dolor alguna vez en nuestra vida (por ejemplo, dolor de cabeza, contusiones, dolores de dientes). ¿En la actualidad, ha sentido un dolor distinto a estos dolores comunes?

1. Sí

2. No

2. Indique en el diagrama las zonas dónde siente dolor sombreando la parte afectada. Marque con una cruz la zona que más le duele.



3. Por favor, evalúe su dolor rodeando con un círculo el número que mejor describa la intensidad **máxima** de su dolor en las últimas 24 horas.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún dolor					El Peor Dolor imaginable					

4. Por favor, evalúe su dolor rodeando con un círculo el número que mejor describa la intensidad **mínima** de su dolor en las últimas 24 horas.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún dolor					El Peor Dolor imaginable					

5. Por favor, evalúe su dolor rodeando con un círculo el número que mejor describa la intensidad **media** de su dolor.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún dolor					El Peor Dolor imaginable					

6. Por favor, evalúe su dolor rodeando con un círculo el número que mejor describa la intensidad de su dolor **ahora mismo**.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún dolor					El Peor Dolor imaginable					

7. ¿Qué tratamiento o medicación está recibiendo para el dolor?

8. En las últimas 24 horas, ¿hasta qué punto le han aliviado los tratamientos o la medicación para el dolor? Por favor, rodee con un círculo el porcentaje que corresponda al grado de alivio que ha sentido.

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%
Ningún alivio Alivio
total

9. Rodee con un círculo el número que mejor describa hasta qué punto el dolor lo ha afectado en los siguientes aspectos de la vida, durante las últimas 24 horas:

A. Actividad en general

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

B. Estado de ánimo

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

C. Capacidad de caminar

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

D. Trabajo habitual (incluye tanto el trabajo fuera de casa como las tareas domésticas)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

E. Relaciones con otras personas

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

F. Sueño

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

G. Disfrutar de la vida

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

Copyright 1991 Charles S. Cleeland, PhD Pain
Research Group
All rights reserved.

- **EuroQol-5D (EQ-5D)**

Debajo de cada enunciado, marque UNA casilla, la que mejor describe su salud HOY.

MOVILIDAD

- No tengo problemas para caminar ☐
- Tengo problemas leves para caminar ☐
- Tengo problemas moderados para caminar ☐
- Tengo problemas graves para caminar ☐
- No puedo caminar ☐

AUTO-CUIDADO

- No tengo problemas para lavarme o vestirme ☐
- Tengo problemas leves para lavarme o vestirme ☐
- Tengo problemas moderados para lavarme o vestirme ☐
- Tengo problemas graves para lavarme o vestirme ☐
- No puedo lavarme o vestirme ☐

ACTIVIDADES COTIDIANAS (*Ej.: trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, actividades familiares o actividades durante el tiempo libre*)

- No tengo problemas para realizar mis actividades cotidianas ☐
- Tengo problemas leves para realizar mis actividades cotidianas ☐
- Tengo problemas moderados para realizar mis actividades cotidianas ☐
- Tengo problemas graves para realizar mis actividades cotidianas ☐
- No puedo realizar mis actividades cotidianas ☐

DOLOR / MALESTAR

- No tengo dolor ni malestar ☐
- Tengo dolor o malestar leve ☐
- Tengo dolor o malestar moderado ☐
- Tengo dolor o malestar fuerte ☐
- Tengo dolor o malestar extremo ☐

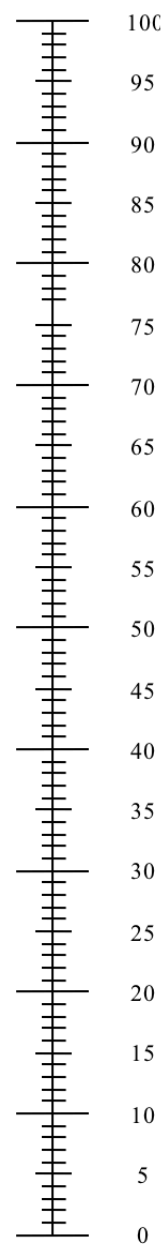
ANSIEDAD / DEPRESIÓN

- No estoy ansioso ni deprimido ☐
- Estoy levemente ansioso o deprimido ☐
- Estoy moderadamente ansioso o deprimido ☐
- Estoy muy ansioso o deprimido ☐
- Estoy extremadamente ansioso o deprimido ☐

- Nos gustaría conocer lo buena o mala que es su salud HOY.
- La escala está numerada del 0 al 100.
- 100 representa la mejor salud que usted se pueda imaginar.
0 representa la peor salud que usted se pueda imaginar.
- Marque con una X en la escala para indicar cuál es su estado de salud HOY.
- Ahora, en la casilla que encontrará a continuación escriba el número que ha marcado en la escala.

SU SALUD HOY =

La mejor salud que
usted se pueda
imaginar



La peor salud que
usted se pueda
imaginar

ANEXO 3: Aportación Científica: Revisión narrativa del dolor posoperatorio en cirugía cardíaca

REVISIÓN

Dolor en el postoperatorio de cirugía cardíaca: bases neurobiológicas y tratamiento

Barbara Segura-Méndez, Ángel L. Guerrero-Peral, Yolanda Carrascal

Introducción. A pesar de la evolución de las técnicas quirúrgicas, el dolor sigue siendo uno de los trastornos más frecuentes en el postoperatorio de la cirugía cardíaca (CCA), lo que condiciona la aparición de complicaciones en la fase aguda y el deterioro de la calidad de vida por la aparición de dolor crónico. En esta revisión narrativa pretendemos analizar los factores pronósticos de la aparición de dolor postoperatorio tras CCA, localizar y cuantificar la gravedad del dolor neuropático y determinar cuáles son los métodos de evaluación más adecuados en estos pacientes.

Desarrollo. El dolor postoperatorio en la CCA es un dolor complejo, que asocia componentes neuropáticos, somáticos y viscerales. Su origen es multifactorial; factores dependientes del paciente, de la clínica preoperatoria y el tipo de intervención, así como de secuelas derivadas de la propia cirugía, determinan la variabilidad en su manifestación. Múltiples estudios han intentado identificar los factores de riesgo de su desarrollo, pero la cuantificación del dolor se ve limitada por la percepción subjetiva del paciente.

Conclusiones. Los neurólogos pueden tener un papel relevante en la diferenciación de los distintos tipos de dolor tras CCA, gracias a la comprensión de sus bases neurobiológicas, manejando adecuadamente neuromoduladores que controlen el componente neuropático del dolor y colaborando en la indicación de técnicas invasivas, necesarias ocasionalmente en el manejo de estos pacientes.

Palabras clave. Algoritmo. Analgesia. Cirugía cardíaca. Dolor postoperatorio. Medición objetiva. Umbrales.

Servicio de Cirugía Cardíaca (B. Segura-Méndez, Y. Carrascal). Servicio de Neurología. Hospital Clínico Universitario de Valladolid (A.L. Guerrero-Peral). Departamento de Medicina, Dermatología y Toxicología (A.L. Guerrero-Peral). Departamento de Cirugía, Oftalmología, Otorrinolaringología y Fisioterapia. Universidad de Valladolid. Valladolid, España (Y. Carrascal).

Correspondencia: Dra. Bárbara Segura Méndez. Servicio de Cirugía Cardíaca. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Avda. Ramón y Cajal 5, E-47003 Valladolid.

E-mail: barbaraseg@hotmmail.com

Aceptado tras revisión externa: 30.08.22.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Cómo citar este artículo: Segura-Méndez B, Guerrero-Peral A, Carrascal Y. Dolor en el postoperatorio de cirugía cardíaca: bases neurobiológicas y tratamiento. Rev Neurol 2022; 75: 149-57. doi: 10.33588/rn.7506.2022194.

© 2022 Revista de Neurología

Introducción: definición del dolor

Las dos definiciones de dolor más aceptadas son las propuestas por la Sociedad Española del Dolor, que lo define como 'una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con una lesión presente, o potencial, o descrita en términos de la misma' [1]; y la de la Asociación Mundial para el Estudio del Dolor, que propone 'una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada con un daño tisular, real o potencial, o descrita en términos de dicho daño' [2].

El dolor se produce cuando un estímulo nocivo llega a distintas áreas corticales del sistema nervioso central generando una respuesta refleja, una sensación desagradable y una respuesta emocional en forma de tres componentes: sensorial-discriminativo, cognitivo-evaluativo y afectivo-emocional.

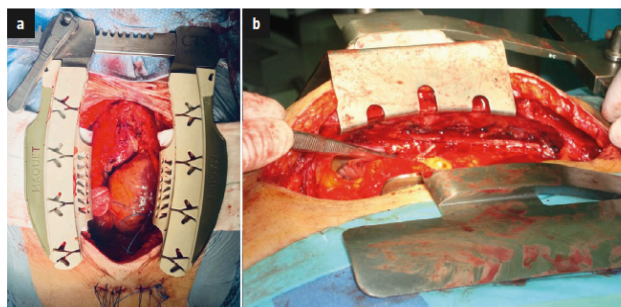
Las dos principales vías fisiológicas del dolor son la nociceptiva y la neuropática. El dolor nociceptivo es una respuesta corporal normal a una lesión. A su vez, se divide en somático y visceral; el dolor somático se refiere a lesiones del sistema musculoesquelético, y el dolor visceral o referido se correlaciona con los órganos internos y a menudo se asocia con

la respuesta inflamatoria debido al proceso de curación. El dolor neuropático se debe a una actividad neuronal anormal del sistema nervioso central o periférico, y sus síntomas incluyen entumecimiento, hormigueo, ardor y dolores punzantes.

Además, el dolor se puede clasificar en función de la fisiopatología, la etiología, la intensidad y la duración. Según este último criterio, el dolor puede ser agudo o crónico. El dolor agudo es el relacionado con una lesión o un traumatismo agudo, que se resuelve en un plazo inferior a tres meses. El dolor crónico se define como un dolor continuo o intermitente, que continúa después del tiempo previsto de curación de los tejidos, y su duración es mayor de tres meses [3,4].

La American Society of Anesthesiologist define el dolor postoperatorio (DP) como el que 'está presente en el paciente debido a la enfermedad, al procedimiento quirúrgico y a sus complicaciones, o a una combinación de ambos'. Se caracteriza por ser un dolor agudo, limitado en el tiempo, predecible y evitable. Está demostrado y admitido que un dolor intenso frena la recuperación tras una intervención quirúrgica [5], y entre las más dolorosas se encuentra la cirugía cardíaca (CCA), que asocia el daño

Figura 1. a) Retracción esternal de esternotomía media; b) Retracción del hemitórax izquierdo y apertura de la pleura ipsilateral.



mecánico producido en el tórax a la activación de la respuesta inflamatoria provocada por la circulación extracorpórea.

Los objetivos de esta revisión narrativa son:

- Revisar las bases neurobiológicas del dolor relacionado con la CCA.
- Analizar la influencia de las características clínicas del paciente en la percepción del dolor postoperatorio tras la CCA.
- Establecer la presencia y la gravedad del dolor neuropático en el postoperatorio de la CCA.
- Determinar cuáles son los métodos de evaluación subjetiva y objetiva más adecuados en estos pacientes.

Dolor en la cirugía cardíaca

El DP es una de las principales complicaciones tras la CCA. Afecta a entre el 47 y el 75% [6,7] de los pacientes y es, frecuentemente, tanto grave como infratratado [8], por lo que constituye una de las principales causas de consulta médica y reingresos hospitalarios.

Etiología del dolor en la cirugía cardíaca

Se trata de un dolor complejo y potencialmente relacionado con múltiples factores, por lo que aún no está resuelta su evaluación objetiva. Es multimodal, e incluye tres componentes: visceral, musculoesquelético y neuropático. El componente visceral se transmite a través del nervio vago y la cadena simpática. El corazón puede verse afecto de

isquemia debido a un espasmo coronario o una insuficiencia cardíaca aguda. El componente musculoesquelético es el más común, debido a la tracción y manipulación intraoperatoria de la pared torácica [8] (Fig. 1a).

El componente neuropático del dolor se debe a la tracción y la lesión sobre los nervios intercostales y de la pleura (Fig. 1b), y es más frecuente en las intervenciones con extracción de la arteria mamaria interna como injerto para revascularizaciones, así como en las toracotomías.

Los puntos que se han identificado como más dolorosos son la propia esternotomía, seguida de la zona epigástrica (correspondiente a la emergencia de los drenajes intratorácicos) y la espalda (atribuible a la posición intraoperatoria). La localización del dolor varía en función del tiempo transcurrido desde la cirugía, y predomina en el epigastrio y la esternotomía en el segundo día del postoperatorio, y en la espalda, los hombros y los miembros inferiores (en pacientes coronarios) entre el quinto y el séptimo día [9].

Factores asociados a la aparición de dolor postoperatorio en la cirugía cardíaca

Múltiples factores influyen en la aparición e intensidad del DP: las variables demográficas, clínicas y dependientes de la técnica quirúrgica son las más relevantes [9,10]. El dolor agudo depende más de variables sociodemográficas, socioculturales y derivadas de la técnica quirúrgica, mientras que el estado anímico y rasgos psicológicos influyen más en la percepción crónica del dolor [8].

Entre el 11 y el 56% de los pacientes se ve afectado por el síndrome de dolor crónico postoperatorio tras CCA [4,11,12], definido como 'neuralgia post-esternotomía' por Defalque y Bromley en 1989 [13]. Estos autores evidenciaron su aparición y el correspondiente deterioro de la calidad de vida de un 6% de los pacientes intervenidos [14]. Aunque su mecanismo de producción no está claro, se cree que la activación y la sensibilización neural durante el dolor agudo son importantes contribuidores a su desarrollo [15]. En la mayoría de los pacientes, el dolor crónico es ligero o moderado, con interferencia en las actividades básicas de la vida diaria [16]. Sin embargo, en un 15% de los casos, se cuantifica como grave mediante escalas visuales [15]. En general, y probablemente a causa de su etiología multifactorial [17], el dolor crónico suele ser difícil de evaluar y, por ello, suele estar infradiagnosticado, infravalorado e infratratado. Su control inadecuado

tiene un impacto negativo, tanto físico como psicológico, e interfiere en el funcionamiento normal de los órganos, retrasando la recuperación e incrementando la morbilidad, lo que supone un gasto considerable para el sistema de salud [18].

Variables sociodemográficas relacionadas con el dolor postoperatorio en la cirugía cardíaca

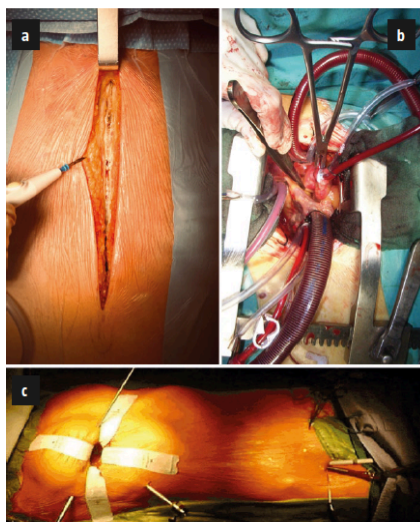
Las variables demográficas que más influyen en la aparición del dolor agudo postoperatorio son la edad y el sexo. Se ha observado que pacientes con edad superior a 60 años experimentaron niveles inferiores de dolor [19,20], aunque esta observación puede estar sesgada por su no notificación, la no reclamación de analgesia y/o un menor nivel cultural del paciente. En general, el sexo femenino es más susceptible al dolor [19]. Sin embargo, no todos los estudios realizados en CCA han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la intensidad del dolor postoperatorio, pero sí en el número de áreas afectadas [19], que es superior en las mujeres. Finalmente, la presencia de ansiedad y un mal estado anímico preoperatorio se relacionan con mayor percepción de DP [21]. Este es un factor que se debe tener en cuenta en las unidades de cuidados intensivos, donde la situación es más difícil de gestionar por el paciente y aumenta la ansiedad y la demanda de medicación analgésica [22].

La ansiedad, la depresión y el estado socioeconómico bajo son factores relacionados con la aparición de DP crónico [15]. Además, parece existir una predisposición genética, aunque los genes específicos son aún desconocidos [15].

Variables clínicas relacionadas con el dolor postoperatorio en la cirugía cardíaca

En este apartado se ha observado que los pacientes con clasificación funcional de la New York Heart Association más elevada y angina preoperatoria desarrollan frecuentemente dolor crónico [15]. Los pacientes con hipotiroidismo parecen tener un mayor riesgo de dolor crónico que contribuye al dolor neuropático, aunque el mecanismo exacto no está claro. La desmielinización, la deposición de aminoglucanos en la mielina y la hipoxia regional que provoca espasmos musculares se han postulado como razones de la asociación entre hipotiroidismo y el desarrollo del dolor crónico [15]. Otros factores, como un índice de masa corporal elevado, la osteoartritis y las reintervenciones, se asocian a una mayor percepción del dolor postoperatorio [17].

Figura 2. a) Esternotomía media; b) Miniesternotomía en J superior; c) Minitoracotomía derecha.



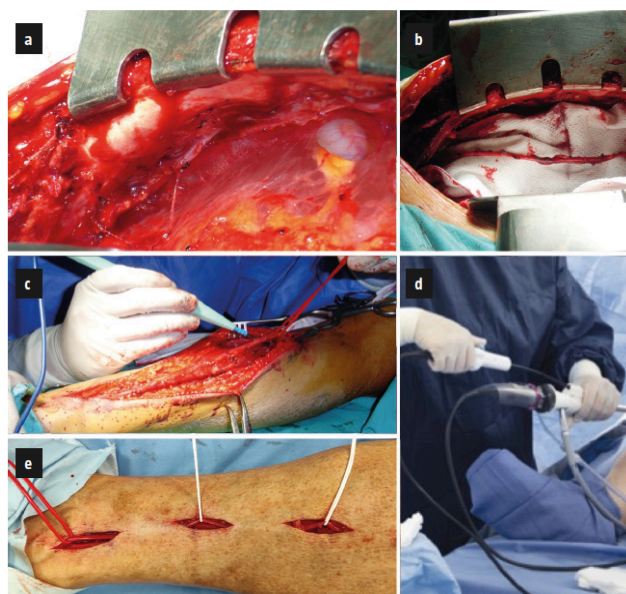
Factores relacionados con la técnica quirúrgica que influyen en el dolor postoperatorio en la cirugía cardíaca

Dolor agudo postoperatorio

El dolor es máximo en las primeras horas del postoperatorio [10] y se reduce a partir de 48-72 horas [20]; es, además, dinámico y aumenta con los movimientos, la tos y la fisioterapia respiratoria. Los factores que influyen en la aparición, las características, la localización y la intensidad del dolor agudo son: el tipo de abordaje, la necesidad de extracción de los injertos, la prioridad de la cirugía (programada o urgente) y la técnica de sutura esternal.

La esternotomía media es el abordaje más usual y la zona de mayor intensidad del dolor (Fig. 2a). Por esta razón, cada vez son más frecuentes los abordajes mínimamente invasivos, la miniesternotomía (Fig. 2b) o la minitoracotomía (Fig. 2c), que, al interferir en menor manera en la dinámica respiratoria, reducen el tiempo de recuperación. La miniesternotomía en J es el abordaje mínimamente invasivo más frecuente. Consiste en una incisión parcial del esternón hasta el tercer o el cuarto espacio intercostal derecho o izquierdo (superior o inferior), según el tipo de cirugía requerido.

Figura 3. a) Extracción de la arteria mamaria izquierda; b) Extracción esqueletizada de la arteria mamaria izquierda; c) Extracción de la vena safena interna; d) Extracción de la vena safena interna secuencial; e) Extracción de la vena safena interna endoscópica.



En la cirugía coronaria, una causa asociada al DP es la extracción de injertos. La extracción de la arteria mamaria interna para llevar a cabo un injerto arterial (Fig. 3a y 3b) posibilita un incremento de la supervivencia y la disminución del riesgo de reintervención por isquemia y morbilidad cardíaca, pero requiere la apertura de la fascia endotorácica y la ligadura de todas las colaterales intercostales, lo que favorece la aparición de un dolor de características neuropáticas con parestesias, hipoestesia y, ocasionalmente, alodinia [23]. Existen dos técnicas de extracción: por un lado, la esqueletización, que consiste en una extracción individual (Fig. 3b) con clipaje de todas las ramas y separación de su pedículo venoso; y, por otro, la técnica pediculada, en la que la arteria mamaria se extrae junto con el fragmento adyacente de fascia endotorácica y todo el pedículo vascular (dos venas y la arteria) completo. La esqueletización ha demostrado ser más efectiva en la reducción del dolor y la parestesia, y acorta la recuperación debido al menor trauma y a la menor probabilidad de lesión nerviosa [24].

