

PROJECTE “GIRONA TERRITORI
CARDIOPROTEGIT”: AVALUACIÓ DEL
FUNCIONAMENT DELS DESFIBRIL·LADORS
PÚBLICS

Pablo Loma-Osorio Ricón

Per citar o enllaçar aquest document:
Para citar o enlazar este documento:
Use this url to cite or link to this publication:
<http://hdl.handle.net/10803/670083>



<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ca>

Aquesta obra està subjecta a una llicència Creative Commons Reconeixement

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento

This work is licensed under a Creative Commons Attribution licence



TESI DOCTORAL

Projecte "Girona Territori
Cardioprotegit": Avaluació del
funcionament dels desfibril·ladors
públics

Pablo Loma-Osorio Ricón
2020



TESI DOCTORAL

Projecte "Girona Territori
Cardioprotegit": Avaluació del
funcionament dels desfibril·ladors
públics

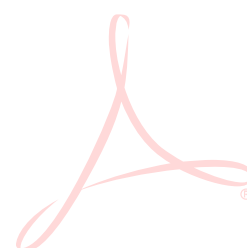
Pablo Loma-Osorio Ricón
2020

Programa de doctorat en Biologia Molecular, Biomedicina i Salut

Dirigida per:

Ramon Brugada Terradellas

Memòria presentada per optar al títol de doctor per la Universitat de Girona



El **Dr. Ramon Brugada Terradellas**, catedràtic de la Universitat de Girona i Cap de Servei de Cardiologia al Hospital Universitari Josep Trueta de Girona

DECLARO:

Que el treball titulat "Girona Territori Cardioprotegit: avaluació del funcionament dels desfibril·ladors públics", que presenta en Pablo de Loma-Osorio i Ricón per a l'obtenció del títol de doctor, s'ha realitzat sota la meva direcció.

I perquè així consti i tingui els efectes oportuns, signo el present document.



Dr. Ramon Brugada Terradellas

Girona, 30 de gener de 2020

A Miren, Jon i Naia

If no mistake have you made, yet losing you are, a different game you
should play.
-Yoda to Mace Windu

Agraïments

Al meu director de tesi en Ramon Brugada, inassequible al defalliment tant en la recerca com en la vida, per la seva guia i confiança.

A la Dolors Capellà, catedràtica de la facultat de Medicina, que m'ha fet de facto de tutora de la tesi amb gran generositat i un somriure sempre.

A la Natalia Adell, professora dels cursos de doctorat, per ajudar-me a redescobrir el llenguatge R i respondre'm als dubtes metodològics sempre que he necessitat.

A la gerència territorial de Girona del Servei de Emergències Mèdiques i en particular al Albert Obiols i la Anna Fontquerni per cedir-me tota la informació disponible i obrir nous escenaris de col·laboració.

Al DIPSALUT per iniciar, mantenir i lluitar per un projecte pioner de desfibril·lació pública i permetre'm analitzar-ne les dades.

Al meu company de fatigues en Jaime Aboal, per compartir les angoixes com a doctorands madurs i servir sempre d'estímul per millorar.

Al meu amic Daniel Bosch, per compartir els seus superpoders i revisar el manuscrit.

A la Maria Nuñez, cardiòloga, per ajudar-me en la classificació dels traçats.

Al meu pare també cardiòleg, per insistir tant per que aquest objectiu fos irrenunciable.

Als meus amics els Swing Brewers per ajudar-me a relativitzar i afluixar de tan en tant i donar-me suport amb la meva altra passió.

I a na Coloma, la meva dona, que a part de correctora de català i creadora de temps per dedicar a aquest projecte, és el principi i el final de tot.

Publicació derivada del contingut d'aquesta tesi fins al moment

The Girona Territori Cardioprotegit Project: Performance Evaluation of Public Defibrillators. Loma-Osorio P, Nuñez M, Aboal J, Bosch D, Batlle P, Ruiz de Morales E, Ramos R, Brugada J, Onaga H, Morales A, Olivet J, Brugada R. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2018 Feb;71(2):79-85. (Annex 1).

Comunicacions derivades del seu contingut

P.Loma-Osorio, J.Iglesias, M.Núñez, J.Aboal, J.Conejos, J.Olivet, A.Fontquerni, R.Brugada. Public-access defibrillation programme in a geographically disperse region: A 5-year analysis of the first experience in Spain - ESC CONGRESS 2017 - Barcelona, August 2017

J.Iglesias, P.Loma-Osorio, M.Núñez, J.Aboal, J.Conejos, J.Olivet, A.Fontquerni, R.Brugada. Programa de desfibrilación pública en una área geográficamente dispersa: Analisis a 5 años de la primera experiencia a Catalunya - National Catalan Congress of Cardiology - Barcelona, Catalonia (25-26 th May, 2017) and Spanish National Congress of Cardiology - Madrid, October 2017.

Reconeixements de publicacions incloses al present treball

Primer Premi Magda Heras al millor treball publicat en revistes cardiovasculars Iberoamericanes 2018 (Societat Espanyola de Cardiologia i Societat Interamericana de Cardiologia).

Premio de la Sección de Cardiopatía isquémica y cuidados agudos coronarios al mejor artículo publicado en la Revista española de Cardiología 2018 al mejor artículo publicado en revista española de cardiología 2018 al trabajo "**Proyecto Girona Territori Cardioprotegit: evaluación del funcionamiento de los desfibriladores públicos**". Pablo Loma-Osorio, María Núñez, Jaime Aboal, Daniel Bosch, Pau Batlle, Ester Ruiz de Morales, Rafael Ramos, Josep Brugada, Hisao Onaga, Alex Morales, Josep Olivet, Ramón Brugada. *Rev Esp Cardiol*. 2018; 71:79-85.

Primer premio al mejor artículo publicado en revista española de cardiología 2018 al trabajo "**Proyecto Girona Territori Cardioprotegit: evaluación del funcionamiento de los desfibriladores públicos**". Pablo Loma-Osorio, María Núñez, Jaime Aboal, Daniel Bosch, Pau Batlle, Ester Ruiz de Morales, Rafael Ramos, Josep Brugada, Hisao Onaga, Alex Morales, Josep Olivet, Ramón Brugada. *Rev Esp Cardiol*. 2018; 71:79-85..

Llista d'abreviatures

ACE- Aturada cardíaca extrahospitalària.

ACR- Aturada cardiorespiratòria.

MS - Mort sobtada.

FV - Fibril·lació ventricular.

IAM- Infart agut de miocardi.

TV - Taquicàrdia ventricular.

RCP- Reanimació cardiopulmonar.

SEM- Serveis d'Emergències Mèdiques.

DEA- Desfibril·lador extern automàtic.

ROSC- Recuperació de la circulació espontània.

Índex de figures

Figura 1: Cadena d'esdeveniments que precipiten la mort sobtada cardíaca.

Figura 2: Registre holter procedent d'un pacient amb un episodi de mort sobtada.

Figura 3: Relació entre temps de resposta i proporció de ritmes desfibril·lables a les diferents sèries de desfibril·lació pública.

Figura 4: Model en tres fases de l'aturada cardiocirculatòria.

Figura 5: El primer DEA (1960) comparat amb un model actual (2016).

Figura 6: DEA desfibril·lant una fibril·lació ventricular.

Figura 7: Xarxa de desfibril·ladors del projecte Girona Territori Cardioprotegit.

Figura 8: Activacions per any del projecte Girona Territori Cardioprotegit.

Figura 9: Hora d'activació dels DEA.

Figura 10: Usos de DEA per municipi.

Figura 11: Activacions excloses de l'anàlisi.

Figura 12: Resum de ritmes presents a les aturades cardíques de l'estudi.

Figura 13: Evolució temporal de la proporció de ritmes desfibril·lables.

Figura 14: Recuperació de la circulació en funció del tipus de ritme.

Figura 15: Registre d'un fals positiu del DEA. Ritme sinusal amb QRS molt aberrant interpretat com a ritme desfibril·lable.

Figura 16: Registre de un fals negatiu del DEA.

Figura 17: Temps mig emprat pels DEA a cada fase d'actuació.

Figura 18: Model de regressió estimant el temps d'aplicació del DEA en funció de la proporció de ritmes desfibril·lables de les principals sèries publicades.

Figura 19: Ones produïdes per les maniobres de RCP en el traçat del DEA.

Índex de taules

Taula 1: Causes reconegudes d'aturada cardíaca extrahospitalària.

Taula 2: Usos de DEA per municipi.

Taula 3: Ritmes trobats a les aturades cardíques de l'estudi.

Taula 4: Evolució temporal dels ritmes desfibril·lables.

Taula 5: Ritmes i recuperació de la circulació espontània.

Taula 6: Comparació entre dispositius fixes i mòbils.

Taula 7: Supervivents per any d'estudi.

Taula 8: Anàlisi univariant: Diferències entre supervivents i no supervivents a les maniobres.

Taula 9: Model de regressió logística per probabilitat de sobreviure a l'aturada cardiorespiratòria.

INDEX

Resum	14
Resumen	15
Summary	16
1.INTRODUCCIÓ	17
1.1 Aturada cardiorespiratòria: importància, impacte social i sanitari	18
1.2 Mort sobtada: concepte i etiopatogènia	19
1.3 Arrítmies en la mort sobtada	22
1.4 Fisiopatologia de l'aturada cardiorespiratòria	26
1.5 Cadena de supervivència i importància de la reanimació per testimonis	29
1.6 Desfibril·ladors automàtics: funcionament i aspectes tècnics	31
1.7 Concepte, evolució i experiències en desfibril·lació pública	37
1.8 Projecte Girona Territori Cardioprotegit	41
1.9 Justificació del present estudi	43
2.HIPÒTESIS I OBJECTIUS	45
2.1 Hipòtesis	46
2.2 Objectius	46
2.2.1 Objectiu general	46
2.2.2 Objectius específics	46
2.2.2.1 Objectius primaris	46
2.2.2.2 Objectius secundaris	47
3.MÈTODES	48
3.1 Casos i origen de les dades	49
3.2 Els DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit	49
3.3 Disseny del present estudi	50
3.4 Definicions i variables analitzades	50
3.4.1 Variables procedents de la base de dades de Dipsalut	50
3.4.2 Variables procedents dels registres dels desfibril·ladors	51
3.4 Aspectes ètics i avaluació de l'estat vital	53
3.5 Anàlisi estadística	53
4.RESULTATS	57

4.1. Anàlisi d'usos dels desfibril·ladors del programa Girona Territori Cardioprotegit	58
4.1.1 Ritme d'inclusió de casos	58
4.1.2 Tipus de DEA, tipus d'ús i hora del dia	60
4.1.3 Activacions per municipi	61
4.2 Anàlisi dels ritmes registrats	64
4.2.1 Casos exclosos de l'anàlisi de ritmes	64
4.2.2 Informació general dels casos analitzats	65
4.2.3 Ritmes subjacents a l'aturada cardiorespiratòria	65
4.2.4 Evolució temporal dels ritmes desfibril·lables	67
4.2.5 Freqüència de recuperació de la circulació espontània segons el ritme	68
4.3. Avaluació del funcionament dels desfibril·ladors	70
4.3.1 Precisió diagnòstica de ritmes desfibril·lables	70
4.3.2 Temps de resposta i funcionament	72
4.3.3 Anàlisi de la desfibril·lació	74
4.3.4 Comparació entre DEA fixes i mòbils	75
4.3.5 Avaluació de les maniobres de RCP	76
4.4 Anàlisi dels casos recuperats i model de predicció	78
5.DISCUSSIÓ	81
5.1 . Usos dels desfibril·ladors	83
5.1.1 Taxa d'ús dels desfibril·ladors públics	83
5.1.2 Percentatge sobre el total d'ACR	84
5.1.3 Distribució geogràfica	85
5.1.4 Usos intermedis i inapropiats	86
5.2. Ritmes registrats a les aturades cardiorrespiratòries	87
5.2.1 Evolució temporal dels ritmes desfibril·lables	87
5.2.2 Temps d'actuació i proporció de ritmes desfibril·lables	88
5.3. Funcionament dels DEA	90
5.3.1 Algoritmes de detecció d'arrítmies	90
5.3.2 Temps d'actuació dels DEA i desfibril·lació	92
5.4 Factors relacionats amb la recuperació de la circulació espontània	94
5.4.1 Ritmes desfibril·lables	96

5.4.2 Realització de maniobres de RCP	97
5.4.3 Durada de les maniobres	99
5.4.4 Dispositius fixes i mòbils	99
5.5 Limitacions	101
6. COMENTARI CONJUNT DELS RESULTATS	102
7. CONCLUSIONS	106
8. BIBLIOGRAFIA	109
9. ANNEXES	121
9.1 Annex 1: Exemple de registre pdf del traçat d'un DEA	122
9.2 Annex 2: Full de recollida de DIPSALUT	131
9.3 Annex 3: Publicació derivada del present treball	132

Resum

Introducció i objectius: La desfibril·lació pública ha potenciat la difusió i l'ús dels desfibril·ladors automàtics però no es disposa de dades actualitzades dels ritmes cardíacs subjacents ni de l'ús i funcionament dels dispositius al nostre medi. Hem realitzat una anàlisi descriptiva dels ritmes trobats a les aturades cardiorrespiratòries i de l'ús i funcionament dels desfibril·ladors automàtics després del desplegament d'un programa de desfibril·lació pública.

Mètodes: Anàlisi prospectiva del funcionament dels desfibril·ladors i dels traçats electrocardiogràfics registrats en el marc del programa Girona Territori Cardioprotegit, entre juny de 2011 i desembre de 2018.

Resultats: De 479 activacions, es varen considerar analitzables 405 casos, dels quals 360 (77,4%) procedien d'un dispositiu mòbil. L'assistència va ser el ritme cardíac més prevalent (38%) seguit de la fibril·lació ventricular (28%). L'especificitat global dels algoritmes dels desfibril·ladors va ser del 99,5% (1 fals positiu) amb una sensibilitat del 81,3% (22 falsos negatius). Dels 97 casos que l'aparell va considerar desfibril·lables, el dispositiu va interrompre l'arrítmia en 90 (92%) i 44 (45,3%) varen recuperar la circulació espontània. Es varen realitzar maniobres de RCP en el 76% de les aturades però només un 35% varen complir criteris de qualitat. No es va identificar cap accident relacionat amb l'ús del dispositiu.

Conclusions: L'assistència va ser el ritme més prevalent. Els desfibril·ladors automàtics analitzats varen presentar una excel·lent especificitat, eficàcia i seguretat amb una moderada sensibilitat.

Resumen

Introducción y objetivos: La desfibrilación pública ha potenciado el uso de los desfibriladores automáticos pero no se dispone de datos actualizados de los ritmos cardíacos subyacentes ni del uso y funcionamiento de los desfibriladores en nuestro medio. Hemos realizado un análisis descriptivo de los ritmos encontrados en las paradas cardiorrespiratorias y del uso y funcionamiento de los desfibriladores automáticos después del despliegue de un programa de desfibrilación pública.

Métodos: Análisis prospectivo del funcionamiento de los desfibriladores y de los trazados electrocardiográficos registrados en el marco del programa "Girona Territori Cardioprotegit" desde su inicio en junio de 2011 hasta diciembre de 2018.

Resultados: De 479 activaciones, se consideraron analizables 405 casos, de los cuales 360 (77,4%) procedían de un dispositivo móvil. La asistolia fue el ritmo cardíaco más prevalente (38%) seguido de la fibrilación ventricular (28%). La especificidad global de los algoritmos de los desfibriladores fue del 99.5% (1 falso positivo) con una sensibilidad del 81,3% (22 falsos negativos). De los 97 casos que el dispositivo consideró desfibrilables, interrumpió la arritmia en 90 (92%) y 44 (45,3%) recuperaron la circulación espontánea. Se realizaron maniobras de RCP en el 76% de las paradas pero solo el 35% cumplieron criterios de calidad. No se identificó ningún accidente relacionado con el uso del dispositivo.

Conclusiones: La asistolia fue el ritmo más prevalente. Los desfibriladores automáticos analizados presentaron excelente especificidad, eficacia y seguridad con una sensibilidad moderada.

Summary

Introduction and aims: In recent years, public access defibrillation programs have exponentially increased the availability of automatic external defibrillators in public spaces but there are no data on their performance in our setting. We conducted a descriptive analysis of the performance of automatic external defibrillators since the launch of a public defibrillation program in our region.

Methods: A prospective analysis was conducted of electrocardiographic tracings and the performance of automatic external defibrillators in a public defibrillation program from June 2011 to June 2018 in the province of Girona, Spain.

Results: There were 479 automatic external defibrillators activations. Full information was available on 405 activations, of which 77.4% corresponded to mobile devices. Asystole was the most prevalent rhythm (38%), while ventricular fibrillation accounted for 24%. The specificity of the device in identifying a shockable rhythm was 99.5%, but there were 22 false negatives (sensitivity 81.3%). There were 97 shockable rhythms, where 90 (92%) were treated successfully and a spontaneous circulation recovery rate of 45.3% (44 cases). There were no accidents related to the use of the device.

Conclusions: Asystole was the most prevalent rhythm. The automatic defibrillators analyzed showed excellent safety, efficacy and specificity, with moderate sensitivity.

1.INTRODUCCIÓ

1.1 Aturada cardiorespiratòria: importància, impacte social i sanitari

Les aturades cardíques extrahospitalàries (ACE) són un problema de salut pública de primer ordre. A Europa recentment s'ha calculat una incidència de 84 casos per 100.000 habitants per any (1) i s'estima que a l'Estat Espanyol es produeix una ACE cada 20 minuts (2). Afegit a l'elevada incidència, la magnitud del problema rau en una alta letalitat, del voltant del 90%, ocasionant anualment un número de morts que supera en més de quatre vegades les originades pels accidents de trànsit (3), així com en una alta freqüència de seqüeles en els supervivents.

Un de cada tres pacients donats d'alta després d'haver patit una ACE presenta seqüeles neurològiques de diversa consideració incloent la severa dependència i el coma vegetatiu persistent, que implica llargues estades en centres de rehabilitació i un mal pronòstic funcional i vital (4). En aquest sentit cada ACE recuperada que finalitza en mort a l'hospital té un cost mig pel sistema sanitari de 17.911€, i en cas de poder ésser donat d'alta, la quantitat puja fins a 22.835€. D'una altra banda, el cost anual derivat de les cures d'un pacient amb seqüeles neurològiques supervivent a una ACE, s'ha estimat en 14.421€ i la pèrdua anual de productivitat després d'una aturada cardíaca en 12.006€ (5).

Qualsevol estratègia capaç de disminuir la incidència d'ACE, incrementar la supervivència o disminuir les seves seqüeles tindrà un impacte sociosanitari molt important. En aquest sentit cal conèixer les causes i fisiopatologia d'aquest fenomen.

1.2 Mort sobtada: concepte i etiopatogènia

S'anomena aturada cardiorespiratòria (ACR) al cessament de la respiració i del batec cardíac d'un individu, que en cas de no intervenció externa condueix a la mort. El concepte de mort sobtada (MS) fa referència a aquella mort natural que apareix de forma inesperada i sobtada dins de la primera hora de l'inici dels símptomes o, en absència de testimonis, quan qui l'ha patit ha estat vist en bon estat 24 hores abans del decés (6). Donat que el concepte d'aturada cardiorespiratòria inclou les aturades derivades de morts accidentals, violentes o secundàries a processos morbosos crònics, el concepte de mort sobtada permet estudiar les malalties que pròpiament poden conduir de forma ràpida a una mort inesperada. S'estima que a l'Estat Espanyol un 12% de les morts naturals son sobtades (7).

Múltiples malalties agudes poden conduir de forma ràpida a la mort (taula 1) entre les que destaquen: síndromes coronaries agudes, alteracions hidroelectrolítiques, toxicitat de drogues o medicaments, pneumotòrax a tensió, shock hemorràgic, tromboembolisme pulmonar, síndrome aòrtica aguda o ictus hemorràgic, però diverses evidències procedents d'estudis de camp i autòpsics demostren que aproximadament el 80% de les MS són de causa cardíaca (8).

Causes cardiaques	Causes no cardiaques
Cardiopatía isquèmica	Traumatisme
Infart agut de miocardi	Neoplàsies
Isquèmia aguda induïda	Sagnat no traumàtic
Cardiopatía isquèmica crònica	Gastrointestinal
Insuficiència cardíaca	Ginecològic
Bradiaritmies	Cerebrovascular
Malaltia coronària no ateroscleròtica	Dissecció aòrtica
Canalopaties	Shock sèptic
Síndrome de Wolf Parkinson White	Asfixia
Síndrome de QT llarg	Ofegament
Síndrome de Brugada	Penjament
Taquicardia polimòrfica catecolaminèrgica	Hipòxia
Miocardíopaties	Pneumònia
Miocardíopatía hipertròfica	Agudització d'asma o MPOC
Miocardíopatía dilatada	Enverinament per monòxid de carboni
Miocardíopatía no compactada	Embolisme pulmonar
Displasia arritmogènica	Pneumotòrax a tensió
Miocarditis aguda	Epilèpsia
Valvulopaties	Sobredosi de farmacs o drogues
Cardiopaties congènites	Hipoglicèmia
Taponament pericàrdic	Hipotèrmia

Taula 1: Causes reconegudes d'aturada cardíaca extrahospitalària. Adaptat de Myatt et al (9).

D'entre les causes cardíaques de MS la cardiopatía isquèmica aguda és la principal, essent l'infart agut de miocardi (IAM) el responsable de més de la meitat dels casos de MS i per tant de les ACE recuperades que ingressen a les nostres unitats de crítics cardiovasculars (4). Entre les altres causes cardíaques destaquen la cardiopatía isquèmica crònica en forma d'isquèmia induïble i/o cicatrius d'IAM, la insuficiència cardíaca, les miocardíopaties, les canalopaties, les malalties del teixit de conducció o la preexcitació. No obstant, sigui qual sigui la causa de la MS, aquesta constitueix

l'estadi final d'una cadena d'esdeveniments que condicionen una inestabilitat elèctrica del miocardi que condueixen a l'aturada cardiorespiratòria, normalment per fibril·lació ventricular (FV) i menys freqüentment per bradiarítmia extrema o dissociació electromecànica (10).

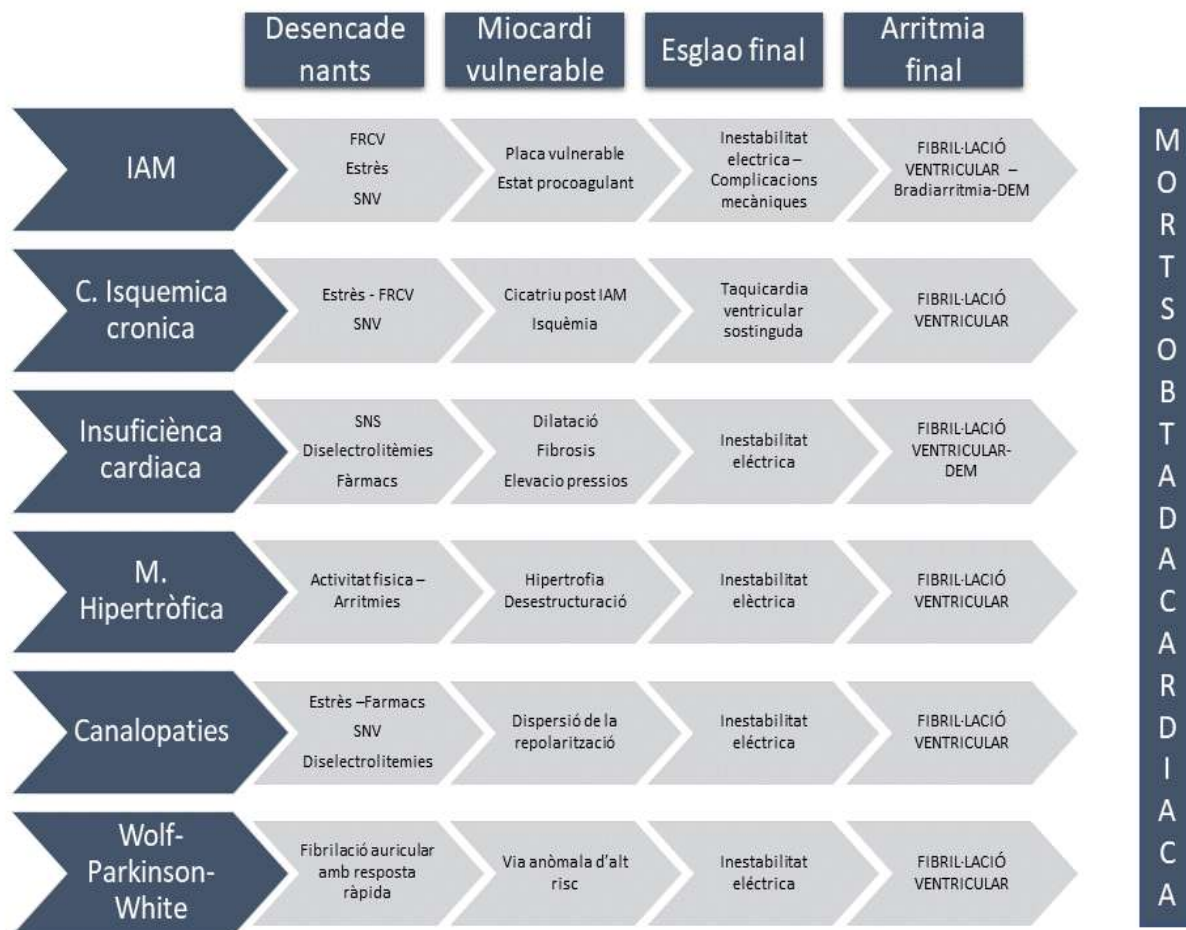


Figura1: Cadena d'esdeveniments que precipiten la mort sobtada cardíaca. FRCV: Factors de risc cardiovascular. SNV: Sistema nerviós vegetatiu. DEM: Dissociació electromecànica.

Adaptat de Bayes de Luna et al (8).

1.3 Arrítmies en la mort sobtada

Diferents fonts d'informació han permès analitzar els ritmes cardíacs presents a les aturades cardíques: registres de desfibril·ladors externs durant les maniobres de reanimació (11), estudis de pacients hospitalitzats o monitoritzats que pateixen una aturada, pacients que presenten una aturada durant els trasllats en "uvi-mòbils" (12), pacients que en el moment del decés eren portadors d'un dispositiu holter (13) i pacients portadors de desfibril·ladors implantables (14). En base a aquesta informació, genèricament es poden distingir dues categories de ritmes cardíacs en funció de la seva resposta a la desfibril·lació: ritmes desfibril·lables (fibril·lació ventricular i taquicàrdia ventricular sense pols) i no desfibril·lables (assistòlia, bradicàrdia extrema i activitat elèctrica sense pols). Aquesta classificació és important per la gran diferència pronòstica relacionada amb la resposta a les maniobres de reanimació i en particular a la desfibril·lació. Les ACE que presenten ritmes desfibril·lables presenten una supervivència sis vegades superior a aquelles amb ritmes no desfibril·lables (15).

Ritmes desfibril·lables:

- 1) Fibril·lació ventricular: La fibril·lació ventricular és un ritme de cicle molt ràpid (>250/min) irregular i de morfologia caòtica, ineficient des del punt de vista mecànic, que implica la pèrdua total de la contracció cardíaca i la capacitat de bombeig, que porta a l'aturada circulatòria i, en absència de tractament, evoluciona vers l'assistòlia i la mort de l'individu. Tot i que la FV s'associa de forma freqüent a la fase aguda de l'IAM (12), pot ser desencadenada per altres

taquiarrítmies (TV, extrasistòlia amb fenòmen d'R sobre T, etcètera). S'ha considerat l'arrítmia més freqüentment trobada a l'ACE (16) .

- 2) Taquicàrdia ventricular sense pols (TV): Es tracta d'un ritme normalment de cicle ràpid originat als ventricles cardíacs, que impedeix el correcte ompliment cardíac. Tant el baix cabal cardíac com la degeneració a FV són causants de l'aturada circulatòria i potencialment la mort. Es relaciona amb cardiopaties cròniques (13).



