

Factores predictivos de supervivencia durante la reanimación cardiopulmonar

F.J. DE LATORRE ARTECHE

Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Universitari Vall d'Hebron. Barcelona. España.

La capacidad funcional de los enfermos recuperados tras la reanimación cardiopulmonar (RCP) se relaciona con la calidad de la RCP, posiblemente al reducirse la isquemia cerebral durante la parada cardiorrespiratoria (PCR).

Los factores predictivos de supervivencia ante una PCR son: PCR presenciada; inicio de las maniobras de RCP por parte de los testigos de la PCR, dado que el tiempo entre el colapso y el inicio de la RCP y la calidad de ésta son dos factores determinantes en la supervivencia lograda en la PCR; el tipo de ritmo cardíaco encontrado; la desfibrilación temprana y el soporte vital avanzado.

De todos estos factores, la evidencia respecto a la importancia de la desfibrilación temprana ha llevado a que las recomendaciones del 2000 consideren la desfibrilación temprana en la fibrilación ventricular, antes de 3 min del colapso en los hospitales y centros de salud, como una recomendación clase I.

PALABRAS CLAVE: *estado vegetativo persistente, parada cardiorrespiratoria, reanimación cardiopulmonar, supervivencia, desfibrilación, soporte vital avanzado.*

FACTORS PREDICTIVE OF SURVIVAL IN CARDIOPULMONARY RESUSCITATION

Functional capacity after cardiopulmonary resuscitation (CPR) is related to the quality of the

Correspondencia: Dr. F.J. de Latorre Arteche.
Servicio de Medicina Intensiva.
Hospital General Vall d'Hebron.
Passeig de la Vall d'Hebron 119-129. 08035 Barcelona. España.
Correo electrónico: Latorre@hg.vhebron.es

Manuscrito aceptado el 7-I-2004.

CPR, possibly because of reduction of cerebral ischemia during cardiopulmonary arrest (CPA).

Factors predictive of survival in CPA are: witnessed CPA, initiation of CPR by CPA witnesses (given that the interval between collapse and initiation of CPR and the quality of CPR are two determining factors of survival in CPR), type of cardiac rhythm found, early defibrillation and advanced life support.

Of all these factors, the evidence on the importance of early defibrillation has led the 2000 recommendations to designate early defibrillation in ventricular fibrillation within 3 min of collapse in hospitals and health centers as a Class I recommendation.

KEY WORDS: *persistent vegetative state, cardiorespiratory arrest, cardiopulmonary resuscitation, survival, defibrillation, advanced life support.*

EVOLUCIÓN DE LA PARADA CARDIORRESPIRATORIA

Se considera "muerte súbita", lo que se conoce como parada cardiorrespiratoria (PCR), aquellas muertes inesperadas que ocurren de manera aguda, en un período breve, generalmente en minutos desde el inicio de los síntomas.

La supervivencia de una PCR extrahospitalaria puede oscilar entre 1,4% en Nueva York¹ y un 38%². En nuestro país, en la reciente tesis de Alvarez³ que revisa los resultados de 3.642 PCR en las que se inició reanimación cardiopulmonar (RCP) recogidas en publicaciones entre 1987 y 1999, la supervivencia al alta hospitalaria fue del 10,1% en PCR extrahospitalarias. Respecto a las PCR intrahospitalarias también hay una gran dispersión de los

resultados, que oscilan entre el 0%⁴ y el 35%⁵ de supervivencia. Las causas de estas variaciones no se deben sólo a diferencias en el tratamiento de estos pacientes, sino a que se comparan poblaciones diferentes, PCR que ocurren en unidades muy distintas del hospital, etc., por lo que los resultados globales, sin estratificar, no nos permiten sacar conclusiones en muchas ocasiones. Ballew y Philbrick⁶ realizaron una excelente revisión de 68 publicaciones sobre las diferencias que existían en la forma de recoger las PCR intrahospitalarias y la inutilidad de comparar los datos globales. La única forma de comparar casuísticas es mediante un registro uniforme que permita homogeneizar las posibles variables que pueden darse en la RCP de las PCR, como los propuestos en los consensos de Utstein^{7,8}.