Asimismo, el separador utilizado para extraer la arteria mamaria interna contribuye al componente muscular del DP como consecuencia de la retracción que supone y, a su vez, favorece la aparición de fracturas costales debido a la fuerza vertical ejercida, que afectan más a las primeras costillas que a las inferiores [25]. La incidencia exacta de las fracturas costales se desconoce (se estima en un 4-6% [26]) debido a que es un hallazgo en radiografías de control. Su aparición, además, predispone a la lesión del plexo braquial [15].

Otro injerto utilizado en la revascularización del paciente con enfermedad coronaria multivaso es la vena safena interna. La proximidad del nervio safeno hace probable la aparición de trastornos sensitivos por daño colateral durante su extracción. Se ha registrado un aumento del dolor en la cara anterior de la pierna, sobre todo al caminar, atribuida a la incisión para su extracción (inmediatamente superior al maléolo interno) (Fig. 3c). Este dolor puede requerir meses para su resolución [27]. Por ello, la técnica de extracción de la vena safena mediante pequeñas incisiones discontinuas (Fig. 3d) ha demostrado ser mejor en cuanto a la evitación del dolor que una incisión continua desde el maléolo [28]. Además, otra técnica alternativa en pacientes con comorbilidades como la obesidad y diabetes es la extracción endoscópica de vena safena a través de dos miniincisiones en la pierna (Fig. 3e). Sin embargo, su uso es controvertido por la posible lesión secundaria a la manipulación y tracción del injerto [29].

Las cirugías urgentes, y más todavía las emergentes, dan lugar, generalmente, a un dolor de mayor intensidad que las programadas, debido a un mayor trauma local con incisiones y retracciones rápidas [15].

La sutura esternal se realiza habitualmente con alambres de aleación de metales, de forma simple o doble, incluso con refuerzo esternal según operador (Fig. 4). Su objetivo es conseguir una correcta alineación esternal, ya que la desalineación y la presencia de fracturas esternales condicionan un dolor mayor. El dolor provocado por la sutura se relaciona con la existencia de nociceptores en el periostio esternal, muy sensibles a la manipulación. Por ello, las dehiscencias con desplazamiento anteroposterior del esternón causan mayor irritación y, por subsiguiente, mayor DP [15].

Dolor crónico postoperatorio

La distribución y la localización varían en función del tipo de intervención; lo más frecuente es que se localice en el tórax. Puede afectar a miembros inferiores en caso de extracción de la vena safena. Fi-

nalmente, puede localizarse en el cuello, la espalda y los miembros superiores en relación con la postura en quirófano [30]. Entre los factores derivados del tipo de procedimiento, se relacionan con la aparición de dolor crónico la neuropatía por extracción de arteria mamaria interna [31,32], la artritis, la hipersensibilidad a los alambres esternales [26], la presencia de fracturas esternales o costales añadidas, la infección de la herida quirúrgica o la aparición de mediastinitis. Esta última está ligada a un defecto de la estabilidad esternal que favorece la migración de gérmenes cutáneos hacia el mediastino por solución de continuidad y la aparición de esfácelos y necrosis del tejido celular subcutáneo subyacente y en el mediastino.

La grave retracción producida por el separador esternal puede dañar los nervios intercostales y el plexo braquial [31], y generar dolor crónico en la zona superior y anterior del tórax y los miembros superiores.

La alergia/hipersensibilidad al níquel puede causar dolor esternal relacionado con los alambres; esta hipersensibilidad es más frecuente en las mujeres [26,30]. En pacientes con intervenciones quirúrgicas previas se favorece el desarrollo de dolor crónico al aumentar el trauma tisular y los cambios inflamatorios [15].

Evaluación del dolor: cualitativa o cuantitativa

El dolor es complejo, multifactorial y subjetivo, lo que dificulta su identificación y valoración objetiva. En su evaluación se utilizan métodos subjetivos y objetivos, y los primeros son los más habituales. La intensidad puede medirse a través de escalas visuales, numéricas o descriptivas, y estas escalas pueden ser tanto unidimensionales como multidimensionales [3].

Escalas unidimensionales

Las escalas unidimensionales son verbales o descriptivas simples y su objetivo es medir el dolor mediante formatos descriptivos, numéricos, análogos visuales, valoración conductual o representación de expresiones faciales. Son fáciles de aplicar y relativamente fiables, pero no contemplan la naturaleza multidimensional del dolor y necesitan otros sistemas complementarios. De entre todas ellas, las más utilizadas y reconocidas son la escala visual numérica y la escala visual analógica [3]. La escala visual numérica fue introducida por Downie en 1978

Figura 4. Cierre de esternotomía media con alambres dobles.



y se compone de una escala numerada del 0 al 10, que permite asignar un valor según la intensidad del dolor. La escala visual analógica fue diseñada por Scott Huskinson en 1976 y permite medir la intensidad del dolor mediante una línea horizontal de 10 cm, en cuyos extremos están las expresiones extremas, de tal forma que el paciente marca en la línea la intensidad que siente. Se considera la mejor por ser práctica y fiable, de tal forma que es posible cuantificar, hacer diagramas y análisis estadístico [33,34].

Escalas multidimensionales

En las escalas multidimensionales es frecuente combinar de distintos tipos, especialmente las numéricas con las verbales, para hacer que el equilibrio entre sensibilidad y facilidad de uso sea mayor. Entre ellas se utilizan en la CCA las siguientes: el *Mc-Gill Pain Questionnaire*, la escala de valoración funcional de Karnofsky, la escala de Barthel y *Dou-*

leur Neuropathique en 4 Questions. El *McGill Pain Questionnaire* es el instrumento de mayor difusión y mide las dimensiones sensorial, afectiva y evaluativa del dolor. La escala de valoración funcional de Karnofsky y la escala de Barthel permiten evaluar la capacidad personal para afrontar las actividades básicas de la vida diaria y valorar el impacto de un tratamiento y la progresión de la enfermedad. El *Douleur Neuropathique en 4 Questions* es un cuestionario sencillo utilizado para el diagnóstico del dolor neuropático en valores igual o superior a 4 [35].

Todas las escalas y cuestionarios utilizados para evaluar el dolor postoperatorio son subjetivas [36], aunque algunas (*McGill Pain Questionnaire* y *Douleur Neuropathique en 4 Questions*) permiten discernir el tipo de dolor que padecen, su localización y características [37,38], sin datos objetivos del nivel de dolor experimentado. Para evaluar el dolor objetivamente de forma inocua para el paciente, la algometría podría ser una técnica útil al medir los umbrales dolorosos a la presión. La algometría es una técnica sencilla, objetiva, utilizada con frecuencia en el ámbito de la rehabilitación, donde ha demostrado ser altamente reproducible [39] en la cuantificación del dolor musculoesquelético de los pacientes con dolor crónico [40,41]. Debido a la falta de uniformidad en la topografía de la hiperalgesia mecánica [42], un análisis de los datos obtenidos mediante algometría permitiría crear mapas cartográficos para determinar las zonas más sensibles y dolorosas tras la cirugía.

Tratamiento del dolor en la cirugía cardíaca

El manejo adecuado del DP tras la CCA es esencial para disminuir la incidencia del síndrome de dolor crónico postoperatorio. Además, si se trata adecuadamente, puede desembocar en complicaciones como atelectasias, neumonías, trombosis venosa y tromboembolismo pulmonar. El estrés asociado al dolor puede favorecer la aparición de isquemia coronaria e insomnio [43].

Las diferentes estrategias utilizadas se dividen en analgesia (intravenosa, oral o subcutánea), utilización de neuromoduladores o recurso a técnicas quirúrgicas. Sin embargo, antes de planificar el tratamiento, consideramos que es importante conocer las características del paciente y su intervención, así como los posibles mecanismos generadores de dolor en cada caso concreto. Esas características, individuales y derivadas de la intervención, hacen difícil la estandarización de un protocolo. La educación y la información preoperatoria, junto con la

fisioterapia respiratoria, acortan la recuperación y mejoran la movilización [44-46]. Ya desde las unidades de reanimación, el control cuidadoso de la evolución de paciente, midiendo los signos indirectos del dolor, como taquicardia y taquipnea, aún todavía intubado, reduce la cantidad de medicación analgésica y ansiolítica, así como el insomnio postoperatorio [44]. Entre las estrategias de tratamiento más habituales se incluyen las siguientes.

Opioides

Los opioides son los analgésicos más utilizados, principalmente en las primeras horas tras la intervención y en unidades de reanimación, y las vías intravenosa y subcutánea son las más utilizadas en el postoperatorio.

El problema asociado a su utilización consiste, por un lado, en los efectos adversos que les son propios y, por otro lado, en la posibilidad de iniciar tolerancia y la consecuente adicción en caso de desarrollo de un dolor crónico. Entre los efectos adversos se encuentran depresión respiratoria, somnolencia, confusión, náuseas, vómitos, prurito y retención urinaria. Estos efectos adversos se observan con mayor frecuencia en pacientes de edad avanzada. Por todo esto, los opiáceos se reservan para el manejo de dolores de intensidad grave, refractarios a otras medidas y durante el período inmediato tras la extubación [47].

Analgésicos no opiáceos

El paracetamol es el fármaco más utilizado en el DP. En las primeras horas tras la intervención se utiliza de forma intravenosa. A las 48 horas de la extubación, y tras asegurar la tolerancia oral del paciente, se inicia la ingesta oral. Su uso pautado ha demostrado una disminución del consumo de opioides de entre el 40 y el 50% [24,39], y su efecto de disminución de la intensidad del dolor en el postoperatorio agudo se estima, de acuerdo con escalas numéricas, en un 25-35%.

Antiinflamatorios no esteroideos

Los antiinflamatorios no esteroideos son menos utilizados tras CCA, debido a la posible aparición de alteración de la función renal, erosión de la mucosa gastrointestinal, broncoespasmo o aumento del riesgo de sangrado, ya de por sí elevado en estos pacientes. De la misma manera que el paracetamol, su uso ha mostrado una disminución del consumo de opioides (aproximadamente del 20%) [45].

Otra alternativa analgésica es el tramadol, que, en combinación con otro analgésico (generalmente, paracetamol), ha demostrado buen control del dolor. Suele ser esta asociación la más utilizada en los protocolos de plantas de hospitalización de CCA en hospitales españoles.

La gabapentina es un fármaco que ha demostrado la reducción del consumo de opioides para el tratamiento del DP y disminuye las valoraciones de DP agudo. Se utiliza con frecuencia en caso de dolor con importante componente neuropático y en el tratamiento crónico para disminuir la inflamación [15].

Analgesia regional

Sobre las técnicas en la inducción analgésica, la epidural torácica reduce el DP y el tiempo de extubación, mejorando la función respiratoria [15,24], pero requiere mantener niveles para el despertar. Sin embargo, aumenta el riesgo de hematoma epidural y de paraplejía [47] (inferior a 1/150.000 pacientes). Los bloqueos intercostales son una técnica sencilla y segura, con una analgesia comparable a la epidural, pero que reduce sus complicaciones [45] y la estancia en la unidad de cuidados intensivos [47]. Es una técnica en auge en la toracotomía, pero para esternotomías requiere ser bilateral.

El bloqueo de la fascia pectoral se considera una alternativa en la analgesia local, utilizada en casos de fracturas con intolerancia a la analgesia convencional, que proporciona analgesia anterolateral en la pared torácica y reduce el consumo de opioides. A pesar de ser una técnica de bajo riesgo y sencilla, su indicación en la CCA es limitada debido a la necesidad de anticoagulación [45,48].

Medidas complementarias a los fármacos analgésicos

Además del tratamiento analgésico, existen medidas complementarias para una recuperación precoz del paciente. Es fundamental en esta etapa del postoperatorio evitar complicaciones respiratorias y minimizar los efectos del reposo en las primeras horas, y es muy importante la extubación precoz y el inicio de los ejercicios respiratorios (respiración diafragmática, espiración forzada y tos eficaz), para facilitar el desprendimiento de mucosidad, favorecer la expectoración y reducir las complicaciones respiratorias [49].

En las primeras horas del postoperatorio es frecuente la aparición de náuseas relacionadas con la anestesia y la utilización de opiáceos, por lo que un buen control con antieméticos intravenosos y

un menor uso de opiáceos reducirá su aparición sin retrasar la rehabilitación del paciente.

Los drenajes endotorácicos deben retirarse lo antes posible, debido a que su mantenimiento provoca DP epigástrico y pleural, con necesidad de aumento de analgesia y retraso en la fisioterapia respiratoria, que incrementa el riesgo de complicaciones respiratorias y la estancia en la unidad de cuidados intensivos.

Además, se debe iniciar la movilización, primero pasiva y luego activa, de acuerdo a la tolerancia del paciente. Asimismo, la educación preoperatoria tanto del paciente como de la familia es clave para reducir la ansiedad postoperatoria y facilitar el inicio de la rehabilitación.

Por ello, es importante abarcar todas las dimensiones del dolor y tener un plan analgésico individualizado para reducir el dolor y la estancia hospitalaria, e incrementar la rápida recuperación del paciente.

Conclusiones

La evolución tecnológica y técnica experimentada en el campo de la CCA en las últimas décadas no se ha visto acompañada por avances que permitan un mejor control y reducción del DP. El DP agudo condiciona, además, alteraciones secundarias a nivel inmunológico, metabólico y circulatorio derivadas del estrés, que incrementan la morbilidad durante el postoperatorio inmediato [50]. El síndrome de dolor crónico postoperatorio afecta a la calidad de vida de los pacientes y acrecienta, indirectamente, los costes sanitarios [14].

El componente neuropático del dolor asociado a CCA es de origen multifactorial y da lugar a buena parte de la discapacidad asociada a él.

Se han descrito diversas estrategias que pretenden el control del dolor, incluyendo su componente neuropático, desde el momento de la inducción anestésica [11,15]. Sin embargo, todas ellas se encuentran con una dificultad, la posible cuantificación, sesgada por la subjetividad perceptiva del paciente, especialmente en el contexto clínico, por factores muy diversos, como rasgos de personalidad, cultura, nivel socioeconómico, ambiente familiar y entorno social. Todas las escalas y cuestionarios utilizados para evaluar el dolor postoperatorio son subjetivas. El conocimiento de las características y fuentes de DP inmediato, junto con la evaluación individual del nivel de dolor de forma objetiva, permitirían controlar la intensidad y las consecuencias negativas.

Probablemente, la utilización de mediciones objetivas mediante algometría permitiría determinar la intensidad del umbral de dolor preoperatorio, discriminar a los pacientes con valores límites, cuantificar el DP y definir protocolos individualizados de tratamiento. Un adecuado control del DP agudo influiría, asimismo, en la reducción de la morbimortalidad, el tiempo de recuperación, los costes derivados de la hospitalización y la probabilidad de aparición del síndrome de dolor crónico postoperatorio en el grupo de pacientes tras CCA más predispuesto.

Finalmente, los neurólogos pueden tener un papel relevante en la diferenciación de los distintos tipos de dolor tras CCA gracias a la comprensión de sus bases neurobiológicas, pueden manejar de manera adecuada neuromoduladores que controlen el componente neuropático del dolor y pueden colaborar en la indicación de técnicas invasivas en ocasiones necesarias en el manejo de estos pacientes.

Bibliografía

- Ibarra E. Una nueva definición de dolor. Un imperativo de nuestros días. *Rev Soc Esp Dolor* 2006; 13: 65-72.
- Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain* 2020; 161: 1976-82.
- Orr PM, Shank BC, Black AC. The role of pain classification systems in pain management. *Crit Care Nurs Clin North Am* 2017; 29: 407-18.
- Guimarães-Pereira L, Farinha F, Azevedo L, Abelha F, Castro-Lopes J. Persistent postoperative pain after cardiac surgery: incidence, characterization, associated factors and its impact in quality of life. *Eur J Pain* 2016; 20: 1433-42.
- Kehlet H, Jensen TS, Woolf CJ. Persistent postsurgical pain: risk factors and prevention. *Lancet* 2006; 367: 1618-25.
- Roca J, Valero R, Gomar C. Localizaciones del dolor en el postoperatorio de cirugía cardíaca: cronología del dolor y respuesta al tratamiento. *Rev Esp Anestesiología Reanimación* 2017; 64: 391-400.
- Coelho de Mello L, Rosatti SFC, Hortense P. Assessment of pain during rest and during activities in the postoperative period of cardiac surgery. *Rev Lat Am Enfermagem* 2014; 22: 136-43.
- Cogan J. Pain management after cardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2010; 14: 201-4.
- Richard AM, Bain SE, Nikravan S, Lilley RR, Velamoor GR, Flaherty JM, et al. Continuous pectoral fascia blocks for postoperative analgesia after median sternotomy: a case report. *A A Pract* 2018; 11: 145-7.
- Mazzeffi M, Khelemsky Y. Poststernotomy pain: a clinical review. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2011; 25: 1163-78.
- Konstantatos A, Silvers AJ, Myles PS. Analgesia best practice after cardiac surgery. *Anesthesiol Clin* 2008; 26: 591-602.
- Zencir G, Eser I. Effects of cold therapy on pain and breathing exercises among median sternotomy patients. *Pain Manag Nurs* 2016; 17: 401-10.
- Defalque RJ, Bromley JJ. Poststernotomy neuralgia: a new pain syndrome. *Anesth Analg* 1989; 69: 81-2.
- Blyth FM, March LM, Cousins MJ. Chronic pain-related disability and use of analgesia and health services in a Sydney community. *Med J Aust* 2003; 179: 84-7.
- Kleiman AM, Sanders DT, Nemergut EC, Huffmyer JL. Chronic poststernotomy pain: incidence, risk factors, treatment, prevention, and the anesthesiologist's role. *Reg Anesth Pain Med* 2017; 42: 698-708.
- Meyer-Frießem CH, Szalaty P, Zahn PK, Pogatzki-Zahn EM. A prospective study of patients' pain intensity after cardiac surgery and a qualitative review: effects of examiners' gender on patient reporting. *Scand J Pain* 2019; 19: 39-51.
- Kalliomäki ML, Puolakka P, Huhtala H, Sisto T, Järvelä K. Bedside diagnosis of persistent post-sternotomy pain. *Acta Anaesthesiol Scand* 2016; 60: 969-76.
- Moon MH, Kang JK, Kim HW, Jo KH, Choi SH, Song H. Pain after median sternotomy: collateral damage or mitigatable byproduct? *Thorac Cardiovasc Surg* 2013; 61: 194-201.
- Navarro-García MA, Irigoyen-Aristorena MI, De Carlos-Alegre V, Martínez-Oroz A, Elizondo-Sotro A, Indurain-Fernández S, et al. Evaluación del dolor postoperatorio agudo tras cirugía cardíaca. *Enferm Intensiva* 2011; 22: 150-9.
- Mueller X, Tinguely F, Tevararai H, Revelly J, Chiolerio R, von Segesser L. Pain location, distribution, and intensity after cardiac surgery. *Chest* 2000; 118: 391-6.
- Nelson FV, Zimmermann L, Barnason S, Nieveen J, Schmaderer M. The relationship and influence of anxiety on postoperative pain in the coronary artery bypass graft patient. *J Pain Symptom Manage* 1998; 15: 102-9.
- Bruce J, Drury N, Poobalan AS, Jeffrey RR, Smith WC, Chambers WA. The prevalence of chronic chest and leg pain following cardiac surgery: A historical cohort study. *Pain* 2003; 104: 265-73.
- Eastridge CE, Mahfood SS, Walker WA, Cole FH Jr. Delayed chest wall pain due to sternal wire sutures. *Ann Thorac Surg* 1991; 51: 56-9.
- Turan A, Karimi N, Zimmerman NM, Mick SL, Sessler DI, Mamoun N. Intravenous acetaminophen does not decrease persistent surgical pain after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2017; 31: 2058-64.
- Woodring JH, Royer JM, Todd EP. Upper rib fractures following median sternotomy. *Ann Thorac Surg* 1985; 39: 355-7.
- Fine PG, Karwande SV. Sternal wire-induced persistent chest pain: a possible hypersensitivity reaction. *Ann Thorac Surg* 1990; 49: 135-6.
- Tevaeai HT, Mueller XM, Von Segesser LK. Minimally invasive harvest of the saphenous vein for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997; 63(6 Suppl): S119-21.
- Holl RM. Surgical cardiac patient characteristics and the amount of analgesics administered in the intensive care unit after extubation. *Intensive Crit Care Nurs* 1995; 11: 192-7.
- Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. [2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. The Task Force on myocardial revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)]. *G Ital Cardiol (Rome)* 2019; 20 (7-8 Suppl 1): 1-61S.
- Taillefer MC, Carrier M, Bélisle S, Levesque S, Lanctôt H, Boisvert AM, et al. Prevalence, characteristics, and predictors of chronic nonanginal postoperative pain after a cardiac operation: a cross-sectional study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 131: 1274-80.
- Cohen AJ, Moore P, Jones C, Miner TJ, Carter WR, Zurcher RP, et al. Effect of internal mammary harvest on postoperative pain and pulmonary function. *Ann Thorac Surg* 1993; 56: 1107-9.
- Mailis A, Umana M, Feindel CM. Anterior intercostal nerve damage after coronary artery bypass graft surgery with use of internal thoracic artery graft. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1455-8.
- Haefeli M, Elfering A. Pain assessment. *Eur Spine J* 2006; 15 (Suppl 1): S17-24.
- American Nurses Association, American Society for Pain Management Nursing. Pain management nursing: scope and standards of practice. 2 ed. Silver Spring (MD): American Nurses Association; 2016.