Figura 2: Registre holter procedent d'un pacient amb un episodi de mort sobtada. L'arrítmia inicial és una taquicàrdia ventricular (6:05), que degenera a fibril·lació ventricular (6:07) i posteriorment a asistòlia (6:11) (17).

Ritmes no desfibril·lables:

- 1) Asistòlia: És l'absència d'activitat elèctrica cardíaca i per tant l'absència de contraccions del miocardi, condicionant l'absència de bombeig cardíac i parada circulatòria. Constitueix l'evolució final de les FV no tractades i de totes les causes de mort.
- 2) Bradicàrdia extrema: Es tracta de ritmes molt lents, freqüentment relacionats amb degeneració del sistema elèctric cardíac o amb alteracions metabòliques severes (diselectrolitèmies, hipòxia, acidosi etcètera), que condicionen freqüències cardíques insuficients per abastir les necessitats sistèmiques de cabal cardíac, portant a la hipotensió progressiva i aturada circulatòria.
- 3) Activitat elèctrica sense pols (dissociació electromecànica): Es tracta d'una activitat elèctrica organitzada (normalment taquicàrdia sinusal) sense traducció en activitat mecànica cardíaca i per tant amb manca de flux sistèmic i aturada circulatòria. Es relaciona amb causes reversibles de ACR com hipòxia, hipovolèmia, diselectrolitèmies, intoxicacions o hipotèrmia entre d'altres.

La proporció relativa de cada un d'aquests ritmes en l'ACR depèn de la població a estudi i la precocitat en el registre: mentre la FV sense arrítmia prèvia es presenta fins en un 70% de pacients amb cardiopatia isquèmica aguda (12), la TV constitueix el ritme inicial de l'ACE de pacients ambulatoris amb disfunció ventricular (13). Quan els registres de ritme es realitzen precoçment després de l'ACR, la proporció de FV augmenta i s'han documentat sèries en les que arriba a un 76% (18).

De fet, el temps entre l'aturada cardíaca i l'obtenció del ritme és el factor més directament relacionat amb el percentatge de ritmes desfibril·lables a la literatura. A la figura 3 es representa la proporció de ritmes desfibril·lables i el temps entre l'ACR i l'aplicació del DEA de 13 estudis recents sobre desfibril·lació pública (19–31). Es pot apreciar la relació geomètrica inversa entre el temps d'actuació i el percentatge de ritmes desfibril·lables.

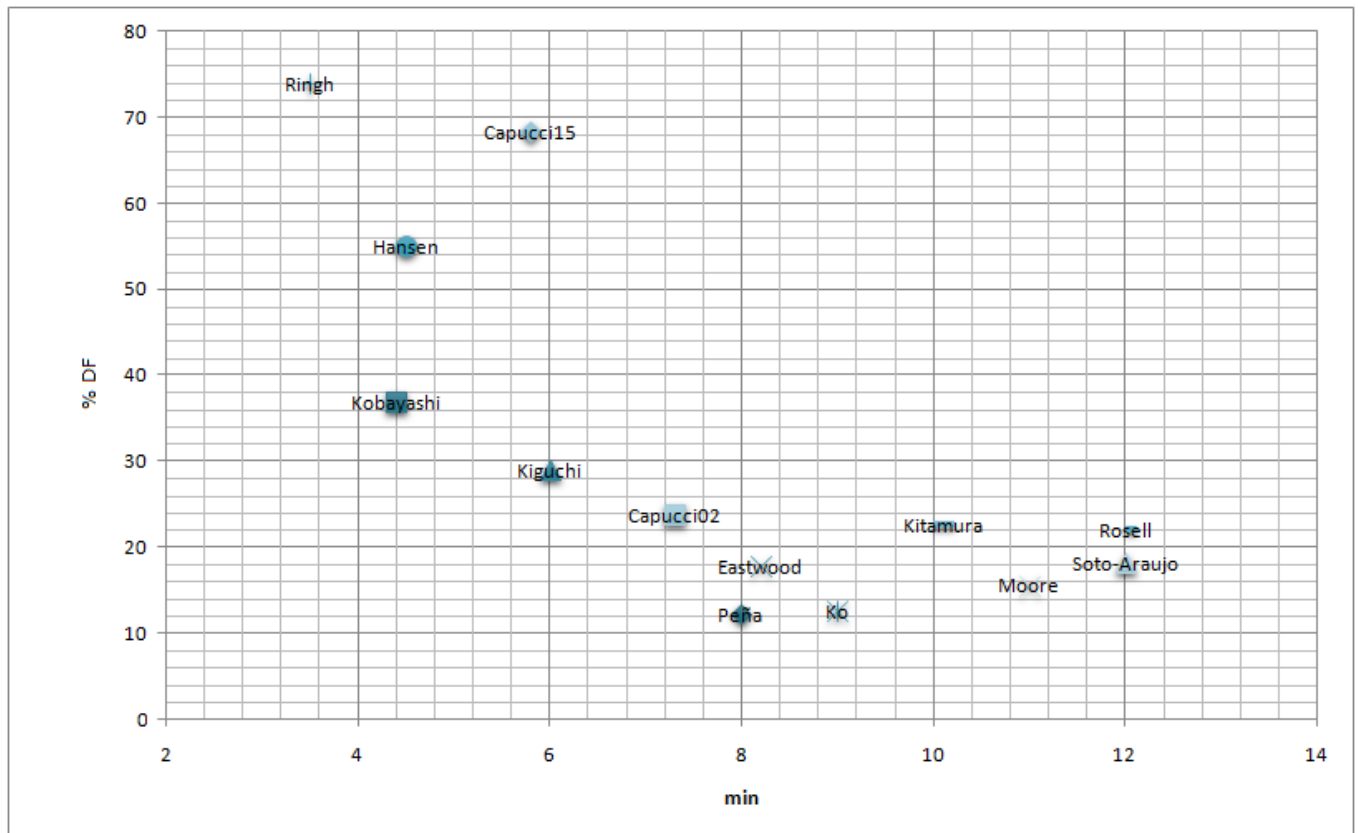


Figura 3: Relació entre temps d'obtenció del ritme i percentatge de ritmes desfibril·lables (%DF) a les diferents sèries publicades. Min: minuts.

Tot i que s'ha considerat la FV el ritme inicial més prevalent en l'ACE, la proporció de ritmes desfibril·lables sobre el conjunt de ACE podria estar disminuint amb un increment relatiu per tant de l'assistòlia i l'activitat elèctrica sense pols (9), en relació a un millor tractament de la malaltia coronària crònica, als programes de reperfusió precoç per pacients amb infart agut (Codi IAM) i a la generalització dels desfibril·ladors implantables (32). Aquest fet tindria un impacte indubtable sobre l'eficàcia dels programes de desfibril·lació pública.

Es desconeix la proporció de ritmes desfibril·lables sobre el total de ACE al nostre mitjà, fet de cabdal importància, ja que en els casos en que l'ACE és causada per FV o TV sense pols, la desfibril·lació elèctrica és l'únic tractament eficaç, essent la seva precocitat el factor que més contribueix a la supervivència dels pacients (33).

1.4 Fisiopatologia de l'aturada cardiorespiratòria

L'aturada cardiorespiratòria condiona una incapacitat abrupta de l'aparell circulatori per abastir les necessitats metabòliques dels teixits, causant una isquèmia global, produint-se danys orgànics immediats, més precoços i intensos en els òrgans metabòlicament més actius, com és el cas del sistema nerviós central i el cor. Aquesta isquèmia global provoca depleció d'ATP, excés de calci intracel·lular, incapacitat pel manteniment del potencial transmembrana, resposta inflamatòria amb alliberament de mediadors inflamatoris i formació de radicals lliures d'oxigen, que promouen l'edema cel·lular i la pèrdua de la integritat vascular afavorint la trombosi microvascular, perpetuant l'estat d'hipòxia i dany cel·lular (34). A partir d'un cert

moment, malgrat la restauració de la circulació, la situació és irreversible i condueix a la mort de l'individu.

La reversibilitat dels processos fisiopatològics implicats en l'ACR depèn dramàticament del temps. D'aquesta forma l'efectivitat de les maniobres de reanimació cardiopulmonar (RCP) incloent la desfibril·lació, és molt alta els primers minuts post ACR i baixa exponencialment fins a pràcticament la futilitat en poc temps. En aquest sentit la supervivència a una ACE en funció del temps d'inici de maniobres de reanimació en una cohort recent de 23.931 pacients va ser del 16.6% si la reanimació s'iniciava en els tres primers minuts de l'aturada i baixava al 0.9% si s'iniciava més enllà del minut 14 (35).

Per incidir en aquest fenomen de dependència temporal i aprofundir en les intervencions més adequades en cada moment, es va proposar un model d'ACR dividida en 3 fases (figura 4): fase elèctrica, fase circulatòria i fase metabòlica (36).

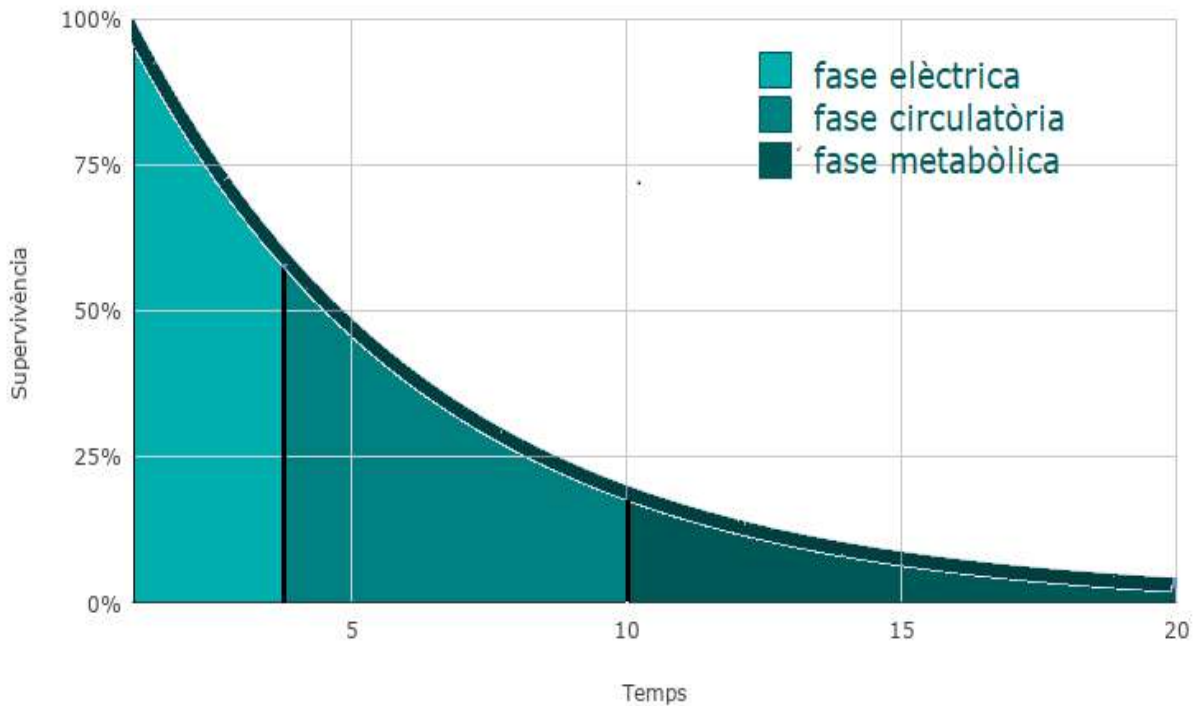


Figura 4: Model en 3 fases d'una aturada cardiorespiratòria. Temps en minuts. Adaptat de Weisfield i Backer. JAMA 2002 (23).

La fase elèctrica inclou els primers 4 minuts post ACR. El fenomen fisiopatològic principal és la FV, encara no hi ha severa isquèmia tissular i el tractament elèctric (desfibril·lació) és extremadament efectiu en revertir l'arrítmia i la situació d'aturada. A la fase circulatoria (del minut 4 al 10 post ACR), donada la situació d'hipòxia tissular, la prioritat ha de ser el transport d'oxigen als teixits (compressions toràciques i ventilacions) ja que l'alteració metabòlica cardíaca secundària a isquèmia fa menys efectiva la desfibril·lació (37). Després d'aproximadament 10 minuts des de l'inici de la ACR, comença la fase metabòlica on la supervivència és baixa malgrat el tractament donat el potencial patogènic de la restauració de la circulació pels

fenòmens d'isquèmia-reperfusió (38). Tot i prometedores, les estratègies terapèutiques de les que es disposa per tractar aquesta fase (hipotèrmia, inhibidors de l'apoptosis, oxigenació amb membrana extracorpòrea etc.) són experimentals.

1.5 Cadena de supervivència i importància de la reanimació per testimonis

Amb la finalitat de lluitar contra la dependència temporal de l'ACR i millorar els resultats de la RCP i la supervivència de les ACE, es va desenvolupar el concepte de cadena de supervivència, utilitzat per primera vegada per l'American Heart Association en 1991 (39). La cadena de supervivència resumeix els passos necessaris per dur a terme una reanimació exitosa i consta de quatre baules interdependents i que metafòricament concedeixen la seva força a la més feble de les quatre: reconeixement precoç de l'ACR i activació del sistema d'emergències, inici precoç de maniobres de reanimació (compressions toràciques i ventilacions), desfibril·lació precoç i maneig avançat precoç.

Des del seu naixement, un dels esculls més importants als que va haver de fer front el concepte de cadena de supervivència és la incapacitat dels serveis d'emergències mèdiques (SEM) de poder actuar amb la precocitat necessària particularment a la fase elèctrica de l'ACR, quan el tractament és més senzill i eficaç. Així per exemple, en un estudi en àrees rurals a Alemanya, només un 62% de les aturades ateses pels SEM ho varen ser en un temps inferior a 8 min (40) i al nostre mitja, a la província de Girona durant l'any 2012, la mitjana de temps d'actuació del SEM (n=755) va ser de 9 minuts (dades proporcionades per SEM-Girona).

És per aquest motiu que des dels inicis dels programes de millora de la supervivència a l'ACR, els esforços se centren en els testimonis de les aturades, essent interpellats a iniciar els primers anells de la cadena de supervivència (41), ja que l'inici immediat de les maniobres de RCP per part dels testimonis pot arribar a quadruplicar la supervivència d'una ACE (42) i una desfibril·lació en els primers 3-5 minuts de l'aturada obté supervivències de fins al 50-70% (43).

A més de l'activació precoç de totes les baules de la cadena de supervivència, la RCP d'alta qualitat és un objectiu fonamental per millorar la supervivència a la mort sobtada. La RCP és un mètode de compressions toràciques externes i respiració artificial que proporciona perfusió als òrgans durant l'ACR fins que el tractament definitiu està disponible. Existeixen dues aproximacions a les maniobres de RCP: la clàssica amb ventilacions boca a boca, i una nova forma només amb compressions toràciques (44). Sigui quina sigui la fórmula, les guies europees actuals de reanimació estableixen rangs òptims per les compressions toràciques en termes de profunditat i freqüència, (5-6 cm i entre 100 i 120 compressions per minut) permetent que el tòrax s'expandeixi completament després de cada compressió i minimitzant les interrupcions (41).

Per empoderar als testimonis de cara a actuar davant d'una ACE, a més de l'educació poblacional en el reconeixement precoç i la realització de maniobres de RCP de qualitat, és imprescindible dotar a la població de la capacitat de tractar l'arrítmia més freqüentment involucrada, la FV, de l'única forma possible: la desfibril·lació elèctrica precoç.

1.6 Desfibril·ladors automàtics: funcionament i aspectes tècnics

La dramàtica dependència del temps d'actuació per aconseguir altes taxes de supervivència lliure de seqüeles, afegida a la incapacitat dels SEM d'arribar a la major part d'ACE en temps adequats, va conduir a establir plans comunitaris de desfibril·lació precoç, basats en l'educació de la població i l'accessibilitat dels desfibril·ladors, gràcies a la generalització dels desfibril·ladors externs automàtics (DEA).

Els DEA són dispositius portàtils capaços d'identificar de forma autònoma i tractar les arrítmies ventriculars restaurant el ritme sinusal, i han demostrat ser segurs i efectius fins i tot en mans de personal no entrenat. Els DEA han possibilitat que qualsevol testimoni d'una ACR pugui actuar de forma precoç a la fase elèctrica, triplicant la supervivència de les víctimes (19,45). Fins a l'arribada dels DEA, l'únic tractament eficaç d'una ACE amb ritme desfibril·lable estava restringit al personal mèdic mitjançant els monitors-desfibril·ladors, voluminosos i feixucs, que requereixen coneixements d'electrocardiografia per a la seva utilització.

D'una banda la miniaturització dels dispositius, permetent ja el 1971 passar d'un pes aproximat de 70 kg dels desfibril·ladors "mòbils" de l'època a 3.2 kg gràcies als treballs de Pantridge i Anderson (46), i d'una altra el desenvolupament i millora d'algoritmes automàtics de detecció d'arrítmies varen ser claus pel desenvolupament

dels DEA, disponibles comercialment ja al 1979 (47) i amb experiències clíniques publicades el 1982 (48).

Els DEA actuals són unitats de mides i pes reduït (generalment inferiors a 2 kg i uns 30 cm) que agrupen en el cos de l'aparell les bateries i condensadors i els sistemes d'anàlisi de ritme, juntament amb indicadors acústics i lluminosos per guiar l'usuari. La interfície amb la víctima de l'ACR es fa mitjançant dos elèctrodes autoadhesius units per cables a la unitat central, amb capacitat per llegir una derivació electrocardiogràfica i administrar l'energia (figura 5).



Figura 5: El primer DEA (1960) comparat amb un model actual (2016).

Davant una víctima amb signes d'ACR (inconscient i que no respira), s'apliquen els elèctrodes autoadhesius i el dispositiu efectua una anàlisi del ritme del pacient en

funció d'algortmes desenvolupats pels fabricants per discernir si està indicada o no la desfibril·lació. Una vegada el DEA ha analitzat el ritme, avisa a l'usuari amb indicacions acústiques i/o lumíniques (normalment amb instruccions de veu) del resultat de l'anàlisi i de si està indicada o no la teràpia. En cas de no estar indicada, el dispositiu insta i en alguns casos guia a l'usuari a realitzar maniobres de reanimació cardiopulmonar. En cas d'estar indicada la teràpia elèctrica l'aparell avisa, procedeix a carregar els condensadors i administra energia en forma d'ona bifàsica, que normalment segueix un protocol de 200-300-300 Joules, adaptada a la impedància de la víctima (figura 6). Alguns models (semiautomàtics) demanen al rescatador administrar la teràpia prement un botó mentre que altres completen el procés de forma autònoma.

Els DEA han de complir una sèrie d'especificacions per poder ser comercialitzats amb distintiu CE (49), entre les quals estan les derivades d'un document de consens de l'American Heart Association (50), els punts principals del qual són:

- Es consideren ritmes desfibril·lables la TV ràpida i la FV d'ona gruixuda (≥ 200 μ Volts). Es consideren ritmes no desfibril·lables el ritme sinusal, els bloquejos auriculoventriculars, la fibril·lació auricular i altres ritmes supraventriculars. Es consideren ritmes intermedis aquells en els que no és tan clar el benefici del tractament elèctric: la FV d'ona fina (< 200 μ Volts) i la TV que no compleix criteris de freqüència.
- La sensibilitat requerida pels ritmes desfibril·lables serà superior al 90% en cas de FV i superior a 75% en cas de TV. L'especificitat pels ritmes no

desfibril·lables haurà de ser superior al 95%. Els ritmes intermedis no estan sotmesos a criteris de sensibilitat, però s'han de reportar.

- Els dispositius han d'estar dotats de sistemes de revisió dels seus usos tals com registres electrocardiogràfics i de veu.
- Els fabricants han d'especificar quin algoritme de detecció de soroll (artefactes) fan servir.
- Els fabricants hauran de practicar vigilància i controls post venda dels dispositius, i publicar els resultats de sensibilitat i especificitat per cada una de les categories de ritme.

Els algoritmes de detecció depenen de cada fabricant i estan registrats com a patent.

Algunes característiques generals dels esmentats algoritmes són (51):

- Detecció de freqüència: Es consideren desfibril·lables els ritmes a partir d'una freqüència determinada (normalment 160/min).
- Llindar d'assistòlia: Mínim voltatge entre ones considerat absència de ritme. (normalment 0,08 mV).
- Detecció de soroll: El DEA detecta artefactes relacionats amb el moviment excessiu dels elèctrodes o interferències radioelèctriques, avisant d'aquest fet i inhibint-se.
- Detecció d'ona R: A fi d'administrar descàrregues sincronitzades amb el ritme de la víctima mentre sigui possible, el dispositiu identifica les ones R de la derivació electrocardiogràfica que registra.

- Detecció d'espícula de marcapàs: Els DEA solen estar dotats de detecció d'espícules de marcapàs, i estan programat per ignorar-les de cara a l'anàlisi de ritmes desfibril·lables per tal d'evitar falsos negatius.
- Algoritmes morfològics de taquicàrdia supraventricular: Els models més moderns de DEA analitzen les ones de l'electrocardiograma amb la finalitat de diferenciar taquicàrdies ventriculars de supraventriculars.

Els DEA en condicions de camp i en relació amb la presència d'artefactes, malposició d'elèctrodes o problemes dels esmentats algoritmes per discriminar el ritme cardíac, poden presentar errors de lectura i administració de teràpies (52,53).

A més, com tot dispositiu electrònic, els DEA són susceptibles de presentar fallides en els circuits, condensadors, bateries, i altres mecanismes. Existeix escassa informació sobre el funcionament d'aquests dispositius en situacions reals, particularment al nostre mitjà.

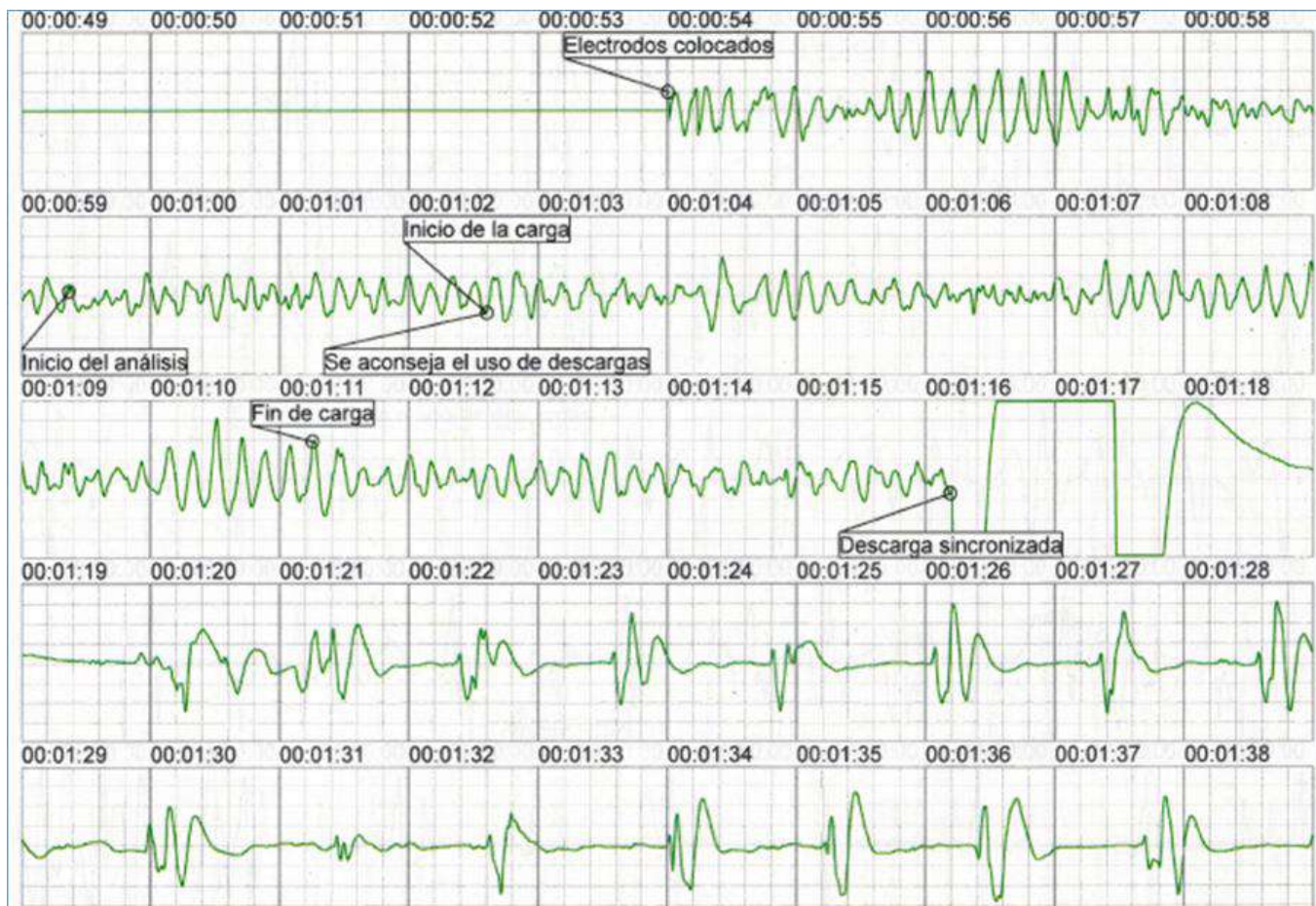


Figura 6: DEA detectant i desfibril·lant una fibril·lació ventricular.

1.7 Concepte, evolució i experiències en desfibril·lació pública

La suma de l'educació poblacional en RCP, l'accés de la població general a la desfibril·lació i l'organització de la comunitat es materialitza en els programes de desfibril·lació pública.

Ja des del començament dels diferents plans comunitaris de desfibril·lació precoç a finals de la dècada dels 90 del segle passat, que inicialment van situar els DEA a espais públics d'alta concurrència com aeroports o casinos, es van constatar grans millores en la supervivència després d'una ACR (54,55). Aquestes experiències es basaven en personal entrenat específicament però varen donar lloc al 1999 al primer estudi que va avaluar un programa de desfibril·lació pública: els usuaris d'un aeroport eren interpel·lats a actuar davant d'una ACR. Es va documentar una supervivència lliure de seqüeles del 52%, molt superior a l'habitual 5-10% (56).

La primera evidència de l'efectivitat d'un programa poblacional de desfibril·lació pública va arribar l'any 2002, de la mà d'un estudi prospectiu i multicèntric: *The Public Access Defibrillation Trial* (57). Hi varen participar 21 centres d'EUA i 3 de Canadà, i per al seu desenvolupament es va comptar amb la col·laboració de més de 19.000 voluntaris, distribuïts en 993 instal·lacions públiques (centres comercials i d'oci, grans edificis d'oficines, etc...) i residències de 24 regions d'Amèrica del Nord. Es van col·locar 1.600 DEA. La supervivència a l'alta hospitalària es va doblar a les àrees on es disposava de DEA respecte a aquelles on només s'aplicaven maniobres de RCP.

L'estudi definitiu sobre la utilitat de la desfibril·lació pública a nivell poblacional va ser publicat l'any 2010 i és conegut com l'estudi "dels 21 milions" : El "ROC Epistry Cardiac Arrest registry" va ser un estudi prospectiu, multicèntric i multiregional en el que varen participar 7 agències d'emergències mèdiques d'EEUU i 3 de Canadà i es van incloure 13.790 ACE per una població de 21 milions de persones. La supervivència del grup d'ACE en què el DEA va desfibril·lar abans de l'arribada dels SEM va ser del 38% contrastant amb el 9% del grup en el que el DEA es va aplicar només pels SEM. Després d'ajustar per totes les variables relacionades amb la supervivència d'una ACE (realització de maniobres de RCP, edat, gènere, localització, temps de resposta del SEM, presenciada o no, etc.), la *odds ratio* de supervivència associada a l'ús del DEA va ser de 1,75 (IC95%: 1.23 - 2.50; $p < 0.002$) (18).