Otra dificultad que se presenta al comparar estudios es la variable (*end-point*) a considerar para determinar que una determinada medida es beneficiosa o no; se han recomendado actuaciones terapéuticas sólo por conseguir que más pacientes con PCR ingresen con vida en el hospital aunque no haya diferencias en la supervivencia al alta hospitalaria^{9,10}.

Pocos estudios analizan la recuperación funcional neurológica tras una PCR en los pacientes que son dados de alta del hospital, a pesar de que la recuperación de una buena función neurológica al alta se considera el patrón oro a conseguir con las maniobras de RCP^{11,12}. En las Recomendaciones 2000, se analizaron 20 publicaciones valorables encontradas en una búsqueda en MEDLINE (1989-1999) que midieran la proporción de pacientes con PCR extrahospitalarias que eran dados de alta del hospital con buena o sólo moderada alteración de la función neurológica; en total fueron 25.805 pacientes con PCR, y se encontró que eran sólo el 5,5% de los pacientes¹². De los pacientes que sobreviven a una PCR extrahospitalaria y son dados de alta del hospital, entre el 4 y el 12% quedan con afección neurológica grave o coma^{13,14}. Publicaciones más antiguas refieren resultados peores con un 18% de pacientes en coma¹⁵ y un 24% de los pacientes en coma, estado vegetativo persistente (EVP) o alteraciones neurológicas importantes¹⁶. En un hospital español, el 7,8% de los pacientes (10/128 pacientes) que pudieron ser dados de alta del hospital quedó con deficiencias neurológicas muy invalidantes, entre ellas en EVP¹⁷.

Por último, incluso los estudios que analizan la función neurológica al alta no suelen citar la proporción de pacientes con EVP; la mayoría de estos pacientes se engloban entre los que fallecen sin ser dados de alta del hospital o han quedado con afección neurológica grave. Para la presente revisión se ha efectuado una búsqueda de publicaciones desde 1980 hasta la actualidad en MEDLINE mediante los términos *cardiopulmonary resuscitation OR cardiac arrest AND vegetative state*, en adultos. Sólo 3 de las 43 publicaciones encontradas eran series de enfermos con PCR en las que se indicaba expresamente el porcentaje de pacientes que quedaba en estado vegetativo¹⁸⁻²⁰. En estas series (una de las publica-

ciones es un metaanálisis de 98 series previas¹⁸) la incidencia de EVP es inferior al 14%^{19,20}.

MÉTODO

En la presente revisión se analizan los aspectos de la RCP de los que hay evidencia científica en cuanto a que mejoran la supervivencia de la PCR. Para ello se ha utilizado la bibliografía analizada en las Recomendaciones 2000 para RCP y cuidados cardiovasculares de urgencia, publicadas simultáneamente en *Circulation* y *Resuscitation* en agosto 2000¹¹. Estas recomendaciones son el resultado de una revisión exhaustiva de toda la evidencia científica en reanimación publicada en los últimos años mediante una rigurosa metodología, con valoración del grado de evidencia tras un análisis de la calidad de cada publicación de acuerdo con unos criterios previamente consensuados¹¹ (tablas 1 y 2) y que son los mismos que se han utilizado en esta revisión,

TABLA 1. Niveles de evidencia¹¹

Nivel de evidencia	Definición
Nivel 1: EAC positivo (p < 0,05)	EAC con una intervención claramente mejor, o peor, que el control
Nivel 2: EAC neutro (NS)	EAC con una intervención con resultados similares al control
Nivel 3: prospectivo, no aleatorizado	Estudio observacional prospectivo no aleatorizado con un grupo control para comparaciones
Nivel 4: retrospectivo, no aleatorizado	Estudio observacional retrospectivo no aleatorizado, debe haber un grupo control para comparaciones
Nivel 5: series de casos	Series de pacientes en los que se realiza una intervención, sin grupo control
Nivel 6: estudios en animales	Estudios realizados en animales
Nivel 7: extrapolaciones	Extrapolaciones razonables de datos existentes
Nivel 8: sentido común	Conjetura racional, sin evidencia científica, sin evidencia de que haga daño

EAC: estudio aleatorizado controlado; NS: no significativo.