35. DeLoach LJ, Higgins MS, Caplan AB, Stiff JL. The visual analog scale in the immediate postoperative period: intrasubject variability and correlation with numeric scale. *Anesth Analg* 1998; 86: 102-6.
36. Cleeland CS. The Brief Pain Inventory User Guide. 2009. URL: https://www.mdanderson.org/education-and-research/departments-programs-and-labs/departments-and-divisions/symptom-research/symptom-assessment-tools/BPI_UserGuide.pdf. [17.06.2022].
37. Serrano-Atero MS, Caballero J, Cañas A, García-Saura PL. Valoración del dolor (II). *Rev Soc Esp Dolor* 2002; 9: 109-121.
38. Bouhassira D, Attal N, Alchaar H, Boureau F, Brochet B, Bruxelle J, et al. Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). *Pain* 2005; 114: 29-36.
39. Walton DM, Macdermid JC, Nielson W, Teasell RW, Chiasson M, Brown L. Reliability, standard error, and minimum detectable change of clinical pressure pain threshold testing in people with and without acute neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011; 41: 644-50.
40. Hinarejos P, Goicochea N, Leal-Blanquet J, Leal-Blanquet J, Torres-Claramunt R, Sánchez-Soler J, et al. Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2019; 29: 1089-93.
41. Pedersini P, Negrini S, Cantero-Tellez R, Bishop MD, Villafañe JH. Pressure algometry and palpation of the upper limb peripheral nervous system in subjects with hand osteoarthritis are repeatable and suggest central changes. *J Hand Ther* 2020; 33: 103-11.
42. Andersen H, Arendt-Nielsen L, Danneskiold-Samsøe B, Graven-Nielsen T. Pressure pain sensitivity and hardness along human normal and sensitized muscle. *Somatosens Mot Res* 2006; 23: 97-109.
43. Vadivelu N, Mitra S, Narayan D. Recent advances in postoperative pain management. *Yale J Biol Med* 2010; 83: 11-25.
44. Diby M, Romand JA, Frick S, Heidegger CP, Walder B. Reducing pain in patients undergoing cardiac surgery after implementation of a quality improvement postoperative pain treatment program. *J Crit Care* 2008; 23: 359-71.
45. Richard AM, Bain SE, Nikravan S, Lilley RR, Velamoor GR, Flaherty JM, et al. Continuous pectoral fascia blocks for postoperative analgesia after median sternotomy: a case report. *A&A Practice* 2018; 11(6):
46. Bjørnnes AK, Parry M, Lie I, Fagerland MW, Watt-Watson J, Rustøen T, et al. The impact of an educational pain management booklet intervention on postoperative pain control after cardiac surgery. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2017; 16: 18-27.
47. Kamalipour H, Vafaei A, Parviz Kazemi A, Khademi S. Comparing the prevalence of chronic pain after sternotomy in patients undergoing coronary artery bypass grafting using the internal mammary artery and other open heart surgeries. *Anesth Pain Med* 2014; 4: e17969.
48. El Shora HA, El Behehy AA, Abdelwahab AA, Ali GA, Omran TE, Hassan EA, et al. Bilateral paravertebral block versus thoracic epidural analgesia for pain control post-cardiac surgery: a randomized controlled trial. *Thorac Cardiovasc Surg* 2020; 68: 410-6.
49. Zencir G, Eser I. Effects of cold therapy on pain and breathing exercises among median sternotomy patients. *Pain Manag Nurs* 2016; 17: 401-10.
50. Santana AP, Kimiko R. Pain after sternotomy-review. *Rev Bras Anestesiol* 2016; 66: 395-401.

Postoperative pain after cardiac surgery: neurobiological basis and treatment

Introduction. Despite the evolution of surgical techniques, pain continues to be one of the most frequent disorders in the postoperative period of cardiac surgery (CS), leading to the appearance of complications in the acute period and impairment of quality of life due to the appearance of chronic pain. In this narrative review, we aim to analyze the prognostic factors for the appearance of postoperative pain after CS, to locate and quantify the severity of neuropathic pain, and determine the most appropriate assessment methods in these patients.

Development. Postoperative pain in CS is a complex pain, which associates neuropathic, somatic and visceral components. Its origin is multifactorial; factors depending on the patient, the preoperative symptoms and the type of intervention, as well as sequelae derived from the surgery itself, determine the variability in its manifestation. Multiple studies have tried to identify the risk factors for its development, but the quantification of pain is limited by the subjective perception of the patients.

Conclusions. Neurologists can play a relevant role in the differentiation of the different types of pain after CS, thanks to the understanding of its neurobiological bases, properly handling neuromodulators that control the neuropathic component of pain and collaborating in the indication of invasive techniques, necessary occasionally in the management of these patients.

Key words. Algometry. Analgesia. Cardiac surgery. Objective measure. Postoperative pain. Thresholds.

ANEXO 4: Escalas de riesgo quirúrgico en cirugía cardíaca

- ***EuroSCORE logístico:*** <https://www.rccc.eu/ppc/calculadoras/euroscores.html>

EuroSCORE: predicción de riesgo-mortalidad- en cirugía cardíaca

Factores del paciente		
Edad (a.)	0	0
Sexo	...	0
Enfermedad pulmonar crónica ¹	No	0
Arteriopatía extracardiaca ²	No	0
Disfunción neurológica ³	No	0
Cirugía cardíaca previa ⁴	No	0
Creatinina > 2.3 mg/dL preoperatoria	No	0
Endocarditis activa ⁵	No	0
Situación preoperatoria crítica ⁶	No	0
Factores cardíacos		
Angina inestable ⁷	No	0
Fracción de eyección de V.I.	...	0
I.A.M. reciente ⁸	No	0
Presión sistólica pulmonar > 60 mmHg	No	0
Factores operatorios		
Emergencia ⁹	No	0
Cirugía distinta a coronaria aislada	No	0
Cirugía sobre la aorta torácica	No	0
Rotura septal post-infarto	No	0
Logistic ☐ EuroSCORE		0
		Calcular Borrar

- ***EuroSCORE II***: <https://www.euroscore.org/index.php?id=17&lang=en>

Patient-related factors

age ⁱ

biological sex

chronic lung disease ⁱ ☐ no

extracardiac arteriopathy ⁱ ☐ no

poor mobility ⁱ ☐ no

previous cardiac surgery ⁱ ☐ no

active endocarditis ⁱ ☐ no

critical preoperative state ⁱ ☐ no

renal impairment ⁱ
☐ creatinine clearance

diabetes on insulin ☐ no

Cardiac-related factors

CCS angina class 4 ⁱ ☐ no

LV function

recent MI ⁱ ☐ no

pulmonary hypertension ⁱ

NYHA class

Operation-related factors

surgery on thoracic aorta ⁱ ☐ no

urgency of operation ⁱ

weight of operation ⁱ

EuroSCORE II

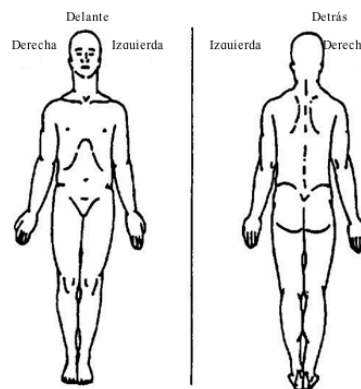
0.00 %

Based on the information you have provided... if 100 people with a similar condition had a similar operation, 0 may be expect to die, whereas 100 would be expected to survive.
Your EuroSCORE is 0.00.

ANEXO 5: Evaluación del dolor preoperatorio y a los 30 días de la intervención

- **Brief Pain Inventory- Short Form (BPI-SF)**

1. Todos hemos tenido dolor alguna vez en nuestra vida (por ejemplo, dolor de cabeza, contusiones, dolores de dientes). ¿En la actualidad, ha sentido un dolor distinto a estos dolores comunes?	
1. Sí	2. No
2. Indique en el diagrama las zonas dónde siente dolor sombreando la parte afectada. Marque con una cruz la zona que más le duele.	



3. Por favor, evalúe su dolor rodeando con un círculo el número que mejor describa la intensidad máxima de su dolor en las últimas 24 horas.										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún dolor					El Peor Dolor imaginable					
4. Por favor, evalúe su dolor rodeando con un círculo el número que mejor describa la intensidad mínima de su dolor en las últimas 24 horas.										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún dolor					El Peor Dolor imaginable					
5. Por favor, evalúe su dolor rodeando con un círculo el número que mejor describa la intensidad media de su dolor.										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún dolor					El Peor Dolor imaginable					
6. Por favor, evalúe su dolor rodeando con un círculo el número que mejor describa la intensidad de su dolor ahora mismo .										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ningún dolor					El Peor Dolor imaginable					

7. ¿Qué tratamiento o medicación está recibiendo para el dolor?

8. En las últimas 24 horas, ¿hasta qué punto le han aliviado los tratamientos o la medicación para el dolor? Por favor, rodee con un círculo el porcentaje que corresponda al grado de alivio que ha sentido.

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%
Ningún alivio Alivio
total

9. Rodee con un círculo el número que mejor describa hasta qué punto el dolor lo ha afectado en los siguientes aspectos de la vida, durante las últimas 24 horas:

A. Actividad en general

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

B. Estado de ánimo

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

C. Capacidad de caminar

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

D. Trabajo habitual (incluye tanto el trabajo fuera de casa como las tareas domésticas)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

E. Relaciones con otras personas

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

F. Sueño

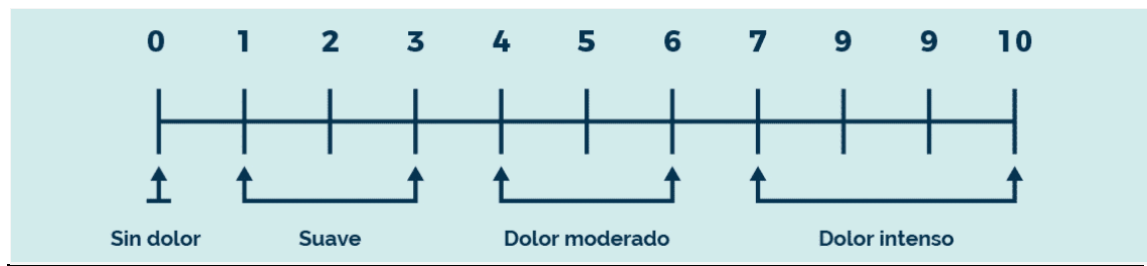
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

G. Disfrutar de la vida

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No me ha afectado Me ha afectado
por completo

Copyright 1991 Charles S. Cleeland, PhD Pain
Research Group
All rights reserved.

- **Escala Verbal Numérica (EVN)**



- **EuroQol-5D (EQ-5D)**

Debajo de cada enunciado, marque UNA casilla, la que mejor describe su salud HOY.

MOVILIDAD

- No tengo problemas para caminar ☐
- Tengo problemas leves para caminar ☐
- Tengo problemas moderados para caminar ☐
- Tengo problemas graves para caminar ☐
- No puedo caminar ☐

AUTO-CUIDADO

- No tengo problemas para lavarme o vestirme ☐
- Tengo problemas leves para lavarme o vestirme ☐
- Tengo problemas moderados para lavarme o vestirme ☐
- Tengo problemas graves para lavarme o vestirme ☐
- No puedo lavarme o vestirme ☐

ACTIVIDADES COTIDIANAS (*Ej.: trabajar, estudiar, hacer las tareas domésticas, actividades familiares o actividades durante el tiempo libre*)

- No tengo problemas para realizar mis actividades cotidianas ☐
- Tengo problemas leves para realizar mis actividades cotidianas ☐
- Tengo problemas moderados para realizar mis actividades cotidianas ☐
- Tengo problemas graves para realizar mis actividades cotidianas ☐
- No puedo realizar mis actividades cotidianas ☐

DOLOR / MALESTAR

- No tengo dolor ni malestar ☐
- Tengo dolor o malestar leve ☐
- Tengo dolor o malestar moderado ☐
- Tengo dolor o malestar fuerte ☐
- Tengo dolor o malestar extremo ☐

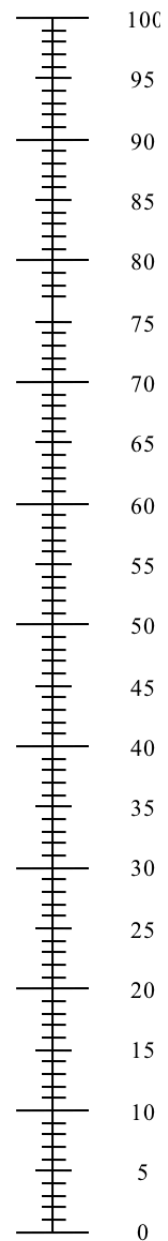
ANSIEDAD / DEPRESIÓN

- No estoy ansioso ni deprimido ☐
- Estoy levemente ansioso o deprimido ☐
- Estoy moderadamente ansioso o deprimido ☐
- Estoy muy ansioso o deprimido ☐
- Estoy extremadamente ansioso o deprimido ☐

- Nos gustaría conocer lo buena o mala que es su salud HOY.
- La escala está numerada del 0 al 100.
- 100 representa la mejor salud que usted se pueda imaginar.
0 representa la peor salud que usted se pueda imaginar.
- Marque con una X en la escala para indicar cuál es su estado de salud HOY.
- Ahora, en la casilla que encontrará a continuación escriba el número que ha marcado en la escala.

SU SALUD HOY =

La mejor salud que
usted se pueda
imaginar



La peor salud que
usted se pueda
imaginar

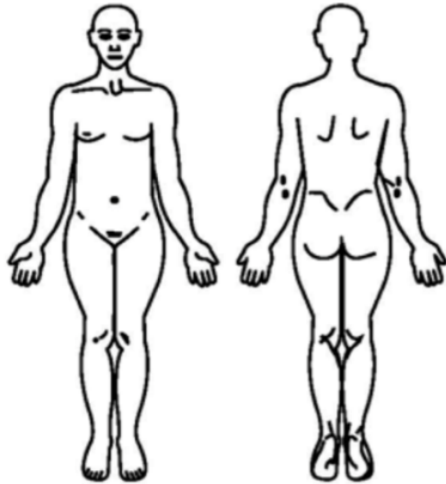
ANEXO 6: Evaluación del dolor en el posoperatorio inmediato

- **Cuestionario de Dolor Neuropático (DN4)**

ENTREVISTA		
Pregunta 1: ¿Tiene el dolor una o más de las siguientes características?		
	SI	NO
1- Quemazón		
2- Frío doloroso		
3- Calambres eléctricos		
Pregunta 2: ¿Está asociado el dolor con uno o más de los siguientes síntomas en la misma zona?		
4- Hormigueo		
5- Alfileres y agujas		
6- Entumecimiento		
7- Picazón		
EXAMEN FÍSICO		
Pregunta 3: ¿Está el dolor localizado en una zona donde el examen físico puede mostrar una o más de las siguientes características?		
8- Hipoestesia al tacto		
9- Hipoestesia a pinchazos		
Pregunta 4: En la zona dolorosa, el dolor es causado o incrementado por:		
10- Cepillado suave de la piel		
Por cada respuesta positiva asigne un punto, por cada respuesta negativa asigne un valor de 0 (cero). Sume los puntos; si es mayor o igual a 4 se considera que hay dolor neuropático		
Puntuación del paciente: __/10		

- McGill Pain Questionnaire (MPQ)

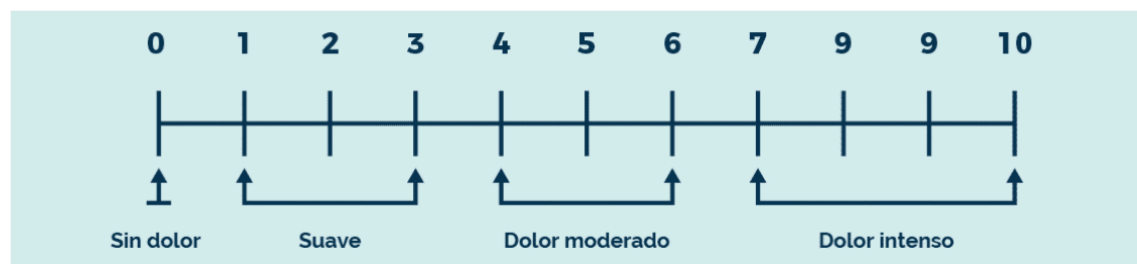
1	TITILANTE	11	AGOTADOR	BREVE	RÍTMICO	CONTINUO
	TREPIDANTE		EXTENUANTE	MOMENTÁNEO	PERIÓDICO	SOSTENIDO
	PULSÁTIL			TRANSITORIO	INTERMITENTE	CONSTANTE
	SORDO	12	ENFERMANTE			
	BATIENTE		SOFOCANTE			
	TRITURANTE	13	AMENAZADOR			
2	SALTÓN		ALARMANTE			
	CENTELLEANTE		ATERRADOR			
	FULGURANTE	14	PUNITIVO			
3	PRURÍTICO		FATIGANTE			
	TEREBRANTE		CRUEL			
	TALADRANTE		MALIGNO			
	PUNZANTE		ASESINO			
	LANCINANTE	15	FUNESTO			
4	AGUDO		CEGANTE			
	CORTANTE	16	FASTIDIOSO			
	LACERANTE		PENOSO			
5	PELLIZCANTE		ATROZ			
	OPRESIVO		INTENSO			
	MORDICANTE		INSOPORTABLE			
	RETORTUJÓN	17	QUE SE EXTIENDE			
	TRITURANTE		REFERIDO			
6	DE TRACCIÓN		PENETRANTE			
	TIRANTE		PERFORANTE			
	DE TORCEDURA	18	APRETADO			
7	CALIENTE		ADORMECIENTE			
	QUEMANTE		DE ESTIRAMIENTO			
	HIRVIENTE		COM O QUE EXP			
	ARDIENTE		DESGARRADOR			
8	HORMIGUEANTE	19	FRÍO			
	PICANTE		HELANTE			
	PENETRANTE		CONGELANTE			
	PINCHAZO O PIC	20	MOLESTO			
9	SORDO		NAUSEOSO			
	INFLAMATORIO		AGÓNICO			
	MOLESTO		ATEMORIZANTE			
	REDOLOR		TORTURANTE			
	AGOBIANTE					
10	EXQUISITO		PPI			
	TIRANTE	0	NO HAY DOLOR			
	IRRITANTE	1	LEVE			
	HENDIENTE O	2	MOLESTO			
	TAJANTE	3	PERTURBADOR			
		4	HORRIBLE			
		5	AGÓNICO			



E = EXTERNO
I = INTERNO

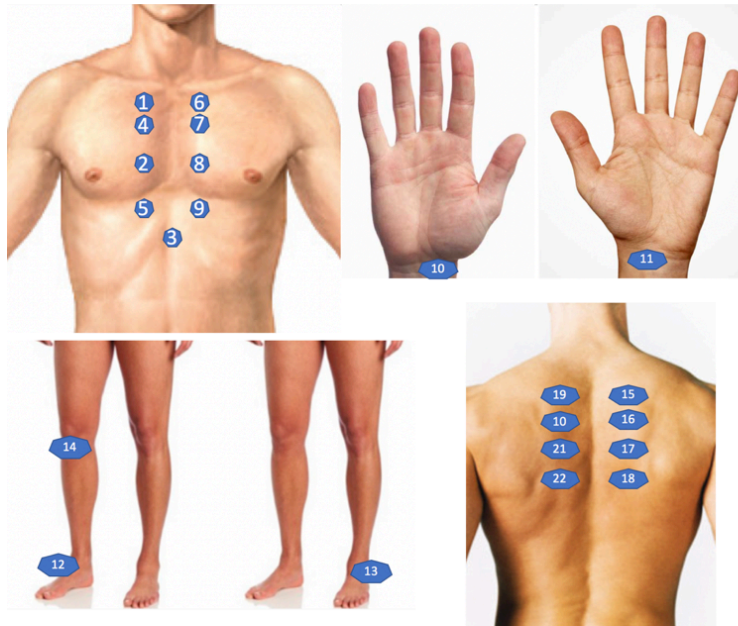
COMENTARIOS:

- **Escala Verbal Numérica (EVN)**



- **Algometría:**

NIVEL DE DOLOR (sobre 10):	
MEDICACIÓN ACTUAL:	



ORDEN DE UMBRALES:

1→2→3→4→5→6→7
 →8→9→1→2→3→4→
 5→6→7→8→9→1→2
 →3→4→5→6→7→8→
 9→10→11→10→11→
 10→11→12→13→14→
 12→13→14→12→13→
 14→15→16→17→18→
 19→20→21→22→15→
 16→17→18→19→20→
 21→22→15→16→17→
 18→19→20→21→22.