En aquesta línia, una anàlisi de la generalització de la desfibril·lació pública al Japó que va incloure 47.765 ACE va mostrar d'una banda un increment significatiu de l'ús de desfibril·ladors públics durant el període d'estudi (d'un 1.1% el 2005 a un 16.5% el 2013) i d'una altra un important increment de la supervivència lliure de seqüeles neurològiques (18.2% versus 38.5%). Els autors varen estimar un increment del número de pacients supervivents lliures de seqüeles neurològiques atribuïbles a l'accés públic a la desfibril·lació de 6 al 2005 a 201 al 2013 (20).

Totes aquestes experiències favorables van portar a un augment de les vendes de DEA i la seva generalització tan en l'àmbit públic com en el privat (20). L'ordenació i integració d'aquesta eina en l'atenció a l'ACR per part de les administracions ha estat sovint complexa per la dificultat de registrar i coordinar tots els dispositius

desplegats, així com controlar el seu ús i bon funcionament (58). Existeixen diferents models d'implantació de programes de desfibril·lació pública en funció de qui el promou (institucions públiques i/o privades, particulars, organitzacions no governamentals etc.), l'àmbit geogràfic de coordinació (comunitats, ajuntaments, regions, estats etc.), i el tipus de recursos en que estan basats (DEA fixes, DEA mòbils, voluntaris, població general etc.). Alguns dels exemples més rellevants de projectes en desfibril·lació pública es descriuen a continuació.

El programa "Progetto Vita" a la Regió Piacenzina a Itàlia (població 290.000 persones) és el primer projecte de desfibril·lació pública europeu. Promogut per institucions públiques regionals va néixer l'any 1998. Inicialment estava basat en DEA mòbils (ambulàncies bàsiques, serveis de protecció i policia). A partir d'un canvi legislatiu el 2001, el projecte es va centrar en dispositius fixes situats als espais públics i voluntaris que només estan entrenats en l'ús del DEA però no en la realització de maniobres de RCP. Els voluntaris són dirigits al lloc de l'aturada cardíaca i localitzen el DEA més proper mitjançant una aplicació del telèfon mòbil. Fins al moment ha desplegat 877 desfibril·ladors, ha entrenat a més de 50.000 voluntaris i ha salvat 110 persones(59).

Un model completament públic però d'àmbit geogràfic més extens i basat fonamentalment en dispositius mòbils és el programa d'Anglaterra i Gal·les. Iniciat l'any 1999 i dotat econòmicament gràcies a una loteria creada *ad hoc*, va desplegar 437 dispositius fixes i 1093 mòbils. Tot i que els dispositius fixes es varen mostrar

més eficaços, els dispositius mòbils varen permetre una reanimació a pacients que d'un altra forma no haguessin tingut cap altre alternativa (60,61).

A Estocolm, Suècia, l'any 2001 es va implementar el projecte SALSA (Saving Lives in the Stockholm Area). Es tracta d'un programa de desfibril·lació pública publico-privat basat en el desplegament de dispositius mòbils en vehicles de policia i bombers en paral·lel als SEM, juntament amb una xarxa "privada" regulada de DEA fixes (135 l'any 2012). Els propietaris de DEA "privats" (centres comercials, aeroports, centres de transport etc.) signen un acord de col·laboració amb l'administració, qui signa registra i dona suport als dispositius integrant-los al projecte SALSA (62). L'aplicació d'aquest projecte va aconseguir en 7 anys augmentar la supervivència a l'ACR a l'àrea d'Estocolm del 2.5% al 39%. A més va demostrar un millor pronòstic dels pacients atesos amb DEA "regulats" comparat amb els DEA no inclosos al projecte (27). Un altre reconegut programa d'estructura similar (amb DEA fixes privats regulats i mòbils de policia, bombers i protecció civil) es va iniciar a Copenhage al 2007 i es va estendre a tot Dinamarca al 2011 amb excel·lents resultats (63).

Un exemple de projecte basat exclusivament en DEA privats i promogut per una organització no governamental, és el programa austríac ANPAD (Austrian Nationwide Public Desfibrillation program). Iniciat el 2002 és promogut i coordinat per la Creu Roja Austríaca qui s'encarrega de la formació dels propietaris i el manteniment dels dispositius. Tot i amb una baixa taxa d'ús dels DEA, han pogut identificar una major supervivència hospitalària lliure de seqüeles comparat amb el període previ al desplegament del programa, del 4.3% al 27% (64).

1.8 Projecte Girona Territori Cardioprotegit

Fruit de les experiències positives en desfibril·lació pública la Diputació de Girona, mitjançant el seu Organisme de Salut Pública (DIPSALUT), va iniciar l'any 2010 el primer programa de desfibril·lació pública a l'Estat Espanyol: el programa Girona Territori Cardioprotegit. Aquest programa va ser l'impulsor d'un important canvi legislatiu el 2011 que va permetre l'ús de DEA per personal no entrenat (65).

Entre els seus objectius va estar aconseguir que tots els municipis de les comarques gironines disposessin de DEA per actuar davant una ACR, sensibilitzar i formar a la població general en l'ús d'aquests aparells i en salut cardiovascular en general i avaluar els resultats d'aquesta estratègia a través de l'estudi "Girona Vital"(66).

El "Girona Territori Cardioprotegit" ha suposat la implantació d'una xarxa de 783 DEA d'ús públic arreu del territori gironí (figura 7). Tots els municipis de la demarcació disposen de, com a mínim, un aparell. La resta de DEA s'han distribuït segons criteris objectius com ara el nombre d'habitants, les instal·lacions/grups de població de risc o els vehicles de serveis de primera intervenció. Actualment, el projecte disposa de 502 desfibril·ladors fixos, 241 mòbils i 40 lliures. Els anomenats desfibril·ladors fixos estan protegits per una caixa situada dins una columna, s'ubiquen a places i carrers i estan connectades al Sistema d'Emergències Mèdiques. Els DEA mòbils van dins de vehicles dels serveis d'emergències com ara policies locals, vigilants municipals,

equips de protecció civil i mossos d'esquadra. Els desfibril·ladors lliures serveixen per “cardioprotegir” esdeveniments puntuals i activitats de temporada (67).

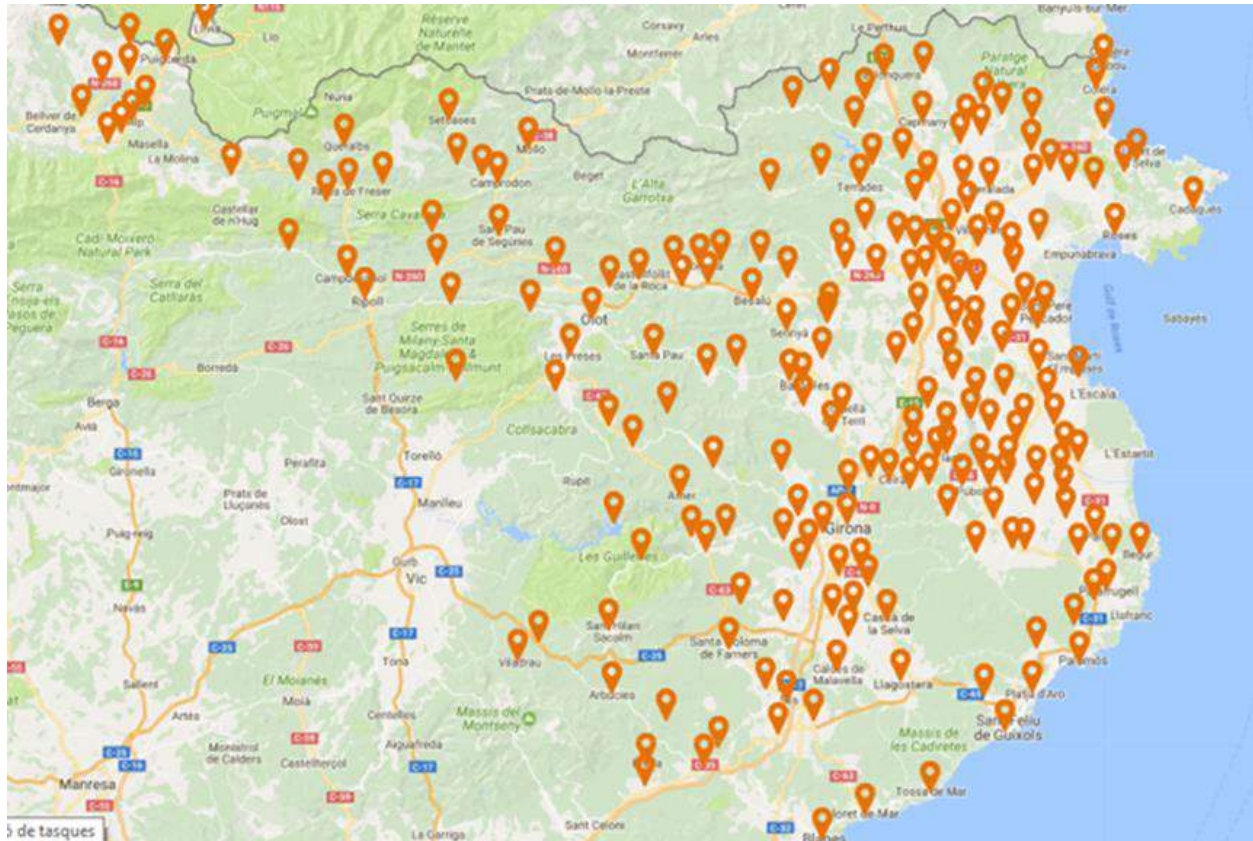


Figura 7: Xarxa de desfibril·ladors fixes del projecte Girona Territori Cardioprotegit.

El projecte Girona Territori Cardioprotegit promou a més la sensibilització poblacional i l'educació en l'ús dels DEA i ha dut a terme nombrosos anuncis i esdeveniments públics amb concurrència superior a 10.000 persones, a més de cursos específics als instituts de secundària de la província arribant a més de 4.000 estudiants. En aquesta línia el programa disposa d'una aplicació per telèfons mòbils (DEACAT) que permet obtenir informació sobre “Girona Territori Cardioprotegit” i aprendre a actuar en cas d'aturada cardíaca mitjançant un vídeotutorial. A més DEACAT localitza el

desfibril·lador més proper a l'usuari, dona les pautes per actuar i facilita la trucada al 112. (68)

Dipsalut gestiona de forma integral els desfibril·ladors, instal·lant-los i encarregant-se del manteniment, revisió i substitució si s'escau. A més custodia un registre d'usos i incidències i guarda totes les dades procedents dels DEA i, de forma coordinada amb la Facultat de Medicina de la Universitat de Girona, recolza l'estudi "Girona Vital" que es va engegar per analitzar aspectes científics relacionats amb aquest projecte de desfibril·lació pública, del qual el present treball en forma part.

1.9 Justificació del present estudi

El present estudi neix en el marc del projecte Girona Vital, línia de recerca sobre desfibril·lació pública del projecte Girona Territori Cardioprotegit, fruit de l'acord entre la Diputació de Girona (Dipsalut) i la Facultat de Medicina de la Universitat de Girona. Aquesta investigació constitueix una primera avaluació del programa de desfibril·lació pública de la província de Girona, després de la seva implantació l'any 2011, plantejada amb la intenció de fer front a una sèrie de qüestions inicials:

En primer lloc, amb la finalitat de monitorar i proposar millores en el desplegament del programa Girona Territori Cardioprotegit és necessari analitzar la freqüència i temporalitat, localització, tipus de DEA utilitzat (mòbil o fixe) i tipus d'ús dels DEA (correcte, incorrecte, bretolada) a més de la seva seguretat pels reanimadors i la realització o no de maniobres de RCP pels usuaris dels DEA.

En segon lloc es pretén conèixer quins ritmes són presents a les aturades cardíques que atenen els DEA del programa, ja que d'una banda la incidència de ritmes desfibril·lables podria estar disminuint i d'una altra, temps perllongats d'intervenció poden causar retards trobant-se els ritmes en fase d'assistòlia. Ambdues situacions farien menys eficients els programes de desfibril·lació pública.

Finalment seguint les recomanacions de les autoritats sanitàries és necessari avaluar el funcionament dels DEA en condicions de camp, tant des del punt de vista de sensibilitat i especificitat dels seus algoritmes d'identificació de ritmes, com de la capacitat per administrar els xocs elèctrics (69).

2.HIPÒTESIS I OBJECTIUS

2.1 Hipòtesis

1. Els ritmes registrats pels DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit són majoritàriament tributaris de desfibril·lació.
2. Els DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit són capaços d'identificar i tractar les arrítmies ventriculars de les víctimes d'una aturada cardíaca.

2.2 Objectius

2.2.1 Objectiu general

Analitzar els ritmes procedents dels traçats dels DEA desplegats en el marc del programa Girona Territori Cardioprotegit i avaluar el funcionament dels dispositius.

2.2.2 Objectius específics

2.2.2.1 Objectius primaris

1. Descriure els ritmes presents a les aturades cardiorrespiratòries ateses amb DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit i establir la proporció de ritmes desfibril·lables.
2. Analitzar la sensibilitat i especificitat dels algoritmes de detecció dels DEA pel conjunt de ritmes desfibril·lables, intermedis i no desfibril·lables.

2.2.2.2 Objectius secundaris

1. Determinar la freqüència, localització, tipus de DEA i tipus d'ús.
2. Analitzar l'evolució temporal dels ritmes desfibril·lables.
3. Analitzar els temps d'utilització i funcionament dels DEA (anàlisi del ritme, càrrega de condensadors, administració de teràpia).
4. Analitzar les diferències d'usos entre DEA fixes i mòbils
5. Analitzar l'eficàcia en la interrupció de ritmes desfibril·lables pels DEA.
6. Avaluar el grau de realització de maniobres de RCP per part dels usuaris del DEA així com la qualitat de les mateixes.
7. Avaluar la seguretat dels dispositius pels reanimadors.
8. Descriure la freqüència de recuperació de la circulació espontània de les víctimes d'ACR tractades amb DEA del programa i la seva relació amb el ritme subjacent.

3.MÈTODES

3.1 Casos i origen de les dades

Es varen incloure de forma prospectiva totes les activacions del programa Girona Territori Cardioprotegit entre juliol de 2011 i desembre de 2018. Es considera una activació quan un DEA de la xarxa de desfibril·ladors del programa és utilitzat, normalment en el context d'una ACR.

Aquesta xarxa està formada per 783 DEA d'ús públic arreu del territori gironí, en forma de 502 desfibril·ladors en vies públiques (fixos), 241 formant part de l'equipament de policies, bombers i ambulàncies bàsiques (mòbils) i 40 "lliures" per esdeveniments esporàdics. La ubicació dels DEA fixos pot consultar-se al següent enllaç: <http://www.gironaterritorialcardioprotegit.cat/xarxa-dea-fixos/>.

Dipsalut manté una base de dades exhaustiva amb totes les activacions del programa, essent l'origen de les dades d'aquest treball.

3.2 Els DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit

Els DEA distribuïts pel programa són del model PowerHeart AED G3 9300 fabricats per Cardiac Science (Bothell, Washington, EE UU) autoritzats per la seva utilització a Europa per la Medical Device Safety Service. Aquest model dispensa una energia adaptada a la impedància del pacient en successives desfibril·lacions d'ona bifàsica truncada començant amb una energia de 126-260 Joules i continuant amb descàrregues d'entre 170 i 351 Joules.

Amb finalitat d'auditoria, aquests dispositius després de cada utilització generen un arxiu explotable amb el registre electrocardiogràfic i un cronòmetre amb els diferents successos (Annex 1: registre procedent dels DEA), a més d'un arxiu d'àudio amb el so registrat durant la seva utilització (no utilitzat en el present estudi).

3.3 Disseny del present estudi

El present estudi es va dissenyar en forma de estudi transversal, incloent tots els casos consecutius en els que es va utilitzar un DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit en el període 2011-2019.

Del total de casos inclosos, es van seleccionar per la anàlisi del ritme, la precisió diagnòstica dels algorismes i l'eficàcia de la desfibril·lació, els casos registrats catalogats com ACR, en els que es disposava del registre electrocardiogràfic.

Així per tant es va construir una base de dades partint del registre d'usos de Dipsalut, a la que es va afegir la informació derivada de la revisió exhaustiva dels registres procedents dels desfibril·ladors.

3.4 Definicions i variables analitzades

3.4.1 Variables procedents de la base de dades de Dipsalut

De cada activació es va registrar en base al recull d'usos de Dipsalut (Annex 2: full de recollida de dades DIPSALUT), la localització i l'hora de l'ACR, l'edat i sexe de la víctima, el tipus de DEA utilitzat (mòbil o fixe) i el tipus d'activació. El tipus d'activació del DEA es va classificar en tres categories:

1. Correcta: Davant un pacient amb pèrdua brusca de consciència que no respon a ordres i es varen iniciar maniobres de RCP bàsica.
2. Intermèdia: Quan un pacient va tenir una disminució o pèrdua transitòria del nivell de consciència autolimitada, sense necessitat d'iniciar maniobres de RCP o la pèrdua de consciència no es va arribar a produir però la situació va impressionar de gravetat als possibles reanimadors.
3. Incorrecta: Davant usos incívics, bretolades o usos no previstos dels DEA.

A més es va registrar l'estat vital del pacient després de les maniobres de RCP.

3.4.2 Variables procedents dels registres dels desfibril·ladors

A partir dels registres electrocardiogràfics i de successos procedents dels DEA es emmagatzemats en format pdf, es va recuperar informació relacionada amb el moment d'apertura del dispositiu, el temps de lectura i interpretació del ritme cardíac i el número de teràpies administrades, a més dels traçats electrocardiogràfics per realitzar l'anàlisi cardiològica del ritme de l'ACR.

Per realitzar l'anàlisi descriptiva de les arrítmies causants de les aturades cardíques i l'estudi de la precisió diagnòstica dels algorismes es va considerar el primer ritme registrat pel dispositiu.

Es va classificar el ritme cardíac dels traçats electrocardiogràfics obtinguts dels DEA activats, en funció del document de consens de la American Heart Association (50). D'aquesta forma es varen considerar desfibril·lables la TV, la FV d'ona gruixuda (>200

μV) i la FV d'ona fina ($\leq 200 \mu\text{V}$) i no desfibril·lables el ritme sinusal, els bloquejos auriculoventriculars, la fibril·lació auricular i altres ritmes supraventriculars.

Per a l'anàlisi de l'eficàcia de les teràpies del dispositiu es van tenir en compte el total d'arrítmies registrades. Es va considerar efectiu un xoc del DEA si va aconseguir acabar amb el ritme desfibril·lable independentment del ritme o resultat final.

El temps d'aplicació de pegats es va definir com el temps transcorregut entre l'obertura de la tapa i la senyal de derivació electrocardiogràfica que apareix quan s'apliquen correctament els dos elèctrodes del DEA. El temps d'inici de lectura es va definir des de l'aplicació correcta d'elèctrodes fins a l'avís d'inici de lectura. El temps de lectura es va considerar des de l'avís d'inici de lectura fins a la recomanació feta pel DEA (de desfibril·lar o no). El temps de càrrega es va definir com el temps des de la identificació del ritme desfibril·lable fins al final de la càrrega dels condensadors. El temps de resposta es va definir com el temps entre l'ordre de desfibril·lar i la desfibril·lació. El temps de desfibril·lació es va definir com el temps entre l'obertura de la tapa i la primera descàrrega administrada. Es va definir com a temps total d'ús el temps transcorregut entre l'obertura i el tancament de la tapa del DEA.

La realització de maniobres de RCP es va avaluar de forma indirecta, gràcies a les ones que les compressions toràciques provoquen sobre el traçat electrocardiogràfic. De forma similar a estudis previs (21) es va considerar que es varen realitzar maniobres de reanimació si varen aparèixer aquest tipus d'ones i es varen considerar maniobres de qualitat si complien les següents característiques: les maniobres es varen ajustar a les instruccions del DEA i es varen mantenir constants amb freqüència superior a 50 ones /min.

3.4 Aspectes ètics i avaluació de l'estat vital

El projecte Girona Vital va ser presentat i aprovat pel CEIC de l'Hospital Universitari Josep Trueta de Girona al juliol de 2012. Totes les dades dels registres tant electrocardiogràfics procedents dels DEA com dels registres d'usos de Dipsalut són anònimes i no existeix cap dada que pugui vincular els esmentats registres amb cap persona. L'avaluació de l'estat vital i per tant el fet d'aconseguir la recuperació de la circulació espontània post ACR es va deduir de l'informe in situ dels reanimadors o testimonis practicat pels tècnics de Dipsalut en el moment de revisar o reposar el dispositiu després d'un ús, essent en tots els casos de caràcter anònim.

3.5 Anàlisi estadística

Per realitzar els estudis de sensibilitat i especificitat dels algorismes de detecció de ritmes desfibril·lables dels DEA es varen emprar les següents fórmules:

$$\text{Sensibilitat} = \text{Veritables positius} / \text{Veritables positius} + \text{Falsos Negatius}$$

$$\text{Especificitat} = \text{Veritables negatius} / \text{Veritables Negatius} + \text{Falsos positius}$$

$$\text{Precisió diagnòstica} = \text{Veritables positius} + \text{veritables negatius} / \text{total de casos}$$

Es va utilitzar com a *gold standard* la lectura dels traçats electrocardiogràfics per un cardiòleg (el doctorand). En cas de traçats dubtosos, es varen analitzar conjuntament per quatre cardiòlegs fins a arribar a un consens. Així es varen considerar veritables positius o negatius en els casos en que el diagnòstic del DEA coincidia amb el cardiològic, falsos positius quan el DEA va considerar que un ritme era desfibril·lable

i el cardiòleg no, i falsos negatius en els casos que el DEA identificava com no desfibril·lable un ritme considerat desfibril·lable per l'anàlisi cardiològica.

Pel càlcul de la taxa d'activacions per habitant es va fer servir la població de la província de Girona i els seus municipis procedent del IDESCAT a data 2018 (70).

Les variables contínues es varen expressar com a mitjana \pm desviació estàndard o com a mediana i rang interquartílic en el cas dels temps d'ús dels DEA. Les variables categòriques es varen expressar com a valor absolut i percentatge. La comparació de variables qualitatives es va realitzar mitjançant la prova de Xi quadrat i les quantitatives mitjançant la T d'Student.

Per analitzar una possible tendència temporal en la proporció de ritmes desfibril·lables i supervivents a les aturades, es va considerar que les incidències anuals eren independents i per tant es va emprar el test de Xi quadrat.

Amb la finalitat d'identificar diferències en els temps d'activació pels diferents ritmes i després de comprovar la normalitat de la distribució amb el test de Kolmogorov-Smirnov, es va realitzar un test d'ANOVA per els 6 grups de ritmes més freqüents (asistòlia, ritme sinusal, bloqueig auriculoventricular, fibril·lació auricular-flúter, fibril·lació ventricular i fibril·lació ventricular fina). La anàlisi post hoc es va fer amb el mètode de Bonferroni. Es va considerar significatiu un valor p bilateral < 0.05 .

Per tal d'identificar les variables relacionades de forma independent amb la supervivència a l'aturada, es va construir un model de regressió logística binomial, incloent com a variables aquelles clínicament rellevants (tipus de ritme, temps total d'ús del desfibril·lador i realització de maniobres de RCP) i les que en l'anàlisi

univariada van mostrar significació estadística. La bondat de l'ajust es va comprovar mitjançant el test de Hosmer-Lemeshow.

Donat que el temps de resposta està exponencialment relacionat amb el percentatge de ritmes desfibril·lables i amb la finalitat d'estimar el temps entre l'ACR i la utilització dels DEA en el nostre estudi, es va construir un model de regressió curvilínia inversa fent servir les dades de percentatge de ritme desfibril·lable i els temps de resposta de diferents sèries publicades.

L'anàlisi estadística es va realitzar amb el llenguatge estadístic R (R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>). S'han fet servir els següents paquets:

- **Tidyverse:** Hadley Wickham (2017). 'Tidyverse'. R package version 1.2.1. <https://CRAN.R-project.org/package=tidyverse>
- **Rgdal:** Roger Bivand, Tim Keitt and Barry Rowlingson (2019). rgdal: Bindings for the 'Geospatial' Data Abstraction Library. R package version 1.4-3. <https://CRAN.R-project.org/package=rgdal>
- **Bdpv:** Frank Schaarschmidt (2019). bdpv: Inference and Design for Predictive Values in Diagnostic Tests. R package version 1.3. <https://CRAN.R-project.org/package=bdpv>

- **Lubridate:** Garrett Grolemond, Hadley Wickham (2011). Dates and Times Made Easy with lubridate. Journal of Statistical Software, 40(3), 1-25. URL <http://www.jstatsoft.org/v40/i03/>.
- **ResourceSelection:** Subhash R. Lele, Jonah L. Keim and Peter Solymos (2019). ResourceSelection: Resource Selection. (Probability) Functions for Use-Availability Data. R package version 0.3-5. <https://CRAN.R-project.org/package=ResourceSelection>

4.RESULTATS

4.1. Anàlisi d'usos dels desfibril·ladors del programa Girona Territori Cardioprotegit

4.1.1 Ritme d'inclusió de casos

La recollida de dades es va realitzar entre Juliol de 2011 (inici del projecte "Girona Territori Cardioprotegit") i desembre de 2018, que correspon a 2732 dies d'observació. Es varen registrar 479 activacions del projecte Girona Territori Cardioprotegit durant el període d'estudi corresponent a 0.18 casos/dia i 0.076 usos/dea-any.

Durant el primer any natural de l'estudi (2011) només es varen incloure casos a partir de la segona meitat (n=21), posteriorment la inclusió ha estat homogènia amb una mitjana de 59.8 activacions/any, essent l'any de més inclusió el 2015 amb 75 casos (figura 8).

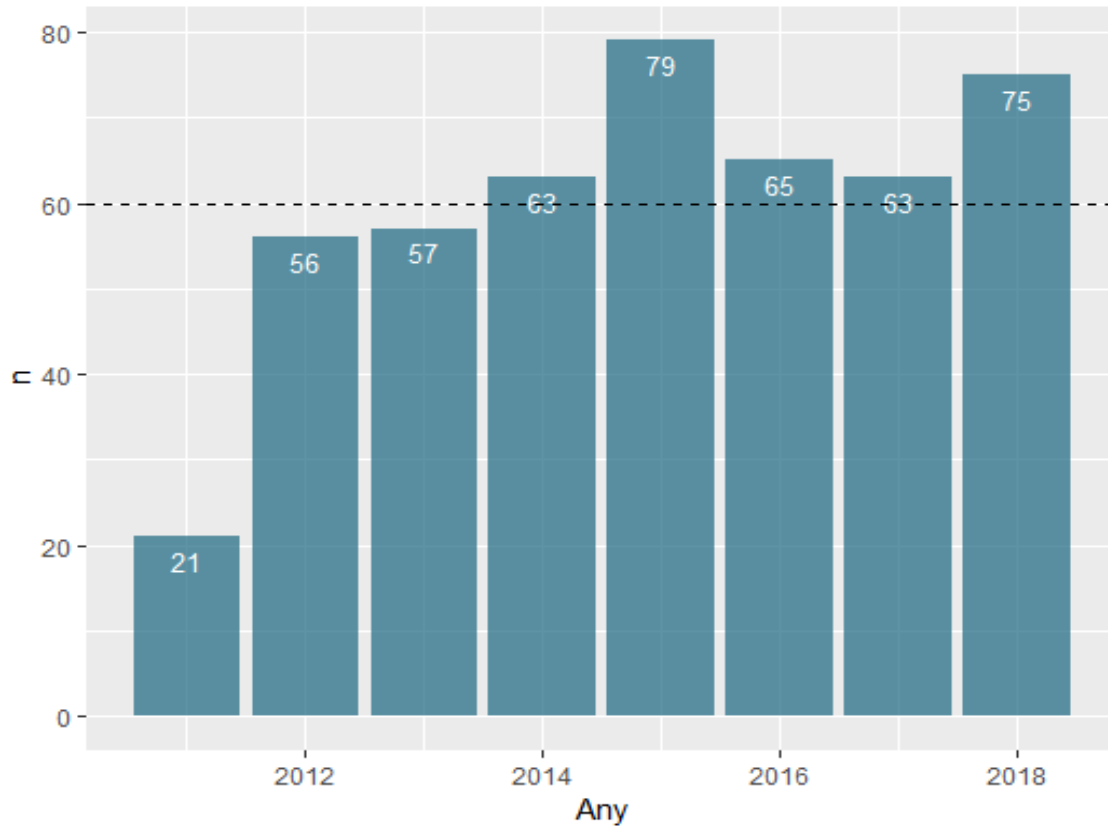


Figura 8: Número d'activacions (n) per any del projecte Girona Territori Cardioprotegit

Gràcies a les dades aportades per la Direcció Territorial del SEM a Girona, disposem del número d'ACR extrahospitalàries ateses els anys 2016 (n=384), 2017 (n=368) i 2018 (n=474) i per tant podem estimar el percentatge de cobertura del nostre programa de desfibril·lació pública sobre el total d'aturades de la regió sanitària. Així per 2016 va ser del 16,9%, per 2017 del 17,1%, per 2018 de 15,8%, essent globalment del 16,5%.

