

ORIGINAL

Incidencia y variables asociadas a lesiones graves secundarias a reanimación cardiopulmonar

Youcef Azeli^{1,3}, Eneko Barbería^{4,5}, María Jiménez-Herrera⁶, Alberto Ameijide⁷, Christer Axelsson⁸, Alfredo Bardaji^{3,5,9}

Objetivo. Determinar la incidencia de lesiones torácicas óseas graves (LTOG) y de lesiones viscerales graves (LVG) secundarias a reanimación cardiopulmonar (RCP) y estudiar las variables asociadas a ellas.

Método. Se analizaron los datos del proyecto ReCaPTa, estudio prospectivo de la muerte súbita, con varias fuentes de información. Se incluyeron los pacientes no supervivientes a un intento de RCP manual, entre abril de 2014 y mayo de 2016, en los que se aplicó un protocolo autopsico específico para el estudio de las lesiones secundarias a la RCP.

Resultados. Se analizaron 109 sujetos, con una mediana de edad de 63 años y un 32,1% de mujeres. El 63,3% presentaron LTOG y el 14,7%, LVG. El grupo con LTOG fue de mayor edad (63 vs 59 años, $p = 0,031$) y se asoció a una mayor proporción de pacientes con un perímetro torácico > 101 cm (56,5 vs 30%, $p = 0,016$) y con un perímetro abdominal > 100 cm (62,3 vs 37,5%, $p = 0,017$). En un análisis multivariado el perímetro torácico > 101 cm fue el único factor de riesgo para LTOG (OR 2,45; IC 95% 1,03-5,84) y el sexo femenino fue el único factor de riesgo para LVG (OR 5,02; IC 95% 1,18-21,25).

Conclusión. Los pacientes con un perímetro torácico mayor de 101 cm y las mujeres presentan un riesgo superior de lesiones graves debidas a la RCP.

Palabras clave: Reanimación cardiopulmonar. Fracturas costales. Lesiones torácicas.

Serious injuries secondary to cardiopulmonary resuscitation: incidence and associated factors

Objective. To determine the incidence of serious rib cage damage (SRD) and serious visceral damage (SVD) secondary to cardiopulmonary resuscitation (CPR) and to explore associated factors.

Methods. We analyzed data from the prospective registry of cases of sudden death in Tarragona, Spain (the ReCaPTa study). Cases were collected from multiple surveillance sources. In this study we included the cases of autopsied nonsurvivors after attempted manual CPR between April 2014 and May 2016. A specific protocol to detect injuries secondary to CPR was used during the autopsies.

Results. We analyzed 109 cases. The mean age at death was 63 years and 32.1% were women. SRD were found in 63.3% and SVD in 14.7%. The group with SRD were significantly older (63 vs 59 years, $P = .031$) and included higher percentages of persons with a chest circumference over 101 cm (56.5 vs 30%, $P = .016$) and a waist circumference over 100 cm (62.3 vs 37.5%, $P = .017$). A multivariable analysis confirmed chest circumference over 101 cm as the only risk factor for SRD (odds ratio [OR], 2.45; 95% CI, 1.03–5.84) and female sex as the only risk factor for SVD (OR, 5.02; 95% CI, 1.18–21.25).

Conclusion. Women and any patient with a chest circumference greater than 101 cm are at greater risk for serious injuries related to CPR.

Keywords: Cardiopulmonary resuscitation. Rib fractures. Thoracic injuries.

Introducción

La supervivencia de la parada cardiaca extrahospitalaria es escasa¹. La calidad de las compresiones torácicas (CT), con una profundidad y frecuencia adecuadas para permitir el retorno del esternón a su posición, es clave para optimizar el gasto cardiaco durante la reanimación cardiopulmonar (RCP)².

Las lesiones de la caja torácica secundarias a las CT son comunes y se pueden acompañar de lesiones viscerales³. La duración de la RCP, el sexo femenino, la edad y la profundidad de la compresión son las principales va-

riables asociadas conocidas^{4,5}. En la última década, las guías de reanimación han intentado establecer el mejor balance posible entre el beneficio del aumento de la profundidad de las CT y el riesgo de producir daño al paciente⁶. Aunque se ha observado que la máxima supervivencia está asociada a pacientes que reciben CT de entre 40,3 y 55,3 mm⁷, las últimas guías del European Resuscitation Council (ERC) respaldan las recomendaciones del International Liaison Committee on Resuscitation, que declaran como razonable una profundidad de compresión de aproximadamente 5 cm, pero no más de 6 cm, para un adulto de tamaño medio⁸.

Filiación de los autores:

¹Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España.

²Servicio de Urgencias, Hospital Universitari Sant Joan de Reus, Reus, Tarragona, España.

³Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili, Tarragona, España.

⁴Institut de Medicina Legal y Forense de Catalunya, Tarragona, España.

⁵Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España.

⁶Departamento de Enfermería, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España.

⁷Unidad de Bioestadística, Fundació Lliga per a la Investigació i Prevenció del Càncer, Reus, Tarragona, España.

⁸University of Borås, Borås, Västra Götaland, Suecia.

⁹Servicio de Cardiología, Hospital Universitari Joan XXIII, Tarragona, España.

Autor para correspondencia:

Youcef Azeli
Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya 112 Reus,
Carrer dels Pagesos, 2
43204 Reus, Tarragona, España

Correo electrónico:

youcefazeli@gencat.cat

Información del artículo:

Recibido: 11-5-2019

Aceptado: 27-7-2019

Online: 12-9-2019

Editor responsable:

Guillermo Burillo Putze

El objetivo de este estudio es conocer la incidencia de lesión torácica ósea grave (LTOG) y de lesión visceral grave (LVG) en una serie prospectiva de pacientes que no sobrevivieron tras una RCP con CT manuales, y estudiar los factores asociados a ellas.