POSICIÓN	UMBRAL 1	UMBRAL 2	UMBRAL 3
1 (Manubrio derecho)			
2 (4º arco costal derecho)			
3 (Xifoides)			
4 (2º arco costal derecho)			
5 (6º arco costal derecho)			
6 (Manubrio izquierdo)			
7 (4º arco costal izquierdo)			
8 (2º arco costal izquierdo)			
9 (6º arco costal izquierdo)			
10 (Carpo derecho)			
11 (Carpo izquierdo)			
12 (Maleolo interno derecho)			
13 (maléolo interno izquierdo)			
14 (si safenectomía)			
15 (T4 derecho)			
16 (T6 derecho)			
17 (T8 derecho)			
18 (T10 derecho)			
19 (T4 izquierdo)			
20 (T6 izquierdo)			
21 (T8 izquierdo)			
22 (T10 izquierdo)			

ANEXO 7: Aprobación del Comité Ético del Hospital Clínico Universitario De Valladolid (HCUV)



Avda. Ramón y Cajal, 3 - 47003 Valladolid
Tel.: 983 42 00 00 - Fax 983 25 75 11



COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS ÁREA DE SALUD VALLADOLID

Valladolid a 24 de octubre de 2019

En la reunión del CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID ESTE del 24 de octubre de 2019, se procedió a la evaluación de los aspectos éticos del siguiente proyecto de investigación.

PI 19-1493	EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD DE LA ALGOMETRÍA EN LA VALORACIÓN OBJETIVA DEL DOLOR PRE Y POSTOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA	I.P.: BÁRBARA SEGURO MÉNDEZ EQUIPO: YOLANDA CARRASCAL, ANGEL L. GUERRERO, CRISTINA SÁNCHEZ, EDUARDO VELASCO. CIRUGÍA CARDIOVASCULAR RECIBIDO: 24-09-2019
------------	---	---

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

Considerando que el Proyecto contempla los Convenios y Normas establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética, se hace constar el **informe favorable** y la **aceptación** del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos Área de Salud Valladolid Este para que sea llevado a efecto dicho Proyecto de Investigación.

Un cordial saludo;

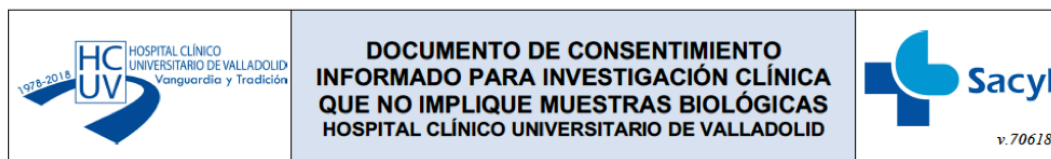


Dr. F. Javier Álvarez.
CEIm Área de Salud Valladolid Este
Hospital Clínico Universitario de Valladolid
Farmacología, Facultad de Medicina,
Universidad de Valladolid,
c/ Ramón y Cajal 7, 47005 Valladolid

IT



ANEXO 8: Consentimiento Informado del estudio.



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

HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID

SERVICIO: Cirugía Cardíaca.

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Bárbara Segura Méndez

TELÉFONO DE CONTACTO: **EMAIL:** (

NOMBRE DE LA LÍNEA DE TRABAJO: Dolor en cirugía cardíaca.

VERSIÓN DE DOCUMENTO: (Número de versión, fecha): Versión 1.0. 23/09/2019.

I) Finalidad de la línea de trabajo propuesta:

Por favor lea atentamente la información que se expone en el documento que le presenta su médico y asegúrese de haberla comprendido completamente.

Firme el consentimiento informado si está de acuerdo en participar en el estudio, al final de este documento. Tras firmar el documento recibirá una copia del mismo.

Objetivo del estudio:

El objetivo de este estudio es identificar los umbrales de dolor en los pacientes que, como usted, van a ser sometidos a una intervención de corazón. Queremos evaluar, de forma objetiva su grado de comodidad y la repercusión del dolor de la intervención, así como la eficacia de la analgesia utilizada en el postoperatorio.

Múltiples estudios han intentado identificar los factores de riesgo del desarrollo del dolor, pero una de las limitaciones es la gran subjetividad del mismo. Esta subjetividad podría eliminarse mediante la aplicación de pruebas objetivamente cuantificables.

Pretendemos, con este estudio, evaluar la percepción del dolor desde el punto del paciente, mediante cuestionarios y objetivamente mediante la aplicación de la algometría.

La algometría es una técnica que permite medir el nivel de dolor y establecer umbrales dolorosos. Consiste en la aplicación de presión con un algómetro con punta de goma en diferentes puntos cercanos a las incisiones quirúrgicas. De esta manera, se evalúa la mínima

Se entrega copia de este documento al paciente

1

cantidad de presión a la que el paciente detecta molestia o mínimo dolor, definiendo así el umbral de dolor.

La identificación de estos umbrales, puede servirnos para controlar mejor el dolor, reducir la aparición de complicaciones derivadas del mismo y aumentar la calidad de vida posterior, reduciendo la morbilidad operatoria.

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

II) Algunas consideraciones sobre su participación:

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

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

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

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

D) Los datos personales serán tratados según lo dispuesto en la normativa que resulte de aplicación, como es el Reglamento (UE) 2016/679, de 27 de abril, General de Protección de Datos Personales, y su normativa de desarrollo tanto a nivel nacional como europeo.

E) La información obtenida se almacenará en una base de datos, en soporte informático, registrada en la Agencia Española de Protección de Datos, según la legislación vigente.

F) Los datos registrados serán tratados estadísticamente de forma codificada. En todo momento el participante tendrá derecho de acceso, modificación, oposición, rectificación o cancelación de los

Se entrega copia de este documento al paciente

2

	DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID	
---	--	---

datos depositados en la base de datos siempre que expresamente lo solicite. Para ello deberá ponerse en contacto con el investigador principal. Los datos quedarán custodiados bajo la responsabilidad del Investigador Principal del Estudio, Dra. Bárbara Segura Méndez. Así mismo, tiene derecho a dirigirse a la Agencia de Protección de Datos si no queda satisfecho.

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

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

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

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

Se entrega copia de este documento al paciente

3

 HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID Vanguardia y Tradición	DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID	 v.70618
--	---	--

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE POR ESCRITO.

Estudio **EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD DE LA ALGOMETRÍA EN LA VALORACIÓN OBJETIVA DEL DOLOR PRE Y POSTOPERATORIO EN CIRUGÍA CARDIACA.**

Yo, _____
(nombre y apellidos de paciente ó representante legal)

He leído la información que me ha sido entregada.

He recibido la hoja de información que me ha sido entregada.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado del estudio con _____
(nombre y apellidos del investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1.- Cuando quiera.
- 2.- Sin tener que dar explicaciones.
- 3.- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Por la presente, otorgo mi consentimiento informado y libre para participar en esta investigación.

Accedo a que los médicos del HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID contacten conmigo en el futuro en caso de que se necesite obtener nuevos datos. ...SI..... NO (marcar con una X lo que proceda)

Accedo a que los médicos del HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID contacten conmigo en caso de que los estudios realizados sobre mis datos aporten información relevante para mi salud o la de mis familiares ...SI..... NO (marcar con una X lo que proceda)

Una vez firmada, me será entregada una copia del documento de consentimiento.

FIRMA DEL PACIENTE / REPRESENTANTE LEGAL	NOMBRE Y APELLIDOS	FECHA
EN CALIDAD DE (Parentesco, tutor legal, etc.)		

Yo he explicado por completo los detalles relevantes de este estudio al paciente nombrado anteriormente y/o la persona autorizada a dar el consentimiento en nombre del paciente.

FIRMA DEL INVESTIGADOR	NOMBRE Y APELLIDOS	FECHA
------------------------	--------------------	-------

Se entrega copia de este documento al paciente

	DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN CLÍNICA QUE NO IMPLIQUE MUESTRAS BIOLÓGICAS HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID	 v.70618
---	--	--

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE POR ESCRITO.

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

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

Firma:

Se entrega copia de este documento al paciente

5

ANEXO 10: Aportación Científica: Evaluación del dolor posoperatorio agudo tras cirugía cardíaca mediante algometría



Article

Pressure Pain Hyperalgesia Expressed by Topographical Pressure Pain Sensitivity after Cardiac Surgery

Bárbara Segura-Méndez ¹, Álvaro Planchuelo-Gómez ², Álvaro Fuentes-Martín ³, Pascal Madeleine ⁴, Ángel L. Guerrero ^{5,6}, Yolanda Carrascal ^{1,7,*} and César Fernández-de-las-Peñas ⁸

¹ Cardiac Surgery Department, University Clinical Hospital, 47005 Valladolid, Spain; barbaraseg@hotmail.com

² Imaging Processing Laboratory, Universidad de Valladolid, 47005 Valladolid, Spain;

a.planchuelo.gomez@gmail.com

³ Thoracic Surgery Department, University Clinical Hospital, 47005 Valladolid, Spain;

a.fuentesma@saludcastillayleon.es

⁴ Department of Health Science and Technology, Aalborg University, 9260 Aalborg, Denmark; pm@hst.aau.dk

⁵ Headache Unit, Neurology Department, University Clinical Hospital, 47005 Valladolid, Spain;

gueneurol@gmail.com

⁶ Department of Medicine, Dermatology and Toxicology, University of Valladolid, 47005 Valladolid, Spain

⁷ Department of Surgery, Ophthalmology, Otorhinolaryngology and Physiotherapy, University of Valladolid, 47005 Valladolid, Spain

⁸ Department of Physical Therapy, Occupational Therapy, Physical Medicine and Rehabilitation,

Universidad Rey Juan Carlos (URJC), 28922 Alcorcón, Spain; cesar.fernandez@urjc.es

* Correspondence: ycarrascal@hotmail.com



Citation: Segura-Méndez, B.; Planchuelo-Gómez, Á.; Fuentes-Martín, Á.; Madeleine, P.; Guerrero, Á.L.; Carrascal, Y.; Fernández-de-las-Peñas, C. Pressure Pain Hyperalgesia Expressed by Topographical Pressure Pain Sensitivity after Cardiac Surgery. *Life* **2024**, *14*, 1233. <https://doi.org/10.3390/life14101233>

Academic Editor: Dimitris Tousoulis

Received: 2 September 2024

Revised: 19 September 2024

Accepted: 23 September 2024

Published: 26 September 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Backgrounds: We aim to evaluate changes in pressure pain sensitivity before and after cardiac surgery using topographical sensitivity maps utilizing a pressure algometer. Methods: Pressure pain thresholds over 17 thoracic points and 4 distant pain-free points were assessed in 70 patients (women: 29, age: 67.5 years), before and at 1, 3, and 7 postoperative days. Thoracic topographical pressure pain sensitivity maps were calculated at all follow-ups. Postoperative pain was recorded at each follow-up on a numerical pain rate scale. Results: Postoperative pain intensity decreased from 6.4 (SD 1.0) on the first postoperative day to 5.5 (SD 1.9) on the third and to 4.5 (SD 1.7) on the seventh day ($p < 0.001$). The mixed-model ANOVA revealed that the lowest pressure pain thresholds were observed one day after surgery, increased slightly during follow-up, and were lower at the xiphoid process. Significant negative correlations between postoperative pain intensity and pressure pain thresholds were observed at each time point in thoracic measures (all, $p < 0.01$), but not with pressure pain thresholds from distant pain-free areas. Conclusions: Postoperative pain after cardiac surgery can be objectively quantified using algometry. Pressure pain hyperalgesia was associated with the intensity of postoperative pain.

Keywords: cardiac surgery; postoperative pain; pressure pain maps

1. Introduction

Multiple studies have tried to identify potential risk factors associated with postoperative pain after cardiac surgery, but the subjectivity of most pain measurement scales acts as a limiting factor in this setting. Pressure algometry stands as a straightforward, non-intrusive, and objective modality that yields a biophysical metric for gauging pressure pain sensitivity. Indeed, the evaluation of mechanical hyperalgesia through the computation of pressure pain thresholds (PPTs) ranks among the most prevalent quantitative sensory examinations for appraising modified nociceptive pain transduction in individuals with chronic pain [1]. The presence of pressure pain hyperalgesia after minor or major surgery has been previously documented [2,3]. These studies have discerned the emergence of extensive pressure pain hyperalgesia as an indicator of nociceptive processing alteration post-surgery.

It is possible that the occurrence of pressure pain hyperalgesia will be implicated in post-surgical pain following cardiac procedures. Nevertheless, a narrative review showed that pressure pain sensitivity is heterogeneously distributed across the body's regions of interest [4] and depends on the topographical area under evaluation. To the best of our knowledge, no previous study has investigated topographical pressure pain sensitivity maps after cardiac surgery.

Hypothesis and Aim of the Study

The primary aims of the current study were to investigate changes in pressure pain sensitivity before and after cardiac surgery and to determine if such alterations are heterogeneous by constructing topographical pain maps. A secondary aim of the study was to analyze if sensitivity to pressure pain after cardiac surgery was associated with postoperative pain intensity.

2. Materials and Methods

2.1. Participants

A prospective, observational study of a single-center cohort was executed. Patients older than 18 years undergoing cardiac surgery, with or without extracorporeal circulation, from January to June 2021, were eligible to be included after written informed consent. The investigation adhered to the STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) directives [5]. The study protocol (identification number PI19-1493) received full approval from both the local Institutional Research Review Committee and the Clinical Research Ethics Committee.

Preoperatively, we excluded patients under 18 years of age, those who underwent urgent or emergency surgery, and those presenting with cognitive impairments or linguistic barriers precluding assessment feasibility. After a preoperative assessment, patients who were unable to participate in postoperative measurement acquisition due to intubation or sedation were also excluded from the study.

2.2. Pain Assessment

An 11-point numerical pain rate scale (NPRS, 0–10) was used to assess the intensity of postoperative pain at one, three, and seven days post-surgery. Pressure pain thresholds (PPTs) were calculated by using a pressure algometer (Pain Diagnosis and Treatment Inc., Great Neck, NY, USA) with a 1 cm² rubber tip. The algometer was calibrated prior to each data record. Pressure was applied perpendicularly to each point at a speed of 1 kg/cm²/s. To mitigate intra- and inter-observer variability, recruiters (BS and AF) underwent adequate training before the onset of the study. Three consecutive measurements at each point were collected at every site, separated by at least 30 s, to avoid temporal summation. The mean of the three trials was calculated and expressed in kilopascals (kPa).

PPTs were measured preoperative and on one, three, and seven postoperative days at sites shown in Figure 1: (a) 2 cm lateral to both sides of the manubrium (points 1–2); (b) 2 cm lateral to both sides of the sternum at the level of the 2nd (points 3–4), 4th (points 5–6), and 6th intercostal spaces (points 7–8); (c) at the xiphoid process (point 9); (d) 2 cm to both sides of spinous processes of thoracic vertebrae at the level of T6 (points 10–11), T8 (points 12–13), T10 (points 14–15), and T12 (points 16–17). Additionally, PPTs were also assessed bilaterally over the wrist and internal malleolus as distant pain-free areas for evaluating widespread pressure pain sensitivity.

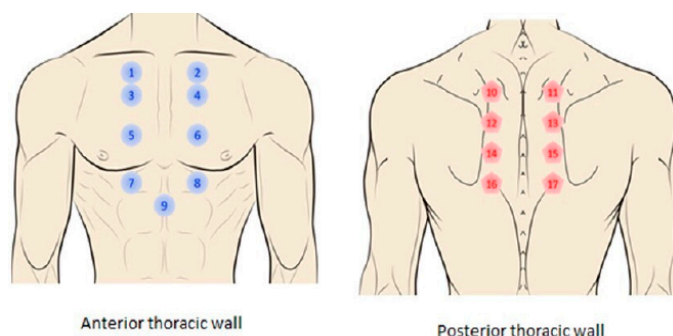


Figure 1. Thoracic points where pressure pain thresholds (PPTs) were assessed for creating topographical pressure pain sensitivity maps: (1) manubrium right side; (2) manubrium left side; (3) 2nd right intercostal space; (4) 2nd left intercostal space; (5) 4th right intercostal space; (6) 4th left intercostal space; (7) 6th right intercostal space; (8) 6th left intercostal space; (9) xiphoid appendix; (10) spinous process T4 left side; (11) spinous process T4 right side; (12) spinous process T6 left side; (13) spinous process T6 right side; (14) spinous process T8 left side; (15) spinous process T8 right side; (16) spinous process T10 left side; (17) spinous process T10 right side.

2.3. Sample Size

Sample size was calculated based on the primary aim, with 80% power and a significance level of α equal to 0.05. Preliminary data from 6 individuals showed a pre- to postoperative effect size of 0.46 for PPTs. Therefore, a sample size of 42 subjects was required for the study. Finally, we included 70 patients.

2.4. Postoperative Pain Treatment

In all patients, information on analgesic treatment (dose and route of administration) was collected on postoperative days 1, 3, and 7.

2.5. Statistical Analysis

IBM SPSS Statistics for Windows, version 25.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA) was utilized for the statistical analysis. The normality of each quantitative variable was assessed by using the Kolmogorov–Smirnov test. Quantitative data are expressed as means (standard deviations). Absolute values and percentages were used to express categorical variables.

For the primary aim of this study, a repeated-measures multivariate analysis of covariance (MANCOVA) using mixed-effect models with time (baseline, one, three, and seven days after) and points (from 1 to 17) as within-subjects variables and with sex and age as covariates, was performed to compare changes of PPT in the thorax post-surgery. A separate MANCOVA using mixed-effect models with time (baseline, one, three, and seven days after) and side (right or left) as within-subjects variables, and with sex and age as covariates, was conducted to compare changes in PPT on distant pain-free areas. Thus, preoperative variables were included as covariates in the main analyses. Corrections for multiple comparisons were performed following a False Discovery Rate (FDR) strategy. Post hoc analyses were conducted with the Bonferroni test.

For the secondary aim, a separate MANCOVA was conducted to evaluate changes in postoperative pain intensity. Additionally, Pearson's correlation tests were conducted to identify the association between the intensity of postoperative pain and PPTs at each follow-up after cardiac surgery (one, three, and seven days post-surgery).

2.6. Topographical Pressure Pain Sensitivity Maps

Mean PPTs over each thoracic location were interpolated using an inverse distance weighted interpolation for graphical purposes and to develop topographical pressure pain sensitivity maps of the thorax at each follow-up period. The inverse distance weighted

interpolation involves computing PPT scores to unknown locations by using means from the set of known PPT values and locations [4].

3. Results

Eighty-two patients who underwent cardiac surgery were eligible for inclusion in this study. Eleven patients were excluded due to prolonged intubation or sedation on the first postoperative day, and one patient declined to participate. Ultimately, data from 70 patients (41.4% women; mean age: 67.5 years) were analyzed (Figure 2). Sternotomy was complete in 90% and a right anterior mini-sternotomy was performed in the remainder. The mini-sternotomy approach was exclusively applied in patients submitted to isolated aortic valve replacement (7 patients). The surgical procedures and preoperative variables are detailed in Tables 1 and 2, respectively. Figure 3 visualizes topographical pressure pain sensitivity maps before and after cardiac surgery.