TABLA 2. Clase de recomendación*

Clase de recomendación	Evidencia requerida
Clase I: definitivamente recomendada	1 o más EAC de nivel 1
Clase IIa: aceptable y útil	Evidencia buena (nivel 2-4)
Clase IIb: aceptable y posiblemente útil	Evidencia regular (nivel 4-8)
Clase III: inaceptable, sin beneficio conocido, puede ser nocivo	Evidencia (nivel 1-6)
Clase indeterminada	Etapa de investigación preliminar, resultados prometedores pero necesitan confirmación adicional

EAC: estudio aleatorizado controlado.
*Adaptada con modificaciones de Recomendaciones 2000¹¹.

tanto en el análisis de los estudios revisados en las Recomendaciones 2000 como en la revisión de los estudios publicados con posterioridad, con el fin de mantener una uniformidad.

Al no existir prácticamente estudios que analicen la utilidad de las maniobras de RCP en relación con la repercusión neurológica, para la revisión de los estudios analizados se consideró que las maniobras de RCP de las que hay evidencia que salvan más vida tienen también más posibilidades de recuperar más enfermos con buena función neurológica, como han demostrado algunos estudios que muestran que la capacidad funcional de los enfermos recuperados tras la RCP se relaciona con la calidad de la RCP, posiblemente por reducir la isquemia cerebral durante la RCP (menos tiempo de isquemia y mejor perfusión cerebral durante la RCP y los primeros momentos de recuperación de la circulación espontánea [ROSC], etc.)^{2,21-23}.

FACTORES PREDICTIVOS DE SUPERVIVENCIA

Hay evidencia acerca de que la PCR presenciada tiene más posibilidades de supervivencia que la que ocurre sin que haya algún testigo presencial^{13,24-28}, al tener más posibilidades de recibir antes asistencia especializada —el testigo avisa a un sistema de emergencias médicas (SEM)— y de que el testigo inicie maniobras de RCP (lo que consigue retrasar el deterioro miocárdico y cerebral) (nivel evidencia 4: clase IIb).

Inicio de las maniobras de reanimación cardiopulmonar por parte de los testigos de la parada cardiorrespiratoria

Se dispone de evidencia de que si los testigos de la PCR inician maniobras de RCP mientras llega el SME, la supervivencia es mayor por que se mantiene más tiempo a la víctima con perfusión miocárdica y cerebral mientras se espera la realización del tratamiento resolutivo de la PRC^{13,25,26,29-32}.

Las diferencias observadas en la supervivencia en estudios de regresión logística pueden variar entre un 6 y un 10% con unas *odds ratio* que oscilan entre el 1,5 y el 3,7, dependiendo de si los testigos realizan la RCP o no^{29-31,33,34} (nivel de evidencia 4: clase IIb). En alguna serie no se han observado, sin embargo, diferencias significativas en la función neurológica final de los enfermos que sobreviven, hicieran o no RCP los testigos de la PCR¹⁶.

El tiempo entre el colapso y el inicio de la RCP es un factor determinante en la supervivencia lograda en la PCR³⁵. Un inicio de la RCP pasados 2 min del colapso puede condicionar una reducción de la supervivencia a la mitad³² (nivel de evidencia 4: clase IIb).