Método

Diseño y escenario

El Registro Clínico Patológico de Tarragona (ReCaPTa) es un estudio prospectivo de la muerte súbita cardiaca que se realiza en la Región Sanitaria del Camp de Tarragona (Cataluña, España), la cual cuenta con una población de 511.622 habitantes. Este registro se basa en varias fuentes de información: los datos de todas las paradas cardíacas extrahospitalarias atendidas por el Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya (SEM), los datos de las autopsias realizadas por el Servicio de Patología Forense, los datos de los supervivientes ingresados en los hospitales del área, así como los antecedentes médicos de los pacientes, por medio de la historia clínica de atención primaria (AP). El estudio fue aprobado por el comité ético del Hospital Universitario Joan XXIII (CI 65/2014) y su diseño ha sido publicado previamente⁹.

Se incluyeron en este trabajo los pacientes tratados por el SEM que no sobrevivieron a un intento de reanimación con RCP manual, entre abril de 2014 y mayo de 2016, y que fallecieron *in situ*. Se excluyeron los menores de 18 años, las muertes de causa traumática, los pacientes tratados con un compresor torácico mecánico y los trasladados al hospital. Todos los pacientes fueron tratados según los protocolos del SEM, los cuales seguían las recomendaciones de las guías de reanimación del ERC vigentes en el periodo de estudio¹⁰.

Variables clínicas y autópsicas

Los datos de la asistencia por el SEM fueron recogidos por el equipo que atendió al paciente y se registraron las variables incluidas en el registro Utstein¹¹. Un equipo de investigadores de AP recogió los antecedentes médicos de la historia clínica del paciente. En España, de acuerdo con la ley, se requiere una autopsia forense para todas las muertes violentas y en las que no exista una causa conocida de la muerte. Esto incluye todas aquellas muertes naturales e inesperadas que ocurren en el medio extrahospitalario. En todos los sujetos se realizó una autopsia siguiendo un protocolo específico¹², a cargo de médicos forenses del Instituto de Medicina Legal y Forense de Cataluña, en Tarragona. Además de las variables antropométricas como el peso, la talla o el perímetro torácico y abdominal, se midió la profundidad del punto de compresión. Para ello se midió el esternón entre la escotadura esternal y la base del apéndice xifoides y se localizó el punto de compresión en el medio de la mitad inferior del esternón. Se midió la profundidad de este punto respecto al plano anterior pectoral.

Se definió LTOG como la presencia de alguna fractura esternal o más de 6 fracturas costales unilaterales o más de 4 fracturas costales si una de ellas era bilateral¹³. Los pacientes sin lesiones o sin criterios de LTOG se consideraron lesión torácica ósea leve (LTOL). Se consideró LVG cualquiera de las siguientes lesiones: hemopericardio, contusión epicárdica, disección o hematoma de la aorta torácica, neumotórax, hemotórax, laceración hepática, hematoma subcapsular hepático, lesión en el bazo, hematoma pulmonar. Se consideró lesión amenazante para la vida cualquier lesión que pudiera interferir con el sistema cardiovascular o respiratorio o con exanguinación de más de 800 ml¹⁴.

Análisis estadístico

Las variables continuas se describen con medianas y rangos intercuartil y las categóricas, con número de casos y porcentajes. Para la comparación entre los subgrupos según la gravedad se utilizó la T de Student o la U de Mann-Whitney y la ji cuadrado. Se realizó una curva ROC (Figuras 1 y 2) con el fin de obtener un valor umbral de los perímetros torácico y abdominal que permitiera predecir LTOG con la mayor sensibilidad y especificidad posible. Con base en este valor se categorizaron el perímetro torácico en mayor o menor de 101 cm y el perímetro abdominal en mayor o menor de 100 cm. Se construyó un modelo de regresión logística binaria para valorar el efecto de diversos factores de riesgo sobre las LTOG y LVG. Se calculó inicialmente la *odds ratio* (OR) y el intervalo de confianza en un análisis univariado y posteriormente se incluyeron en un análisis multivariado por pasos las variables que mostraron una $p < 0,05$ y las variables como la edad y el sexo, independientemente de su significación. Se utilizó el paquete estadístico R y el software SPSS v23.

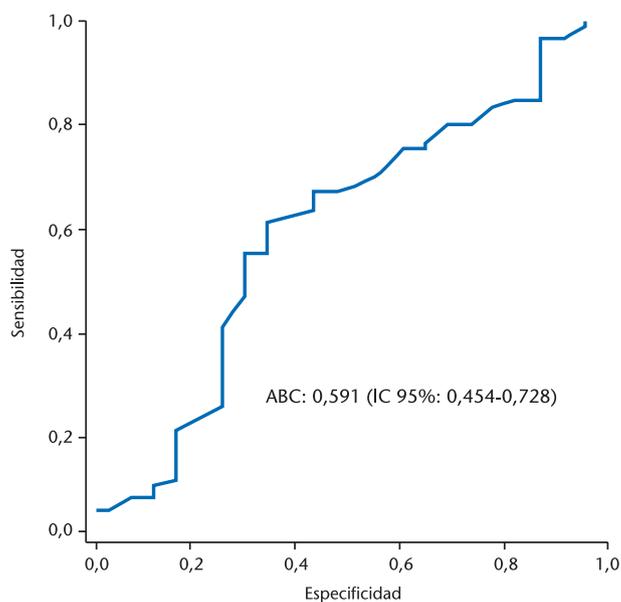


Figura 1. Curva ROC para perímetro torácico y lesión torácica ósea grave. El valor de perímetro torácico de 101 tiene una sensibilidad de 0,599 y una especificidad de 0,652. ABC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