4.1.2 Tipus de DEA, tipus d'ús i hora del dia

Del total d'usos registrats, 360 activacions es varen realitzar amb un dispositiu mòbil (77,4%) i 105 amb un dispositiu fixe (21,9%). En 14 (0,7%) activacions no es disposa d'informació sobre el tipus de dispositiu.

Es varen classificar com a correctes (veritables ACR) 442 activacions (94%), 19 usos (4%) com intermedis (pacients amb pèrdua de consciència sense ACR) i 9 casos (1,9%) com a ús incorrecte (actes incívics). No es va disposar d'informació sobre el tipus d'ús en 9 activacions (1.9%).

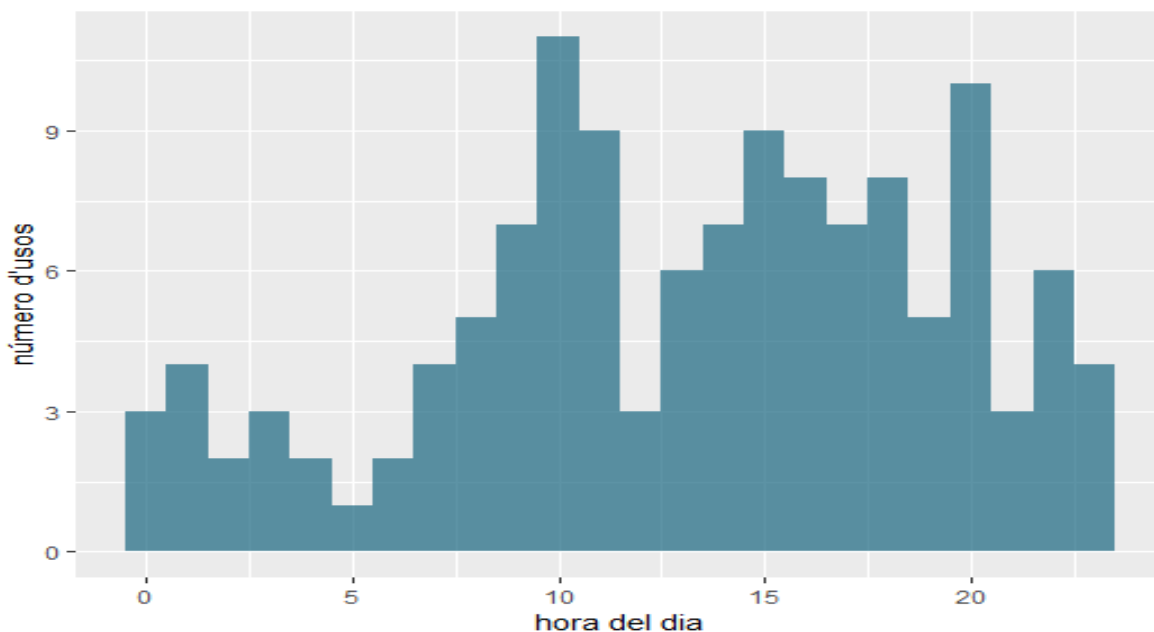


Figura 9: Histograma de freqüències de l' hora d'activació

Es disposa d'informació sobre l'hora del dia en 129 pacients (figura 9). L'hora més freqüent de activació va ser les 10:00 amb un 8,5% de les activacions, seguit de les 20:00 amb un 7,8% de les activacions. L'hora de menys activació són les 5:00 amb una sola activació (0,8%), seguit de les 2:00, les 4:00 i les 6:00 amb dues activacions (1,6%). Només un 30% de activacions (39/129) es varen produir entre les 20:00 i les 8:00h.

4.1.3 Activacions per municipi

Noranta-cinc dels 221 municipis (42.9%) van tenir alguna activació. El municipi amb més activacions va ser Lloret de Mar amb 42 (8,7%), seguit de Girona amb 34 (7%) i Roses amb 28 (5,8%). Al mapa (Figura 10) es representen el número d'activacions per municipi.

Analitzant les taxes d'incidència acumulada per 1000 habitants de tot el període d'estudi, les activacions es van concentrar especialment en municipis costaners, destacant particularment Pals (5.83 activacions/1000 habitants), seguit de Platja d'Aro (1,71), L'Escala (1.54) i Roses (1.45), en canvi les taxes més baixes es varen donar en les ciutats més grans: Figueres(0.32), Girona (0.34) i Olot (0.35).

Tot i que la major part de les activacions es varen produir en localitats amb més de 10.000 habitants, un 56% dels municipis on es va registrar alguna activació, no disposen de policia local, protecció civil o base del SEM.

En la Taula 2 es descriuen els municipis amb 10 o més activacions en el període d'estudi, el número d'activacions, el percentatge sobre el total i la taxa d'activacions per 1000 habitants.

usos de DEA per municipi

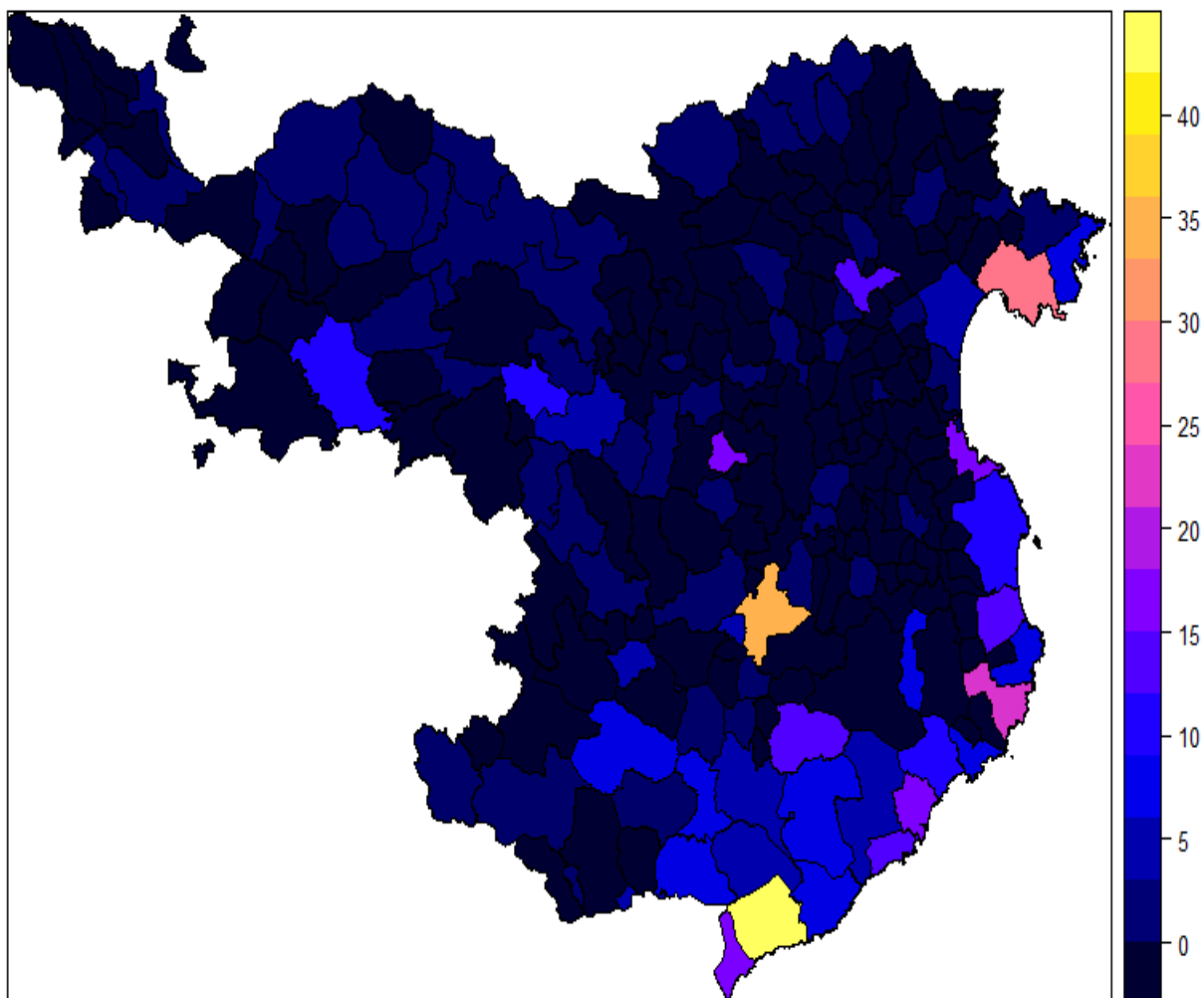


Figura 10: Usos de DEA per municipi. El número d'usos es representa a l'escala de color de la dreta. Cal notar la concentració d'usos als municipis costaners.

Municipi	activacions	%	població	act/1000h
Lloret de Mar	42	8,75	37300	1,13
Girona	34	7,08	100200	0,34
Roses	28	5,83	19300	1,45
Palafrugell	21	4,38	22800	0,92
Banyoles	18	3,75	19600	0,92
Castell-Platja d'Aro	18	3,75	10500	1,71
Blanes	16	3,33	38700	0,41
L'Escala	16	3,33	10400	1,54
Cassà de la Selva	15	3,13	10300	1,46
Figueres	15	3,13	46300	0,32
Pals	14	2,92	2400	5,83
Olot	12	2,50	34400	0,35
Calonge	10	2,08	10800	0,93
Ripoll	10	2,08	10600	0,94
Torroella de Montgrí	10	2,08	11500	0,87

Taula 2: Activacions per municipi

4.2 Anàlisi dels ritmes registrats

4.2.1 Casos exclosos de l'anàlisi de ritmes

Del total de 479 casos, 74 (15,4%) no complien els criteris pre-especificats per ésser inclosos a l'estudi (Figura 11). Les causes d'inelegibilitat varen ser les següents: en 44 casos no es va poder recuperar el traçat procedent del DEA, en 15 pacients l'esdeveniment no va ser una aturada cardíaca, 9 activacions varen correspondre a actes incívics i en 6 el traçat electrocardiogràfic estava molt artefactat i no es va poder analitzar.

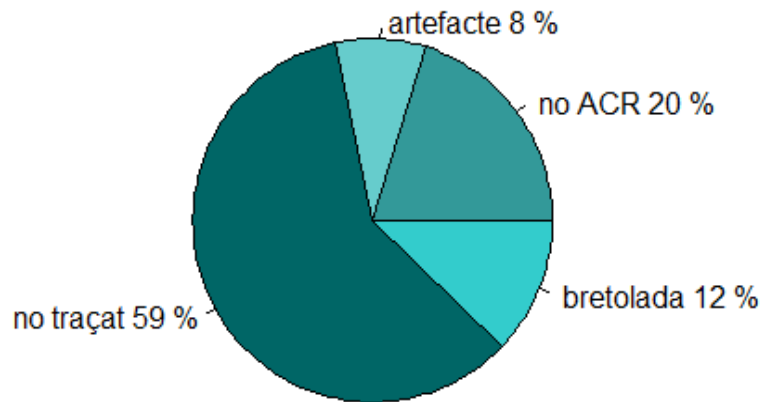


Figura 11: Activacions excloses de l'anàlisi.

Després d'excloure els 74 casos prèviament esmentats es va disposar de 405 casos per l'anàlisi pre-especificada, dels quals 324 eren fixes (80%) i 81 mòbils (20%).

4.2.2 Informació general dels casos analitzats

Es va obtenir informació de gènere en 317 casos, els quals mostren una àmplia majoria d'homes (75,4%). En 287 casos es va disposar d'informació sobre l'edat, mostrant una edat mitjana de 63 ± 17 anys i una mediana de 65 anys. No es varen trobar diferències d'edat entre homes i dones ($p=0,58$).

Respecte a la recuperació dels casos inclosos a l'anàlisi de ritmes 61 casos del total de 405 (15,1%) varen recuperar la circulació espontània després de les maniobres de reanimació. La resta de casos varen ser èxits malgrat les maniobres de reanimació cardiopulmonar.

4.2.3 Ritmes subjacents a l'aturada cardiorespiratòria

Després d'una revisió completa, en tots els pacients analitzats es va poder identificar el ritme subjacent de l'ACR. Els ritmes trobats a les aturades cardíques i la seva freqüència relativa es detallen a la Taula 3.

El ritme més freqüentment identificat va ser l'asistòlia, en 155 casos (38%), seguit de la fibril·lació ventricular gruixuda, en 93 casos (23%) i el ritme sinusal en 71 casos (17,5%). Els ritmes desfibril·lables (fibril·lació ventricular gruixuda i fina i taquicàrdia ventricular) varen suposar el 29.1% ($n= 118$) dels traçats analitzats. Un resum dels ritmes trobats es representa a la Figura 12.

Ritme	N	percentatge
Asistòlia	155	38,27%
Fibril·lació ventricular gruixuda	93	22,96%
Taquicàrdia Sinusal	71	17,53%
Bloqueig auriculoventricular avançat	39	9,63%
Fibril·lació ventricular fina	21	5,19%
Fibril·lació auricular	10	2,47%
Bradicàrdia sinusal	8	1,98%
Taquicàrdia ventricular	4	0,99%
Ritme idioventricular accelerat	2	0,49%
Extrasistòlia freqüent	1	0,25%
Flutter	1	0,25%
Total	405	100%

Taula 3: Ritmes trobats a les aturades cardíques de l'estudi.

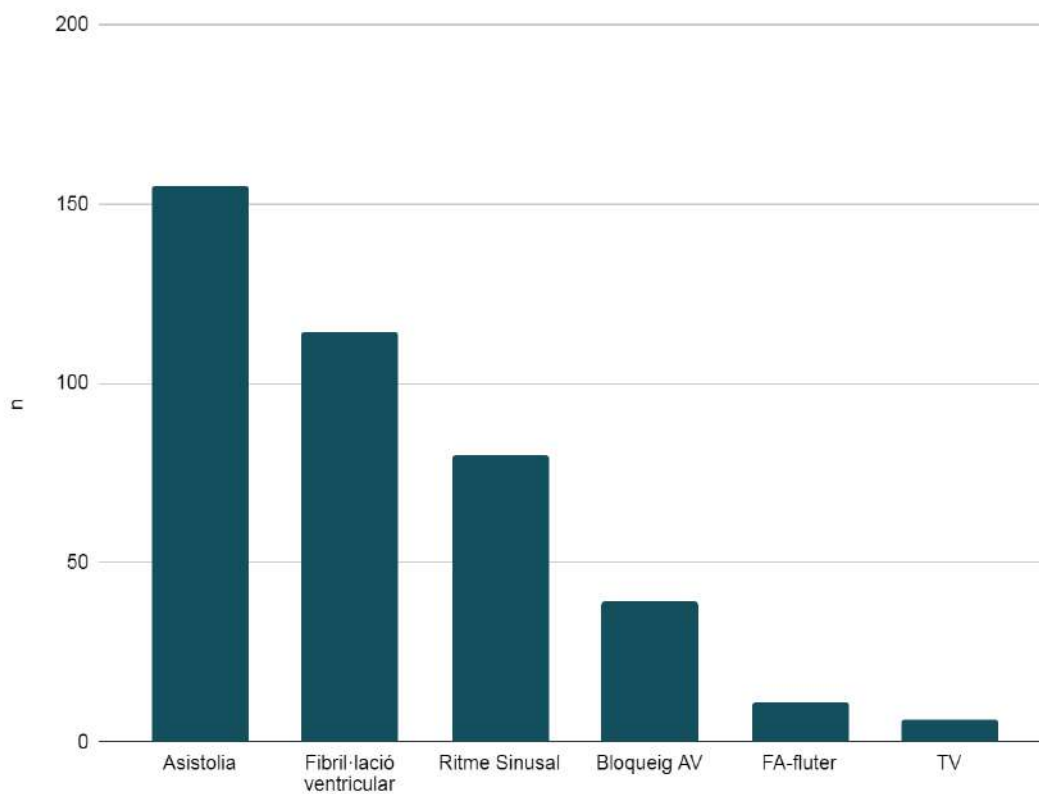


Figura 12: Resum de ritmes presents a les aturades cardíques de l'estudi.

4.2.4 Evolució temporal dels ritmes desfibril·lables

Durant el període d'estudi la incidència de ritmes desfibril·lables manté una proporció estable al voltant d'un terç del total de ritmes, amb l'excepció de l'any 2014, on només es varen detectar un 19% de ritmes desfibril·lables sobre el total (Figura 13 i Taula 4). No es va detectar cap tendència temporal a l'augment o disminució dels ritmes desfibril·lables analitzat cada any per separat ($p=0,774$) ni comparant la primera meitat de l'estudi (2011-2014) amb la segona (2015-2018): 30,5% vs 31%, $p=0,994$.

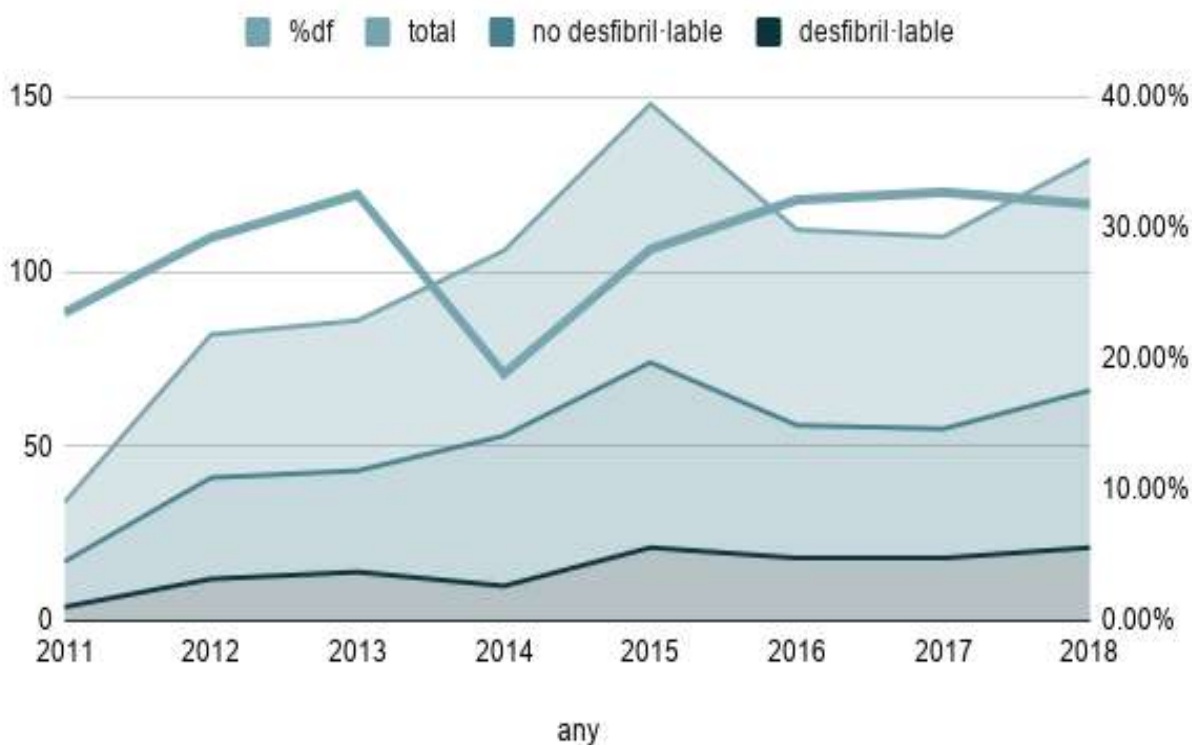


Figura 13: Evolució temporal de la proporció de ritmes desfibril·lables. %df: percentatge de ritmes desfibril·lables sobre el total (línia gruixuda).

Any	desfibril·lable	no desfibril·lable	total	% df
2011	4	13	17	23,53%
2012	12	29	41	29,27%
2013	14	29	43	32,56%
2014	10	43	53	18,87%
2015	21	53	74	28,38%
2016	18	38	56	32,14%
2017	18	37	55	32,73%
2018	21	45	66	31,82%
Total	118	287	405	29,14%

Taula 4: Evolució temporal dels ritmes desfibril·lables. %df: percentatge de ritmes desfibril·lables sobre el total per any.

4.2.5 Freqüència de recuperació de la circulació espontània segons el ritme

Els ritmes dels 61 casos que varen aconseguir recuperar la circulació espontània varen ser significativament diferents dels ritmes d'aquells que varen morir a l'ACR (taula 5, $p < 0.001$). Així la proporció de FV en el grup de recuperats va ser del 65,5%, substancialment més alta que al grup de morts on representa només un 15,5%. Globalment 51 dels supervivents presentaren ritmes desfibril·lables (83,6%) comparat amb 71 (20%) al grup que no va sobreviure. L'assistòlia va ser el ritme més freqüent entre els morts ($n=151$, 43,9%), mentre que va ser excepcional entre els supervivents a les maniobres ($n=4$, 6,5%).

Analitzat per ritmes, la recuperació de la circulació espontània va ser en ordre descendent: TV 75%, FV gruixuda 43%, FV fina 19%, ritme sinusal 12%, bloqueig auriculoventricular avançat 2,6% i asistòlia 2,5% (figura 15).

	No ROSC	% no ROSC	ROSC	%ROSC
FV	53	15,41%	40	65,57%
TV	1	0,29%	3	4,92%
RS	62	18,02%	9	14,75%
BAV	38	11,05%	1	1,64%
ASI	151	43,90%	4	6,56%
FV fina	17	4,94%	4	6,56%
Altres	22	6,40%	0	0,00%
Total	344	100%	61	100%

Taula 5: Ritmes i recuperació de la circulació espontània (ROSC).

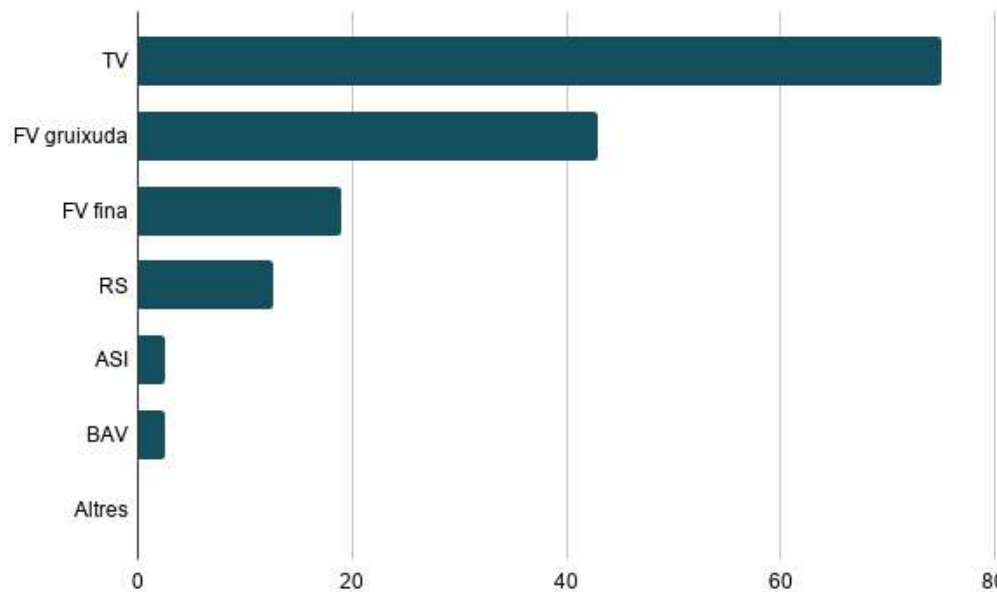


Figura 14: Recuperació de la circulació en funció del tipus de ritme. TV: taquicàrdia ventricular. FV: Fibril·lació ventricular. RS: ritme sinusal. ASI: Asistòlia. BAV: Bloqueig auriculoventricular.

4.3. Avaluació del funcionament dels desfibril·ladors

4.3.1 Precisió diagnòstica de ritmes desfibril·lables

De les 405 actuacions registrades, els DEA van interpretar com a ritme desfibril·lable 97 casos, detectant-se un fals positiu (0,3%)(Figura 15). L'avaluació experta va identificar 118 casos amb ritme desfibril·lable.

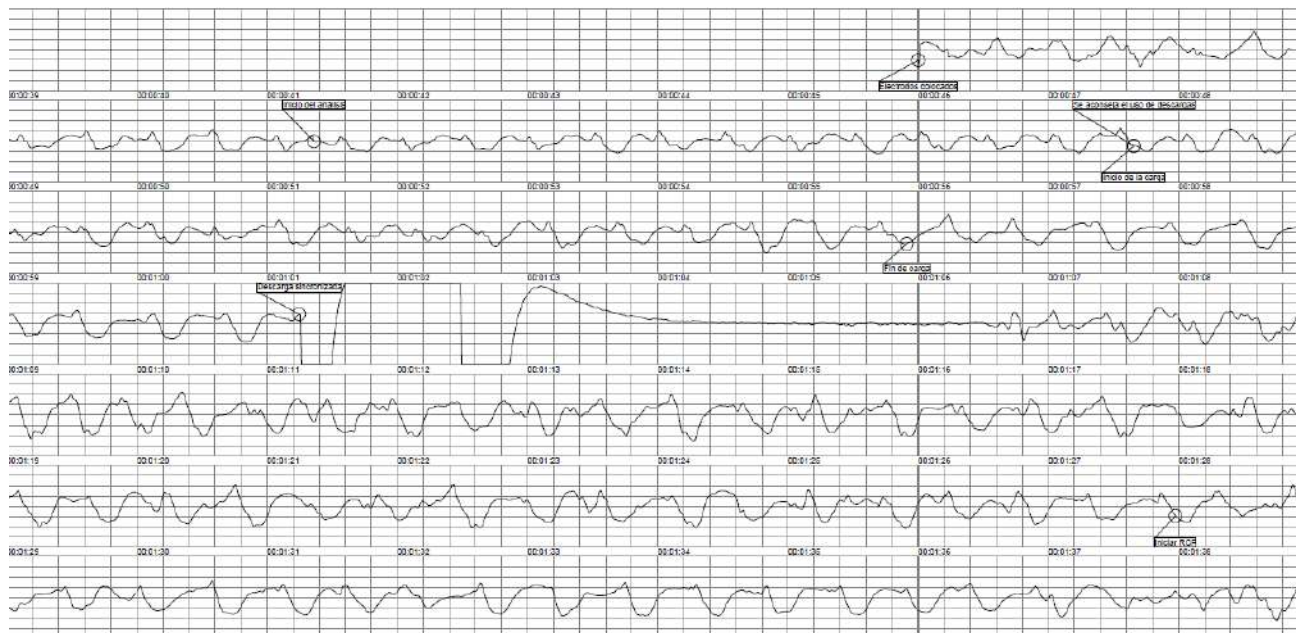


Figura 15: Fals positiu. Ritme sinusal amb QRS molt aberrat interpretat com a ritme desfibril·lable. Després de la descàrrega continua el mateix ritme.

Dels 308 casos que el DEA va interpretar com a no desfibril·lables, 22 traçats (7,1%) varen ser considerats falsos negatius després de l'avaluació experta (Figura 17). Cal notar que 14 dels 22 falsos negatius eren FV d'ona fina i 8 d'ona gruixuda, coexistint en tots aquests últims un traçat molt artefactat.