La calidad de la RCP también es un factor importante de supervivencia. Algunos estudios encuentran que sólo la RCP efectiva aumenta la superviven-

cia³⁶⁻³⁸ (nivel de evidencia 4: clase IIb). Sin embargo, no parece que necesariamente tenga que ser una RCP “estándar”. La RCP con sólo compresión torácica parece ser tan efectiva como la RCP con compresión torácica y ventilación boca-boca, al menos en la RCP guiada por teléfono³⁹ (nivel de evidencia 2: clase IIa).

Tipo de ritmo cardíaco encontrado

Hay evidencia de que si el ritmo encontrado, cuando éste se monitoriza por primera vez, es una fibrilación ventricular (FV), las víctimas de una PCR tienen más posibilidades de supervivencia^{13,24-26,28,30,32,40} (nivel de evidencia 4: clase IIb). La FV incluso se relaciona con una mejor recuperación neurológica entre los pacientes que sobreviven²³ (nivel de evidencia 4: clase IIb).

En los casos en que el primer ritmo monitorizado no es una FV (asistolia o actividad eléctrica sin pulso), los factores que se asocian con una mayor supervivencia son el intervalo entre el colapso y la llegada del equipo de soporte vital avanzado (SVA)^{34,41} y la realización de RCP por los testigos de la PCR^{34,42}.

Desfibrilación temprana

La desfibrilación se considera el procedimiento que, considerado de manera aislada, salva más vidas de las personas que presentan una PCR. Cuanto menos tiempo transcurra entre el colapso y la desfibrilación, más posibilidades de recuperación tendrá la víctima en FV^{2,24,32,40,43} (nivel de evidencia 3-4: clase IIa). Un análisis gráfico de datos integrados mostró que por cada minuto que se retrase la desfibrilación tras el colapso de la víctima, las posibilidades de sobrevivir disminuyen un 10%⁴⁴. El estudio más demostrativo de la utilidad de la desfibrilación temprana es el de Valenzuela et al². Este estudio prospectivo no aleatorizado mostró una supervivencia del 59% (53/90) en las PCR presenciadas cuyo ritmo inicial fue una FV, y en las que se administró la primera descarga a los 4,4 (2,9) min del colapso. La supervivencia fue del 79% (26/35) si la primera descarga de desfibrilación se efectuó en los primeros 3 min del colapso y del 49% (27/55) si la primera descarga se realizaba pasados los 3 min ($p = 0,02$). Ninguno de los supervivientes eran dependientes de otras personas para desarrollar su vida diaria al final del estudio².

La evidencia disponible respecto a la importancia de la desfibrilación temprana ha hecho que las Recomendaciones 2000 consideren la desfibrilación temprana en la FV, antes de 3 min del colapso en los hospitales y centros de salud, como una recomendación clase I^{11,45}. Sin embargo, la realización de la desfibrilación por personal no sanitario (primeros actuantes) con desfibriladores externos automáticos no ha demostrado todavía mejores resultados que la desfibrilación por el personal de los SEM, salvo que

la administración de la primera descarga sea muy temprana, en los primeros 5 min⁴⁶⁻⁵⁵ (nivel de evidencia 2-4: clase IIa).

Entre los pocos estudios que encuentran diferencias en la recuperación neurológica relacionada con una intervención terapéutica está el que analiza el empleo de desfibriladores que realizan descargas con ondas bifásicas de baja energía comparados con los que usan la tradicional onda monofásica de alta energía: el 87% de los pacientes con buena función neurológica entre los que sobreviven al alta (onda bifásica) comparados con el 53% (onda monofásica) ($p = 0,04$, intervalo de confianza [IC] del 95%, 6-62%), aunque en este estudio no hubo diferencias en la supervivencia al alta del hospital¹⁴ (nivel de evidencia 1: clase IIa).

Soporte vital avanzado

El soporte vital avanzado (SVA) tiene un papel menos importante en la supervivencia del PCR que el soporte vital básico (SVB) y la desfibrilación temprana, ahora considerada parte del SVB al ser posible la desfibrilación con DEA por parte del personal no sanitario¹¹.