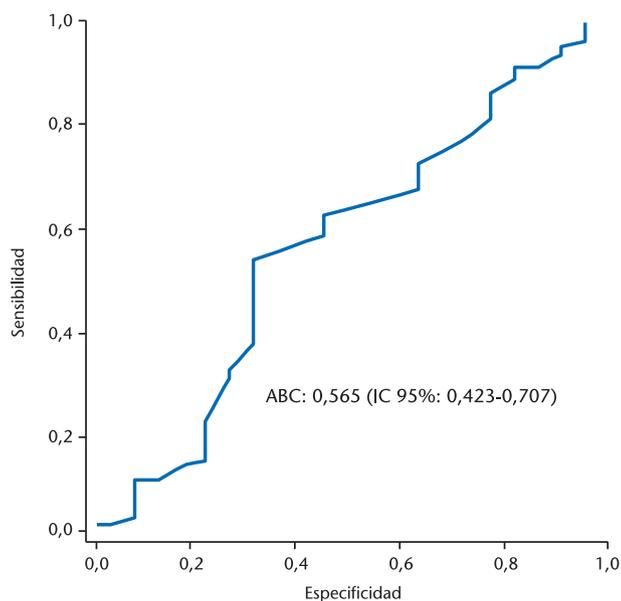


Figura 2. Curva ROC para perímetro abdominal y lesión torácica ósea grave. El valor de perímetro abdominal de 100 tiene una sensibilidad de 0,543 y una especificidad de 0,682. ABC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

Resultados

Características basales

Durante el periodo de estudio el SEM realizó 559 intentos de RCP. Cienonueve pacientes fueron incluidos en el análisis final (Figura 3). La mediana de edad de la muestra fue de 63 años, rango intercuartil (RIC) de 49-70 y el 32,1% fueron mujeres. Las causas de muerte según la autopsia fueron: cardíaca (55%), ahogamiento (12,8%), respiratoria (6,4%), intoxicación (6,4%), hepática-gastrointestinal (5,5%), cerebral (3,7%) y otras causas (10%).

Características de las lesiones

El 63,3% presentó LTOG y el 14,7%, LVG. El 77,1% presentó al menos una fractura costal y el 43,1% presentó fractura esternal. En la Tabla 1 se describe el detalle de las lesiones. En el subgrupo con LTOG, el 68,1% presentó al menos una fractura esternal, el 78,3% presentó más de 4 fracturas bilaterales y el 4,3% presentó más de 6 fracturas unilaterales. En el subgrupo con LTOL la mediana de fracturas fue de 0 (RIC 0-2) y el porcentaje de fracturas costales bilateral fue del 10%; sin embargo, en el subgrupo de LTOG la mediana de las fracturas costales fue de 8 (RIC 6-11) y el porcentaje de fracturas costales bilaterales fue del 87%. El porcentaje de fracturas según su distribución en la caja torácica en cada subgrupo se recoge en las Figuras 4, 5 y 6. El subgrupo con LTOG se asoció de forma significativa a LVG respecto al subgrupo con LTOL (21 vs 2,5%, $p = 0,006$).

El tipo de LVG y su distribución por sexos se muestran en la Tabla 2. El 40% de los casos de contusiones

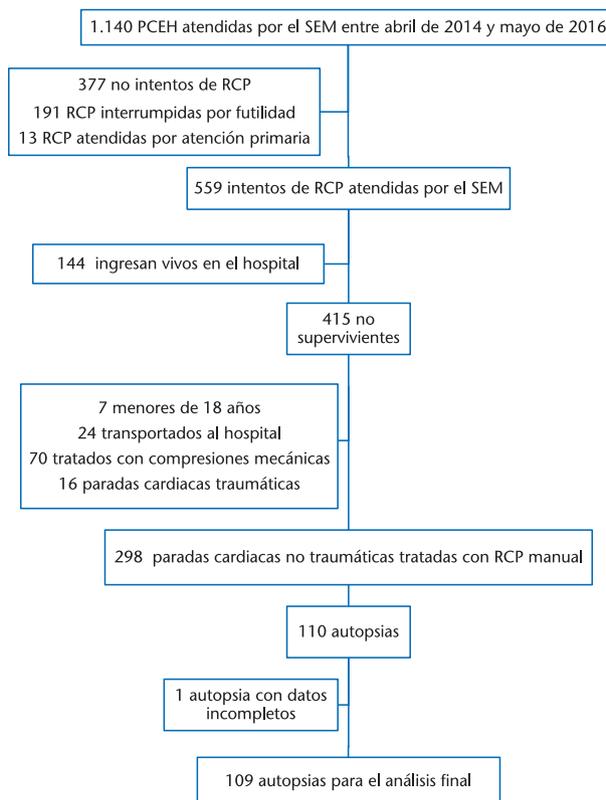


Figura 3. Diagrama de flujo de inclusión de pacientes. PCEH: paradas cardíacas extrahospitalarias; RCP: reanimación cardiopulmonar; SEM: sistema de emergencias médicas.

epicárdicas presentaron también hemopericardio y el 28,5% de los casos de hematoma hepático, hemoperitoneo. Cuatro pacientes (3,7%) presentaron una lesión amenazante para la vida, todos ellos con hemopericardio, dos presentaron también laceración hepática y uno un hemoperitoneo significativo. Ninguno de los pacientes con hemopericardio presentó enfermedad isquémica aguda como causa de la muerte.

Factores de riesgo de lesiones

La Tabla 3 muestra los principales factores de riesgo de lesiones. El subgrupo con LTOG fue de mayor edad que el grupo con LTOL (63 [RIC 49-75] vs 59 [RIC 56-68] años, $p = 0,031$). La mediana del tiempo de RCP total fue de 35 min (RIC 25-50). No hubo diferencias significativas entre los subgrupos respecto a los tiempos de RCP total, básica o avanzada. El 37,6% de la población de estudio recibió RCP por testigos, sin hallarse diferencias entre los grupos. Ninguno de los 2 pacientes que recibieron fibrinólisis durante la RCP presentó LVG. No hubo diferencias significativas entre los subgrupos respecto al tratamiento antitrombótico de base. La mediana del índice de masa corporal (IMC) en la población total fue de 28 kg/m² (RIC 25-31) y la mediana de la profundidad del punto de compresión fue de 10 mm (RIC 7-13), sin hallarse diferencias entre subgrupos. La mediana de los períme-

Tabla 1. Lesiones secundarias a la reanimación cardiopulmonar en la población total y en función de la presencia de lesión torácica ósea o lesión visceral grave