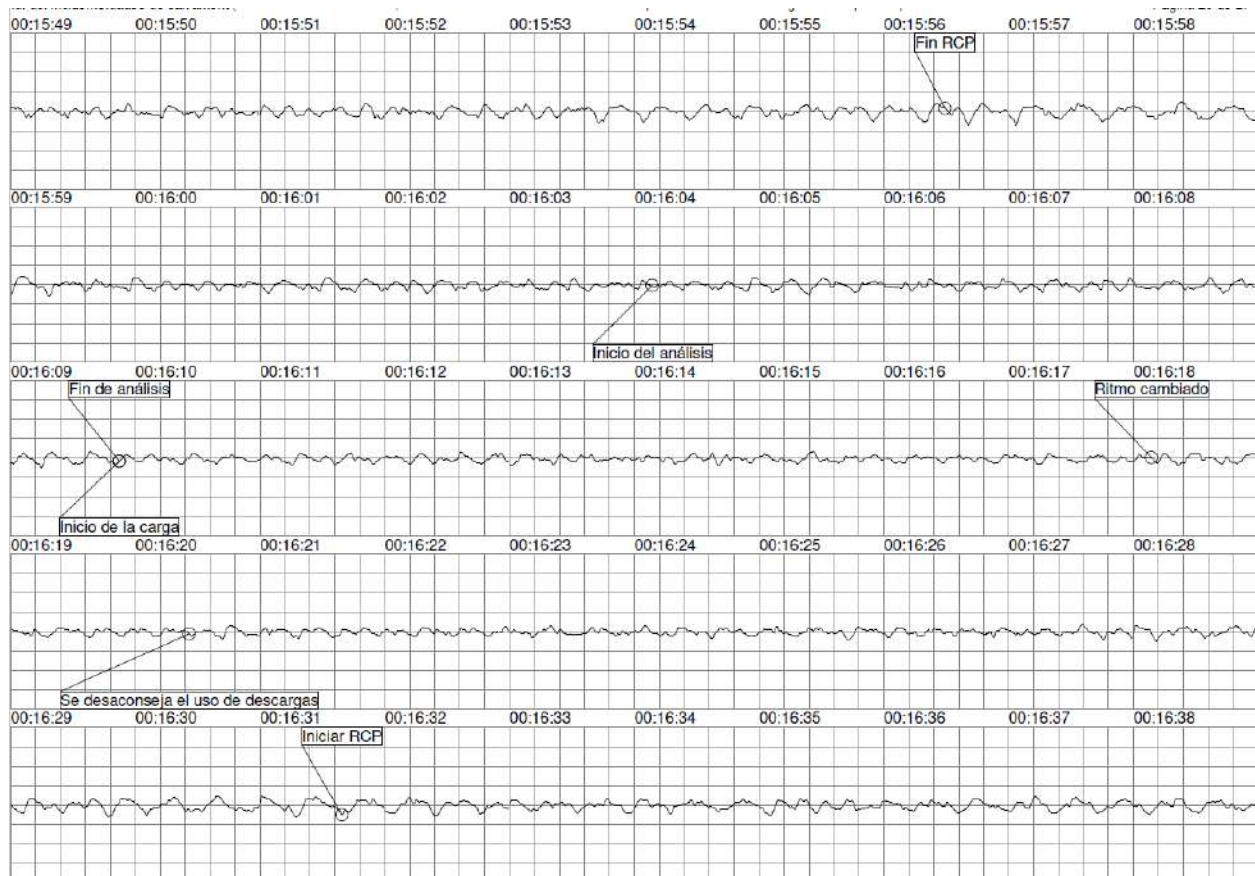


Figura 16: Fals negatiu. El DEA desaconsella descarrega malgrat hi ha manifestament una fibril·lació ventricular

Aquestes dades suposen que els algorismes de detecció de ritmes desfibril·lables presenten una sensibilitat de 81,3% (IC95: 74,4-87,9%) i una especificitat del 99,5% (IC95: 97,8-99,9%), amb una precisió diagnòstica del 77%, estimant-se per a una prevalença de ritmes desfibril·lables de 0,3, un valor predictiu positiu de 0,98 i un valor predictiu negatiu de 0,92.

La sensibilitat per als diferents tipus de ritmes desfibril·lables va ser: TV 100% (4 casos), FV d'ona gruixuda 91,3% i FV d'ona fina 33,3%.

4.3.2 Temps de resposta i funcionament

El temps mig entre l'obertura de la tapa del dispositiu i la col·locació dels elèctrodes pel reanimador va ser de 52 ± 25 segons amb una mediana de 51 i un rang interquartílic de 29 segons. El temps mig des de la col·locació dels elèctrodes fins l'inici de la lectura per part del dispositiu va ser de $8,3 \pm 0,9$ segons amb una mediana de 9 segons i un rang interquartílic de 2 segons. El temps mig emprat pel dispositiu per fer l'anàlisi del traçat va ser de $6 \pm 0,9$ segons amb mediana de 5 i rang interquartílic de 2,25 segons. El resum d'aquests temps es representa la Figura 17. El temps total mig d'ús del desfibril·lador automàtic va ser de 13 ± 8 minuts amb mediana de 10 minuts i 55 segons i rang interquartílic de 10 minuts i 28 segons.

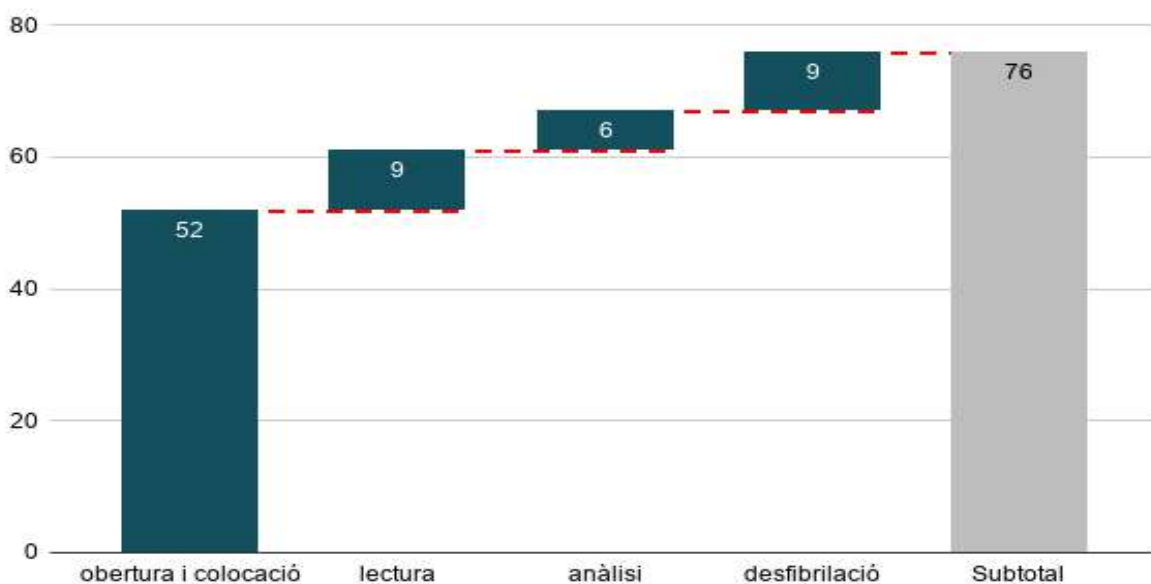


Figura 17: Temps mig en segons emprats en cada fase d'ús del DEA.

Amb l'objectiu d'identificar si els dispositius tenen un temps de lectura diferent en funció del tipus d'arrítmia, es va confirmar normalitat de la distribució del temps de lectura (K-S test $p= 0,274$) i es va realitzar un test d'ANOVA per els 6 grups de ritmes més freqüents (asistòlia, ritme sinusal, bloqueig auriculoventricular, fibril·lació auricular-flutter, fibril·lació ventricular i fibril·lació ventricular fina). Es va comprovar que existien diferències en el temps de lectura en funció dels diferents tipus de ritme ($p<0,001$), i a l'anàlisi post-hoc, la fibril·lació ventricular es va mostrar com l'arrítmia més ràpidament identificada (diferència mitja de 4,8 segons menys, $p<0,001$). No es varen detectar diferències en temps de lectura entre les altres ritmes.

Malauradament es desconeix el temps entre l'ACE i l'aplicació del DEA al nostre estudi. Per intentar obtenir una estimació i en base les dades sobre el temps d'actuació i el percentatge de ritme desfibril·lable de 30 sèries recents sobre desfibril·lació pública (18-31,55,60-62,64,71-80), es va construir un model de regressió curvilínia inversa ($F=99,775$; $r^2=0,787$; $p<0,001$), representat a la Figura 18. El temps entre l'ACR i l'aplicació del DEA a la nostra mostra sèrie es va estimar de $7,43\pm 1,47$ minuts.

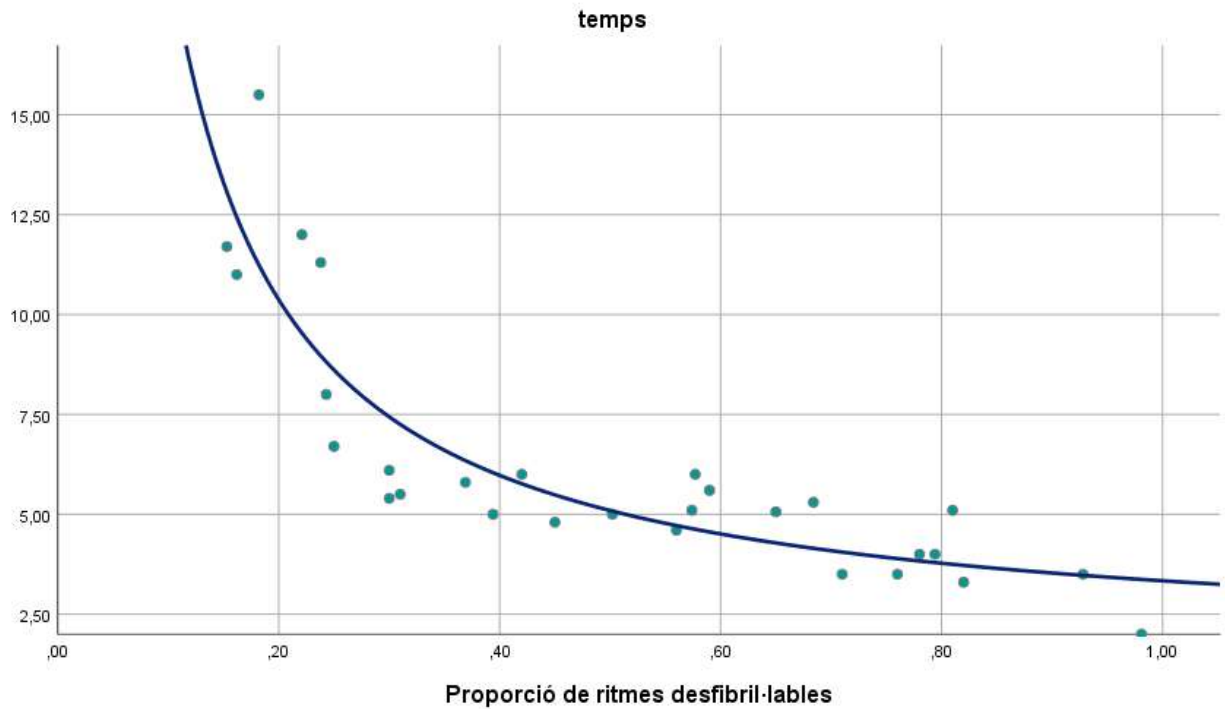


Figura 18: Model de regressió estimant el temps d'aplicació del DEA en funció de la proporció de ritmes desfibril·lables de les principals sèries publicades.

4.3.3 Anàlisi de la desfibril·lació

En els 97 traçats que el DEA va considerar desfibril·lables, la mediana de temps entre l'obertura de la tapa i la primera desfibril·lació va ser de 76 ± 33 segons (IQR 32s). El temps destinat a l'anàlisi del ritme va ser considerablement més curt en comparació amb els ritmes no desfibril·lables ($4,54 \pm 2,1$ vs $9,63 \pm 2,9$ segons, $p < 0.001$).

El temps de càrrega mitjà (des de la identificació del ritme desfibril·lable fins al final de la càrrega dels condensadors) va ser de $8,9 \pm 4$ segons amb una mediana de 8 segons i un rang interquartílic d'un segon.

El temps de resposta mitjà (temps entre l'ordre de desfibril·lar i la desfibril·lació) va ser de 9 ± 5 segons amb una mediana de 5 i un rang interquartílic de 9 segons.

Es varen produir 212 descàrregues en total amb una mitjana de $2,19 \pm 1,5$ descàrregues per pacient (mediana 2), de les quals 196 (92%) es varen considerar efectives (varen acabar amb l'arrítmia). En 40 casos el DEA va actuar una sola vegada, en 27 casos dues vegades, en 16 casos 3 vegades, en 8 casos 4 vegades, en dos casos 5 vegades, en 3 casos 6 vegades i en un únic cas el DEA va desfibril·lar 11 vegades. En 44 casos amb ritme desfibril·lable (45,3%) es va recuperar la circulació espontània.

4.3.4 Comparació entre DEA fixes i mòbils

La comparació entre el temps de col·locació d'elèctrodes, temps de resposta, temps d'ús, percentatge de ritmes desfibril·lables, número de descàrregues efectives, realització de maniobres de RCP i taxa de recuperació de la circulació espontània entre els dispositius fixes (n=81) i mòbils (n=324), es descriu a la Taula 6.

No es varen trobar diferències estadísticament significatives entre un i altre sistema a cap dels apartats esmentats a excepció de la proporció de desfibril·lacions efectives

(84,1 vs 49,3 ; p=0,013) que varen ser superiors en el cas dels DEA fixes. Cal fer notar una tendència que no arriba a la significació estadística entre el percentatge de ritmes desfibril·lables trobats pels dispositius fixes (32,9 vs 21,9; p=0,056).

	DEA fixe	DEA mòbil	valor p
temps col·locació pegats (s)	54±26	52±25	0,437
temps total ús (min)	14,2±8	12,4±8	0,087
ritmes desfibril·lables (%)	32,9	21,9	0,056
número descàrregues (mitja)	1,88±1,35	2,3±1,6	0,253
descàrregues efectives (%)	84,1	49,3	0,013
realització de maniobres (%)	74,4	77,3	0,553
realització de maniobres de qualitat (%)	35,7	35,8	1
recuperació circulació (%)	18,5	13,9	0,388

Taula 6: Comparació entre dispositius fixes i mòbils.

4.3.5 Avaluació de les maniobres de RCP

Basat en l'anàlisi de les ones produïdes per les maniobres de RCP (Figura 19), es va interpretar que es varen realitzar en 308 pacients (76,7%), però només en 144 casos (35,9%) varen complir els criteris prèviament definits de RCP de qualitat. No es varen identificar diferències en la realització de maniobres ni en la qualitat de les mateixes entre els dispositius fixes i mòbils.

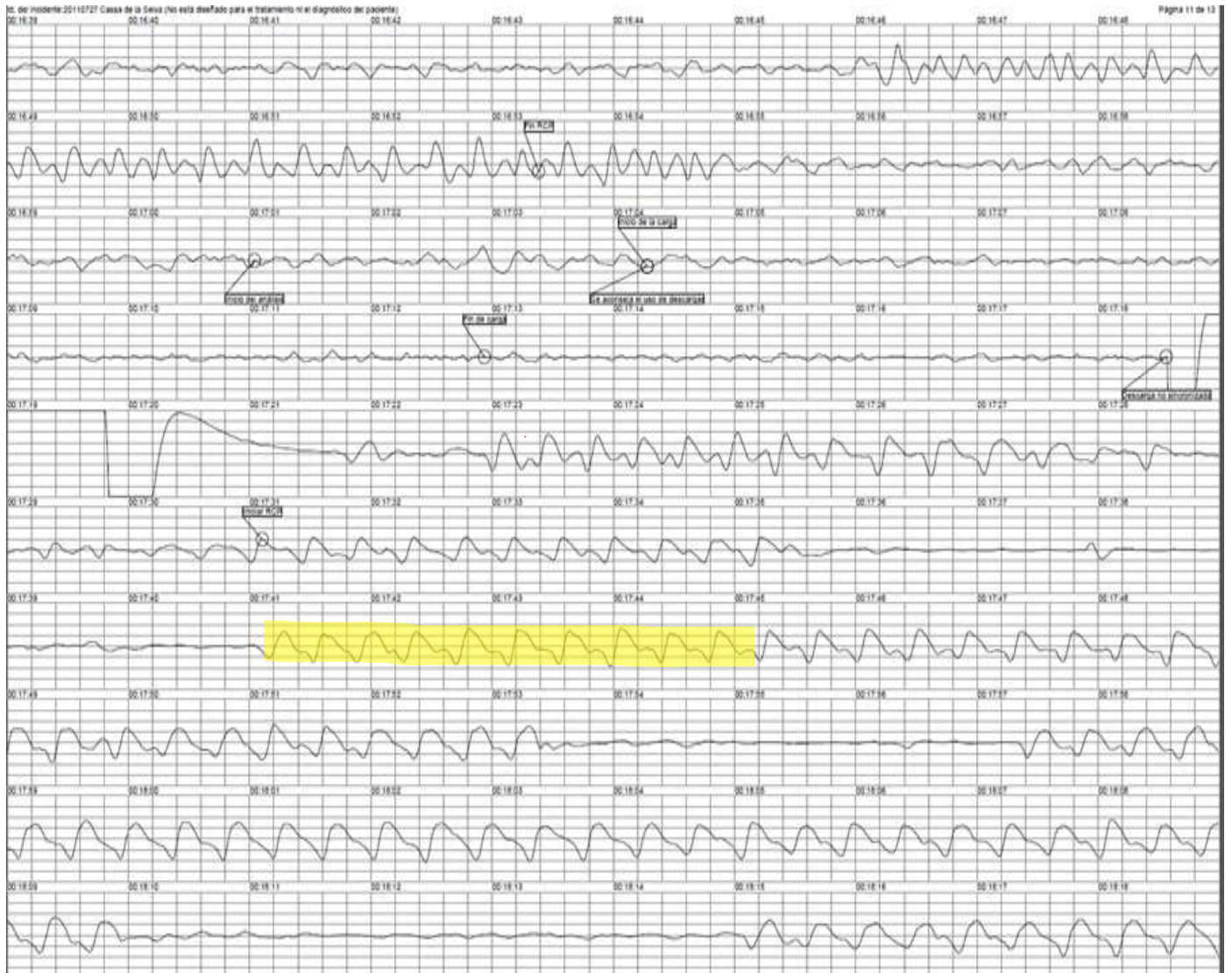


Figura 20: Ones produïdes per les maniobres de RCP en el traçat del DEA.

4.4 Anàlisi dels casos recuperats i model de predicció

Seixanta-un casos varen recuperar la circulació espontània (15% del total analitzat), dels quals 44 (72%) presentaven un ritme desfibril·lable tractat amb èxit pel dispositiu. Els ritmes desfibril·lables identificats amb èxit pel DEA varen presentar una taxa de ROSC del 45,3% (44/97), mentre que el ritmes desfibril·lables reals la van tenir del 39,8% (48/118). La taxa de ROSC per ritmes no desfibril·lables identificats pel DEA va ser del 5,8%(18/308) mentre que la taxa de ROSC dels ritmes no desfibril·lables reals va ser de 4,8% (14/287).

La proporció de supervivents va ser significativament diferent en els diferents anys d'estudi amb un màxim l'any 2018 de 25,76% i un mínim l'any 2012 de 2,44% (p=0,02). Es va identificar un lleuger augment no significatiu de supervivents en la segona meitat de l'estudi (Taula 7).

Any	ROSC	Valor p
2011	11,76%	0,0002
2012	2,43%	
2013	18,6%	
2014	20,75%	
2015	8,1%	
2016	10,7%	
2017	18,18%	
2018	25,75%	
Període		
primer	13,39%	0,79
segon	15,69%	

Taula 7: Percentatge de casos recuperats per les maniobres de reanimació per any d'estudi i període. ROSC: Recuperació de la circulació espontània.

Comparats amb els pacients morts, els pacients que van recuperar la circulació espontània eren més joves (58 ± 14 vs 64 ± 18 anys, $p=0,016$), més freqüentment homes (87% vs 72%, $p=0,004$), presentaren més freqüència de ritmes desfibril·lables (77% vs 20,6%, $p<0,001$) i varen utilitzar menys temps els dispositius ($10,7\pm 6$ min vs $13,4\pm 8$ min, $p=0,003$).

No es varen detectar diferències significatives en el tipus de DEA, o el temps d'aplicació dels pegats entre els dos grups. Cal destacar una menor proporció de realització de RCP i una major proporció de RCP de qualitat en el grup de supervivents, sense assolir la significació estadística (taula 8).

	no ROSC	ROSC	valor p
Edat (mitjana)	64±18	58±14	0,016
Homes(%)	72,79	87,71	0,02
DEA mòbil (%)	80,8	75,4	0,424
Ritme DF (%)	20,6	77	<0,001
RCP(%)	78,5	67,2	0,07
RCP de qualitat (%)	34,1	45,9	0,1
Temps pegats (s)	52±25	55±25	0,444
Temps total ús (min)	13,4±8	10,7±6	0,003

Taula 8: Anàlisi univariada. Diferències entre supervivents i no supervivents a les maniobres.

Amb la finalitat d'identificar les variables relacionades de forma independent amb la supervivència a l'aturada, es va construir un model de regressió logística binomial, incloent les següents variables: edat, ritme desfibril·lable, sexe, tipus de DEA (fixe o mòbil), realització de maniobres de RCP i temps total d'ús (Taula 9).

	B	exp(B)	IC2.5%	IC 97.5%	valor p
(Intercept)	-1.46012	0.23220689	-3.500840	-0.3961694	0.0137
Edat	-0.01875	0.98141624	-0.040543	0.00311269	0.0896
Sexe	0.37725	1.45828166	-0.637472	1.5086218	0.4841
DEA fixe	0.34191	1.40763979	-0.624473	1.2771569	0.4782
Ritme DF	3.03271	20.7534894	2.182204	4.0025174	<0.001*
RCP	-0.95011	0.38669744	-1.886505	-0.04152588	0.0413 *
Temps pegats	0.01255	1.01263465	-0.003268	0.02839672	0.1179
Temps Total ús	-0.0010	0.99893257	-0.002040	-0.00019982	0.0219 *

Taula 9: Model de regressió logística per probabilitat de sobreviure a l'ACR.

La presència d'un ritme desfibril·lable (OR 20,75, IC95%:2,18-54,70, $p < 0.001$), la no realització de maniobres de RCP (OR 0,38, IC95%:0,15-0,95, $p = 0,041$) i un temps total d'ús del dispositiu curt (OR 0,99, IC95%: 0,997-0,998, $p = 0,02$) es varen mostrar predictors independents de supervivència a la ACR.

5.DISCUSSIÓ

El present estudi descriu per primera vegada el paper dels desfibril·ladors automàtics en el context d'un programa de desfibril·lació pública en l'estat espanyol.

En primer lloc es discutiran els usos dels desfibril·ladors en el marc del projecte Girona Territori Cardioprotegit, la seva freqüència d'utilització, el percentatge sobre el total d'ACR i la incidència d'usos inadequats.

Posteriorment es discutiran els resultats en relació als ritmes trobats a les aturades cardiorrespiratòries i les seves possibles causes i es comentarà el funcionament dels DEA en termes de precisió diagnòstica dels algoritmes de detecció d'arrítmies i desfibril·lació.

Per últim es discutiran els factors relacionats amb la recuperació de la circulació espontània de l'ACR i les limitacions del present estudi.

5.1 . Usos dels desfibril·ladors

5.1.1 Taxa d'ús dels desfibril·ladors públics

La taxa mitjana d'activacions del projecte Girona Territori Cardioprotegit és de 60 activacions/any, similar a projectes ben reconeguts en desfibril·lació pública com el de Copenhage (60,5 usos/any) (22) i sensiblement superior a l'única experiència de desfibril·lació pública reportada a l'estat espanyol a Astúries (6,5 usos/any)(81). Destaca no obstant que la taxa d'usos per desfibril·lador desplegat al nostre projecte és molt alta (0,076 usos/dea-any), superant totes les sèries reportades: Copenhage (0,071 usos/dea-any) (22), Astúries (0,063 usos/dea-any)(81), Piacenza (0,014 usos/dea-any)(29), Àustria (0,019 usos/dea-any)(64) o Busan, Korea (0.004 usos/dea-any)(82).

La taxa d'ús dels DEA públics depèn de la densitat de població de referència, la incidència de mort sobtada, el tipus de programa (DEA fixes/mòbils) i la sensibilització de la població. Una raó que podria explicar que el projecte Girona Territori Cardioprotegit presenti una alta taxa d'ús/dea-any, malgrat la província de Girona es geogràficament dispersa, és l'elevada utilització de DEA mòbils (77.4%), absents en els programes d'Àustria, Copenhage, Dinamarca o Astúries anteriorment citats. Els programes de desfibril·lació mòbil permeten cobrir un territori més extens amb relativament poques unitats, augmentant així el número d'usos per dispositiu, amb la contrapartida d'augmentar els temps entre l'aturada i la desfibril·lació (83).

5.1.2 Percentatge sobre el total d'ACR

Malgrat el gran número de DEA disponibles als països industrialitzats, les taxes d'utilització dels mateixos i per tant el percentatge cobert del total d'ACR s'han demostrat subòptims (42). A la nostra regió sanitària, la proporció d'ACR cobertes pel programa durant el període d'estudi ha estat del 16,5%, una xifra similar a la publicada al programa de desfibril·lació pública nacional al Japó, que va incrementar el percentatge de cobertura entre 2005 a 2013 de l'1.1% al 16.5% del total d'ACR (20). Lluny del 36% sobre el total d'ACR reportat a la ciutat de Copenhage (63), és molt superior a la cobertura descrita a la ciutat de a la ciutat d'Estocolm (7%)(27) o al consolidat "Progetto Vita" a Piacenza amb una cobertura del 2,9% sobre el total d'aturades(29).

Alguns factors com la distància inferior a 100 metres d'un DEA(84), la disponibilitat dels dispositius fora dels horaris comercials (85), les hores diürnes (30), la localització fora de domicili de les ACR (86), o les campanyes d'educació poblacional tenen impacte sobre el percentatge d'ús dels DEA sobre el total de aturades (87).

El programa de desfibril·lació pública de Girona presenta la dificultat de l'extensió geogràfica i per tant la distància a un DEA, que marca la gran diferència amb Copenhage (126 hab/km² vs 6980 hab/km²), però comparteix amb aquesta sèrie danesa la disponibilitat 7/24 dels DEA públics i un alt percentatge de població sensibilitzada (més del 10% de la població).

Per les característiques del nostre registre no disposem de dades sobre la localització de les aturades, no obstant el fet que un 70% dels usos dels DEA es donin en horari diürn contrasta amb l'absència coneguda d'un clar patró circadià de les ACR (88).

Altres experiències en desfibril·lació pública han mostrat tendències similars, que podrien reflectir una concentració nocturna de les ACR a domicili, on predominantment s'activen els SEM (89).

5.1.3 Distribució geogràfica

L'emplaçament dels DEA és un repte tremendament complicat. Per il·lustrar-lo Becker et al. van analitzar les 10 localitzacions a Seattle de major incidència de ACR i van estimar que en 5 anys cobririen 134 ACR amb 276 DEAS; no obstant per cobrir les restants 347 ACR en el mateix període s'haurien de desplegar 71.000 DEA (90).

El criteri seguit al programa Girona Territori Cardioprotegit va ser doble: poblacional (un DEA per cada 1500 habitants) i municipal (com a mínim un DEA per cada ajuntament). Si bé els llocs geogràfics amb més usos dels DEA durant el període d'estudi han estat en general les localitats més poblades, s'aprecia una major concentració d'usos a les localitats costaneres.