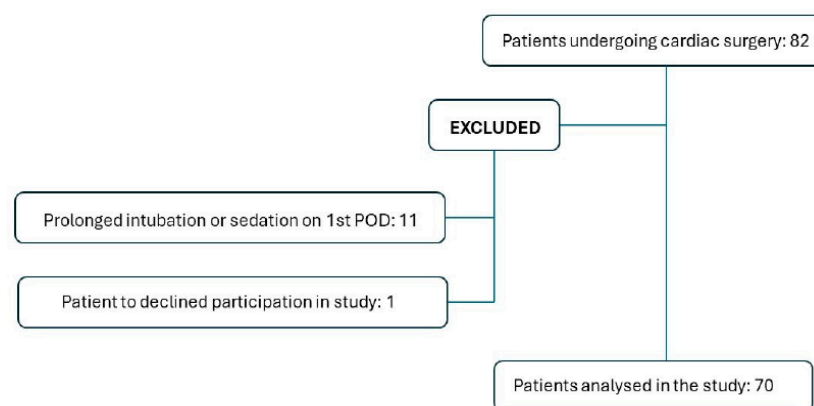


Figure 2. Patient selection process for inclusion/exclusion in the study.

Table 1. Surgical procedures, cardiopulmonary bypass and aortic clamp times (in minutes).

Surgical Procedure	n (%)	CPB Time (min) Mean (SD)	Aortic Clamp Time (min) Mean (SD)
Valve repair or replacement			
Isolated valve	36 (51.4)	113.2 (36.5)	86.6 (29.6)
2 valves			
3 valves			
CPBG	20 (28.6)	88.1 (35.5)	58.6 (20.8)
Combined procedures			
1 valve replacement + CABG	6 (8.6)	141.8 (51.6)	113 (51.3)
2 valve replacement + CABG			
Bentall and Bono procedure	4 (5.7)	124.5 (23.7)	101 (18.9)
Cardiac tumour resection	1 (1.4)	89	53
Aorta replacement	2 (2.9)	125.5 (28.7)	85 (34)
Congenital + 1 valve surgery	1 (1.4)	127	65

CPB: cardiopulmonary bypass; CABG: coronary artery bypass graft.

The mixed-model MANCOVA revealed significant time ($F = 81.104$, $p < 0.001$), sex ($F = 30.102$, $p < 0.001$), and age ($F = 2.386$, $p = 0.015$) effects. No significant interaction was observed. Post hoc analyses revealed the following: (1) postoperative pain intensity decreased from 6.4 (SD 1.0) at the first POD to 5.5 (SD 1.9) at the third POD and to 4.5 (SD 1.7)

at the seventh POD ($p < 0.001$). The lowest PPTs were observed one day after surgery ($p < 0.001$) and increased slightly on the third ($p < 0.001$) and seventh ($p = 0.01$) postoperative days (Table 3 and the Supplementary Data); (2) the xiphoid process exhibited the lowest PPT at all follow-ups (Table 3) without significant differences between complete sternotomy or mini-sternotomy access; (3) PPTs were higher in posterior than in anterior thoracic locations; (4) females exhibited overall lower PPTs than males in all points at all follow-up periods; and (5) older patients had lower PPTs as compared to younger patients after cardiac surgery. No significant differences were observed between complete sternotomy and mini-sternotomy access in all analyzed PPTs over time. Furthermore, we have analyzed the possible influence of cardiopulmonary bypass (CPB) time in PPTs among the different surgical procedures, excluding significant differences in patients in objective postoperative pain perception attributable to the inflammatory response associated with CPB.

Table 2. Descriptive preoperative variables.

Variable	n (%)
Smoking	4 (5.7)
Arterial hypertension	35 (50)
Diabetes Mellitus	16 (22.9)
Dyslipemia	35 (50)
Stroke	3 (4.3)
Renal failure	6 (8.6)

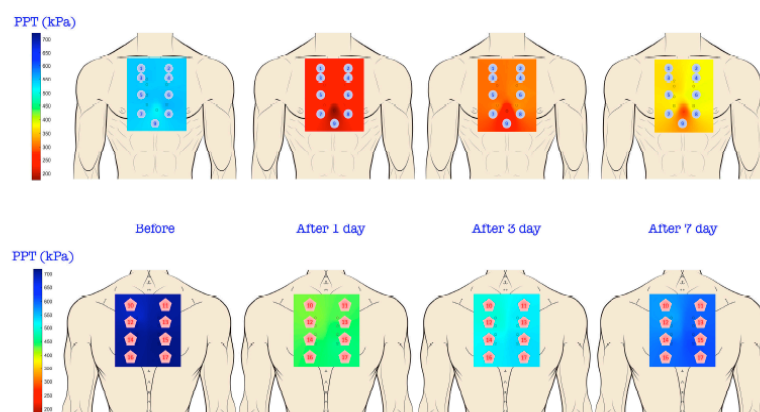


Figure 3. Topographic pressure pain sensitivity maps of the thorax before, and one-, three-, and seven-days after cardiac surgery.

The mixed-model MANCOVA identified a significant time effect, but not for the side for both distant pain-free points, at the wrist (time: $F = 8.256$, $p < 0.001$; side: $F = 0.678$, $I \text{ confirm}P = 0.411$) and the internal malleolus (time: $F = 11.313$, $p < 0.001$; side: $F = 0.094$, $p = 0.759$): PPTs at the wrist and internal malleolus significantly decreased one day after surgery ($p < 0.001$) but slightly increased at days three ($p = 0.001$) and seven ($p = 0.03$) after surgery (Table 4). There was a significant effect of sex but not of age for PPTs at the wrist (sex: $F = 6.814$, $p = 0.01$; age: $F = 0.703$, $p = 0.405$) and at the internal malleolus (sex: $F = 8.814$, $p = 0.004$; age: $F = 1.400$, $p = 0.241$): females exhibited lower PPTs than males at all follow-ups.

Table 3. Mean (standard deviation) of pressure pain thresholds (kPa) measured at each analyzed point over the time.

Point	Preoperative	1st POD	3rd POD	7 POD
1	549.2 (166.7)	250.05 (58.8)	304.1 (68.6)	362.8 (88.2)
2	549.2 (186.3)	255.0 (49.0)	308.9 (68.6)	382.45 (68.6)
3	539.35 (176.5)	245.15 (49.0)	304.1 (58.8)	357.95 (78.4)
4	544.25 (176.5)	255.0 (53.9)	318.7 (68.6)	382.45 (73.5)
5	549.2 (166.7)	255.0 (78.4)	299.1 (58.8)	372.65 (93.1)
6	549.2 (176.5)	255.0 (49.0)	313.8 (63.7)	387.35 (73.5)
7	544.25 (176.5)	250.05 (49.0)	313.8 (68.6)	372.65 (78.4)
8	554.1 (176.5)	250.05 (53.9)	323.6 (73.5)	387.35 (78.4)
9	519.75 (186.3)	176.5 (39.2)	220.65 (58.8)	284.4 (58.8)
10	706.1 (186.3)	431.5 (98.05)	524.65 (176.5)	598.2 (145.1)
11	681.55 (186.3)	421.7 (107.9)	495.2 (152.0)	563.9 (142.2)
12	706.1 (186.3)	441.3 (107.9)	519.75 (156.9)	598.2 (145.1)
13	701.2 (176.5)	426.6 (98.05)	500.15 (147.1)	573.7 (142.2)
14	715.9 (196.1)	441.3 (98.05)	529.55 (152.0)	608.0 (145.1)
15	711.0 (181.4)	431.5 (98.05)	514.85 (147.1)	578.6 (145.1)
16	720.8 (186.3)	446.2 (107.9)	534.45 (147.1)	612.9 (145.1)
17	711.0 (181.4)	441.3 (98.05)	524.65 (152.0)	598.2 (142.2)

POD: Postoperative day; 1: manubrium right side; 2: manubrium left side; 3: 2nd intercostal right space; 4: 2nd left intercostal space; 5: 4th right intercostal space; 6: 4th left intercostal space; 7: 6th right intercostal space; 8: 6th left intercostal space; 9: xiphoid appendix; 10: spinous process T4 left side; 11: spinous process T4 right side; 12: spinous process T6 left side; 13: spinous process T6 right side; 14: spinous process T8 left side; 15: spinous process T8 right side; 16: spinous process T10 left side; 17: spinous process T10 right side.

Table 4. Mean (standard deviation) of pressure pain thresholds (kPa) in distant pain-free areas of the cohort.

Point	Preoperative	1st POD	3rd POD	7 POD
Right wrist	666.8 (186.3)	343.2 (107.9)	431.5 (132.4)	495.2 (122.6)
Left wrist	666.8 (196.1)	363.8 (127.5)	456.1 (137.3)	509.9 (127.5)
Right Leg	696.3 (196.1)	480.5 (166.7)	529.5 (161.8)	549.2 (156.9)
Left Leg	691.4 (98.05)	490.35 (166.7)	534.4 (171.6)	549.2 (166.7)

POD: Postoperative day.

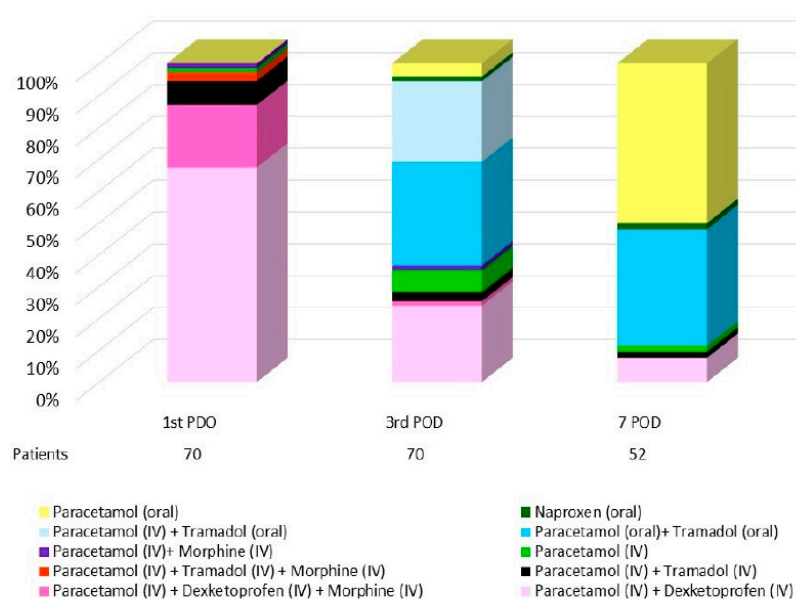
The repeated-measures MANCOVA revealed a significant time effect for the intensity of postoperative pain ($F = 66.124$, $p < 0.001$): postoperative pain decreased from 6.4 (SD 1.0) one day after to 5.5 (SD 1.9) three days after ($p = 0.01$) to 4.5 (SD 1.7) seven days after ($p < 0.001$). No effect of sex was observed ($F = 1.739$, $p = 0.193$). Finally, significant negative correlations between postoperative pain intensity at each time point with PPTs at the thorax (all, $p < 0.01$), but not with PPTs at distant pain-free areas, were observed: one day ($-0.399 < r < -0.235$); three days ($-0.589 < r < -0.323$); and seven days ($-0.513 < r < -0.302$) after surgery. The higher the intensity of postoperative pain, the lower the PPT in the thorax, i.e., the higher the pressure pain sensitivity.

No preoperative analgesia was used in premedication. Postoperative pain treatment reflects a consistent use of paracetamol and the adaptation of treatment with other analgesics according to patient progress (Table 5). During the first POD, all patients received intravenous analgesia with paracetamol 1 g/8 h, associated with dextetopofen (50 mg/8 h) (88.6%) or tramadol (50 mg/8 h) (11.4%). An additional 16 patients required treatment with morphine (3 mg/8 h). At the third POD, 98.6% of the patients continued receiving paracetamol (61.4% iv), along with tramadol (43 patients) or dextetopofen (18 patients). Oral naproxen was administered to one patient. At the seventh POD, paracetamol was administered to 52 patients, along with tramadol or dextetopofen. Two patients required naproxen treatment (Figure 4).

Table 5. Postoperative analgesic treatment. Number of patients receiving analgesic drugs over study time.

Drug (Dosage)	1st POD n (%)		3rd POD n (%)		7 POD n (%)	
	IV	Oral	IV	Oral	IV	Oral
Paracetamol (1 g/8 h)	70 (100)	0 (0)	43 (61.4)	26 (37.1)	6 (8.6)	46 (65.7)
Dexketoprofen (50 mg/8 h)	62 (88.6)	0 (0)	18 (25.7)	0 (0)	4 (5.7)	0 (0)
Tramadol (50 mg/8 h)	4 (5.7)	4 (5.7)	2 (2.9)	41 (58.6)	1 (1.4)	19 (27.1)
Morphine (3 mg/8 h)	16 (22.9)	0 (0)	2 (2.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Naproxen (400 mg/12 h)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1.4)	0 (0)	2 (2.9)

POD: Postoperative day; IV: intravenous.

**Figure 4.** Graphical representation of analgesic treatment and routes of administration throughout the postoperative period.

During postoperative follow-ups, three patients presented with cardiovascular (one with acute myocardial infarction) or respiratory complications (one with pneumonia and one with pneumothorax). We have not observed high levels of postoperative pain or increased analgesic requirements in these patients.

4. Discussion

Addressing the complexities of postoperative pain management in cardiac surgery is a complex task due to a confluence of factors, including inadequate pain reporting, patient-specific variability, and the adverse effects of potent analgesics. Scales and questionnaires validated to assess postoperative pain in cardiac surgery are inherently subjective [6–10].

The present study conducted seven days of postoperative monitoring of pain and pressure pain sensitivity following cardiac surgery. This is the first study investigating topographical pain sensitivity maps in subjects after cardiac surgery. The hypothesized outcomes were confirmed, showing the development of generalized pressure pain hyperalgesia in the thorax and widespread pressure pain sensitivity in distant pain-free areas

from the first day after cardiac surgery. Further, pressure pain hyperalgesia was positively associated with the intensity of postoperative pain.

The primary aim of this study was to describe changes in sensitivity to pressure pain after cardiac surgery. Therefore, we developed for the first time topographical pain sensitivity maps of the thorax in this population. Topographic pain sensitivity maps disclosed a predominantly homogeneous sensitivity to pressure pain across both the anterior and posterior thoracic regions. Nevertheless, the maps revealed that the xiphoid process showed the lowest PPT and heightened sensitivity to pressure pain, irrespective of the surgical approach employed (complete sternotomy vs. mini-anterior right sternotomy). The xiphoid is cut in half in a median sternotomy, resulting in two mobile, innervated structures. However, xiphoid sensitivity remained higher after the mini-sternotomy approach, potentially attributable to the presence of endothoracic drainage. Thus, the anterior thoracic region demonstrated greater sensitivity, manifesting lower PPTs compared to the posterior region. This finding aligns with expectations, as muscular areas (posterior thorax) typically register higher PPT than bone or joint regions (anterior thorax) [4].

Generalized thoracic pressure pain hyperalgesia was observed after cardiac surgery, showing a significant decrease in PPT one day post-procedure, with progressive recovery over the subsequent seven days. In line with our findings, Mazzeffi et al. also reported the lowest pain thresholds at 24h post-surgery [11]. However, it should be noted that PPT did not return to preoperative levels seven days post-surgery. It would be anticipated that any surgical intervention would lead to generalized hyperalgesia in the days following due to the inherent damage associated with the procedure. Cardiac surgery induced immediate generalized hyperalgesia across the entire thorax, largely due to a peripheral mechanism, as the surgery impacts all thoracic segments. We also found widespread hyperalgesia at distant pain-free points, suggesting a role of central sensitization. The sensitivity to pressure pain in distant pain-free areas followed a similar pattern to that in the thorax, i.e., the lowest PPTs were observed one day post-cardiac surgery, with progressive recovery in the days following. These results suggest that the surgical procedure could act as a peripheral driver for the development of acute hyperalgesia to pressure pain in patients undergoing cardiac surgery.

Females exhibited higher pressure pain sensitivity than males at all points and all follow-ups. Evidence supports that females are more susceptible to pain, perceive pain as more intense, and are at a higher risk of developing chronic pain than males [12,13], with biological, cognitive, and social factors accounting for these differences [14]. However, although PPTs were lower in females, the temporal pattern of pressure sensitivity was the same for both sexes; a decrease on the first day post-cardiac surgery with progressive increases in the days following.

Finally, we found a higher susceptibility to pain in older individuals compared to their younger counterparts. The notion that older adults exhibit a higher sensitivity to pressure pain than young adults is corroborated by the existing literature [15]. However, there was considerable methodological heterogeneity in studies examining the effect of age on pain sensitivity. Yet, despite older patients demonstrating lower PPT than younger patients, topographical pain sensitivity maps adhered to the same temporal pattern post-cardiac surgery.

The secondary objective was to ascertain if pressure pain sensitivity is associated with the presence of acute postoperative pain. We observed that a higher sensitivity to thoracic pressure pain correlated with a higher intensity of postoperative pain across all follow-ups. This observation suggests that postoperative pain could potentially drive the hyperalgesia to pressure pain in the thorax via peripheral, but not central, mechanisms. While achieving adequate pain control during the immediate postoperative period following cardiac surgery is complex, our study was unable to determine that patients with lower PPT had worse pain management. Given that postoperative pain can be associated with neuropathic, muscular, and visceral components, it remains unclear whether early management of postoperative pain is crucial for preventing the development of altered nociceptive processing in patients

undergoing cardiac surgery. Future studies should, therefore, concentrate on this aspect to enhance the management of postoperative pain.

Limitations

Although this is the inaugural study investigating topographical pressure pain sensitivity maps in patients undergoing cardiac surgery, several limitations should be acknowledged. Firstly, this study includes patients from a single center and with a relatively small sample size, which may limit the representativeness of the population and the generalizability of the results. Secondly, we did not characterize postoperative pain; thus, we are unaware of the features, e.g., musculoskeletal or neuropathic, of the peripheral drive. Thirdly, the assessment of PPT the day after cardiac surgery could be biased by the surgical procedure itself and the effects of anesthesia. However, the fact that the lowest PPTs were observed immediately post-procedure would exclude a potential anesthetic effect. Fourthly, the patients excluded due to sedation on the first postoperative day may represent a selection bias as they may be more susceptible to postoperative complications and, consequently, to experiencing postoperative pain. Fifthly, although efforts have been made to minimize variability through algometry training techniques, there may be a certain degree of variability among the evaluators. Finally, we did not evaluate psychological aspects or beliefs in relation to surgery, variables that could act as confounding factors in pain sensitivity.

5. Conclusions

Postoperative pain in cardiac surgery can be objectively quantified using algometry, based on the demographic and clinical characteristics of the patient. The objective quantification of postoperative pain could allow for the design of appropriate treatment strategies and the evaluation of outcomes based on the objective measurement provided by algometry for each patient group.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/life14101233/s1>, Supplementary Data. Mean (standard deviation) of pressure pain thresholds (kPa) measured at each analyzed point over the time. (POD: postoperative day) according to surgical approach (complete sternotomy (CS) vs. mini anterior right sternotomy (MS)).