	Total N = 109 n (%)	LTOL N = 40 n (%)	LTOG N = 69 n (%)	p	No LVG N = 93 n (%)	LVG N = 16 n (%)	p
Lesiones torácicas óseas							
Fractura esternal	47 (43,1)	0	47 (68,1)	< 0,001	37 (39,8)	10 (62,5)	0,09
Fractura costal	84 (77,1)	17 (42,5)	67 (97,1)	< 0,001	70 (75,3)	14 (87,5)	0,282
Volet costal	3 (2,8)	0	3 (4,3)	0,181	2 (2,2)	1 (6,3)	0,355
Fractura costal bilateral	64 (58,7)	4 (10,0)	60 (87,0)	< 0,001	51 (54,8)	13 (81,3)	0,047
Fractura vertebral torácica	0	0	0		0	0	
Fracturas costales [mediana (RIC)]	5 (1-9)	0 (0-2)	8 (6-11)	< 0,001	4 (1-9)	9 (7-13)	0,005
Otras lesiones							
Lesión piel	27 (24,8)	7 (17,5)	20 (29,0)	0,181	19 (20,4)	8 (50,0)	0,011
Hematoma retroesternal	16 (14,7)	3 (7,5)	13 (18,8)	0,107	8 (8,6)	8 (50,0)	< 0,001
Hematoma mediastino anterior	18 (16,5)	2 (5,0)	16 (23,2)	0,014	10 (10,8)	8 (50,0)	< 0,001
Lesión vía aérea	11 (10,5)	3 (7,5)	8 (11,6)	0,495	7 (7,5)	4 (25,0)	0,032
Lesión visceral grave	16 (14,7)	1 (2,5)	15 (21,7)	0,006			

LTOG: lesión torácica ósea grave; LTOL: lesión torácica ósea leve; LVG: lesión visceral grave; RIC: rango intercuartil.

tros torácico y abdominal fue mayor en el subgrupo con LTOG, aunque sin significación estadística (101 [RIC 95-107] vs 99 [RIC 93-103] cm, $p = 0,192$, y 102 [RIC 92-107] vs 98 [RIC 89-108], $p = 0,108$). Sin embargo, el subgrupo con LTOG se asoció a una mayor proporción de pacientes con un perímetro torácico mayor de 101 cm (56,5 vs 30%, $p = 0,016$) y con un perímetro abdominal mayor de 100 cm (62,3 vs 37,5%, $p = 0,017$). El subgrupo con LVG se asoció a

una mayor proporción de pacientes de sexo femenino (56,3 vs 28%, $p = 0,025$) y con antecedentes de osteoporosis (12,5 vs 2,1%, $p = 0,038$).

En el análisis multivariado, el perímetro torácico > 101 cm con una OR de 2,45 (IC 95% 1,03-5,84) fue el único factor de riesgo independiente para LTOG, y el sexo femenino fue el único factor para LVG, con una OR de 5,02 (IC 95% 1,18-21,25). En las Tablas 4 a 6 se muestra la incidencia de lesiones con otras variables Utstein¹¹.

Número de costilla	Lado izquierdo				Fractura esternal	Lado derecho			
	Paravertebral	Posterolateral	Anterolateral	Paraesternal		Paraesternal	Anterolateral	Posterolateral	Paravertebral
1	0	0	0	2,3		0	0	0	0
2	0	0	4,7	2,3		2,3	4,7	0	0
3	0	0	2,3	0	0	4,7	7	2,3	0
4	0	0	7	2,3	0	11,6	2,3	0	0
5	0	0	9,3	0	0	2,3	9,3	0	0
6	0	0	9,3	0		0	4,7	0	0
7	0	0	0	0		0	2,3	0	0
8	0	0	0				2,3	0	0
9	0	0	0				0	0	0
10	0	0	0				0	0	0
11	0	0						0	0
12	0								0

Figura 4. Distribución de lesiones en el subgrupo de lesiones torácicas óseas leves (%). Representación gráfica basada en un estudio de Kashiwagui *et al.*³³.

Número de costilla	Lado izquierdo				Fractura esternal	Lado derecho			
	Paravertebral	Posterolateral	Anterolateral	Paraesternal		Paraesternal	Anterolateral	Posterolateral	Paravertebral
1	0	0	16,7	15,2		26,7	16,7	0	0
2	0	1,5	45,5	16,7		24,2	39,4	1,5	0
3	0	3	60,6	16,7	6,1	34,8	51,5	3	0
4	0	1,5	59,1	15,2	45,5	30,3	53	1,5	0
5	0	1,5	57,6	13,6	4,5	19,7	48,5	1,5	0
6	0	0	45,5	3		9,1	37,9	0	0
7	0	0	22,7	0		0	16,7	0	0
8	0	0	3				7,6	0	0
9	0	0	1,5				1,5	0	0
10	0	0	0				0	0	0
11	0	0						0	0
12	0								0

Figura 5. Distribución de lesiones en el subgrupo de lesiones torácicas óseas graves (%). Representación gráfica basada en un estudio de Kashiwagui *et al.*³³.

Número de costilla	Lado izquierdo				Fractura esternal	Lado derecho			
	Paravertebral	Posterolateral	Anterolateral	Paraesternal		Paraesternal	Anterolateral	Posterolateral	Paravertebral
1	0	0	18,8	31,2		37,5	12,5	0	0
2	0	0	50	37,5		43,8	43,8	0	0
3	0	0	56,2	31,2	12,5	43,8	50	0	0
4	0	0	43,8	25	50	31,2	43,8	0	0
5	0	0	50	18,8	0	25	31,2	0	0
6	0	0	37,5	6,2		18,8	25	0	0
7	0	0	18,8	0		0	6,2	0	0
8	0	0	6,2				6,2	0	0
9	0	0	0				6,2	0	0
10	0	0	0				0	0	0
11	0	0					0	0	0
12	0							0	0

Figura 6. Distribución de lesiones óseas en el subgrupo de lesiones viscerales graves (%). Representación gráfica basada en un estudio de Kashiwagui *et al.*³³.