Analitzant la incidència acumulada d'usos per 1000 habitants destaca de forma molt important Pals, amb 5,83 usos/1000 habitants, seguit de Platja d'Aro i Roses amb 1,71 i 1,41 usos/1000 habitants respectivament, reflectint probablement els grans increments poblacionals en relació al turisme de costa i contrastant amb les incidències acumulades/1000 habitants de Girona, Figueres i Olot amb 0,32, 0,34 i 0,35 respectivament. Aquesta desproporció entre la incidència d'ACR i població censada implica reptes des del punt de vista de la planificació sanitària. Algunes eines

de càlcul matemàtic emprant la intel·ligència artificial poden ajudar a triar els llocs per cobrir de forma més eficient el total d'ACR(91).

Una dada que justifica el "criteri municipal" del nostre programa és el fet de que un 56% dels usos dels desfibril·ladors van tenir lloc en ubicacions on no hi ha ni base del SEM, ni policia ni bombers, permetent un accés equitatiu al recurs públic.

5.1.4 Usos intermedis i inapropiats

La proporció d'usos intermedis (pacient deteriorat sense PCR) a la sèrie asturiana, similar a la de Copenhage va ser de l'11%(22,81), sensiblement més alta que a la nostra sèrie on es van registrar un 4% d'usos intermedis. Novament l'alta proporció d'usos dels dispositius mòbils a la nostra mostra podria explicar els resultats ja que el personal que usa més freqüentment els DEA està presumiblement més format per a la identificació dels pacients en ACR.

Existeix escassa informació sobre usos inapropiats o incívics dels desfibril·ladors públics ja que s'exclouen sistemàticament de les sèries reportades. La proporció d'usos incívics del projecte Girona Territori Cardioprotegit, tot i que preventivament temuda, ha resultat sorprenentment baixa (1,9%) tenint en compte que la major part de DEAS (n=505) estan en llocs públics accessibles 24h al dia. A més de les campanyes de sensibilització efectuades, la percepció de que aquest "mobiliari urbà" pot salvar una vida podria haver estat responsable d'una molt baixa taxa de bretolades que en cap cas va ser la destrucció del dispositiu: en tots els casos es varen produir obertures de les caixes de les columnes sense més conseqüències.

De forma similar a altres extenses experiències en desfibril·lació pública, no es van identificar accidents relacionats amb els dispositius, que s'han mostrat sempre segurs pels reanimadors (92).

5.2. Ritmes registrats a les aturades cardiorrespiratòries

En el present estudi el ritme més freqüentment trobat va ser l'assistòlia (un 38% dels casos), mentre que els ritmes desfibril·lables varen representar només un terç dels ritmes. Aquestes dades concorden amb grans registres recentment publicats. Així per exemple, al registre multicèntric CARES (n=40.274) la proporció d'assistòlia va ser del 45%, amb un 24% de ritmes desfibril·lables (15). Aquesta baixa proporció de ritmes desfibril·lables podria estar causat per un descens generalitzat dels ritmes desfibril·lables i per factors logístics del Projecte Girona Territori Cardioprotegit. A continuació discutirem cada un dels dos factors.

5.2.1 Evolució temporal dels ritmes desfibril·lables

Diverses sèries d'aturades cardiorrespiratòries han identificat disminucions temporals importants en la proporció de ritmes desfibril·lables sobre el total d'ACR. A Seattle entre l'any 1980 i el 2000, es va documentar un descens del 58% de la FV com a primer ritme trobat a les ACR presenciades i no presenciades (11) i a Suècia, només en aturades presenciades, entre 1991 i 2001 la FV va disminuir com a primer ritme del 51% al 34.5%(93). Alguns factors que hi podrien estar relacionats són un

millor tractament de la cardiopatia isquèmica, la generalització dels desfibril·ladors implantables o una major proporció de gent que viu sola (i per tant menys aturades presenciades) (32).

A la nostra sèrie no obstant, no hem pogut detectar durant els 8 anys de registre, canvis significatius en la proporció de ritmes desfibril·lables, que s'ha mantingut estable al voltant del 30%. L'estabilització en els darrers anys de les indicacions de desfibril·ladors implantables (94) pot haver fet que a la nostra sèrie, més recent i amb menys anys de registre, no es pogués detectar l'esmentada disminució.

Si bé la proporció d'aturades ateses pel projecte Girona Territori Cardioprotegit abasta una sisena part del total d' ACR de la Regió Sanitària de Girona i per tant no es poden extreure conclusions contràries al descens generalitzat anteriorment esmentat, podem dir que aquest fenomen no ha tingut influència sobre la proporció de ritmes desfibril·lables al llarg del temps analitzat en el present estudi.

5.2.2 Temps d'actuació i proporció de ritmes desfibril·lables

Donat que la proporció de ritmes desfibril·lables cau de forma exponencial amb el temps des de l'inici de l'ACR, un factor cabdal a l'hora d'explicar la proporció de ritmes desfibril·lables de la nostra sèrie és el temps transcorregut entre l'ACR i el moment de l'anàlisi del ritme. Aquest temps ve determinat pel temps de resposta davant d'una ACE dels testimonis i primers intervinents, i per tant per la concentració de població al voltant dels DEA i la proporció de dispositius fixes/mòbils.

La proporció més alta publicada de ritmes desfibril·lables va tenir lloc als aeroports de Chicago, amb un 90% de ritmes desfibril·lables, gràcies a una extrema concentració de DEA en zones petites amb gran trànsit de persones (65 DEA per 0,18 km² i 80 milions de passatgers/any)(56). A Astúries, una petita sèrie retrospectiva (n=13) d'usos de DEA fixes situats majoritàriament als llocs on va succeir l'ACR, va documentar un 85% de ritmes desfibril·lables (81)

Pel que fa a les característiques logístiques, s'ha comparat el nostre programa de desfibril·lació pública amb un recent registre danès de metodologia similar (22): basat en traçats procedents dels DEA, l'estudi danès va trobar un 55% de ritmes desfibril·lables, contrastant amb el nostre 29%. Dinamarca té una densitat de població de 663 habitants /km², un DEA per cada 800 habitants i el programa està basat en dispositius fixes, mentre que Girona té una densitat aproximada de 128 habitants/km², un DEA públic per cada 1500 habitants i està basat predominantment en dispositius mòbils. En aquest sentit, una major concentració poblacional al voltant dels DEA, particularment fixes (83) podria haver determinat una aplicació més precoç dels dispositius i per tant una major proporció de ritmes desfibril·lables. Malauradament, donada la natura dels dos estudis, no disposem d'informació sobre el temps entre la ACR i l'aplicació del DEA, però una taxa de ROSC per ritmes desfibril·lables del 91% en el registre danès comparat amb un 45% a la nostra sèrie, recolza la hipòtesi d'un major temps entre l'ACR i l'ús del DEA en el programa Girona Territori Cardioprotegit, condicionat per les qüestions abans comentades.

A l'altre extrem, amb proporcions de ritmes desfibril·lables baixes, es troba una sèrie gallega d'àmbit majoritàriament rural, que descriu l'ús d'un DEA per ambulàncies

bàsiques amb un 15% de ritmes desfibril·lables i un temps mig entre l'aturada i la identificació del ritme de 15 minuts, degut a una població molt dispersa i un programa exclusivament basat en DEA mòbil(30).

5.3. Funcionament dels DEA

5.3.1 Algoritmes de detecció d'arrítmies

A la nostra sèrie els algoritmes de detecció dels dispositius s'han mostrat molt específics pels ritmes desfibril·lables (99,5%) amb només un fals positiu. La sensibilitat però va resultar moderada en general (81%), amb una taxa de falsos negatius del 7.1%, a expenses fonamentalment d'una baixa sensibilitat de la FV fina (33%).

Un recent estudi sobre 837 anàlisis procedents de registres de DEA en ACE de 137 pacients, va documentar un 16% de falsos negatius, fent servir dispositius amb un llindar de detecció de FV de 0.1 mV (53). En el cas dels DEA utilitzats al present estudi, el dispositiu classifica d'assistòlia i per tant no tributàries de teràpia, les ones amb voltatge pic-pic inferiors a 0.08 mV (51). Aquesta lleugera millora en el llindar de detecció podria justificar les diferències amb la nostra sèrie pel que fa a la sensibilitat.

Macdonald et al. en 2001 varen analitzar 3448 traçats de DEA i varen documentar una sensibilitat per detecció de FV gruixuda del 91.8% (similar a l'obtinguda en el present treball, 91.3%), i del 67.3% per la FV fina (52). A la nostra mostra, la causa

més freqüent d'errors del dispositiu va ser el no reconeixement de la FV fina (60%), seguida per les interferències relacionades amb la RCP (34%), de forma similar al treball prèviament citat amb un 34% i un 16% respectivament.

L'esmentat problema de sensibilitat, a més de plausible des d'un punt de vista electromèdic (95), ja ha estat descrit des dels inicis de la desfibril·lació automàtica (96). Tot i la diferencia de magnitud entre la definició de FV fina (<0.2 mV) i el lliandar de detecció dels dispositius (>0.08 mV), en condicions de camp el voltatge del traçat es veu influït per la complexió del pacient, la presència de pèl o suor i la precisió en la col·locació dels pegats. A més la interacció amb els reanimadors és una font molt important d'artefactes i l'obtenció de traçats de qualitat es veu dificultada per la necessitat de minimitzar les pauses en les compressions (97).

Malgrat la moderada sensibilitat, els algorismes dels DEA al present estudi compleixen amb els estàndards recomanats per *l'American Heart Association* i assumits posteriorment pels ens reguladors Europeus (50). Cal recordar però, que aquests estàndards en el cas de la FV fina només obliguen a reportar-ne la incidència però no a obtenir unes xifres mínimes de sensibilitat, com sí és el cas de la FV gruixuda i la TV, on es recomana una sensibilitat superior al 90% i 75% respectivament.

L'especificitat dels dispositius és important ja que la desfibril·lació d'un ritme no desfibril·lable hipotèticament pot tenir com a conseqüències negatives com són la transformació en una FV i el fet d'interrompre les maniobres de reanimació (53). L'especificitat dels algorismes dels dispositius usats al projecte Girona Territori Cardioprotegit és excel·lent: només es va registrar un xoc inapropiat en un traçat en el que, amb un ritme de base de taquicàrdia sinusal, hi havia un QRS molt aberrat

de característiques similars a una TV (figura 16). Les especificitats de les principals sèries publicades en relació als algoritmes de detecció van en aquesta línia: Macdonald et al. va documentar-ne una del 99.9% i Calle et al. del 96.5%(52,53).

Donades les implicacions de no desfibril·lar un ritme potencialment desfibril·lable i les escasses conseqüències de desfibril·lar una assistòlia i a l'espera d'una millora en els algoritmes de detecció, una possible solució al problema de la baixa sensibilitat per la detecció de FV fina, seria recomanar sistemàticament una descàrrega en cas d'identificació d'assistòlia.

5.3.2 Temps d'actuació dels DEA i desfibril·lació

El temps d'aplicació dels elèctrodes, temps de lectura, anàlisi i temps fins la primera desfibril·lació a la nostra sèrie va ser de 52, 61 i 76 segons respectivament. Aquests temps són rarament reportats en estudis de camp. A Piacenza el temps entre l'arribada al lloc de l'ACR i la desfibril·lació va ser de 40 ± 13 segons, sensiblement inferior al nostre (19). Entenem que és una dada difícil de reproduir, ja que un treball en condicions experimentals (amb personal entrenat i maniquins) sobre temps d'actuacions de DEA va trobar un temps d'aplicació de pegats de 24 segons i de descarrega de 42s (98).

El temps de col·locació dels elèctrodes del DEA depèn directament de la situació de la víctima i la perícia del operador. Tot i que el nostre programa està majoritàriament basat en dispositius mòbils amb personal format és un temps millorable amb entrenament. Altres estratègies de disseny com escurçar els missatges de veu dels

dispositius i precarregar els condensadors han aconseguit baixar significativament el temps de resposta (98,99).

Donat que el temps total d'ús dels dispositius està relacionat amb l'arribada del SEM (a la seva arribada, el SEM monitoritza el pacient i desconnecta el DEA), els 13 minuts de la nostra sèrie reflecteixen el temps de resposta dels equips de suport vital avançat a la Regió Sanitària de Girona, similars als reportats en un gran registre de l'estat espanyol (28) i reforcen la necessitat de projectes de desfibril·lació pública.

Cal fer notar que, de forma similar a sèries prèvies, donada l'alta sensibilitat del DEA per a la detecció de FV, l'aparell necessita un temps significativament menor per al seu diagnòstic que per al de la resta de ritmes, que analitza varies vegades abans de donar per no desfibril·lables.

A la nostra sèrie, l'eficàcia de la desfibril·lació ha estat molt alta, essent els dispositius capaços de revertir el ritme desfibril·lable en un 92% de les ocasions. Són xifres lleugerament superiors a les descrites per Cappuci et al, amb un 87,5% d'eficàcia de la primera descarrega(19).

Des del punt de vista del nombre de descàrregues, vàrem tenir una mediana de 2 per pacient, el doble de les publicades al registre danès (89) que atribuïm a un temps d'arribada dels SEM de 5,7 minuts, la meitat que a la nostra sèrie.

5.4 Factors relacionats amb la recuperació de la circulació espontània

A la nostra sèrie, la taxa de ROSC va ser globalment del 15%, essent del 40% pels ritmes desfibril·lables i del 4,8% per ritmes no desfibril·lables.

S'ha de comparar amb cautela la taxa de ROSC entre les diferents sèries, ja que en general els treballs publicats fan referència a la taxa de ROSC per ritmes desfibril·lables i no desfibril·lables identificats pels dispositiu, sense tenir en compte els falsos positius i negatius. Així a la nostra sèrie aquestes taxes són 45,3% (enlloc de 40%) i 5,8% (enlloc de 4.8%) respectivament. D'una altra banda aquesta dada com s'ha comentat prèviament, depèn dramàticament del temps d'intervenció i el percentatge de ritmes desfibril·lables, molt variable entre les sèries.

Així per exemple les dades publicades del "Progetto Vitta" a Piacenza amb una proporció de ritmes desfibril·lables similar a la nostra (23% vs 29%) varen mostrar una proporció de ROSC pels desfibril·ladors públics globalment equivalent a la nostra sèrie (13,3%), però superior en el cas dels ritmes desfibril·lables (56%) (19). Aquesta diferència podria atribuir-se un ús majoritari de dispositius fixes.

En el programa d'Anglaterra i Gal·les, amb un percentatge d'ús de dispositiu mòbil similar a la nostra sèrie, la taxa de ROSC es va mostrar comparable a la nostra: globalment va ser de 18.3%, amb 33% per a ritmes desfibril·lables i 4.4% per a ritmes no desfibril·lables (61).

En canvi al programa danès basat en dispositius fixes, on no es disposa del temps de resposta però amb una proporció de ritmes desfibril·lables del 70.5%, la taxa de

ROSC va ser del 75% per ritmes desfibril·lables i 15% per ritmes no desfibril·lables, molt superior a la nostra sèrie.

Aquestes dades avalen no obstant els programes de desfibril·lació pública, siguin mòbils o fixes, ja que les taxes de ROSC reportades pels SEM són clarament inferiors. En un estudi descriptiu sobre atenció a la ACE a Bilbao, una unitat de suport vital bàsic dotada amb DEA i una proporció de ritmes desfibril·lables similar a la nostra sèrie, va reportar una taxa de ROSC del 9,5% (23). Un estudi similar a Galícia (n=2005) descrivint ACR ateses per una unitat de suport vital bàsic del SEM, va obtenir una taxa global de ROSC del 10,9% (30).

A la nostra mostra l'anàlisi univariada va trobar que comparats amb els pacients morts, els pacients que van recuperar la circulació espontània eren més joves, més freqüentment homes, presentaven més freqüència de ritmes desfibril·lables i varen fer servir menys temps els dispositius. No obstant a l'anàlisi multivariada només la presència d'un ritme desfibril·lable, l'absència de realització de maniobres de RCP i el temps total d'ús del dispositiu es varen mostrar predictors independents de supervivència a la ACR. Discutirem a continuació aquests factors.

5.4.1 Ritmes desfibril·lables

A la nostra sèrie la presència d'un primer ritme desfibril·lable multiplica per vuit vegades i mitja les possibilitats de recuperar la circulació espontània, mostrant-se un potent predictor independent de ROSC. En aquest sentit al nostre estudi la proporció de FV en el grup de recuperats va ser del 65,5%, substancialment més alta que al grup de morts (15,5%), i el 83,6% dels supervivents presentaren ritmes desfibril·lables

Crida l'atenció el bon pronòstic de la TV com a ritme inicial a la nostra sèrie, amb una freqüència de ROSC del 75% (3 de 4 casos), inèdita a la literatura. La recuperació de la circulació espontània en el cas dels pacients amb asistòlia va ser molt rara amb un 2.5%, similar a la sèrie gallega de Soto-Araujo, amb una taxa de recuperació de la circulació espontània en els casos d'assistòlia del 3% (30).

Altres grups han demostrat efectes sobre la recuperació i la supervivència d'un primer ritme desfibril·lable de magnitud similar (15,100,101). Dos factors podrien estar relacionats: d'una banda la capacitat d'intervenir mitjançant la desfibril·lació i d'una altra la ja esmentada relació entre ritmes desfibril·lables i el temps d'aturada cardiocirculatòria. Recolza el primer factor el fet que la supervivència per ritmes desfibril·lables és màxima quan es pot disposar de desfibril·lació per testimonis (102) i, a més, que les ACR amb primer ritme asistòlia que gràcies a les maniobres de RCP es converteixen en ritme desfibril·lable, tenen tres vegades més possibilitats de supervivència que les que no ho fan (103).

Per emfatitzar la importància del temps en la proporció de ritmes desfibril·lables i per tant en el pronòstic de l'ACR, cal recordar que la fase elèctrica abasta els primers 4

minuts post ACR. A la fase circulatòria (del minut 4 al 10 post ACR), l'alteració metabòlica cardíaca secundària a isquèmia fa menys efectiva la desfibril·lació (37). En aquest sentit existeixen dades de que les maniobres de RCP retarden la conversió de ritmes desfibril·lables a assistència (102).

5.4.2 Realització de maniobres de RCP

La realització de maniobres de RCP es va relacionar inversament de forma independent amb la ROSC al nostre model de predicció. Tot i paradoxal, aquest resultat reflecteix com una actuació ràpida amb el DEA sobre un ritme desfibril·lable fa innecessària la realització de maniobres de RCP, ja que acaba amb la situació d'ACR, trobant menys freqüència de compressions toràciques. Aquest fet ha estat descrit prèviament: una recent anàlisi del "Progetto Vita" de Piacenza va mostrar una supervivència a 10 anys 14 vegades superior amb una estratègia de ressuscitació basada exclusivament en el DEA, sense maniobres de RCP (29). En aquesta línia, Reynolds et al varen demostrar com en pacients amb ritmes desfibril·lables, la presència de testimonis de l'ACR conferia millor pronòstic que la realització de maniobres de RCP (104).

No obstant cal emfatitzar que la realització de maniobres de RCP ha demostrat un impacte positiu a la supervivència de les ACR (35) i que per cada 24 aturades on es realitza, s'aconsegueix recuperar a una persona neurològicament indemne (102). A la nostra sèrie hem documentat una incidència del 77% de compressions toràciques; una xifra alta comparada amb un 29% reportat en un registre multicèntric català d'aturades, quasi totes presenciades, ingressades en unitats de crítics cardiològics

(4). Més recentment en un registre d'ACR a les Illes Balears, a l'arribada dels SEM, només al 47% de les ACR els testimonis estaven realitzant RCP (105).

Lluny de un 99,5% de realització de maniobres en ACR presenciades descrita al Japó (20), creiem que el present estudi reflecteix el fet descrit a estudis recents que mostren que l'ús de DEA incrementa la realització de maniobres de RCP per part dels testimonis (106).

Existeix però, marge de millora en la qualitat de les maniobres de RCP realitzades. Sense diferències entre personal entrenat o no (dispositius mòbils vs fixes), només en un 36% dels casos els reanimadors complien els criteris de qualitat prefixats. Es desconeix l'impacte sobre la supervivència d'aquests criteris de qualitat indirectes a través dels traçats dels DEA, no obstant s'ha demostrat que la freqüència, continuïtat i profunditat de les compressions està relacionada amb el pronòstic de l'ACR (107,108), i l'European Resuscitation Council recomana dins de l'anomenada RCP d'alta qualitat una freqüència entre 100-120 compressions/minut, amb una profunditat d'entre 5 i 6 cm a l'adult, minimitzant les interrupcions (109). En un estudi noruec en el que es va mesurar la qualitat de la RCP en ACR extrahospitalàries abans i després la introducció d'un dispositiu de feedback durant les maniobres, es va mostrar abans de fer servir l'eina una taxa d'errors del 71%, magnitud similar a la trobada en el nostre estudi, que va millorar fins al 41% gràcies als avisos del dispositiu (100). La generalització d'aquests sistemes de feedback, implantats als DEA podria millorar en el nostre projecte de desfibril·lació pública la freqüència de realització de maniobres i la qualitat de les mateixes.

5.4.3 Durada de les maniobres

Per cada minut d'ús del DEA a la nostra sèrie, la probabilitat de sobreviure a la ACR disminueix. De forma similar a la nostra troballa, un gran registre japonès de 282.183 aturades va mostrar com cada minut de durada de les maniobres de reanimació es relacionava inversament amb el pronòstic (79).

La impossibilitat d'aconseguir una circulació efectiva amb les compressions ni amb els dispositius mecànics, així com les lesions secundàries provocades (111), juntament amb la persistència del factor precipitant són els determinants fisiopatològics per aquest fet (112).

Un registre multicèntric nord americà amb 11.368 aturades va mostrar que la probabilitat de sobreviure sense seqüeles neurològiques importants a partir del minut 20 de maniobres, queia fins al 1 i el 15% en funció de la presència o no de testimonis, un primer ritme desfibril·lable o la realització de maniobres de RCP (104).

5.4.4 Dispositius fixes i mòbils

A la nostra sèrie no s'han pogut detectar diferències de tipus de ritme o de ROSC entre els dispositius fixes o mòbils i tampoc s'ha demostrat un factor independent de ROSC en el model predictiu. Si bé l'ús de dispositius mòbils augmenta l'eficiència dels programes de desfibril·lació pública amb més usos per DEA (31,104,105), això té un preu en termes d'eficàcia(115).

La immediatesa de l'actuació en el cas dels dispositius fixes els confereix benefici en termes de ROSC i supervivència lliure de seqüeles neurològiques (116). En aquest

sentit, tot i que sense significació estadística, una important major proporció de ritmes desfibril·lables, una proporció superior de descàrregues efectives i una superior taxa de ROSC apunten a una superioritat dels desfibril·ladors fixes que potser no s'ha pogut demostrar per un problema de potència estadística.

5.5 Limitacions

La principal limitació del nostre treball és que es basa quasi exclusivament en els registres electrocardiogràfics i els temps obtinguts dels DEA, però es desconeixen altres variables importants per a una anàlisi més profunda com són el temps transcorregut entre la ACR i l'ús del DEA, o relacionats amb les característiques dels casos que varen presentar la ACR. A més, donat que la inclusió de casos parteix dels traçats obtinguts pels DEA, si els usos dels desfibril·ladors no haguessin generat traçat per qüestions tècniques o de qualsevol índole, no haurien entrat al estudi.

Una altra limitació per contextualitzar el present treball és que no disposem d'informació relativa a altres DEA d'accés públic, fora de la xarxa del Girona Territori Cardioprotegit ni tampoc, malgrat la col·laboració de la Gerència Territorial del SEM a Girona, hem pogut obtenir informació del total de ACR de la Regió Sanitària per poder fer comparacions.

En tercer lloc l'avaluació de la supervivència a l'aturada s'ha fet en base a la informació aportada pels testimonis sobre la recuperació de la circulació espontània, però es desconeix el nombre de supervivents al trasllat i a l'alta hospitalària i el seu estat neurològic, donada la natura anònima del registre de traçats. Finalment, l'avaluació de la realització de maniobres de RCP es va fer mitjançant les ones produïdes al traçat electrocardiogràfic i per tant s'ha de ser cautelós a la seva interpretació.

6. COMENTARI CONJUNT DELS RESULTATS

El present estudi descriu per primera vegada el paper dels desfibril·ladors automàtics en el context d'un programa de desfibril·lació pública en l'estat espanyol, després de vuit anys de funcionament.

El programa de desfibril·lació pública Girona Territori Cardioprotegit ha abastat una sisena part de les ACR de la regió sanitària, tractant-se en la meitat de casos de municipis petits sense serveis de primera intervenció. Destaca una concentració d'usos en zones costaneres amb baixa població censada, dificultant la planificació de les ubicacions dels dispositius.

Amb una taxa d'usos per desfibril·lador desplegat molt alta, i per tant amb una elevada eficiència, tres de cada quatre intervencions han estat gràcies a DEA mòbils utilitzats per policies, bombers i protecció civil. La proporció d'usos inapropiats i actes incívics ha estat molt baixa suggerint una elevada sensibilització poblacional.

Des del punt de vista dels ritmes trobats i en la línia de grans registres internacionals el ritme més prevalent a les ACR ha estat l'asistòlia, detectada en quatre de cada deu casos. La proporció de ritmes desfibril·lables es manté estable en el temps al voltant d'un terç del total d'aturades i probablement es podria incrementar aconseguint temps de resposta mes breus, ja sigui amb més dispositius fixes optimitzats pels llocs de major concentració de ACR, o bé millorant el temps de resposta i cobertura de la xarxa de dispositius mòbils.

El funcionament dels desfibril·ladors públics s'ha demostrat òptim complint els estàndards requerits, amb una excel·lent especificitat i una sensibilitat moderada en relació amb la dificultat per detectar la FV d'ona fina. L'eficàcia de la desfibril·lació ha estat alta, aconseguint interrompre el ritme desfibril·lable en la pràctica totalitat

de casos i recuperar 44 pacients que presentaven un ritme desfibril·lable. Dos aspectes poden ser tributaris de millora: el temps entre l'obertura i la col·locació dels pegats i l'alta taxa de falsos negatius per FV fina. En el primer cas a més d'aspectes relacionats amb el disseny dels dispositius, la formació en el seu ús podria disminuir aquests temps. En el segon cas i a l'espera de millores en els algorismes de detecció, l'administració de un xoc en els casos d'assistència podria pal·liar aquest problema.

Una de cada sis ACR tractades pel programa va recuperar la circulació espontània. La presència d'un ritme desfibril·lable multiplica per vuit vegades la probabilitat de recuperació mentre que la realització de maniobres de RCP i el temps total d'ús dels DEA es van relacionar inversament amb la recuperació de la circulació espontània. Aquesta relació paradoxal entre RCP i ROSC ja ha estat descrita i s'atribueix a l'efectivitat d'una sola descarrega en restaurar precoçment la circulació espontània, fent innecessàries les compressions toràciques.

Tot i no haver trobat diferències de percentatge de ritmes desfibril·lables ni de recuperació de la circulació entre els dispositius fixes i mòbils per un problema de potència estadística, s'ha detectat una tendència clínicament rellevant en favor dels dispositius fixes, menys eficients en termes de cobertura territorial, però més eficaços per aconseguir temps de resposta més ràpids i per tant major capacitat de conversió de ritmes.

El present estudi ha documentat la proporció més alta de realització de maniobres de RCP entre les sèries publicades a l'estat espanyol, posant de manifest la sinèrgia entre els programes de desfibril·lació pública i la sensibilització i formació poblacional. Queda no obstant espai per la millora en la qualitat de les mateixes, ja que només

un terç dels casos varen complir els criteris de qualitat proposats. Mentre que s'universalitza la formació poblacional en reanimació cardiopulmonar, els sistemes de feedback amb instruccions auditives disponible en els nous DEA podrien millorar la qualitat de la reanimació.

7. CONCLUSIONS

El present estudi ha complert l'objectiu general d'analitzar els ritmes procedents dels traçats dels DEA desplegats en el marc del programa Girona Territori Cardioprotegit i avaluar el funcionament dels dispositius.

Des del punt de vista dels objectius específics primaris, s'ha aconseguit descriure els ritmes presents a les aturades cardiorrespiratòries ateses amb els DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit i establir la proporció de ritmes desfibril·lables. D'aquesta forma hem pogut rebutjar la primera hipòtesi del present treball, que plantejava que els ritmes registrats pels DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit són majoritàriament tributaris de desfibril·lació: Hem demostrat que ho són en menys d'un terç dels casos, sense canvis significatius al llarg dels anys d'estudi.