En las PCR intrahospitalarias, donde el SVA puede ser realizado más fácilmente, la supervivencia de la PCR también está ligada a la rapidez con que se realice la desfibrilación o se inicie el resto de las medidas de SVA cuando ésta no está indicada, al tipo de ritmo encontrado y a que el personal que presencia la PCR inicie maniobras de RCP mientras llega el equipo de paro, al igual que sucede con la PCR extrahospitalaria^{56,57}.

La intubación orotraqueal se considera el método de elección para asegurar la permeabilidad de la tráquea durante las maniobras de SVA; sin embargo, no hay estudios prospectivos que estudian la influencia de la intubación orotraqueal en la supervivencia de las PCR⁵⁸. Ante la posibilidad de mala colocación o desplazamiento del tubo durante la RCP o al trasladar al paciente⁵⁹, se ha propuesto la necesidad de exigir al personal que intuba durante el SVA un mínimo de horas de formación y práctica anual, y recomendar el uso de sistemas para comprobar la correcta colocación del tubo traqueal^{11,58} (nivel de evidencia 4: clases IIa y IIb). En población pediátrica se ha llegado a recomendar la ventilación con bolsa y mascarilla con oxígeno como procedimiento de elección inicial en SVA, especialmente si el tiempo de traslado es breve, teniendo en cuenta la alta incidencia de tubos traqueales mal colocados en esta población⁶⁰ (nivel de evidencia 2: clase IIa).

La medicación empleada durante el SVA fue sometida a una revisión crítica en los últimos años^{61,62}, aunque algunos ensayos clínicos recientes han permitido una valoración de la utilidad de algún fármaco durante el SVA.

Un análisis de regresión logística multivariable encontró una asociación significativa entre el uso durante el SVA de adrenalina, atropina, bicarbonato,

calcio y lidocaína, y la RCP sin éxito⁶¹, aunque el diseño del estudio no permitía obtener conclusiones valorables (nivel de evidencia 4: clase indeterminada).

Sobre el empleo de adrenalina, a pesar de ser el medicamento más universalmente indicado en las recomendaciones^{11,63}, no se dispone de una evidencia clara para su utilización por lo que fue considerada clase indeterminada en las últimas recomendaciones^{11,64}. Se dispone de más evidencia con respecto al empleo de dosis altas de adrenalina (superiores a 1 mg), que actualmente se considera no están indicadas basándose en los resultados de 8 ensayos clínicos controlados valorables publicados los últimos años, que acumulan 9.462 casos de PCR que muestran que no hay diferencias ni en el alta hospitalaria respecto a la dosis altas o estándar (2,9 frente a 3,0%) ni en la recuperación con buena función neurológica (2,2 frente a 2,3%)⁶⁴ (nivel de evidencia 1-2: clase III), teniendo en cuenta, además, que hay evidencia de que el uso de dosis acumulativas de adrenalina se asocia con una función neurológica alterada, tras la recuperación de una PCR por FV⁶⁵ y que en una revisión del Registro Sueco de Paro Cardíaco el empleo de adrenalina se asocia con una mayor mortalidad³² (nivel de evidencia 4: clase indeterminada).

Actualmente hay evidencia de que la amiodarona es el antiarrítmico de elección en la PCR con FV refractaria a la administración de 3 descargas con el desfibrilador y tras la administración de 1 mg de adrenalina^{10,66} (nivel de evidencia 1-2: clase IIa).