Discusión

Nuestra serie revela que dos terceras partes de los sujetos que no sobreviven a un intento de RCP con compresiones torácicas manuales presentan LTOG o una LVG. Además, se constata que las LTOG guardan relación con el perímetro torácico, el perímetro abdominal, así como con la edad, y que las LVG se asocian al sexo femenino.

Las autopsias se consideran el patrón de referencia para el estudio de las lesiones post-RCP¹⁵. En otros estudios prospectivos similares, la incidencia de fracturas costales varía entre 64,6 y 73,7%, y la de fracturas esternales, entre 54,2 y 66,3%^{16,17}. La incidencia de fracturas costales en nuestra serie fue del 77,1%, y la de fracturas esternales, del 43,1%. Estas diferencias pueden ser atribuibles a las distintas poblaciones de estudio o a pequeñas diferencias entre los protocolos utilizados.

En nuestra serie, el 3,7% de los pacientes presentaron una lesión amenazante para la vida. En la literatura, el porcentaje de pacientes que presenta lesiones amenazantes para la vida secundarias a la RCP varía del 0 al 13,7%^{13,16-18}. El hemopericardio ocurrió en el 3,7% y la lesión epicárdica en el 4,6% de los casos. En otra serie similar, se halló lesión epicárdica en el 8,4% de los casos tras una RCP manual¹⁶. Esta diferencia podría atribuirse a nuestra menor incidencia de fracturas esternales¹⁷.

Nuestros datos contrastan con los de Koster *et al.*, que observaron LTOG en el 41,3% en una serie de pacientes que recibieron RCP manual¹³, un porcentaje

bajo respecto a nuestra serie, tal vez explicable tanto por el elevado porcentaje de supervivientes como por los distintos métodos para el diagnóstico de las lesiones utilizados, que diagnosticaron fractura esternal en tan solo el 4% de los casos.

La edad es un factor de riesgo conocido para las lesiones secundarias a la RCP⁴. Con la edad se incrementa la mineralización y la porosidad ósea, mientras que se adelgaza la cortical ósea. El resultado es un tejido menos elástico y más vulnerable a presentar fracturas.

El sexo femenino se ha asociado a una mayor incidencia de fracturas óseas, sobre todo del esternón. El menor grosor del esternón respecto a los hombres, la mayor edad relativa de las mujeres al sufrir una parada cardíaca y un mayor índice de enfermedades degenerativas óseas justifican su mayor vulnerabilidad. Además, el sexo femenino se ha descrito como un factor de riesgo independiente para lesión visceral¹⁹, aunque no todos los estudios son coincidentes^{17,20}. Recientemente se han analizado las lesiones traumáticas mayores secundarias a la RCP de los supervivientes del Parisian Registry y se asociaron al sexo femenino, la edad y la ocurrencia de la PCR en el domicilio¹⁸.

Como en otros estudios, no hemos hallado relación entre la RCP realizada por testigos y la incidencia de lesiones secundarias a la RCP¹⁸.

Nuestra serie ha mostrado una tendencia no significativa de la duración de la RCP como factor de riesgo de lesiones. Tan solo el subgrupo con LTOG recibió mayor tiempo de RCP avanzada (24 vs 29 min, $p = 0,086$). En la literatura esta relación tampoco es clara²¹ y son necesarios estudios acerca de la seguridad de la RCP prolongada. Es posible que la incidencia de lesiones sea bimodal, produciéndose un primer pico al principio²², por la rigidez inicial del tórax, y un segundo pico conforme pasan los minutos de la RCP, que podría enmascarar el efecto del primero.

Hasta ahora el estudio de la relación del tamaño del cuerpo con la incidencia de fracturas se había basado en el IMC principalmente. Como en otros trabajos^{5,23,24}, no hemos hallado diferencias en los subgrupos estudiados en relación con el IMC, posiblemente por el escaso número de pacientes con un IMC > 30. Tan solo el subgrupo con LVG presenta un mayor IMC respecto al

Tabla 2. Lesiones viscerales graves y su distribución por sexos

	Pacientes N = 16 n (%)	Hombres N = 7 n (%)	Mujeres N = 9 n (%)
Hemopericardio	4 (3,7)	2 (50)	2 (50)
Hematoma aorta	3 (2,7)	1 (33,3)	2 (66,6)
Hemoperitoneo	2 (1,8)	1 (50)	1 (50)
Contusión epicárdica	5 (4,6)	1 (20)	4 (80)
Hemotórax	3 (2,7)	0 (0)	3 (100)
Hematoma pulmonar	2 (1,8)	1 (50)	1 (50)
Laceración hepática	3 (2,7)	1 (33,3)	2 (66,6)
Hematoma hepático	7 (6,4)	4 (57,1)	3 (42,9)
Lesión bazo	0	0	0

Tabla 3. Factores de riesgo en la población total y en función de la presencia de lesión torácica ósea o lesión visceral grave