Hem pogut complir el segon objectiu específic d'analitzar la sensibilitat i especificitat dels algoritmes de detecció dels DEA confirmant la segona hipòtesi, ja que els DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit han estat capaços d'identificar i tractar les arrítmies ventriculars de les víctimes d'una aturada cardíaca de forma correcta en la gran majoria de casos: Els algoritmes de detecció dels DEA han mostrat una excel·lent especificitat, eficàcia i seguretat amb una moderada sensibilitat, en relació amb una dificultat per la detecció de fibril·lació ventricular fina.

En relació amb els objectius secundaris, considerem que s'han pogut assolir de forma satisfactòria al present treball, destacant que els DEA del programa Girona Territori Cardioprotegit han aconseguit recuperar la meitat dels pacients en els que s'ha identificat un ritme desfibril·lable, sense cap accident relacionat amb l'ús del

dispositius i una alta freqüència de realització de RCP per part dels reanimadors, amb espai per a la millora en la qualitat de les maniobres.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Gräsner J-T, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Böttiger BW, Herlitz J, et al. EuReCa ONE-27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation*. 2016;105:188-95.
2. Dirección General de la Agencia de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Oficina, de Planificación Sanitaria y Calidad. Desfibrilación semiautomática en España. Informe. Madrid: Ministerio de Sanidad y Política Social; 2007.
3. Perales Rodríguez de Viguri N, González Díaz G, Jiménez Murillo L, Álvarez Fernández JA, Medicina Álvarez JC, Ortega Carnicer J, et al. La desfibrilación temprana: conclusiones y recomendaciones del I Foro de Expertos en Desfibrilación Semiautomática. *Med Intensiva*. 2003;27:488-94.
4. Loma-Orsorio P, Aboal J, Sanz M, Caballero Á, Vila M, Lorente V, et al. Clinical characteristics and vital and functional prognosis of out-of-hospital cardiac arrest survivors admitted to five cardiac intensive care units. *Rev Esp Cardiol*. 2013;66:623-8.
5. Moran PS, Teljeur C, Masterson S, O'Neill M, Harrington P, Ryan M. Cost-effectiveness of a national public access defibrillation programme. *Resuscitation*. 2015;91:48-55.
6. Braunwald, E. Heart disease 11th ed. Philadelphia: Saunders, 2018; Chapter 42, Cardiac arrest and sudden cardiac death; p. 742-777.
7. Marrugat J, Elosua R, Gil M. Muerte súbita (I). *Epidemiología de la muerte súbita cardíaca en España*. *Rev Esp Cardiol*. 1999;52:717-25.
8. Subirana MT, Juan-Babot JO, Puig T, Lucena J, Rico A, Salguero M, et al. Specific characteristics of sudden death in a mediterranean Spanish population. *Am J Cardiol*. 2011;107:622-7.
9. Myat A, Song K-J, Rea T. Out-of-hospital cardiac arrest: current concepts. *Lancet*. 2018;391:970-9.
10. Bayés de Luna A, Elosua R. Muerte súbita. *Rev Esp Cardiol*. 2012;65:1039-52.
11. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK. Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980-2000. *JAMA*. 2002;288:3008-13.
12. Adgey AA, Devlin JE, Webb SW, Mulholland HC. Initiation of ventricular fibrillation outside hospital in patients with acute ischaemic heart disease. *Br Heart J*. 1982;47:55-61.
13. Bayés de Luna A, Coumel P, Leclercq JF. Ambulatory sudden cardiac death: mechanisms of production of fatal arrhythmia on the basis of data from 157 cases. *Am Heart J*. 1989;117:151-9.

14. Grimm W, Plachta E, Maisch B. Antitachycardia pacing for spontaneous rapid ventricular tachycardia in patients with prophylactic cardioverter-defibrillator therapy. *Pacing Clin Electrophysiol PACE*. 2006;29:759-64.
15. Mader TJ, Nathanson BH, Millay S, Coute RA, Clapp M, McNally B, et al. Out-of-hospital cardiac arrest outcomes stratified by rhythm analysis. *Resuscitation*. 2012;83:1358-62.
16. Agarwal DA, Hess EP, Atkinson EJ, White RD. Ventricular fibrillation in Rochester, Minnesota: experience over 18 years. *Resuscitation*. 2009;80:1253-8.
17. Callans David J. Management of the Patient Who Has Been Resuscitated From Sudden Cardiac Death. *Circulation*. 2002;105:2704-7.
18. Weisfeldt ML, Sitlani CM, Ornato JP, Rea T, Aufderheide TP, Davis D, et al. Survival after application of automatic external defibrillators before arrival of the emergency medical system: evaluation in the resuscitation outcomes consortium population of 21 million. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55:1713-20.
19. Capucci A, Aschieri D, Piepoli MF, Bardy GH, Iconomu E, Arvedi M. Tripling survival from sudden cardiac arrest via early defibrillation without traditional education in cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2002;106:1065-70.
20. Kitamura T, Kiyohara K, Sakai T, Matsuyama T, Hatakeyama T, Shimamoto T, et al. Public-Access Defibrillation and Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Japan. *N Engl J Med*. 2016;375:1649-59.
21. Ko PC-I, Ma MH-M, Yen Z-S, Shih C-L, Chen W-J, Lin F-Y. Impact of community-wide deployment of biphasic waveform automated external defibrillators on out-of-hospital cardiac arrest in Taipei. *Resuscitation*. 2004;63:167-74.
22. Hansen MB, Lippert FK, Rasmussen LS, Nielsen AM. Systematic downloading and analysis of data from automated external defibrillators used in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2014;85:1681-5.
23. Peña SB. Evaluación de un programa local de desfibrilación externa semiautomática. *Emergencias*. 2013;25:273-277.
24. Kobayashi D, Sado J, Kiyohara K, Kitamura T, Kiguchi T, Nishiyama C, et al. Public location and survival from out-of-hospital cardiac arrest in the public-access defibrillation era in Japan. *J Cardiol*. 2020;75:97-104.
25. Kiguchi T, Kiyohara K, Kitamura T, Nishiyama C, Kobayashi D, Okabayashi S, et al. Public-Access Defibrillation and Survival of Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Public vs. Residential Locations in Japan. *J Jpn Circ Soc*. 2019;83:1682-8.

26. Eastwood D, Andrew E, Smith K, Nair R, Nehme Z, Bernard S, et al. Exercise-related out-of-hospital cardiac arrest in Victoria, Australia. *Resuscitation*. 2019;139:57-64.
27. Ringh M, Jonsson M, Nordberg P, Fredman D, Hasselqvist-Ax I, Håkansson F, et al. Survival after Public Access Defibrillation in Stockholm, Sweden - A striking success. *Resuscitation*. 2015;11:2316-25.
28. Rosell Ortiz F, Mellado Vergel F, López Messa JB, Fernández Valle P, Ruiz Montero MM, Martínez Lara M, et al. Survival and Neurologic Outcome After Out-of-hospital Cardiac Arrest. Results of the Andalusian Out-of-hospital Cardiopulmonary Arrest Registry. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69:494-500.
29. Capucci A, Aschieri D, Guerra F, Pelizzoni V, Nani S, Villani GQ, et al. Community-based automated external defibrillator only resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest patients. *Am Heart J*. 2016;172:192-200.
30. Soto-Araujo L, Costa-Parcero M, González-González MD, Sánchez-Santos L, Iglesias-Vázquez JA, Rodríguez-Núñez A. Factors predicting survival of out-of-hospital cardiac arrest managed with semiautomatic external defibrillators in Galicia. *Emergencias*. 2015;27:307-12.
31. Moore MJ, Hamilton AJ, Cairns KJ, Marshall A, Glover BM, McCann CJ, et al. The Northern Ireland Public Access Defibrillation (NIPAD) study: effectiveness in urban and rural populations. *Heart Br Card Soc*. 2008;94:1614-9.
32. Keller SP, Halperin HR. Cardiac arrest: the changing incidence of ventricular fibrillation. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. 2015;17:392.
33. Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation*. 1997;96:3308-13.
34. Neumar RW, Nolan JP, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Böttiger BW, et al. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Asia, and the Resuscitation Council of Southern Africa); the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; and the Stroke Council. *Circulation*. 2008;118:2452-83.
35. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, Rosenqvist M, Hollenberg J, Nordberg P, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2015;372:2307-15.

36. Weisfeldt ML, Becker LB. Resuscitation after cardiac arrest: a 3-phase time-sensitive model. *JAMA*. 2002;288:3035-8.
37. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, et al. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA*.1999;281:1182-8.
38. Vanden Hoek TL, Qin Y, Wojcik K, Li C-Q, Shao Z-H, Anderson T, et al. Reperfusion, not simulated ischemia, initiates intrinsic apoptosis injury in chick cardiomyocytes. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*.2003;284:141-150.
39. Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation*. 1991;84:960-75.
40. Neukamm J, Gräsner J-T, Schewe J-C, Breil M, Bahr J, Heister U, et al. The impact of response time reliability on CPR incidence and resuscitation success: a benchmark study from the German Resuscitation Registry. *Crit Care*. 2011;15:R282.
41. Fernández Lozano I, Urkía C, Lopez Mesa JB, Escudier JM, Manrique I, de Lucas García N, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Key Points. *Rev Esp Cardiol* 2016;69:588-94.
42. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, Weeke P, Hansen CM, Christensen EF, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2013;310:1377-84.
43. Blom MT, Beesems SG, Homma PCM, Zijlstra JA, Hulleman M, van Hoeijen DA, et al. Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest and use of automated external defibrillators. *Circulation*. 2014;130:1868-75.
44. Hallstrom A, Cobb L, Johnson E, Copass M. Cardiopulmonary Resuscitation by Chest Compression Alone or with Mouth-to-Mouth Ventilation. *N Engl J Med*. 2000;342:1546-53.
45. Myerburg RJ, Velez M, Rosenberg DG, Fenster J, Castellanos A. Automatic external defibrillators for prevention of out-of-hospital sudden death: effectiveness of the automatic external defibrillator. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2003;14:S108-116.
46. Cakulev I, Efimov IR, Waldo AL. Cardioversion: past, present, and future. *Circulation*. 2009;120:1623-32.

47. Diack AW, Welborn WS, Rullman RG, Walter CW, Wayne MA. An automatic cardiac resuscitator for emergency treatment of cardiac arrest. *Med Instrum.* 1979;13:78-83.
48. Jaggarao NS, Heber M, Grainger R, Vincent R, Chamberlain DA, Aronson AL. Use of an automated external defibrillator-pacemaker by ambulance staff. *Lancet* 1982;2:73-5.
49. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 365/2009 de 20 de marzo, por el que se establecen las condiciones y requisitos mínimos de seguridad y calidad en la utilización de desfibriladores automáticos y semiautomáticos fuera del ámbito sanitario.- Documento BOE-A-2009-5490. [citado 23 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2009-5490>
50. Kerber RE, Becker LB, Bourland JD, Cummins RO, Hallstrom AP, Michos MB, et al. Automatic external defibrillators for public access defibrillation: recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. A statement for health professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation, Subcommittee on AED Safety and Efficacy. *Circulation.* 1997;95:1677-82.
51. Cardiac Science Corp. Operation and Service Manual. Powerheart AED-G3. 112-2025-405 Rev. A © . 2010.
52. Macdonald RD, Swanson JM, Mottley JL, Weinstein C. Performance and error analysis of automated external defibrillator use in the out-of-hospital setting. *Ann Emerg Med.* 2001;38:262-7.
53. Calle PA, Mpotos N, Calle SP, Monsieurs KG. Inaccurate treatment decisions of automated external defibrillators used by emergency medical services personnel: incidence, cause and impact on outcome. *Resuscitation.* 2015;88:68-74.
54. MacDonald RD, Mottley JL, Weinstein C. Impact of prompt defibrillation on cardiac arrest at a major international airport. *Prehospital Emerg Care Off J Natl Assoc EMS Physicians.* 2002;6:1-5.
55. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of Rapid Defibrillation by Security Officers after Cardiac Arrest in Casinos. *N Engl J Med.* 2000;343:1206-9.
56. Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB. Public Use of Automated External Defibrillators. *N Engl J Med.* 2002;347:1242-7.
57. Public-Access Defibrillation and Survival after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med.* 2004;351:637-46.

58. Ringh M, Hollenberg J, Palsgaard-Moeller T, Svensson L, Rosenqvist M, Lippert FK, et al. The challenges and possibilities of public access defibrillation. *J Intern Med.* 2018;283:238-56.
59. Progetto Vita – Associazione Progetto Vita Piacenza – L’associazione nasce per la lotta contro la morte improvvisa, coinvolgendo associazioni di volontariato, enti pubblici e privati. [Internet]. [citat 18 de novembre de 2019]; Disponible en: <https://www.progetto-vita.eu/>
60. Davies CS, Colquhoun MC, Boyle R, Chamberlain DA. A national programme for on-site defibrillation by lay people in selected high risk areas: initial results. *Heart Br Card Soc.* 2005;91:1299-302.
61. Colquhoun MC, Chamberlain DA, Newcombe RG, Harris R, Harris S, Peel K, et al. A national scheme for public access defibrillation in England and Wales: Early results. *Resuscitation.* 2008;78:275-80.
62. Nordberg P, Hollenberg J, Rosenqvist M, Herlitz J, Jonsson M, Järnbert-Petterson H, et al. The implementation of a dual dispatch system in out-of-hospital cardiac arrest is associated with improved short and long term survival. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2014;3:293-303.
63. Hansen CM, Lippert FK, Wissenberg M, Weeke P, Zinckernagel L, Ruwald MH, et al. Temporal trends in coverage of historical cardiac arrests using a volunteer-based network of automated external defibrillators accessible to laypersons and emergency dispatch centers. *Circulation.* 2014;130:1859-67.
64. Fleischhackl R, Roessler B, Domanovits H, Singer F, Fleischhackl S, Foitik G, et al. Results from Austria’s nationwide public access defibrillation (ANPAD) programme collected over 2 years. *Resuscitation.* 2008;77:195-200.
65. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 22 de novembre de 2012, Departament de Salut. DECRET 151/2012, de 20 de novembre, pel qual s’estableixen els requisits per a la instal·lació i l’ús de desfibril·ladors externs fora de l’àmbit sanitari i per a l’autorització d’entitats formadores en aquest ús. n.8. 6259. Disponible en: [http://cido.diba.cat/legislacio/1635367/decret-1512012-de-20-de-novembrepel- qual-sestableixen-els-requisits-per-a-la-installacio-i-lus-de-desfibrilladorexterns- fora-de-lambit-sanitari-i-per-a-lautoritzacio-dentitats-formadores-enaquest- us-departament-de-salut](http://cido.diba.cat/legislacio/1635367/decret-1512012-de-20-de-novembrepel-qual-sestableixen-els-requisits-per-a-la-installacio-i-lus-de-desfibrilladorexterns- fora-de-lambit-sanitari-i-per-a-lautoritzacio-dentitats-formadores-enaquest- us-departament-de-salut).
66. Objectius del programa Girona Territori Cardioprotegit [Internet]. Dipsalut- Organisme de Salut Publica de la Diputació de Girona. [citat 5 de novembre de 2019]; Disponible en: <http://www.gironaterritoricardioprotegit.cat/el-programa/objectius-del-programa/>
67. Girona Territori Cardioprotegit.. Detalls del programa. Dea Fixos, mòbils i lliures [Internet]. Dipsalut-Organisme de Salut Publica de la Diputació de Girona. [citat 5

de novembre de 2019]; Disponible en:
<http://www.gironaterritoricardioprotegit.cat/el-programa/detalls-del-programa/>

68. DEACAT [Internet]. Dipsalut-Organisme de Salut Pública de la Diputació de Girona. [citad 5 de novembre de 2019]; Disponible en:
<http://www.gironaterritoricardioprotegit.cat/app-s/deacat/>
69. Aufderheide T, Hazinski MF, Nichol G, Steffens SS, Buroker A, McCune R, et al. Community lay rescuer automated external defibrillation programs: key state legislative components and implementation strategies: a summary of a decade of experience for healthcare providers, policymakers, legislators, employers, and community leaders from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee, Council on Clinical Cardiology, and Office of State Advocacy. *Circulation*. 2006;113:1260-70.
70. XIFRA - Sistema Informació Socioeconòmica Local. [Internet]. [citad 5 de novembre de 2019]; Disponible en:
<http://www.ddgi.cat/xifra/demografia/dpt.asp?IdMenu=03020101>
71. Gräsner J-T, Meybohm P, Lefering R, Wnent J, Bahr J, Messelken M, et al. ROSC After Cardiac Arrest—the RACA Score to Predict Outcome After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Eur Heart J*. 2011;32:1649-56.
72. Saner H, Morger C, Eser P, von Planta M. Dual dispatch early defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest in a mixed urban-rural population. *Resuscitation*. 2013;84:1197-202.
73. Kudenchuk PJ, Brown SP, Daya M, Rea T, Nichol G, Morrison LJ, et al. Amiodarone, Lidocaine, or Placebo in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med*. 2016;374:1711-22.
74. Adrie C, Cariou A, Mourvillier B, Laurent I, Dabbane H, Hantala F, et al. Predicting survival with good neurological recovery at hospital admission after successful resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest: the OHCA score. *Eur Heart J*. 2006;27:2840-5.
75. Spaite DW, Hanlon T, Criss EA, Valenzuela TD, Wright AL, Keeley KT, et al. Prehospital cardiac arrest: the impact of witnessed collapse and bystander CPR in a metropolitan EMS system with short response times. *Ann Emerg Med*. 1990;19:1264-9.
76. Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M, Travers A, Christenson J, McBurnie MA, et al. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004;351:637-46.
77. Aschieri D, Penela D, Pelizzoni V, Guerra F, Vermi AC, Rossi L, et al. Outcomes after sudden cardiac arrest in sports centres with and without on-site external defibrillators. *Heart Br Card Soc*. 2018;104:1344-9.

78. Whitfield R, Colquhoun M, Chamberlain D, Newcombe R, Davies CS, Boyle R. The Department of Health National Defibrillator Programme: analysis of downloads from 250 deployments of public access defibrillators. *Resuscitation*. 2005;64:269-77.
79. Nagao K, Nonogi H, Yonemoto N, Gieski DF, Ito N, Takayama M, et al. Duration of Prehospital Resuscitation Efforts After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circulation*. 2016;133:1386-96.
80. Drezner JA, Rao AL, Heistand J, Bloomington MK, Harmon KG. Effectiveness of emergency response planning for sudden cardiac arrest in United States high schools with automated external defibrillators. *Circulation*. 2009;120:518-25.
81. Castro Delgado R, Nieves Ureña C, Sousa Fernández A, Roza Alonso C, Arcos González P. Bystander use of automated external defibrillators in the Spanish autonomous community of the Principality of Asturias in 2012-2014. *Emerg Rev Soc* 2018;30:415-8.
82. Yoon CG, Jeong J, Kwon IH, Lee JH. Availability and use of public access defibrillators in Busan Metropolitan City, South Korea. *SpringerPlus*. 2016;5:1524.
83. Colquhoun MC, Chamberlain DA, Newcombe RG, Harris R, Harris S, Peel K, et al. A national scheme for public access defibrillation in England and Wales: early results. *Resuscitation*. 2008;78:275-80.
84. Sondergaard KB, Hansen SM, Pallisgaard JL, Gerds TA, Wissenberg M, Karlsson L, et al. Out-of-hospital cardiac arrest: Probability of bystander defibrillation relative to distance to nearest automated external defibrillator. *Resuscitation*. 2018;124:138-44.
85. Deakin CD, Anfield S, Hodgetts GA. Underutilisation of public access defibrillation is related to retrieval distance and time-dependent availability. *Heart Br Card Soc*. 2018;104:1339-43.
86. Kiyohara K, Nishiyama C, Matsuyama T, Sado J, Kitamura T, Shimamoto T, et al. Out-of-Hospital Cardiac Arrest at Home in Japan. *Am J Cardiol*. 2019;123:1060-8.
87. Tanigawa K, Iwami T, Nishiyama C, Nonogi H, Kawamura T. Are trained individuals more likely to perform bystander CPR? An observational study. *Resuscitation*. 2011;82:523-8.
88. Ni Y-M, Rusinaru C, Reinier K, Uy-Evanado A, Chugh H, Stecker EC, et al. Unexpected shift in circadian and septadian variation of sudden cardiac arrest: the Oregon Sudden Unexpected Death Study. *Heart Rhythm*. 2019;16:411-5.
89. Nielsen AM, Folke F, Lippert FK, Rasmussen LS. Use and benefits of public access defibrillation in a nation-wide network. *Resuscitation*. 2013;84:430-4.

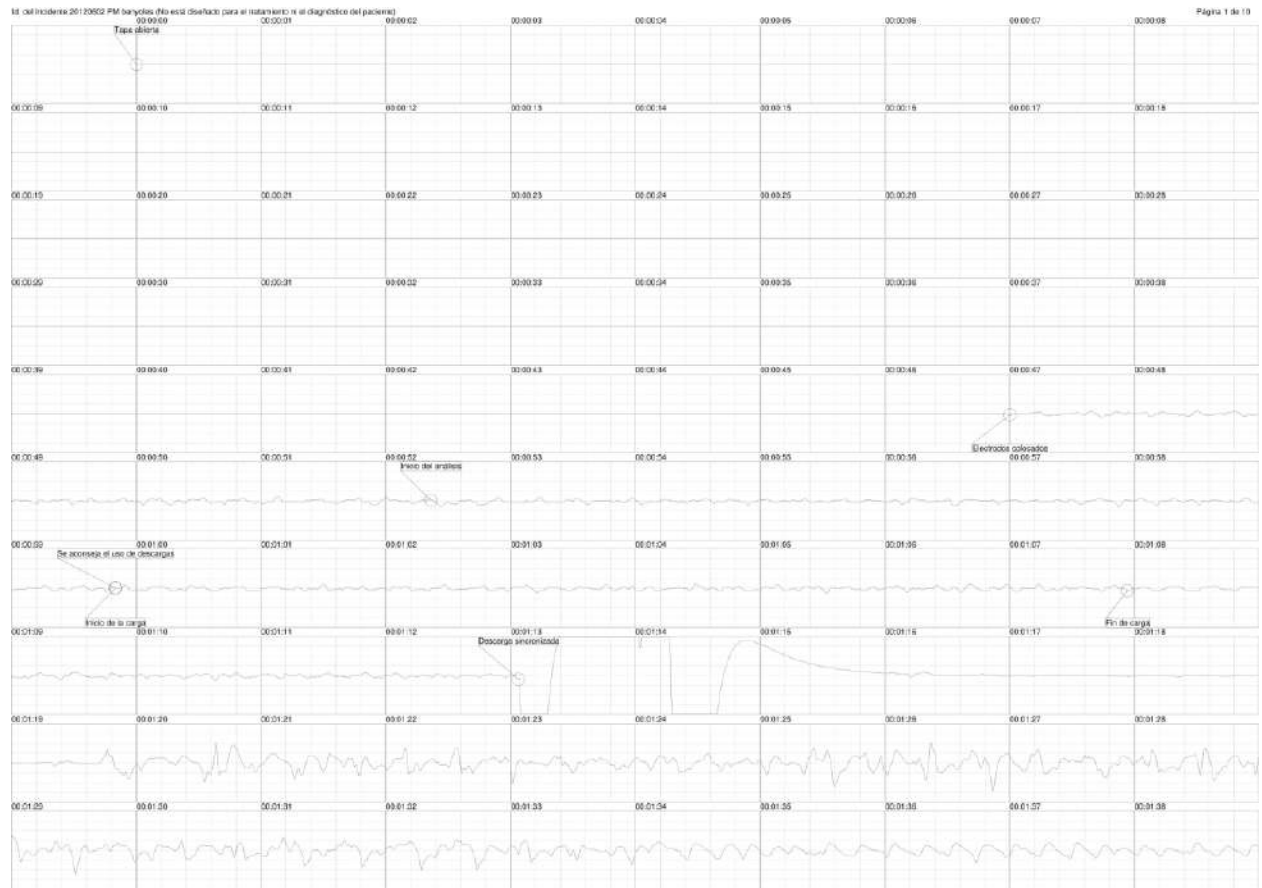
90. Becker Linda, Eisenberg Mickey, Fahrenbruch Carol, Cobb Leonard. Public Locations of Cardiac Arrest. *Circulation*. 1998;97:2106-9.
91. Sun CLF, Karlsson L, Torp-Pedersen C, Morrison LJ, Brooks SC, Folke F, et al. In Silico Trial of Optimized Versus Actual Public Defibrillator Locations. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74:1557-67.
92. Peberdy MA, Ottingham LV, Groh WJ, Hedges J, Terndrup TE, Pirrallo RG, et al. Adverse events associated with lay emergency response programs: the public access defibrillation trial experience. *Resuscitation*. 2006;70:59-65.
93. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Angquist K-A, Holmberg S. Decrease in the occurrence of ventricular fibrillation as the initially observed arrhythmia after out-of-hospital cardiac arrest during 11 years in Sweden. *Resuscitation*. 2004;60:283-90.
94. Fernández Lozano I, Osca Asensi J, Alzueta Rodríguez J. Spanish Implantable Cardioverter-defibrillator Registry. 14th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Electrophysiology and Arrhythmias Section (2017). *Rev Esp Cardiol*. 2018;71:1047-58.
95. Takata TS, Page RL, Joglar JA. Automated external defibrillators: technical considerations and clinical promise. *Ann Intern Med*. 2001;135:990-998.
96. Cummins RO, Eisenberg M, Bergner L, Murray JA. Sensitivity, accuracy, and safety of an automatic external defibrillator. *Lancet*. 1984;2:318-20.
97. Ruiz de Gauna S, Irusta U, Ruiz J, Ayala U, Aramendi E, Eftestøl T. Rhythm analysis during cardiopulmonary resuscitation: past, present, and future. *BioMed Res Int*. 2014:386010.
98. Rhee JE, Kim T, Kim K, Choi S. Is there any room for shortening hands-off time further when using an AED? *Resuscitation*. 2009;80:231-7.
99. Mosesso VN, Shapiro AH, Stein K, Burkett K, Wang H. Effects of AED device features on performance by untrained laypersons. *Resuscitation*. 2009;80:1285-9.
100. Pollack RA, Brown SP, Rea T, Aufderheide T, Barbic D, Buick JE, et al. Impact of Bystander Automated External Defibrillator Use on Survival and Functional Outcomes in Shockable Observed Public Cardiac Arrests. *Circulation*. 2018;137:2104-13.
101. Nehme Z, Andrew E, Bernard S, Haskins B, Smith K. Trends in survival from out-of-hospital cardiac arrests defibrillated by paramedics, first responders and bystanders. *Resuscitation*. 2019;143:85-91.