Author Contributions: All authors have substantially contributed to the conception: Y.C., Á.L.G., B.S.-M., C.F.-d.-I.-P. and P.M.; design, acquisition of data: B.S.-M. and Á.F.-M.; and/or analysis and interpretation of data: C.F.-d.-I.-P., Á.P.-G., Y.C., P.M. and Á.L.G.; drafted the article or revised it critically for important intellectual content: C.F.-d.-I.-P., Y.C. and Á.L.G.; and final approval of the version to be published: B.S.-M., Á.P.-G., Á.F.-M., Á.L.G., Y.C. and C.F.-d.-I.-P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and approved by the local Institutional Research Review Committee (identification number PI19-1493).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data are available.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Arendt-Nielsen, L.; Morlion, B.; Perrot, S.; Dahan, A.; Dickenson, A.; Kress, H.G.; Wells, C.; Bouhassira, D.; Drewes, A.M. Assessment and manifestation of central sensitization across different chronic pain conditions. *Eur. J. Pain* **2018**, *22*, 216–241. [CrossRef] [PubMed]
2. Torres-Chica, B.; Núñez-Samper-Pizarro, C.; Ortega-Santiago, R.; Cleland, J.A.; Salom-Moreno, J.; Laguarda-Val, S.; Fernández-De-Las-Peñas, C. Trigger points and pressure pain hypersensitivity in people with post-meniscectomy pain. *Clin. J. Pain* **2015**, *31*, 265–272. [CrossRef] [PubMed]
3. Fernández-Lao, C.; Cantarero-Villanueva, I.; Fernández-de-las-Peñas, C.; Del-Moral-Ávila, R.; Menjón-Beltrán, S.; Arroyo-Morales, M. Widespread mechanical pain hypersensitivity as a sign of central sensitization after breast cancer surgery: Comparison between mastectomy and lumpectomy. *Pain Med.* **2011**, *12*, 72–78. [CrossRef] [PubMed]
4. Albuquerque-Sendín, F.; Madeleine, P.; Fernández-de-Las-Peñas, C.; Camargo, P.R.; Salvini, T.F. Spotlight on topographical pressure pain sensitivity maps: A review. *J. Pain. Res.* **2018**, *11*, 215–225. [CrossRef] [PubMed]
5. von Elm, E.; Altman, D.G.; Egger, M.; Pocock, S.J.; Gøtzsche, P.C.; Vandenbroucke, J.P. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *PLoS Med.* **2007**, *4*, e296. [CrossRef] [PubMed]
6. Kleiman, A.M.; Sanders, D.T.; Nemergut, E.C.; Huffmyer, J.L. Chronic poststernotomy pain: Incidence, risk factors, treatment, prevention, and the anesthesiologist's role. *Reg. Anesth. Pain. Med.* **2017**, *42*, 698–708. [CrossRef] [PubMed]
7. DeLoach, L.J.; Higgins, M.S.; Caplan, A.B.; Stiff, J.L. The visual analog scale in the immediate postoperative period: Intrasubject variability and correlation with numeric scale. *Anesth. Analg.* **1998**, *86*, 102–106.
8. Cleland, C.S. The Brief Pain Inventory User Guide. Available online: https://www.mdanderson.org/content/dam/mdanderson/documents/Departments-and-Divisions/Symptom-Research/BPI_UserGuide.pdf (accessed on 19 March 2024).
9. Keawnantawat, P.; Thanasilp, S.; Preechawong, S. Translation and Validation of the Thai Version of a Modified Brief Pain Inventory: A Concise Instrument for Pain Assessment in Postoperative Cardiac Surgery. *Pain Pract.* **2017**, *17*, 763–773. [CrossRef] [PubMed]
10. Ares, J.; Cruces, L.M.; Canos, M.A.; Penide Villanueva, L.; del Valle Hoyos, M.; Herdman, M.; Traseira Lugilde, S.; Velázquez Rivera, I. Validation of the short form of the Brief Pain Inventory (BPI-SF) in Spanish patients with Non-Cancer-Related Pain. *Pain Pract.* **2015**, *15*, 643–653. [CrossRef] [PubMed]
11. Mazzeffi, M.; Khelemsky, Y. Poststernotomy pain: A clinical review. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* **2011**, *25*, 1163–1178. [CrossRef] [PubMed]
12. Binderup, A.T.; Arendt-Nielsen, L.; Madeleine, P. Pressure pain sensitivity maps of the neck-shoulder and the low back regions in men and women. *BMC Musculoskelet. Disord.* **2010**, *11*, 234. [CrossRef] [PubMed]
13. Li, J.X.L.; Wang, X.; Henry, A.; Anderson, C.S.; Hammond, N.; Harris, K.; Liu, H.; Löffler, K.; Myburgh, J.; Pandian, J.; et al. Sex differences in pain expressed by patients across diverse disease states: Individual patient data meta-analysis of 33,957 participants in 10 randomized controlled trials. *Pain* **2023**, *164*, 1666–1676. [CrossRef] [PubMed]
14. Mogil, J.S. Sex differences in pain and pain inhibition: Multiple explanations of a controversial phenomenon. *Nat. Rev. Neurosci.* **2012**, *13*, 859–866. [CrossRef] [PubMed]
15. El Tumi, H.; Johnson, M.I.; Dantas, P.B.F.; Maynard, M.J.; Tashani, O.A. Age-related changes in pain sensitivity in healthy humans: A systematic review with meta-analysis. *Eur. J. Pain* **2017**, *21*, 955–964. [CrossRef] [PubMed]

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

ANEXO 10: UDP medidos mediante algometría (expresados en pascles) en función de la edad y sexo

- **Manubrio derecho:**

MANUBRIO DERECHO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	6,85 [6,44 - 7,26]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,16 [-1,74 - (-0,57)]	< 0,001	< 0,001
C) Mujeres ≤ 65	-2,69 [-3,51 - (-1,87)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,73 [0,73 - 2,74]	0,001	0,002
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,23 [-4,69 - (-3,77)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,27 [0,60 - 1,93]	< 0,001	< 0,001
C) Mujeres ≤ 65	2,27 [1,34 - 3,19]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,63 [-2,75 - (-0,49)]	0,007	0,007
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,58 [-4,04 - (-3,12)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,15 [0,49 - 1,81]	0,001	0,002
C) Mujeres ≤ 65	2,21 [1,28 - 3,13]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,69 [-2,82 - (-0,56)]	0,005	0,006
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,75 [-3,29 - (-2,21)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,12 [0,37 - 1,87]	0,005	0,006
C) Mujeres ≤ 65	1,84 [0,80 - 2,88]	< 0,001	0,001
D) Mujeres > 65	-1,63 [-2,89 - (-0,38)]	0,014	0,014

Ref=referencia.

- **Manubrio izquierdo:**

MANUBRIO IZQUIERDO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	6,81 [6,41 – 7,21]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,94 [-1,51 – (-0,37)]	0,002	0,004
C) Mujeres ≤ 65	-2,77 [-3,57 – (-1,97)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,33 [0,35 – (2,31)]	0,011	0,015
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,17 [-4,64 – (-3,70)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,96 [0,29 – 1,64]	0,007	0,011
C) Mujeres ≤ 65	2,43 [1,48 – 3,37]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,13 [-2,28 – 0,02]	0,063	0,067
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,37 [-3,84 – (-2,90)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,70 [0,03 – (1,38)]	0,048	0,055
C) Mujeres ≤ 65	2,15 [1,21 – (3,09)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,04 [-2,19 – 0,11]	0,088	0,089
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,56 [-3,11 – (-2,01)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,87 [0,11 – 1,64]	0,030	0,040
C) Mujeres ≤ 65	2,16 [1,10 – 3,22]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,35 [-2,63 – (-0,07)]	0,045	0,055

Ref=referencia.

- **Apéndice xifoides:**

XIFOIDES	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	6,76 [6,40 – 7,13]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,08 [-1,61 - (-0,56)]	< 0,001	< 0,001
C) Mujeres ≤ 65	-3,43 [-4,16 – (-2,69)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,85 [0,95 - 2,75]	< 0,001	< 0,001
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-5,09 [-5,59 – (-4,59)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,18 [0,46 – 1,89]	0,002	0,002
C) Mujeres ≤ 65	3,40 [2,40 – 4,40]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,81 [-3,03 – (-0,59)]	0,005	0,006
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,61 [-5,11 – (-4,12)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,35 [0,63 – (2,06)]	< 0,001	< 0,001
C) Mujeres ≤ 65	3,49 [2,49 – 4,49]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-2,10 [-3,33 – (-0,88)]	0,001	0,002
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,73 [-4,31 – (-3,16)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,24 [0,44 - 2,04]	0,004	0,004
C) Mujeres ≤ 65	2,82 [1,71 – 3,93]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,72 [-3,06 - (-0,37)]	0,016	0,016

Ref=referencia.

- **2º Arco costal izquierdo:**

2º ARCO COSTAL IZQUIERDO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	6,86 [6,45 – 7,27]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,91 [-1,50 - (-0,32)]	0,003	0,006
C) Mujeres $\leq$ 65	-2,98 [-3,80 – (-2,16)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,52 [0,52 - 2,52]	0,004	0,006
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-4,23 [-4,70 - (-3,75)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,06 [0,38 – 1,74]	0,003	0,006
C) Mujeres $\leq$ 65	2,59 [1,64 - 3,54]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,43 [-2,60 – (-0,27)]	0,020	0,027
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-3,33 [-3,81 – (-2,86)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,75 [0,07 – 1,43]	0,037	0,041
C) Mujeres $\leq$ 65	2,35 [1,40 - 3,30]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,32 [-2,49 – (-0,16)]	0,031	0,036
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,59 [-3,15 - (-2,04)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,83 [0,06 – 1,60]	0,041	0,041
C) Mujeres $\leq$ 65	2,40 [1,33 - 3,48]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,50 [-2,80 – (-0,21)]	0,027	0,034

Ref=referencia.

- **2º Arco costal derecho:**

2º ARCO COSTAL DERECHO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	6,84 [6,44 – 7,25]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,04 [-1,61 – (-0,46)]	< 0,001	0,001
C) Mujeres ≤ 65	-3,00 [-3,80 - (-2,20)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,66 [0,67 - 2,64]	0,002	0,002
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,18 [-4,66 – (-3,71)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,83 [0,15 – 1,52]	0,021	0,026
C) Mujeres ≤ 65	2,55 [1,60 – 3,51]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,19 [-2,37 - (-0,02)]	0,053	0,062
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,62 [-4,10 – (-3,14)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,02 [0,34 – 1,71]	0,005	0,007
C) Mujeres ≤ 65	2,47 [1,52 - 3,43]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,46 [-2,63 – (-0,29)]	0,019	0,025
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,66 [-3,22 - (-2,10)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,67 [-0,10 – 1,45]	0,099	0,101
C) Mujeres ≤ 65	2,03 [0,95 – 3,10]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,12 [-2,42 - 0,18]	0,101	0,101

Ref=referencia.

- **4º Arco costal izquierdo:**

4º ARCO COSTAL IZQUIERDO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	6,86 [6,46 – 7,26]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,95 [-1,53 - (-0,38)]	0,002	0,003
C) Mujeres ≤ 65	-2,80 [-3,60 – (-2,00)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,47 [0,48 – 2,45]	0,005	0,007
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,23 [-4,71 - (-3,75)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,15 [0,47 – 1,83]	0,002	0,003
C) Mujeres ≤ 65	2,53 [1,57 - 3,48]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,52 [-2,69 – (-0,35)]	0,014	0,019
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,37 [-3,84 – (-2,89)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,70 [0,02 – 1,39]	0,052	0,064
C) Mujeres ≤ 65	2,16 [1,21 - 3,12]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,09 [-2,26 – 0,08]	0,078	0,083
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,50 [-3,06 – (-1,94)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,77 [-0,00 – 1,55]	0,058	0,067
C) Mujeres ≤ 65	2,02 [0,95 - 3,10]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,15 [-2,45 – 0,15]	0,093	0,093

Ref=referencia.

- **4º Arco costal derecho:**

4º ARCO COSTAL DERECHO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	6,94 [6,51 – 7,38]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,09 [-1,71 - (-0,47)]	< 0,001	0,002
C) Mujeres ≤ 65	-2,82 [-3,69 – (-1,95)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,67 [0,61 - 2,73]	0,003	0,005
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,23 [-4,75 – (-3,71)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,98 [0,24 - 1,73]	0,013	0,017
C) Mujeres ≤ 65	2,26 [1,22 - 3,31]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-0,99 [-2,27 – 0,28]	0,140	0,140
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,71 [-4,23 - (-3,19)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,16 [0,41 – 1,90]	0,003	0,006
C) Mujeres ≤ 65	2,34 [1,30 - 3,38]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,55 [-2, 82 – (-0,27)]	0,022	0,025
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,73 [-3,34 - (-2,13)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,07 [0,22 – 1,91]	0,017	0,021
C) Mujeres ≤ 65	1,73 [0,55 - 2,90]	0,005	0,008
D) Mujeres > 65	-1,31 [-2,72 – 0,11]	0,080	0,085

Ref=referencia.

- **6° Arco costal izquierdo:**

6° ARCO COSTAL IZQUIERDO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	6,93 [6,51 – 7,35]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,77 [-1,37 – (-0,16)]	0,016	0,026
C) Mujeres ≤ 65	-3,08 [-3,92 - (-2,24)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,42 [0,39 – 2,45]	0,009	0,016
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,22 [-4,75 - (-3,70)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,87 [0,12 – 1,63]	0,028	0,040
C) Mujeres ≤ 65	2,68 [1,63 - 3,73]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,28 [-2,57 - 0,00]	0,059	0,076
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,34 [-3,87 – (-2,82)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,59 [-0,16 - 1,35]	0,134	0,142
C) Mujeres ≤ 65	2,47 [1,42 – 3,52]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,27 [-2,55 - 0,02]	0,062	0,076
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,60 [-3,21 - (-1,99)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,52 [-0,33 – 1,36]	0,247	0,247
C) Mujeres ≤ 65	2,60 [1,42 - 3,77]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,34 [-2,76 – 0,09]	0,074	0,085

Ref=referencia.

- **6° Arco costal derecho:**

6° ARCO COSTAL DERECHO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	6,84 [6,43 – 7,24]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,99 [-1,57 - (-0,40)]	< 0,001	0,003
C) Mujeres ≤ 65	-2,86 [-3,67 - (-2,04)]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	1,56 [0,56 – 2,56]	0,003	0,005
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,23 [-4,72 - (-3,75)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,02 [0,33 - 1,72]	0,005	0,008
C) Mujeres ≤ 65	2,52 [1,55 – 3,49]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,37 [-2,55 - (-0,18)]	0,029	0,033
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,37 [-3,85 – (-2,89)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,89 [0,19 - 1,58]	0,016	0,021
C) Mujeres ≤ 65	2,05 [1,09 - 3,02]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,23 [-2,41 – (-0,04)]	0,050	0,050
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,64 [-3,21 - (-2,08)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,91 [0,12 - 1,69]	0,029	0,033
C) Mujeres ≤ 65	2,08 [0,99 – 3,17]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-1,41 [-2,72 - (-0,09)]	0,042	0,045

Ref=referencia.

- **Apófisis espinosa T4 izquierda:**

AP. ESPINOSA T4 IZQUIERDA	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	8,42 [7,81 – 9,04]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,07 [-1,95 - (-0,19)]	0,022	0,048
C) Mujeres ≤ 65	-1,77 [-3,01 – (-0,54)]	0,007	0,022
D) Mujeres > 65	0,44 [-1,07 - 1,95]	0,578	0,661
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,94 [-4,57 – (-3,31)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,08 [0,17 - 1,98]	0,024	0,048
C) Mujeres ≤ 65	1,36 [0,10 - 2,62]	0,041	0,073
D) Mujeres > 65	-0,15 [-1,70 – 1,39]	0,848	0,905
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,92 [-3,54 – (-2,29)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,10 [0,20 - 2,00]	0,021	0,048
C) Mujeres ≤ 65	1,07 [-0,19 - 2,33]	0,106	0,170
D) Mujeres > 65	-0,46 [-2,00 – 1,08]	0,567	0,661
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-1,81 [-2,55 – (-1,07)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,57 [-0,46 – 1,59]	0,292	0,390
C) Mujeres ≤ 65	0,80 [-0,63 - 2,22]	0,288	0,390
D) Mujeres > 65	-0,09 [-1,63 – 1,81]	0,921	0,921

Ref=referencia. AP: apófisis.

- **Apófisis espinosa T4 derecha:**

AP. ESPINOSA T4 DERECHA	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	7,79 [7,16 – 8,43]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,71 [-1,63 - 0,20]	0,136	0,271
C) Mujeres $\leq$ 65	-1,03 [-2,31 – 0,24]	0,122	0,271
D) Mujeres > 65	0,03 [-1,53 - 1,59]	0,970	0,970
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-3,50 [-4,18 – (-2,82)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,80 [-0,18 - 1,77]	0,121	0,271
C) Mujeres $\leq$ 65	0,94 [-0,42 – 2,30]	0,191	0,339
D) Mujeres > 65	0,07 [-1,59 - 1,74]	0,932	0,970
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,67 [-3,35 – (-1,99)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,92 [-0,06 - 1,89]	0,074	0,238
C) Mujeres $\leq$ 65	0,61 [-0,75 -1,97]	0,391	0,626
D) Mujeres > 65	-0,06 [-1,73 – 1,61]	0,947	0,970
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-1,50 [-2,29 – (-0,70)]	< 0,001	0,002
B) Hombres > 65	0,42 [-0,69 - 1,53]	0,472	0,686
C) Mujeres $\leq$ 65	-0,07 [-1,62 - 1,46]	0,926	0,970
D) Mujeres > 65	0,50 [-1,36 – 2,35]	0,611	0,814

Ref. = referencia. AP: apófisis.

- **Apófisis espinosa T6 izquierda:**

AP. ESPINOSA T6 IZQUIERDO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	8,47 [7,85 – 9,08]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,05 [-1,94 – (-0,17)]	0,023	0,054
C) Mujeres ≤ 65	-1,75 [-2,98 – (-0,52)]	0,007	0,023
D) Mujeres > 65	0,35 [-1,16 – 1,86]	0,659	0,811
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,87 [-4,49 – (-3,24)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,12 [0,23 – 2,02]	0,018	0,047
C) Mujeres ≤ 65	1,06 [-0,19 – 2,31]	0,109	0,194
D) Mujeres > 65	0,18 [-1,35 – 1,72]	0,822	0,822
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,86 [-3,49 – (-2,24)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,01 [0,11 – 1,90]	0,033	0,066
C) Mujeres ≤ 65	1,02 [-0,23 – 2,27]	0,121	0,194
D) Mujeres > 65	-0,26 [-1,79 – 1,27]	0,747	0,822
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-1,70 [-2,43 – (-0,96)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,42 [-0,59 – 1,44]	0,428	0,571
C) Mujeres ≤ 65	0,72 [-0,70 – 2,13]	0,334	0,486
D) Mujeres > 65	0,23 [-1,48 – 1,93]	0,799	0,822

Ref. = Referencia. AP: apófisis.

- **Apófisis espinosa T6 derecha:**

AP. ESPINOSA T6 DERECHA	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	8,31 [7,71 – 8,91]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,08 [-1,93 - (-0,22)]	0,018	0,035
C) Mujeres $\leq$ 65	-1,68 [-2,88 – (-0,48)]	0,008	0,027
D) Mujeres > 65	0,62 [-0,85 - 2,09]	0,423	0,509
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-3,98 [-4,61 - (-3,35)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,22 [0,32 – 2,13]	0,011	0,029
C) Mujeres $\leq$ 65	1,52 [0,26 - 2,79]	0,023	0,041
D) Mujeres > 65	-0,62 [-2,17 – 0,93]	0,446	0,509
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,93 [-3,56 - (-2,30)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,15 [0,24 - 2,05]	0,017	0,035
C) Mujeres $\leq$ 65	0,78 [-0,49 – 2,05]	0,241	0,351
D) Mujeres > 65	-0,44 [-1,99 - 1,11]	0,587	0,626
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,04 [-2,78 – (-1,29)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,91 [-0,12 - 1,94]	0,092	0,147
C) Mujeres $\leq$ 65	0,63 [-0,81 – 2,06]	0,404	0,509
D) Mujeres > 65	-0,06 [-1,79, - 1,67]	0,946	0,946

Ref. = referencia. AP: apófisis.

- **Apófisis espinosa T8 izquierda:**

AP. ESPINOSA T8 IZQUIERDA	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	8,48 [7,87 – 9,10]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,98 [-1,85 - (-0,10)]	0,034	0,078
C) Mujeres ≤ 65	-1,66 [-2,89 - (-0,44)]	0,010	0,032
D) Mujeres > 65	0,25 [-1,25 – 1,74]	0,752	0,802
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,90 [-4.54, -3.27]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,07 [0.16, 1.98]	0,026	0,068
C) Mujeres ≤ 65	1,15 [-0.12, 2.42]	0,085	0,151
D) Mujeres > 65	0,10 [-1.45, 1.65]	0,902	0,902
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,76 [-3,39 - (-2,13)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,94 [0,03 - 1,85]	0,049	0,099
C) Mujeres ≤ 65	1,06 [-0,21 – 2,32]	0,113	0,181
D) Mujeres > 65	-0,34 [-1,89 - 1,21]	0,674	0,770
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-1,60 [-2,35 – (-0,86)]	0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,35 [-0,68 - 1,38]	0,512	0,691
C) Mujeres ≤ 65	0,39 [-1,05 – 1,82]	0,608	0,748
D) Mujeres > 65	0,71 [-1,01 - 2,44]	0,433	0,630

Ref. = Referencia. AP: apófisis.