	Total N = 109 n (%)	LTOL N = 40 n (%)	LTOG N = 69 n (%)	p	No LVG N = 93 n (%)	LVG N = 16 n (%)	p
Datos epidemiológicos							
Edad [mediana (RIC)]	63 (49-70)	59 (56-68)	63 (49-75)	0,031	62 (48-69)	63 (46-81)	0,697
Sexo mujer	35 (32,1)	10 (25,0)	25 (36,2)	0,226	26 (28,0)	9 (56,3)	0,025
Características RCP							
Tiempo RCP básica [min (RIC)]	10 (3-15)	7 (2-13)	10 (5-16)	0,303	10 (3-15)	8 (1-14)	0,457
Tiempo RCP avanzada [min (RIC)]	25 (16-40)	29 (16-44)	25 (19-38)	0,815	24 (16-40)	29 (25-45)	0,086
Tiempo RCP total [min (RIC)]	35 (25-50)	37 (21-50)	38 (25-52)	0,712	37 (25-49)	45 (27-53)	0,206
RCP por testigos	41 (37,6)	12 (30)	29 (42,0)	0,319	32 (34,4)	9 (56,3)	0,301
Fibrinólisis en RCP	2 (1,8)	1 (2,5)	1 (1,4)	0,695	2 (2,1)	0	0,554
Antecedentes médicos							
Osteoporosis	4 (3,6)	1 (2,5)	3 (4,3)	0,551	2 (2,1)	2 (12,5)	0,038
Tratamiento antiagregante	11 (10,1)	7 (17,5)	4 (5,7)	0,069	10 (10,7)	1(6,2)	0,579
Tratamiento anticoagulante	5 (4,6)	4 (10,0)	1 (1,4)	0,052	5 (5,4)	0	0,339
Variables antropométricas							
IMC [kg/m ² (RIC)]	28 (25-31)	29 (24-31)	28 (25-31)	0,784	28 (24-31)	31 (26-34)	0,163
PPC [mm (RIC)]	10 (7-13)	9 (7-13)	11 (7-14)	0,398	10 (7-14)	10 (6-12)	0,241
Perímetro abdominal [cm (RIC)]	101 (91-108)	98 (89-108)	102 (92-107)	0,108	100 (90-107)	104 (95-107)	0,628
Perímetro abdominal > 100 cm	58 (53,2)	15 (37,5)	43 (62,3)	0,017	48 (51,6)	10 (62,5)	0,445
Perímetro tórax [cm (RIC)]	100 (94-107)	99 (93-106)	101 (95-107)	0,192	100 (94-107)	102 (96-113)	0,628
Perímetro tórax > 101 cm	51 (46,7)	12 (30,0)	39 (56,5)	0,016	42 (45,2)	9 (56,3)	0,558

IMC: índice de masa corporal; PPC: profundidad del punto de compresión; RCP: reanimación cardiopulmonar; RIC: rango intercuartil.

subgrupo sin LVG, pero sin alcanzar la significación estadística.

Existen escasos datos que ayuden a establecer el riesgo de producir lesiones según el tamaño de los pacientes. Las propiedades biomecánicas del tórax tienen una gran variabilidad interindividual²⁵, no solo explicada por la composición y las propiedades de los tejidos, sino también por las características geométricas del tórax. La edad y la obesidad horizontalizan las costillas, aumentando la longitud del arco costal^{26,27}, lo que conlleva un aumento de la rigidez del tórax y una mayor vulnerabilidad a fracturas óseas tras un traumatismo²⁸. Esto explicaría la mayor proporción de pacientes con perímetros abdominal y torácico elevados que presentaron LTOG en nuestro estudio.

Nuestros resultados podrían orientar a los equipos de reanimación a extremar la calidad de la RCP que se realiza, sobre todo en los pacientes con características acor-

des a las variables asociadas con lesiones graves, como un perímetro torácico > 101 cm y el sexo femenino.

La realización de la RCP en sujetos obesos es difícil y constituye un auténtico reto para los reanimadores. Resulta plausible que el esfuerzo necesario para conseguir CT efectivas en este tipo de pacientes pueda incrementar el riesgo de fracturas. Recientemente se ha descrito en adultos que unas menores áreas transversales del tórax y una menor profundidad del tejido adiposo subcutáneo torácico se asocian a una mejor supervivencia tras una parada cardíaca intrahospitalaria²⁹.

La tendencia de las maniobras de RCP a prolongarse en el tiempo ha aumentado la preocupación sobre el efecto hemodinámico adverso de las lesiones torácicas graves secundarias a la RCP. Resultados iniciales de modelos teóricos han permitido iniciar su estudio específico³⁰. La investigación en estrategias que permitan personalizar la profundidad de compresión y el punto de

Tabla 4. Factores relacionados con la aparición de lesión ósea grave

	Análisis univariado		Análisis multivariado	
	OR (IC 95%)	p	OR (IC 95%)	p
Edad	1,031 (1,002-1,060)	0,034		
Sexo	1,705 (0,716-4,060)	0,228		
Tiempo de RCP total	1,009 (0,983-1,035)	0,517		
Perímetro tórax	1,030 (0,994-1,067)	0,104		
Perímetro tórax > 101 cm	2,786 (1,195-6,492)	0,018	2,456 (1,032-5,844)	0,042
Índice de masa corporal	0,993 (0,918-1,074)	0,866		
Perímetro abdominal	1,025 (0,994-1,057)	0,110		
Abdomen 100	2,530 (1,131-5,659)	0,024		
Profundidad del punto de compresión	1,046 (0,958-1,142)	0,314		
Fibrinólisis	0,574 (0,035-9,428)	0,697		
Osteoporosis	2,000 (0,197-20,289)	0,558		
Tratamiento antiagregante previo	0,301 (0,079-1,151)	0,079		
Tratamiento anticoagulante previo	0,140 (0,015-1,331)	0,087		

IC 95%: intervalo de confianza al 95%; RCP: reanimación cardiopulmonar; OR: *odds ratio*.

Tabla 5. Factores relacionados con la aparición de lesión visceral

	Análisis univariado		Análisis multivariado	
	OR (IC 95%)	p	OR (IC 95%)	p
Edad	1,009 (0,971-1,048)	0,645		
Sexo	3,313 (1,118-9,821)	0,031	5,016 (1,184-21,251)	0,029
RCP total	1,013 (0,983-1,044)	0,396		
Perímetro torácico > 100 cm	1,378 (0,471-4,030)	0,559		
Índice de masa corporal	1,065 (0,961-1,181)	0,230		
Perímetro abdominal > 100 cm	1,528 (0,513-4,552)	0,447		
Profundidad del punto de compresión	0,909 (0,791-1,045)	0,180		
Osteoporosis	7,125 (0,877-57,894)	0,066		
Tratamiento antiagregante previo	0,544 (0,062-4,793)	0,584		
LTOG	10,833 (1,373-85,485)	0,024		

RCP: reanimación cardiopulmonar; LTOG: lesión torácica ósea grave.

compresión³¹ según las necesidades de cada paciente podrían mejorar la calidad de la RCP en el futuro.