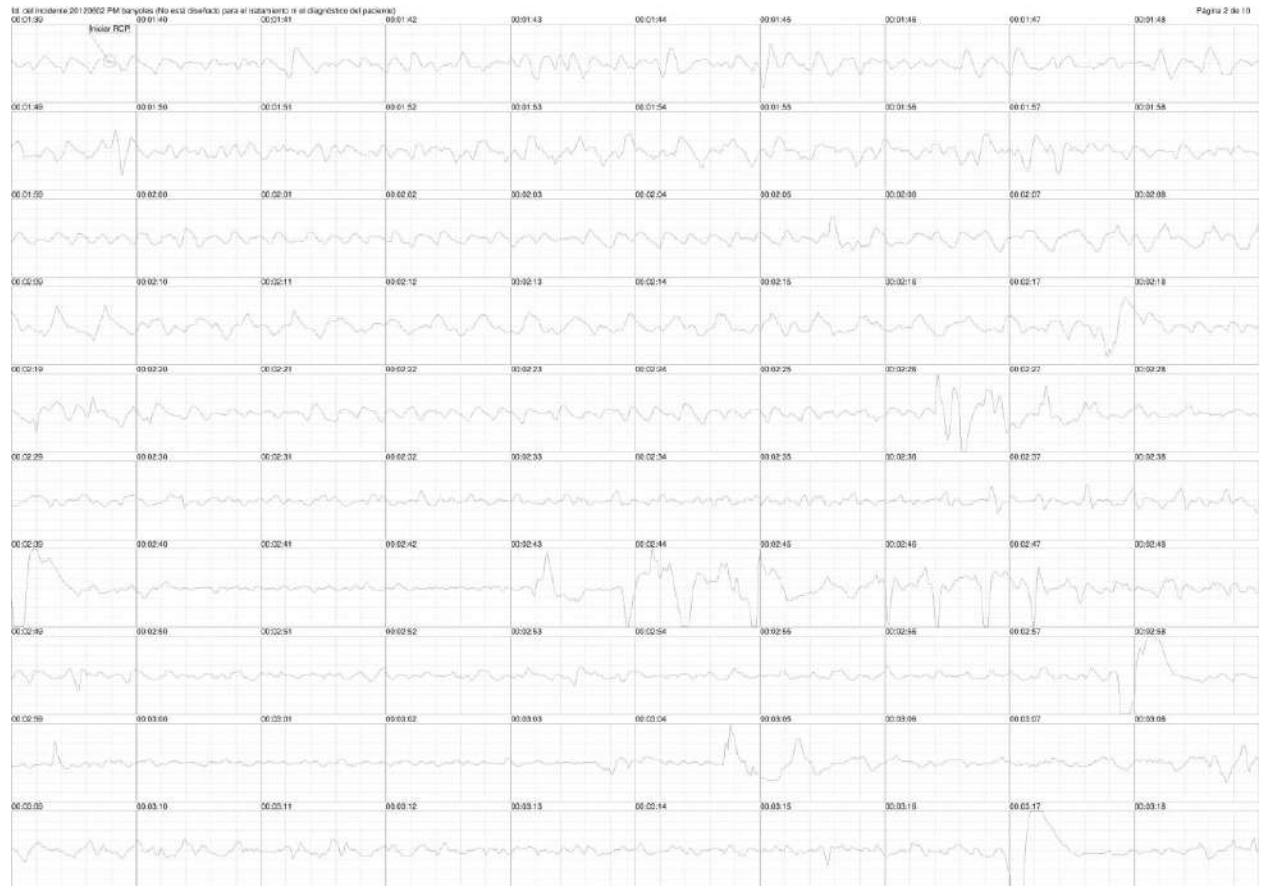
102. Sasson C, Rogers MAM, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2010;3:63-81.
103. Rajan S, Folke F, Hansen SM, Hansen CM, Kragholm K, Gerds TA, et al. Incidence and survival outcome according to heart rhythm during resuscitation attempt in out-of-hospital cardiac arrest patients with presumed cardiac etiology. *Resuscitation*. 2017;114:157-63.
104. Reynolds JC, Grunau BE, Rittenberger JC, Sawyer KN, Kurz MC, Callaway CW. Association Between Duration of Resuscitation and Favorable Outcome After Out-of-Hospital Cardiac ArrestClinical Perspective: Implications for Prolonging or Terminating Resuscitation. *Circulation*. 2016;134:2084-94.
105. Socias Crespí L, Cenicerós Rozalén MI, Rubio Roca P, Martínez Cuellar N, García Sánchez A, Ripoll Vera T, et al. [Epidemiological characteristics of out-of-hospital cardiorespiratory arrest recorded by the 061 emergencies system (SAMU) in the Balearic Islands (Spain), 2009-2012]. *Med Intensiva*. 2015;39:199-206.
106. Yamashita A, Maeda T, Myojo Y, Wato Y, Ohta K, Inaba H. Temporal variations in dispatcher-assisted and bystander-initiated resuscitation efforts. *Am J Emerg Med*. 2018;36:2203-10.
107. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, Alvarado JP, O'Hearn N, Wigder HN, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2005;111:428-34.
108. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005;293:305-10.
109. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M, Smyth MA, Olasveengen T, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation*. 2015;95:81-99.
110. Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L, Fellows B, Svensson L, Sørebo H, et al. Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation*. 2006;71:283-92.
111. Iglesias J, Loma-Osorio P, Aboal J, Núñez M, Brugada R. Mechanical Chest Compressions and Traumatic Complications in Out-of-hospital Cardiac Arrest. Is There a Price to Pay?. *Rev Esp Cardiol*. 2018;72:259-261.
112. Martín-Hernández H, López-Messa JB, Pérez-Vela JL, Molina-Latorre R, Cárdenas-Cruz A, Lesmes-Serrano A, et al. Managing the post-cardiac arrest syndrome. *Med Intensiva*. 2009;34:107-126.

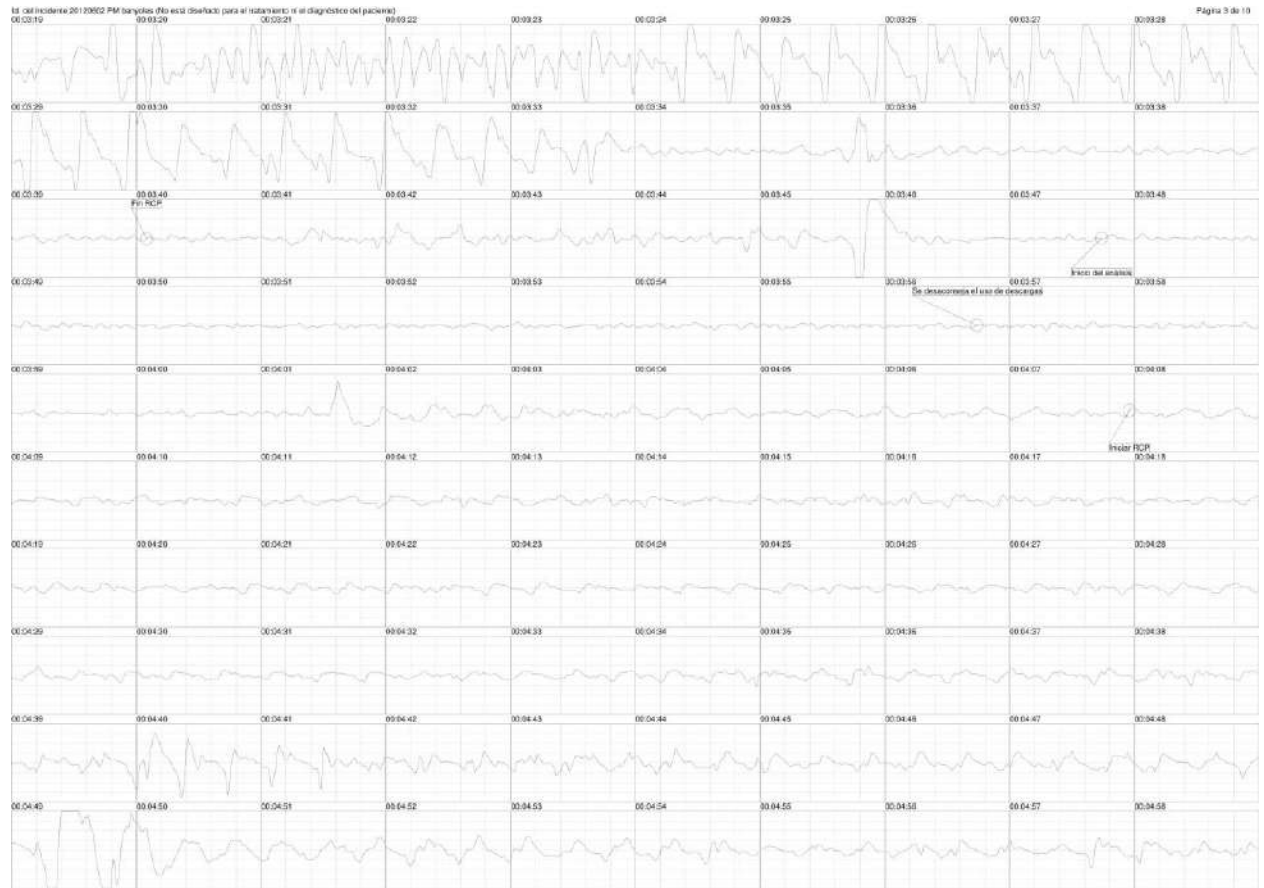
113. Nelson RD, Bozeman W, Collins G, Booe B, Baker T, Alson R. Mobile Versus Fixed Deployment of Automated External Defibrillators in Rural EMS. *Prehospital Disaster Med.* 2015;30:152-4.
114. Winkle RA. The Effectiveness and Cost Effectiveness of Public-Access Defibrillation. *Clin Cardiol.* 2010;33:396-9.
115. Atkins DL. Realistic expectations for public access defibrillation programs. *Curr Opin Crit Care.* 2010;16:191-5.
116. Hazinski MF, Idris AH, Kerber RE, Epstein A, Atkins D, Tang W, et al. Lay rescuer automated external defibrillator («public access defibrillation») programs: lessons learned from an international multicenter trial: advisory statement from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Committee; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation.* 2005;111:3336-40.

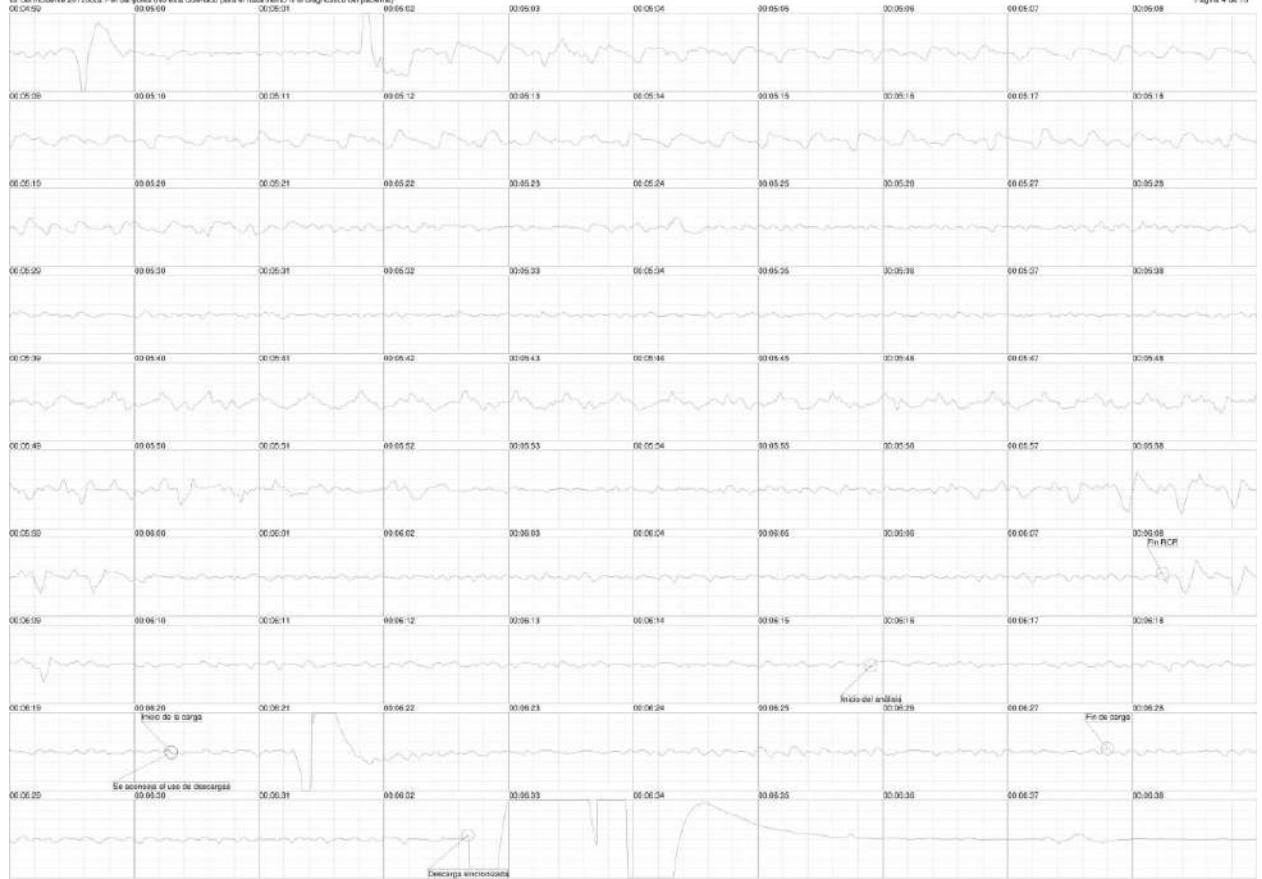
9. ANNEXES

9.1 Annex 1: Exemple de registre pdf del traçat d'un DEA

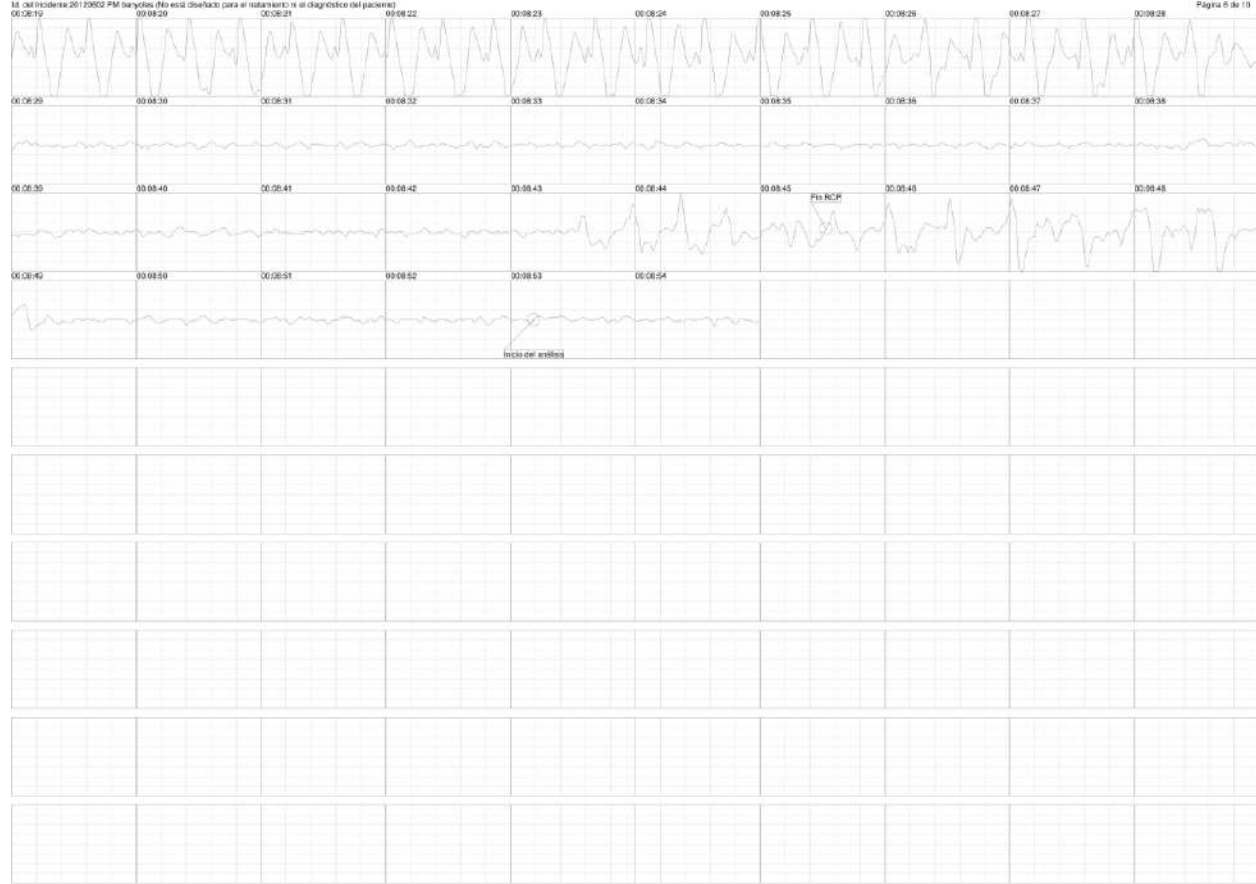


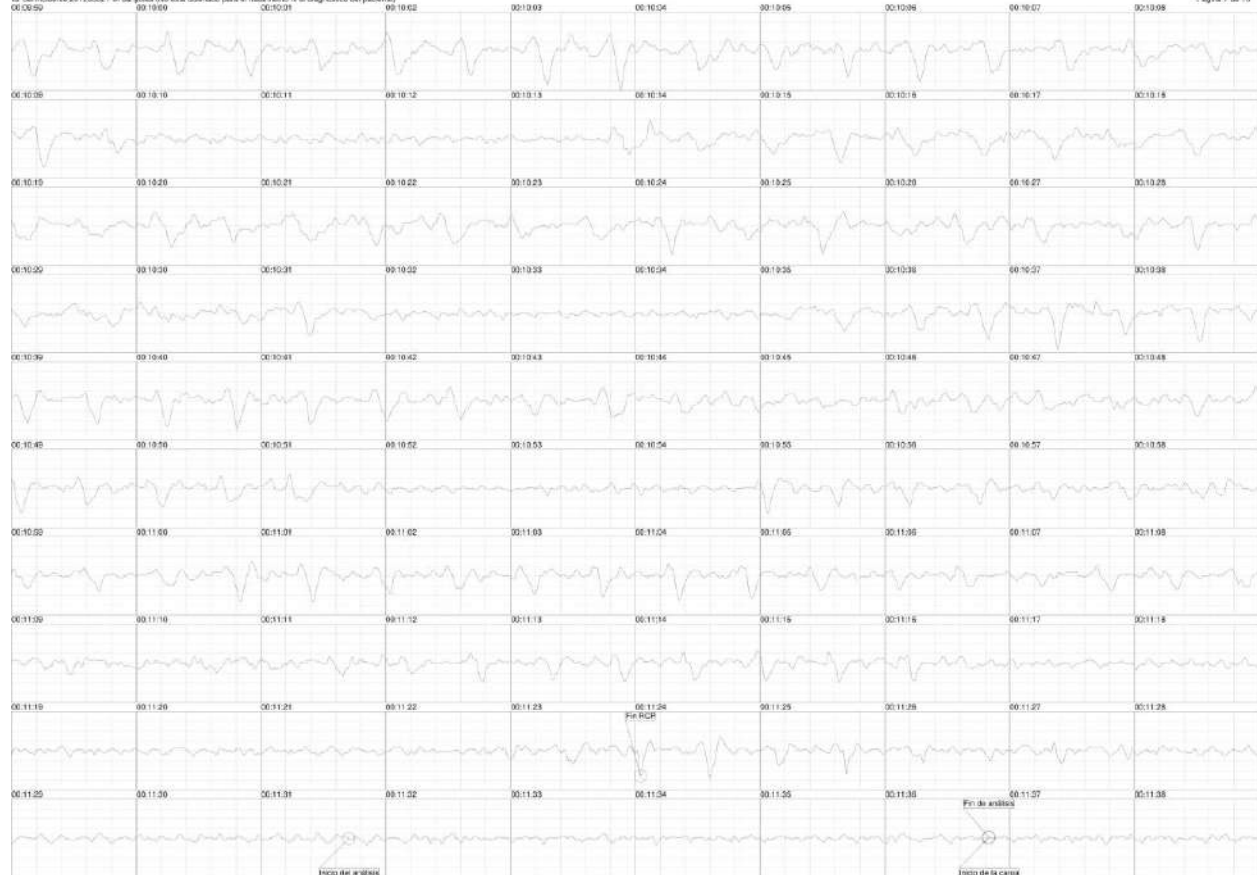


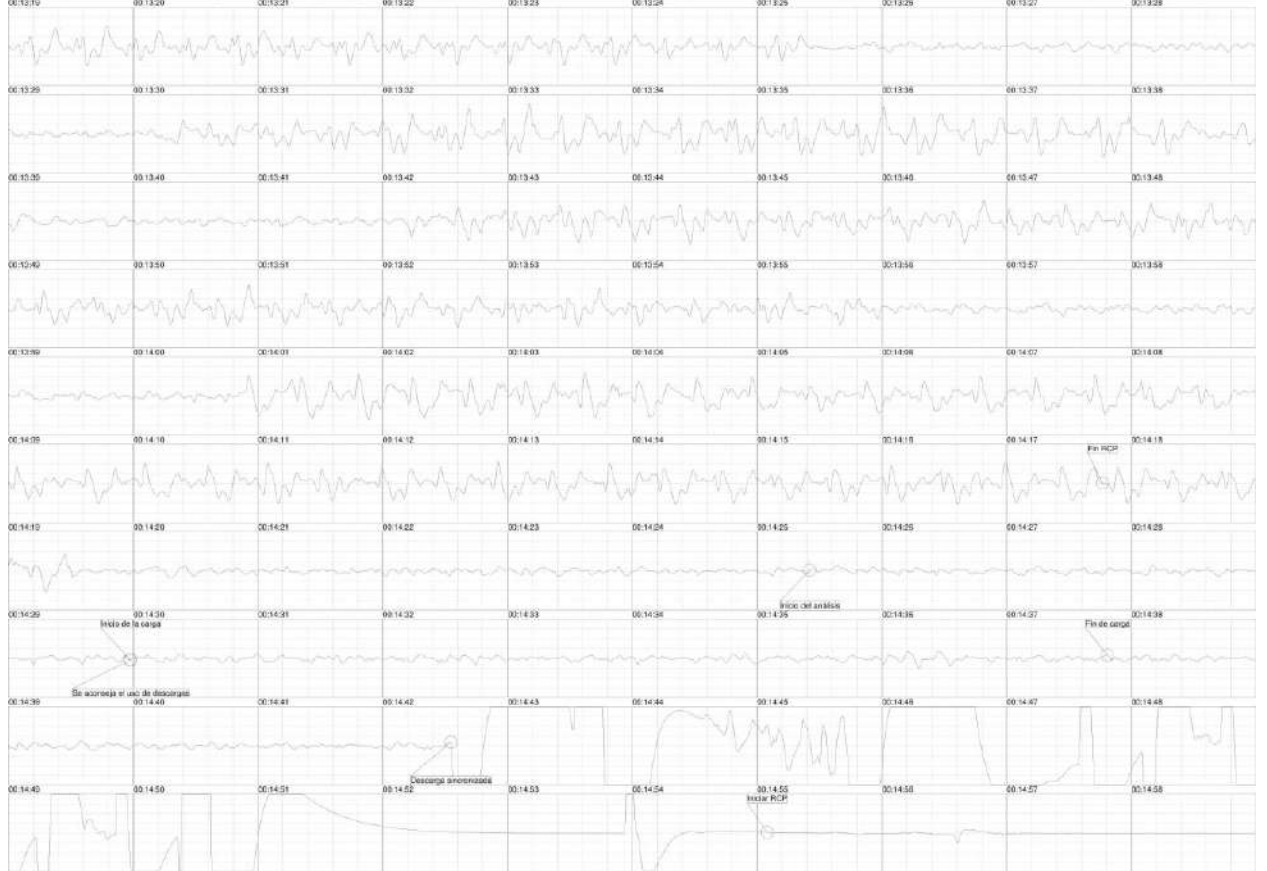


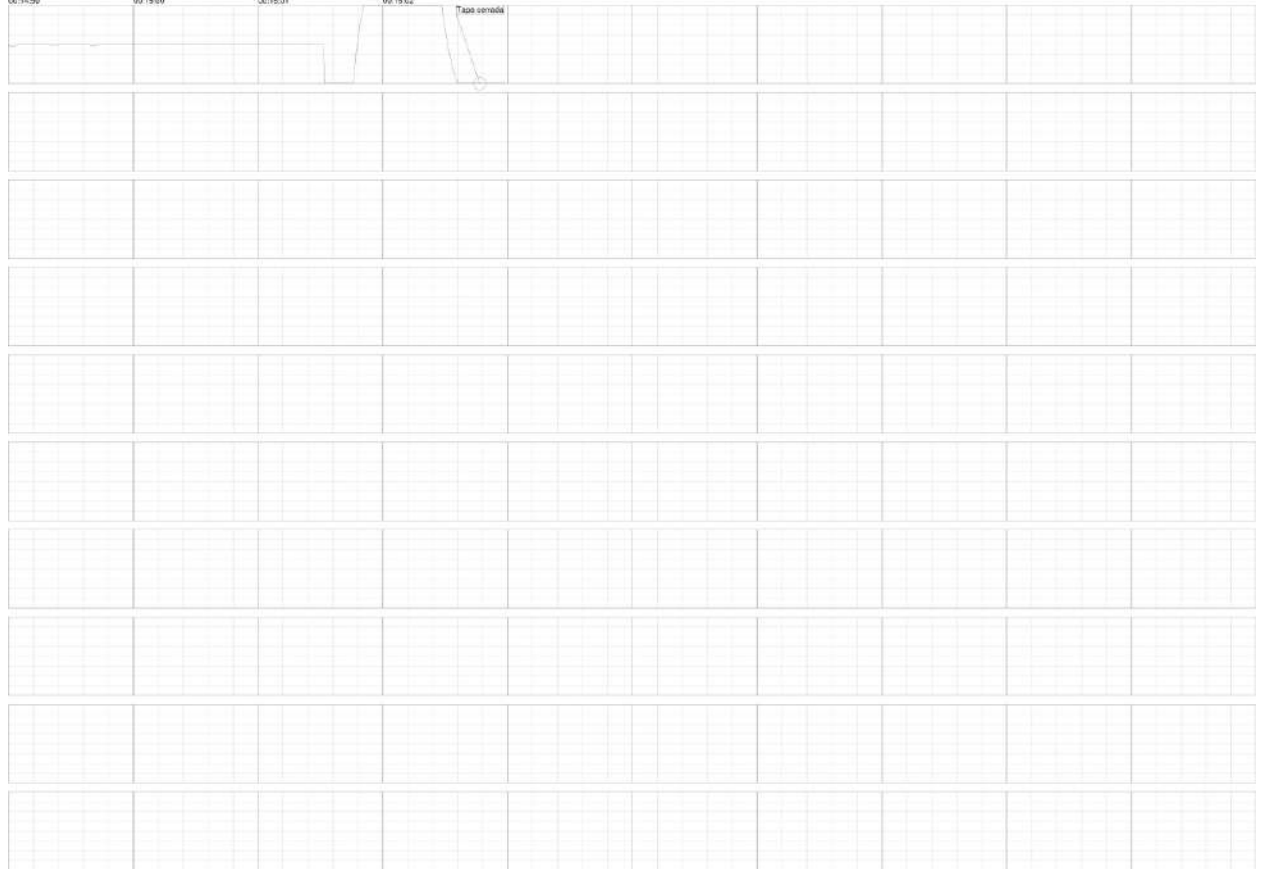












9.3 Annex 3: Publicació derivada del present treball

Loma-Osorio P, Nuñez M, Aboal J, Bosch D, Batlle P, Ruiz de Morales E, et al. The Girona Territori Cardioprotegit Project: Performance Evaluation of Public Defibrillators. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2018 Feb;71(2):79-85.

<https://doi.org/10.1016/j.rec.2017.04.011>

© Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved

Abstract

Introduction and objectives

In recent years, public access defibrillation programs have exponentially increased the availability of automatic external defibrillators (AED) in public spaces but there are no data on their performance in our setting. We conducted a descriptive analysis of the performance of AED since the launch of a public defibrillation program in our region.

Methods

A retrospective analysis was conducted of electrocardiographic tracings and the performance of AED in a public defibrillation program from June 2011 to June 2015 in the province of Girona, Spain.

Results

There were 231 AED activations. Full information was available on 188 activations, of which 82% corresponded to mobile devices and 18% to permanent devices. Asystole was the most prevalent rhythm (42%), while ventricular fibrillation accounted for 23%. The specificity of the device in identifying a shockable rhythm was 100%, but there were 8 false negatives (sensitivity 83%). There were 47 shockable rhythms, with a spontaneous circulation recovery rate of 49% (23 cases). There were no accidents related to the use of the device.

Conclusions

Nearly half of the recorded rhythms were asystole. The AED analyzed showed excellent safety and specificity, with moderate sensitivity. Half the patients with a shockable rhythm were successfully treated by the AED.

Keywords

Public defibrillation; Cardiopulmonary arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Ventricular fibrillation; Asystole