- **Apófisis espinosa T8 derecha:**

AP. ESPINOSA T8 DERECHA	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	8,30 [7,71 – 8,90]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,87 [-1,72 - (-0,01)]	0,054	0,117
C) Mujeres ≤ 65	-1,64 [-2,83 – (-0,45)]	0,009	0,030
D) Mujeres > 65	0,50 [-0,96 - 1,96]	0,516	0,688
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,83 [-4,46 – (-3,20)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,03 [0,13 - 1,93]	0,030	0,080
C) Mujeres ≤ 65	1,22 [-0,03 – 2,48]	0,064	0,117
D) Mujeres > 65	-0,39 [-1,93 - 1,15]	0,632	0,767
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,78 [-3,41 – (-2,15)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,87 [-0,03 - 1,77]	0,066	0,117
C) Mujeres ≤ 65	0,77 [-0,48 – 2,03]	0,243	0,389
D) Mujeres > 65	-0,26 [-1,79 - 1,28]	0,752	0,771
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-1,75 [-2,49 – (-1,01)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,43 [-0,59 - 1,45]	0,421	0,613
C) Mujeres ≤ 65	0,32 [-1,11 – 1,74]	0,671	0,767
D) Mujeres > 65	0,26 [-1,45 - 1,98]	0,771	0,771

Ref. = referencia. AP: apófisis.

- **Apófisis espinosa T10 izquierda:**

AP. ESPINOSA T10 IZQUIERDO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	8,55 [7,94 – 9,15]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,94 [-1,80 - (-0,07)]	0,041	0,093
C) Mujeres $\leq$ 65	-1,70 [-2,91 – (-0,49)]	0,008	0,026
D) Mujeres > 65	0,25 [-1,23 - 1,74]	0,744	0,793
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-3,97 [-4,59 - (-3,35)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,09 [0,20 - 1,98]	0,021	0,055
C) Mujeres $\leq$ 65	1,18 [-0,07 – 2,43]	0,073	0,117
D) Mujeres > 65	0,05 [-1,48 - 1,58]	0,951	0,951
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,79 [-3,41 - (-2,17)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,94 [0,04 - 1,83]	0,047	0,093
C) Mujeres $\leq$ 65	1,22 [-0,03 - 2,46]	0,065	0,115
D) Mujeres > 65	-0,53 [-2,06 – 1,00]	0,509	0,679
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-1,61 [-2,34 - (-0,87)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,31 [-0,70 – 1,33]	0,555	0,683
C) Mujeres $\leq$ 65	0,33 [-1,09 - 1,74]	0,657	0,751
D) Mujeres > 65	0,79 [-0,91 – 2,49]	0,377	0,549

Ref. = Referencia. AP: apófisis.

- **Apófisis espinosa T10 derecha:**

AP. ESPINOSA T10 DERECHA	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	8,38 [7,79 - 8,98]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,93 [-1,78 - (-0,07)]	0,040	0,080
C) Mujeres $\leq$ 65	-1,55 [-2,74 - (-0,36)]	0,014	0,042
D) Mujeres > 65	0,29 [-1,18 - 1,75]	0,706	0,753
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-3,84 [-4,45 - (-3,22)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,13 [0,25 - 2,01]	0,016	0,042
C) Mujeres $\leq$ 65	1,23 [-0,00 - 2,46]	0,059	0,104
D) Mujeres > 65	-0,32 [-1,83 - 1,19]	0,688	0,753
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,83 [-3,44 - (-2,21)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,96 [0,07 - 1,84]	0,040	0,080
C) Mujeres $\leq$ 65	1,10 [-0,13 - 2,33]	0,090	0,144
D) Mujeres > 65	-0,47 [-1,98 - 1,04]	0,555	0,683
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-1,59 [-2,32 - (-0,87)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,35 [-0,65 - 1,36]	0,502	0,680
C) Mujeres $\leq$ 65	0,16 [-1,24 - 1,55]	0,831	0,831
D) Mujeres > 65	0,58 [-1,10 - 2,26]	0,510	0,680

Ref. = referencia. AP: apófisis.

- **Carpo izquierdo:**

CARPO IZQUIERDO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	8,01 [7,39 – 8,63]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,28 [-2,17 - (-0,39)]	0,006	0,011
C) Mujeres ≤ 65	-2,06 [-3,29 -(-0,82)]	0,002	0,004
D) Mujeres > 65	1,21 [-0,31 – 2,73]	0,130	0,148
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-4,55 [-5,25 – (-3,86)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,63 [0,64 - 2,63]	0,002	0,004
C) Mujeres ≤ 65	2,80 [0,87 - 3,65]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-2,15 [-3,86 – (-0,45)]	0,017	0,026
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-3,35 [-4,04, -2,65]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,25 [0,25 - 2,24]	0,018	0,026
C) Mujeres ≤ 65	2,26 [0,87 – 3,65]	0,002	0,004
D) Mujeres > 65	-1,45 [-3,15 - 0,26]	0,107	0,131
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres ≤ 65 (ref.)	-2,34 [-3,15 – (-1,52)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,66 [-0,47 – 1,79]	0,264	0,281
C) Mujeres ≤ 65	1,75 [0,18 – 3,32]	0,035	0,046
D) Mujeres > 65	-0,93 [-2,82 – 0,96]	0,348	0,348

Ref. = Referencia.

- **Carpo derecho:**

CARPO DERECHO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	7,96 [7,36 – 8,56]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,28 [-2,14 - (-0,42)]	0,005	0,010
C) Mujeres $\leq$ 65	-2,15 [-3,35 – (-0,95)]	< 0,001	0,002
D) Mujeres > 65	1,52 [0,05 - 2,99]	0,050	0,069
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-4,47 [-5,15 - (-3,78)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,34 [0,35 – 2,32]	0,010	0,018
C) Mujeres $\leq$ 65	2,67 [1,30 - 4,05]	< 0,001	< 0,001
D) Mujeres > 65	-2,01 [-3,69 – (-0,32)]	0,024	0,035
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-3,37 [-4,06 - (-2,68)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,99 [0,00 – 1,97]	0,058	0,071
C) Mujeres $\leq$ 65	2,30 [0,93 - 3,68]	0,002	0,004
D) Mujeres > 65	-1,54 [-3,40 – 0,34]	0,083	0,095
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,62 [-3,42 – (-1,81)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,89 [-0,23 – 2,00]	0,131	0,131
C) Mujeres $\leq$ 65	2,06 [0,51 - 3,61]	0,012	0,019
D) Mujeres > 65	-1,53 [-3,40 – 0,34]	0,120	0,128

Ref. = Referencia.

- **Maleolo izquierdo:**

MALEOLO IZQUIERDO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	8,35 [7,61 – 9,09]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,34 [-2,40 - (-0,28)]	0,017	0,027
C) Mujeres $\leq$ 65	-2,24 [-3,72 – (-0,77)]	0,004	0,012
D) Mujeres > 65	1,27 [-0,53 - 3,08]	0,180	0,180
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-3,05 [-3,74 - (-2,35)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,02 [0,03 – 2,02]	0,051	0,069
C) Mujeres $\leq$ 65	2,09 [0,70 - 3,48]	0,005	0,012
D) Mujeres > 65	-1,32 [-3,02 – 0,38]	0,141	0,151
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,46 [-3,16 - (-1,77)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,22 [0,22 – 2,21]	0,020	0,030
C) Mujeres $\leq$ 65	2,04 [0,65 - 3,43]	0,006	0,013
D) Mujeres > 65	-2,18 [-3,88 – (-0,47)]	0,016	0,027
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,07 [-2,89 – (-1,25)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 6	0,96 [-0,18 - 2,09]	0,109	0,124
C) Mujeres $\leq$ 65	2,00 [0,43 – 3,58]	0,016	0,027
D) Mujeres > 65	-1,76 [-3,66 - 0,14]	0,078	0,097

Ref. = Referencia.

- **Maleolo derecho:**

MALEOLO DERECHO	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	8,26 [7,54 – 8,97]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-1,19 [-2,21 - (-0,16)]	0,029	0,033
C) Mujeres $\leq$ 65	-2,11 [-3,55 – (-0,68)]	0,005	0,011
D) Mujeres > 65	1,18 [-0,58 - 2,94]	0,202	0,202
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-3,20 [-3,90 – (-2,50)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,18 [0,18 - 2,18]	0,025	0,031
C) Mujeres $\leq$ 65	2,37 [0,97 – 3,76]	0,001	0,005
D) Mujeres > 65	-1,83 [-3,54 - (-0,13)]	0,042	0,045
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,64 [-3,34 – (-1,94)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,39 [0,39 - 2,39]	0,009	0,015
C) Mujeres $\leq$ 65	2,16 [0,77 – 3,55]	0,004	0,008
D) Mujeres > 65	-2,34 [-4,05 - (-0,63)]	0,010	0,016
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,43 [-3,25 – (-1,61)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 6	1,35 [0,22 - 2,49]	0,024	0,031
C) Mujeres $\leq$ 65	2,62 [1,04 – 4,20]	0,002	0,005
D) Mujeres > 65	-2,51 [-4,42 - (-0,61)]	0,013	0,018

Ref. = Referencia.

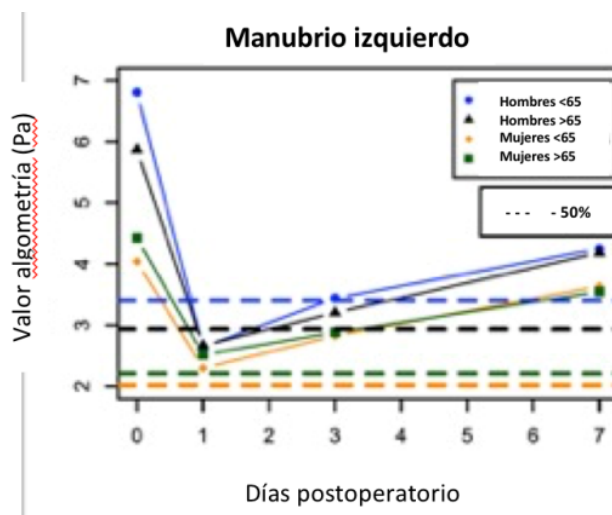
- **Tibial:**

TIBIAL	IC 95%	P	P ajustado
Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	7,14 [1,08 - 1,55]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	-0,89 [-2,34 - 0,56]	0,275	0,643
C) Mujeres $\leq$ 65	-0,04 [-3,52 - 3,44]	0,984	0,984
D) Mujeres > 65	-1,97 [-6,29 - 2,36]	0,416	0,694
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-4,30 [-5,47 - (-3,14)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	1,65 [-0,01 - 3,31]	0,080	0,241
C) Mujeres $\leq$ 65	-0,50 [-4,27 - 3,29]	0,814	0,872
D) Mujeres > 65	0,94 [-3,77 - 5,64]	0,722	0,841
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,85 [-4,02 - (-1,69)]	< 0,001	< 0,001
B) Hombres > 65	0,97 [-0,69 - 2,63]	0,300	0,643
C) Mujeres $\leq$ 65	1,55 [-2,22 - 5,34]	0,464	0,695
D) Mujeres > 65	-0,91 [-5,62 - 3,79]	0,729	0,841
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Hombres $\leq$ 65 (ref.)	-2,38 [-3,60 - (-1,17)]	< 0,001	0,003
B) Hombres > 6	0,88 [-6,29 - 2,36]	0,386	0,694
C) Mujeres $\leq$ 65	0,58 [-2,30 - 3,46]	0,719	0,841
D) Mujeres > 65	-	-	-

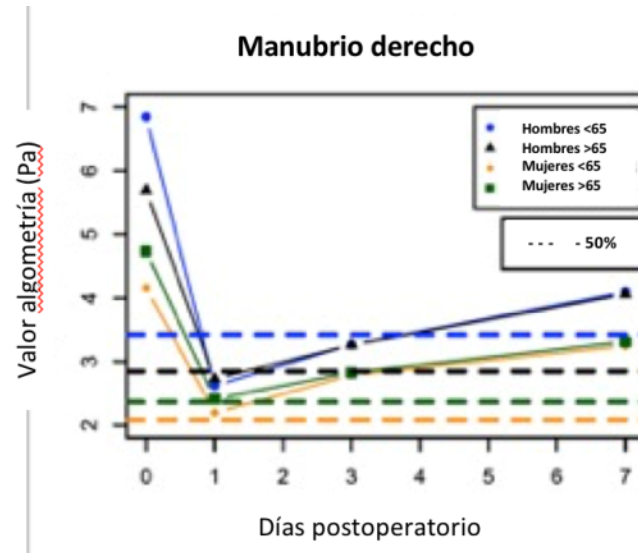
Ref. = Referencia.

ANEXO 11: Evolución temporal de los UDP medidos mediante algometría (expresados en pascales) en función de la edad y sexo

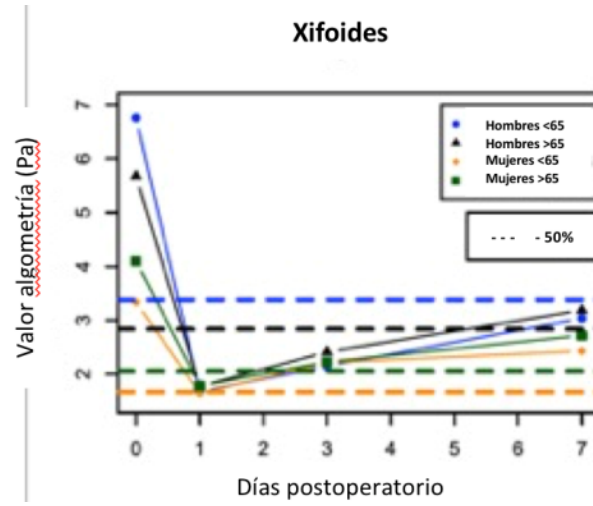
- Manubrio izquierdo:



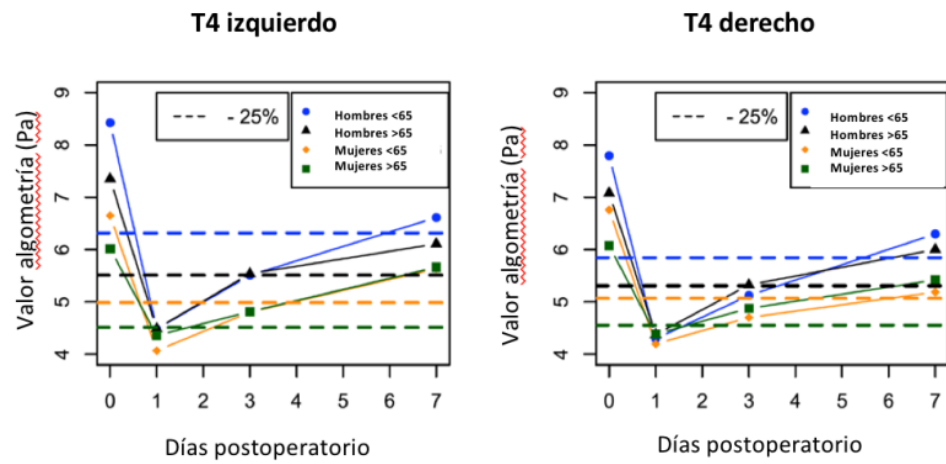
- **Manubrio derecho:**



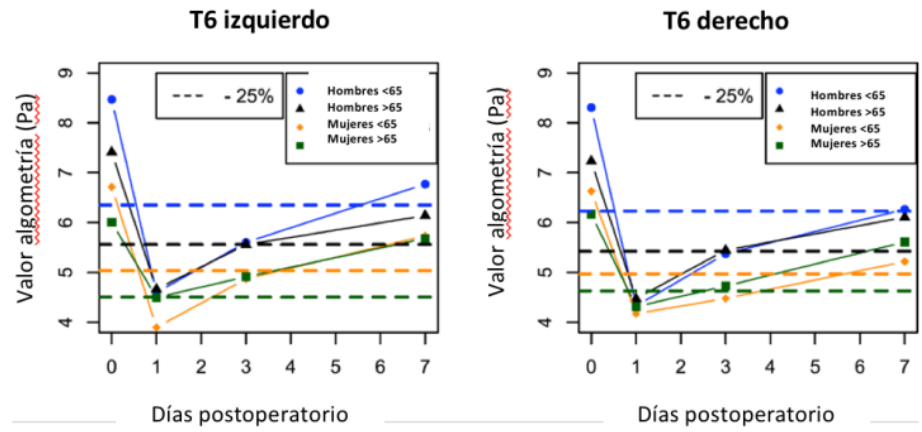
- Apéndice xifoides:



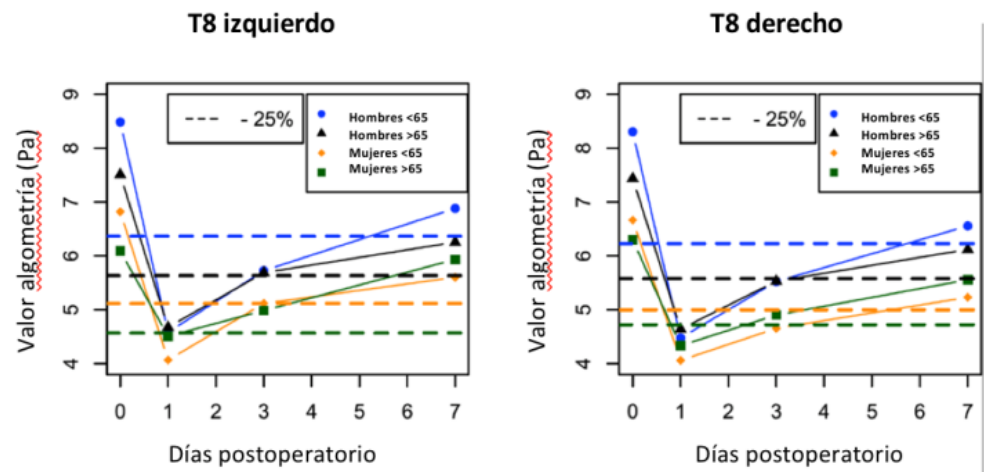
- Apófisis espinosa de T4 izquierdo y derecho:



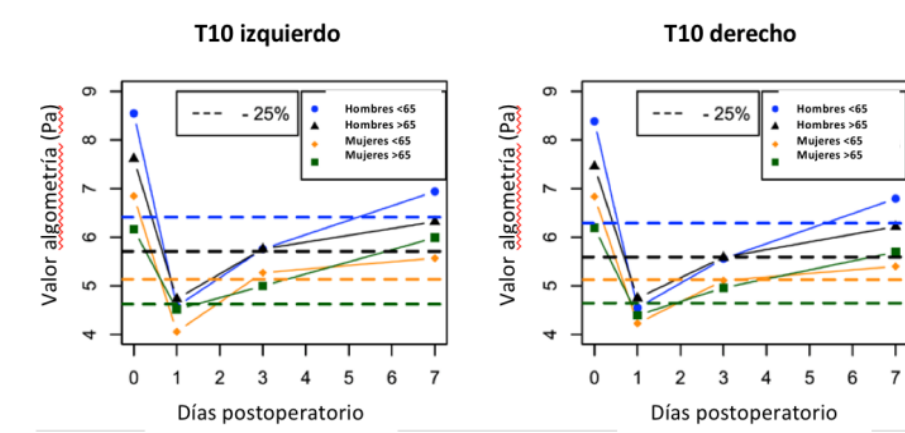
- Apófisis espinosa de T6 izquierdo y derecho:



- Apófisis espinosa de T8 izquierdo y derecho:



- Apófisis espinosa de T10 izquierdo y derecho:



ANEXO 12: Evolución temporal de los UDP medidos mediante algometría (expresados en pascales) en función de la técnica de sutura external

- **2º arco costal izquierdo:**

2º ARCO COSTAL IZQUIERDO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	5,58 [5,26 - 5,90]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,06 [-0,62 -0,50]	0,836	0,836
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,99 [-3,36 - (-2,63)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,08 [-0,57 - 0,72]	0,815	0,836
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,39 [-2,76 - (-2,02)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,19 [-0, 45 - 0,84]	0,564	0,752
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,63 [-2 03 – (-1.24)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,23 [-0 52 - 0,98]	0,557	0,752

ref: valor de referencia.

- **2º arco costal derecho:**

2º ARCO COSTAL DERECHO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	5,56 [5,24 - 5,88]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,19 [-0,74 - 0,36]	0,508	0,581
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-3,05 [-3,43 - (-2,68)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,16 [-0,49 - 0,81]	0,629	0,629
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,57 [-2,94 - (-2,20)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,38 [-0,27 - 1,03]	0,255	0,340
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,91 [-2,30 - (-1,52)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,44 [-0,31 - 1,20]	0,255	0,340

ref: valor de referencia.