Nuestro estudio tiene varias limitaciones. Por un lado, la profundidad de las CT que han recibido los pacientes es desconocida, ya que no se contó con ningún sistema de monitorización de la calidad de las CT. Además, la categorización de las lesiones graves se ha realizado como en un estudio anterior para facilitar la comparación, pero su utilidad clínica no está todavía bien establecida¹². No se puede descartar un posible sesgo de inclusión al no haberse estudiado 188 pacientes a los que no se les realizó autopsia en el periodo de estudio. Finalmente, este estudio no incluye supervivientes, lo que habría podido ayudar a caracterizar mejor distintos tipos de tórax, aportar datos para el estudio de la biomecánica del tórax durante la RCP y a comprender la posible relevancia clínica de las lesiones que se producen durante la reanimación.

Como conclusión, podemos decir que las LTOG secundarias a la RCP manual son frecuentes y están asociadas a las LVG. Los pacientes con un perímetro torácico mayor de 101 cm y las mujeres tienen más riesgo de sufrir una lesión severa. El perímetro torácico parece ser una nueva variable asociada a lesiones torácicas secundarias a la RCP con posibles implicaciones clínicas.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación al presente artículo.

Contribución de los autores: Los autores han confirmado su autoría en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de los derechos a EMERGENCIAS.

Financiación: Este estudio ha recibido una beca al mejor de proyecto de investigación en el ámbito de las ciencias de la resucitación en el 2014 otorgado por el Consell Català de Ressuscitació.

Responsabilidades éticas: Todos los autores confirman en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS que se ha mantenido la confidencialidad y el respeto de los derechos a los pacientes, así como las consideraciones éticas internacionales.

Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares

Agradecimientos: El estudio ReCaPTa ha recibido una Beca del Consell Català de Ressuscitació.

Nos gustaría agradecer al equipo investigador que forma parte del estudio ReCaPTa por el trabajo realizado y su colaboración como autores: Xavier Escalada, Isaac Lucas Guarque, del Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya; Inés Landin, Pilar Torralba, Cristina Amaya y Carlos Laguna, del Instituto de Medicina Legal y Forense de Cataluña; Vanesa López Madrid, del Servicio de Urgencias del Hospital Sant Joan de Reus; Jordi Bladé, de atención primaria del Institut Català de Salut; Alex Guillell, del CAP de Cambrils (SAGESSA), y Laura Fernandez Sender, de la Unidad de Subagudos de la Xarxa Tecla.

Nos gustaría agradecer también al registro nacional sueco de paradas cardiacas extrahospitalarias por su colaboración, y a Angels Mora y Xavier Jiménez Fàbrega, del Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya, por su colaboración. Finalmente, nos gustaría dar las gracias al equipo técnico, que con su trabajo nos ayuda a realizar este registro: Ruth Alvarez, Adnan Basic y Eva Hernando.

Tabla 6. Causas de muerte y variables Utstein y su relación con la gravedad de las lesiones secundarias a reanimación cardiopulmonar

	Total N = 109 n (%)	LTOL N = 40 n (%)	LTOG N = 69 n (%)	p	No LVG N = 93 n (%)	LVG N = 16 n (%)	p
Causas de muerte							
Cardíaca	60 (55)	28 (70,0)	32 (46,4)		52 (55,9)	8 (50,0)	
Respiratoria	7 (6,4)	2 (5,0)	5 (7,2)		5 (5,4)	2 (12,5)	
Ahogamiento	14 (12,8)	1 (2,5)	13 (18,8)		13 (14)	1 (6,2)	
Intoxicación	7 (6,4)	4 (10,0)	3 (4,3)	0,083	7 (7,5)	0	0,250
Hepática-gastrointestinal	6 (5,5)	2 (5,0)	4 (5,8)		5 (5,4)	1 (6,2)	
Cerebral	4 (3,7)	1 (2,5)	3 (4,3)		4 (4,3)	0 (0)	
Otras no cardíacas	11 (10,0)	2 (5,0)	9 (13,0)		7 (7,5)	4 (25)	
Localización							
Domicilio	56 (54,9)	22 (64,7)	34 (50,0)		45 (52,3)	11 (68,8)	
Lugar público	39 (38,2)	10 (29,4)	29 (42,6)	0,367	37 (43,0)	2 (12,5)	0,020
Centro de salud	7 (6,9)	2 (5,9)	5 (7,4)		4 (4,7)	3 (18,8)	
Ritmo inicial							
Asistolia	77 (78,6)	24 (70,6)	53 (82,8)	0,160	66 (80,5)	11 (68,8)	0,295
Fibrilación ventricular	17 (17,3)	7 (20,6)	10 (15,6)	0,537	13 (15,9)	4 (25,0)	0,377
Actividad eléctrica sin pulso	3 (3,1)	2 (5,9)	1 (1,6)	0,237	2 (2,4)	1 (6,3)	0,418

LTOG: lesión torácica ósea grave; LTOL: lesión torácica ósea leve; LVG: lesión visceral grave.

Adenda

Los datos suplementarios están disponibles online en: <http://dx.doi.org/>

Bibliografía

- 1 Rosell-Ortiz F, Escalada-Roig X, Fernández del Valle P, Sánchez-Santos L, Navalpotro-Pascual JM, Echarri-Sucunza A, et al. Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) attended by mobile emergency teams with a physician on board. Results of the Spanish OHCA Registry (OSHCAR). *Resuscitation*. 2017;113:90-5.
- 2 Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, Nysaether J, Nadkarni VM, Berg MD, et al. Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2010;38:1141-6.
- 3 Kralj E, Podbregar M, Kežar N, Balažic J. Frequency and number of resuscitation related rib and sternum fractures are higher than generally considered. *Resuscitation*. 2015;93:136-41.
- 4 Ram P, Menezes RG, Sirinvaravong N, Luis SA, Hussain SA, Madadin M, et al. Breaking your heart—A review on CPR-related injuries. *Am J Emerg Med*. 2018;36:838-42.
- 5 Hellevuo H, Sainio M, Nevalainen R, Huhtala H, Olkkola KT, Tenhunen J, et al. Deeper chest compression – More complications for cardiac arrest patients? *Resuscitation*. 2013;84:760-5.
- 6 Møller Nielsen A, Rasmussen LS. Damage and depth of chest compressions. *Resuscitation*. 2013;84:713-4.
- 7 Stiell IG, Brown SP, Nichol G, Cheskes S, Vaillancourt C, Callaway CW, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? *Circulation*. 2014;130:1962-70.
- 8 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.
- 9 Azeli Y, Barbería E, Jiménez-Herrera M, Bonet G, Valero-Mora E, Lopez-Gomariz A, et al. The ReCaPTa study - A prospective out of hospital cardiac arrest registry including multiple sources of surveillance for the study of sudden cardiac death in the Mediterranean area. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:127.
- 10 Soar J, Nolan JP, Böttiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2015;95:100-47.
- 11 Perkins GD, Jacobs IG, Nadkarni VM, Berg RA, Bhanji F, Biarent D, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update of the Utstein resuscitation registry templates for out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2015;96:328-40.
- 12 Azeli Y, Barbería E, Landín I, Torralba P, Amaya C, Laguna C. Lesiones por reanimación cardiopulmonar en autopsias forenses: protocolo del Registro Clínico-Patológico de Tarragona (ReCaPTa). *Rev Esp Med Leg*. 2016;42:120-5.
- 13 Koster RW, Beenen LF, van der Boom EB, Spijkerboer AM, Tepaske R, van der Wal AC, et al. Safety of mechanical chest compression devices AutoPulse and LUCAS in cardiac arrest: a randomized clinical trial for non-inferiority. *Eur Heart J*. 2017;38:3006-13.
- 14 Krischer JP, Fine EG, Davis J, Nagel EL. Complications of cardiac resuscitation. *Chest*. 1987;92:287-91.
- 15 Smekal D, Hansen T, Sandler H, Rubertsson S. Comparison of computed tomography and autopsy in detection of injuries after unsuccessful cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2013;84:357-60.
- 16 Smekal D, Lindgren E, Sandler H, Johansson J, Rubertsson S. CPR-related injuries after manual or mechanical chest compressions with the LUCASTM device: A multicentre study of victims after unsuccessful resuscitation. *Resuscitation*. 2014;85:1708-12.
- 17 Ihnát Rudinská L, Hejna P, Ihnát P, Tomášková H, Smatanová M, Dvořák I. Intra-thoracic injuries associated with cardiopulmonary resuscitation – Frequent and serious. *Resuscitation*. 2016;103:66-70.
- 18 Champigneulle B, Haruel PA, Pirracchio R, Dumas F, Geri G, Arnaout M, et al. Major traumatic complications after out-of-hospital cardiac arrest: insights from the Parisian registry. *Resuscitation*. 2018;128:70-5.
- 19 Koga Y, Fujita M, Yagi T, Nakahara T, Miyauchi T, Kaneda K, et al. Effects of mechanical chest compression device with a load-distributing band on post-resuscitation injuries identified by post-mortem computed tomography. *Resuscitation*. 2015;96:226-31.
- 20 Cha KC, Kim YW, Kim HI, Kim OH, Cha YS, Kim H, et al. Parenchymal lung injuries related to standard cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med*. 2017;35:117-21.
- 21 Hoke RS, Chamberlain D. Skeletal chest injuries secondary to cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2004;63:327-38.
- 22 Baubin M, Rabl W, Pfeiffer KP, Benzer A, Gilly H. Chest injuries after active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation (ACD-CPR) in cadavers. *Resuscitation*. 1999;43:9-15.
- 23 Yamaguchi R, Makino Y, Chiba F, Torimitsu S, Yajima D, Inokuchi G, et al. Frequency and influencing factors of cardiopulmonary resuscitation-related injuries during implementation of the American Heart Association 2010 guidelines: a retrospective study based on autopsy and postmortem computed tomography. *Int J Legal Med*. 2017;131:1655-63.
- 24 Setälä P, Hellevuo H, Huhtala H, Kämäräinen A, Tirkkonen J, Hoppu S. Risk factors for cardiopulmonary resuscitation-related injuries sustained during out-of-hospital cardiac arrests. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2018;62:1290-6.
- 25 Beesems SG, Hardig BM, Nilsson A, Koster RW. Force and depth of mechanical chest compressions and their relation to chest height and gender in an out-of-hospital setting. *Resuscitation*. 2015;91:67-72.
- 26 Holcombe SA, Wang SC, Grotberg JB. The effect of age and demographics on rib shape. *J Anat*. 2017;231:229-47.
- 27 Shi X, Cao L, Reed MP, Rupp JD, Hoff CN, Hu J. A statistical human rib cage geometry model accounting for variations by age, sex, stature and body mass index. *J Biomech*. 2014;47:2277-85.
- 28 Wang S, Poster CS, Lange AW, Brede C, Lange D. Structural and material changes in the aging thorax and their role in crash protection for older occupants. *Stapp Car Crash J*. 2005;49:231-49.
- 29 Liu JZ, Ye S, Cheng T, Han TY, Li Q, Li RX, et al. The effects of thoracic cage dimension and chest subcutaneous adipose tissue on outcomes of adults with in-hospital cardiac arrest: A retrospective study. *Resuscitation*. 2019;141:151-7.
- 30 Azeli Y, Lorente-Olazabal JV, Monge-García MI, Bardají A. Adverse haemodynamic effects of serious thoracic injuries during CPR: a study based on the Campbell diagram. *Resuscitation*. 2019 (En prensa).
- 31 Azeli Y, Suazo M, Puigjaner D, Amejide A, Herrero J, Fortuny G. Assessing the safety of a displaced chest compression to the left and caudally. First results using a detailed thoracic finite element model. *Resuscitation*. 2017;118S:e5-42.