- **4º arco costal izquierdo:**

4º ARCO COSTAL IZQUIERDO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	5,65 [5,33 – 5,96]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,17 [-0,72 – 0,37]	0,537	0,537
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-3,05 [-3,42 - (-2,69)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,25 [-0,39 – 0,88]	0,455	0,520
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,51 [-2,87 - (-2,14)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,36 [-0,28 – 0,99]	0,280	0,374
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,68 [-2,07 - (-1,30)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,43 [-0,31 - 1,17]	0,264	0,374

ref: valor de referencia.

- **4º arco costal derecho:**

4º ARCO COSTAL DERECHO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	5,68 [5,35 – 6,01]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,10 [-0,67 - 0,48]	0,744	0,770
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,98 [-3,38 – (-2,59)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,10 [-0,79 - 0,58]	0,770	0,770
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,66 [-3,05 – (-2,27)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,40 [-0,29 - 1,08]	0,260	0,347
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,96 [-2,37 - (-1,54)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,59 [-0,20 – 1,38]	0,150	0,240

ref: valor de referencia.

- **6° arco costal izquierdo:**

6° ARCO COSTAL IZQUIERDO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	5,71 [5,37 – 6,04]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,20 [-0,78 - 0,38]	0,505	0,577
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-3,02 [-3,43 - (-2,62)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,10 [-0,60 – 0,80]	0,776	0,776
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,49 [-2,90 – (-2,09)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,41 [-0,29 - (1,12)]	0,254	0,338
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,78 [-2,20 - (-1,35)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,50 [-0,31 – 1,32]	0,230	0,338

ref: valor de referencia.

- **6° arco costal derecho:**

6° ARCO COSTAL DERECHO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	5,63 [5,31 – 5,94]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,22 [-0,78 – 0,33]	0,438	0,438
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-3,09 [-3,46 - (-2,72)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,26 [-0,38 - 0,91]	0,426	0,438
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,50 [-2,87 – (-2,13)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,39 [-0,25 - 1,03]	0,235	0,314
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,81 [-2,21 - (-1,43)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,46 [-0,28 - 1,21]	0,230	0,314

ref: valor de referencia.

- **Carpo izquierdo:**

CARPO IZQUIERDO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	6,87 [6,43 – 7,30]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,30 [-1,06 - 0,45]	0,438	0,438
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-3,23 [-3,73 - (-2,73)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,43 [-0,44 – 1,30]	0,340	0,388
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,39 [-2,89 – (-1,89)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,82 [-0,05 - 1,69]	0,068	0,108
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,70 [-2,23 - (-1,17)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,60 [-0,41 – 1,61]	0,252	0,336

ref: valor de referencia.

- **Carpo derecho:**

CARPO DERECHO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	6,92 [6,50 – 7,34]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,42 [-1,15 - 0,31]	0,266	0,316
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-3,30 [-3,78 - (-2,81)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,33 [-0,52 – 1,18]	0,456	0,456
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,55 [-3,04 – (-2,06)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,75 [-0,10 - 1,60]	0,091	0,145
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,89 [-2,41 - (-1,37)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,56 [-0,43 - 1,55]	0,277	0,316

ref: valor de referencia.

- **Maleolo izquierdo:**

MALEOLO IZQUIERDO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	6,95 [6,43 – 7,48]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,20 [-0,71 - 1,12]	0,668	0,763
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,85 [-2,34 - (-1,36)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,41 [-1,27 – 0,44]	0,346	0,553
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,56 [-2,05 – (-1,07)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,03 [-0,88 - 0,82]	0,941	0,941
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,12 [-1,64 - (-0,60)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,37 [-1,36 - 0,63]	0,477	0,635

ref: valor de referencia.

- **Maleolo derecho:**

MALEOLO DERECHO	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	6,95 [6,45 – 7,46]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,27 [-0,61 - 1,15]	0,553	0,632
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,99 [-2,49 - (-1,50)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,28 [-1,14 - 0,58]	0,523	0,632
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,64 [-2,13 – (-1,15)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,02 [-0,88 - 0,84]	0,955	0,955
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,19 [-1,71 - (-0,66)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,45 [-1,45 - 0,56]	0,390	0,624

ref: valor de referencia.

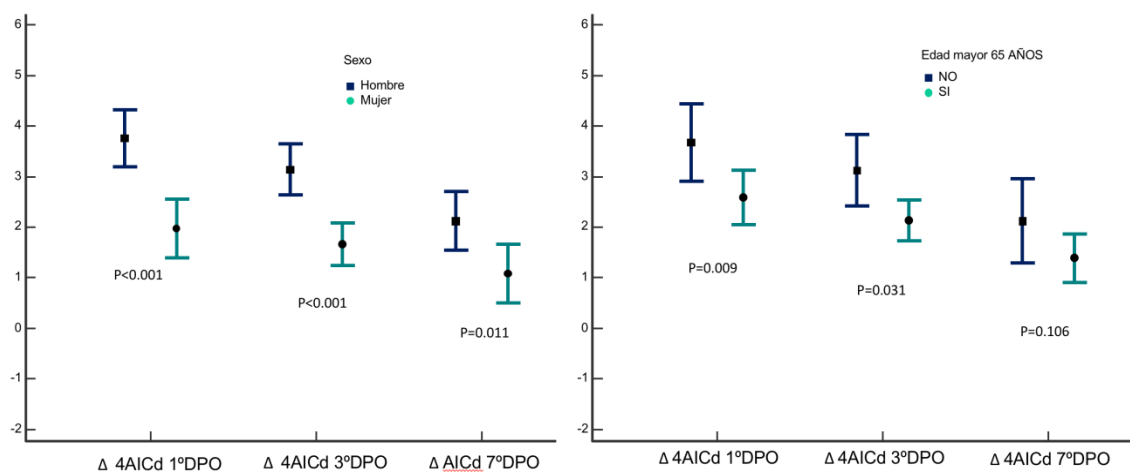
- **Tibial:**

TIBIAL	IC 95%	P	P-AJUSTADA
Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	6,20 [5,31 – 7,10]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	0,86 [-0,60 - 2,32]	0,271	0,433
Día 1 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-3,28 [-4,32 - (-2,26)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,45 [-2,12 – 1,23]	0,615	0,820
Día 3 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-2,19 [-3,23 – (-1,16)]	< 0,001	< 0,001
B) Doble	-0,15 [-1,82 - 1,53]	0,865	0,988
Día 7 vs. Preoperatorio			
A) Simple (ref.)	-1,84 [-2,90 – (-0,79)]	0,002	0,003
B) Doble	0,01 [-1,97 - 2,02]	0,989	0,989

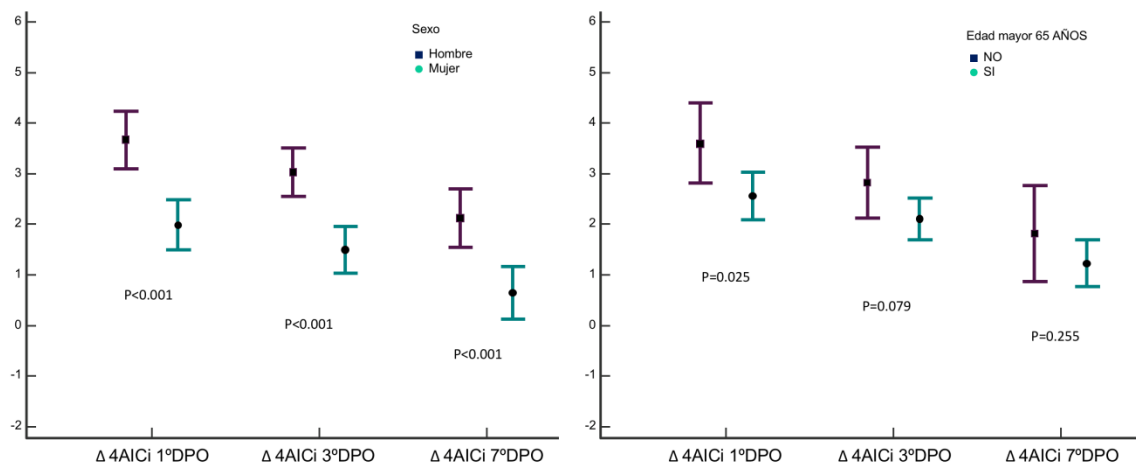
Ref: valor de referencia.

ANEXO 13: Comparación de los umbrales dolorosos a la presión a medición objetiva (expresado en pascales) del dolor posoperatorio en función de la utilización de soporte esternal externo para cada grupo según edad y sexo

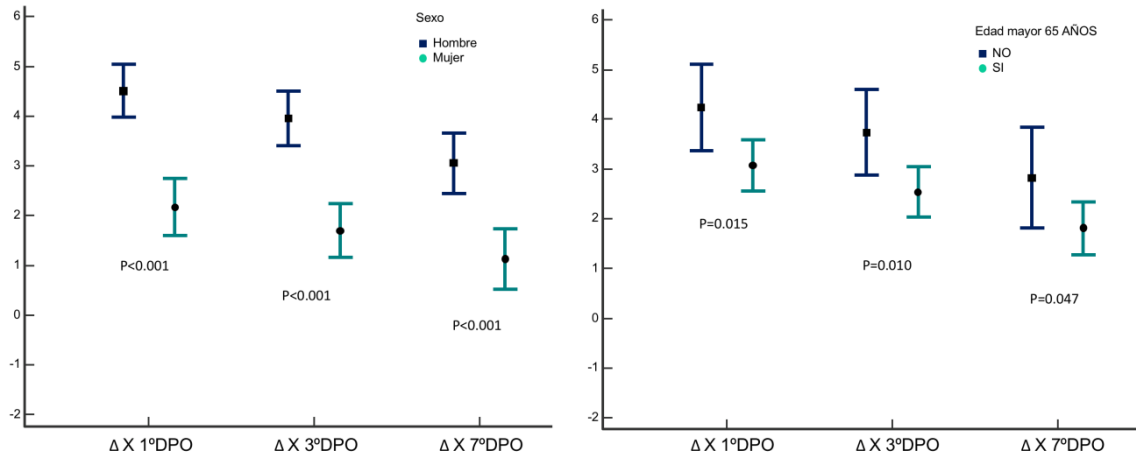
- **4º Espacio intercostal derecho (4AICd)**



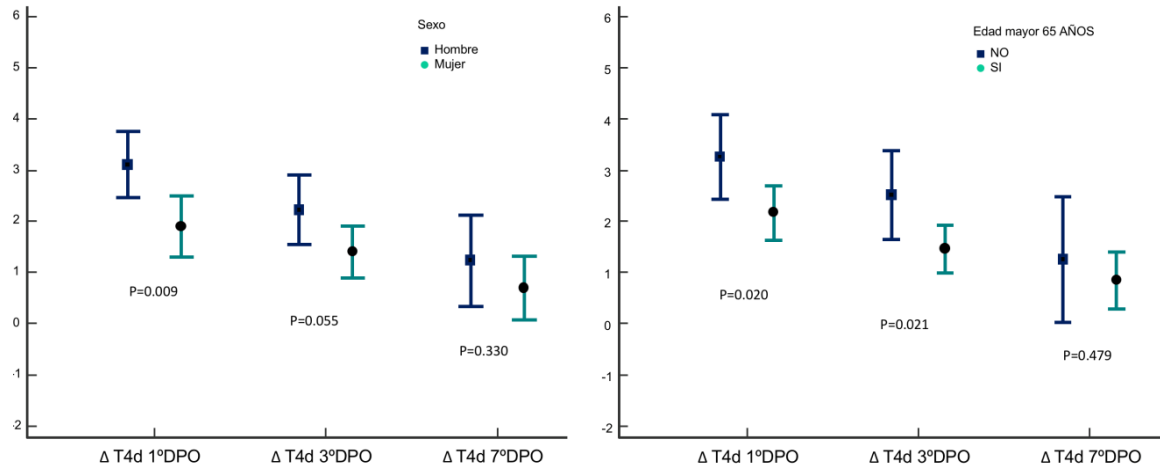
- **4º Espacio intercostal izquierdo (4AICi):**



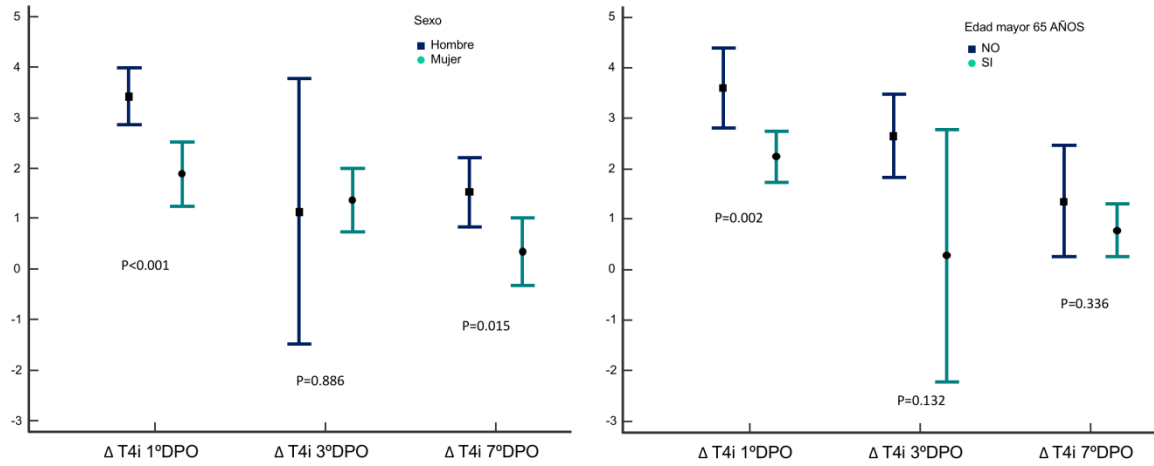
- **Apéndice xifoides (X):**



- **Apófisis espinosa T4 derecha (T4d):**



- **Apófisis espinosa T4 izquierda (T4i):**



ANEXO 13: Producción Científica

Publicaciones internacionales:

- Segura-Méndez, B.; Planchuelo-Gómez, Á.; Fuentes-Martín, Á.; Madeleine, P.; Guerrero, Á.L.; Carrascal, Y.; Fernández-de-las-Peñas, C. “*Pressure Pain Hyperalgesia Expressed by Topographical Pressure Pain Sensitivity after Cardiac Surgery*”. Life (Basel). 2024 Sep 26;14(10):1233. (IF: 3,2) Q1. (ANEXO 9).

Publicaciones nacionales:

- Segura-Méndez B., Guerrero-Peral A.L., Carrascal Y. “*Dolor en el postoperatorio de cirugía cardíaca: bases neurobiológicas y tratamiento [Postoperative pain after cardiac surgery: neurobiological basis and treatment]*”. Rev Neurol. 2022 Sep 16;75(6):149-157. (IF: 0,10) Q4. (ANEXO 3).

Comunicaciones Orales a Congresos Nacionales:

- “Algometría en Cirugía Cardíaca: Valoración objetiva del dolor pre y postoperatorio”.
B. Segura-Méndez, Á. Planchuelo, E. Velasco-García, Á. Fuentes-Martín, C. Sánchez, I. Vázquez-Alarcón de la Lastra, D. Feliz, Á. Sierra, N. Arce Ramos, J.R. Echevarria, S. Di Stefano, M. Fernández Gutiérrez, D. García-Azorín, J. Bustamante-Munguira, Á. L. Guerrero, Y. Carrascal. *XXVI Congreso Nacional de Cirugía Cardíaca y Endovascular. (Oviedo, 13-18 Junio 2022).*
- “Cuantificación del dolor pre y postoperatorio de Cirugía Cardíaca mediante el cuestionario Brief Pain Inventory”. **Bárbara Segura Méndez,** Álvaro Fuentes Martín, Álvaro Planchuelo, Álvaro Sierra Mencía, David García Mencía, Eduardo Velasco-García, Ignacio Vázquez-Alarcón de la Lastra, Roció Bernal Esteban, Juan Bustamante Munguira, Ángel Luis Guerrero y Yolanda Carrascal Hinojal. *XX Congreso de la Sociedad Catalano-Baleare de Cirugía Cardíaca. (Barcelona, 26-27 de mayo de 2023).*

- “Cuantificación objetiva del dolor según el cierre esternal: valoración mediante algometría”. Bernal Esteban, Roció; **Segura Méndez, Bárbara**; Fuentes Martín, Álvaro; Planchuelo Gómez, Álvaro, Sierra Mencía, Álvaro, Bustamante Munguira, Juan; Guerrero Peral, Ángel, Carrascal Hinojal, Yolanda. *XVII Congreso de la Sociedad Andaluza de Cirugía Cardiovascular. (Málaga, 28-29 de Septiembre de 2023).*
- “Dolor tras Cirugía Cardíaca: Medición mediante algometría en diferentes técnicas quirúrgicas”. Guerrero Peral, Á.; **Segura Méndez, B.**; Planchuelo Gómez, A.; Fuentes Martín, A.; Sierra Mencía, A.; Carrascal Hinojal, Y. *LXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Neurología (SEN) (Valencia, 19 - 23 de noviembre de 2024).*

Comunicaciones Póster a Congresos Nacionales:

- “Valoración objetiva del dolor mediante algometría del tipo de cierre esternal”. **Bárbara Segura Méndez**, Álvaro Fuentes Martín, Álvaro Planchuelo, Tania Represa Pastor, Macarena Pérez Aragón, José Soro García, José María Matilla, Juan Bustamante Munguira, Ángel Luis Guerrero y Yolanda Carrascal Hinojal. *XIII congreso de la Sociedad Española de Cirugía Torácica (SECT). (Las Palmas de Gran Canaria, 10-12 de mayo de 2023).*

Comunicaciones Póster a Congresos Internacionales:

- “Objective Measurement of Pain related to Cardiac Surgery: a study using algometry”. B. **Segura-Méndez**, Á. Planchuelo, Á. Sierra, D. García-Azorín, E. Velasco-García, Á. Fuentes-Martín, C. Sánchez, I. Vázquez-Alarcón de la Lastra, Á. L. Guerrero, Y. Carrascal. *8th EAN Congress. (Vienna, 25-28 June 2022).*
- “Assessment of pre-and postoperative pain related to cardiac surgery using the Brief Pain Inventory Questionnaire”. **Bárbara Segura Méndez**, Álvaro Planchuelo-Gómez, Álvaro Fuentes Martín, Álvaro Sierra Mencía, David García Azorín, Eduardo Velasco García, Ignacio Vázquez Alarcón de la Lastra, Ángel Luis Guerrero Peral, Yolanda Carrascal Hinojal. *71st International Congress of the European Society of Cardiovascular and Endovascular Surgery (ESCVS). (Paris, 14-16, Junio, 2023).*

- “Influence of degree of sternotomy and sternal wires closure on postoperative pain in cardiac surgery: an algometry assessment”. **Bárbara Segura-Méndez**, Álvaro Planchuelo-Gómez, Álvaro Fuentes-Martín, Álvaro Sierra Mencía, David García Azorín, Eduardo Velasco-García, Ignacio Vázquez Alarcón de la Lastra, Tania Represa Pastor, Macarena Pérez Aragón, Juan Bustamante-Munguira, Ángel Luis Guerrero Peral, Yolanda Carrascal Hinojal. *71st International Congress of the European Society of Cardiovascular and Endovascular Surgery (ESCVS). (Paris, 14-16, Junio, 2023).*

Premios y reconocimientos:

- **Premio Asociación de Enfermos de Fibromialgia y Síndrome de fatiga crónica (AFICROVALL) desde la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid:** Valoración objetiva del dolor relacionado con cirugía cardíaca: estudio mediante algometría.



Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid
C/ Chancillería, 2
C.P:47003
Valladolid
realacademiamedva@gmail.com
983250836
Q4768003H

Sra. Dña. Barbara Segura Méndez
Departamento de Cirugía Cardíaca
Hospital Clínico Universitario de Valladolid
Avda. Ramón y Cajal ,5
C.P: 47003-Valladolid

23 de diciembre de 2024

Estimada Srta. Segura Méndez:

Escribimos desde la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid para informarle que su trabajo titulado: *Valoración objetiva del dolor relacionado con cirugía cardíaca: estudio mediante algometría*. Lema: *Ubi concordia. Ibi victoria.* -ha obtenido el Premio Asociación de Enfermos de Fibromialgia y Síndrome de fatiga crónica (**AFICROVALL**), que consta de una bonificación económica de 500€ y el título de Académico Corresponsal.

Tendrá que recoger el premio el día 31 de enero a las 19:00 en la Sede de la Corporación.

Nuestra más sincera felicitación.

Alfonso Velasco Martín

Académico Secretario.