Respecto a otras medidas recomendadas en el SVA, como el uso de la vasopresina como alternativa a la adrenalina^{9,67} y el empleo de ayudas a la compresión torácica⁶⁸⁻⁷⁰, los resultados de los estudios realizados no son concluyentes, no encuentran beneficio o están pendientes de ser refrendados con estudios controlados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lombardi G, Gallagher J, Gennis P. Outcome of out-of-hospital cardiac arrest in New York City. The Pre-Hospital Arrest Survival Evaluation (PHASE) Study. *JAMA* 1994;271:678-83.
2. 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.
3. Álvarez JA, Alvarez-Mon M, Rodríguez M. Supervivencia en España de las paradas cardíacas extrahospitalarias. *Med Intensiva* 2001;25:236-43.
4. Buff DD, Fleisher JM, Roca JA, Jaffri M, Wyrwinski PM. Circadian distribution of in-hospital cardiopulmonary arrests on the general medical ward. *Arch Intern Med* 1992;152:1282-8.
5. Andreasson AC, Herlitz J, Bang A, Ekstrom L, Lindqvist J, Lundstrom G, et al. Characteristics and outcome among patients with suspected in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 1998;39:23-31.
6. Ballew KA, Philbrick JT. Causes of variation in reported in-hospital CPR survival: a critical review. *Resuscitation* 1995;30:203-15.
7. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of hospital cardiac arrest: the Utstein style. Prepared by

a task force of representatives from the European Resuscitation Council, American Heart Association, Heart and Stroke Foundation of Canada, and Australian Resuscitation Council. *Resuscitation* 1991;22:1-26.

8. Recommended guidelines for reviewing, reporting, and conducting research on in-hospital resuscitation: the in-hospital "Utstein style" A statement for healthcare professionals from the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, the Australian Resuscitation Council, and the Resuscitation Councils of Southern Africa. *Resuscitation* 1997;34:151-83.

9. Lindner KH, Dirks B, Strohmenger HU, Prengel AW, Lindner IM, Lurie KG. Randomised comparison of epinephrine and vasopressin in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Lancet* 1997;349:535-7.

10. Kudenchuk PJ, Cobb LA, Copass MK, Cummins RO, Doherty AM, Fahrenbruch CE, et al. Amiodarone for resuscitation after out-of-hospital cardiac arrest due to ventricular fibrillation. *N Engl J Med* 1999;341:871-8.

11. American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation. Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care: International consensus on science. *Circulation* 2000;102 (Suppl I):I1-I403; *Resuscitation* 2000;46:1-448.

12. Jacobs I, Callanan V, Nichol G, Valenzuela T, Mason P, Jaffe AS, et al. The chain of survival. *Ann Emerg Med* 2001;37: 5-16.

13. Fischer M, Fischer NJ, Schuttler J. One-year survival after out-of-hospital cardiac arrest in Bonn city: outcome report according to Utstein style. *Resuscitation* 1997;33:233-43.

14. Schneider T, Martens PR, Paschen H, Kuisma M, Wolcke B, Gliner BE, et al. Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. Optimized Response to Cardiac Arrest (ORCA) Investigators. *Circulation* 2000;102:1780-7.

15. Earnst MP, Yarnell PR, Merrill SL, Knapp GL. Long-term survival and neurologic status after resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest. *Neurology* 1980;30:1298-302.

16. Troiano P, Masaryk J, Stueven HA, Olson D, Barthell E, Waite EM. The effect of bystander CPR on neurologic outcome in survivors of pre-hospital cardiac arrests. *Resuscitation* 1989; 17:91-8.

17. Fontanals J, Miró O, Pastor X, Grau JM, Torres A, Zavala E. Reanimación cardiopulmonar en enfermos hospitalizados en unidades convencionales. Estudio prospectivo de 356 casos consecutivos. *Med Clin (Barc)* 1997;108:441-5.

18. Schneider AP, Nelson DJ, Brown DD. In-hospital cardiopulmonary resuscitation: a 30-year review. *J Am Board Fam Pract* 1993;6:91-101.

19. Schoenenberger R, Sturmer T, Von Planta I, Von Planta M. Prähospitaler Reanimation in städtischen Verhältnissen. Ergebnisse und prognose Entscheidungskriterien. *Schweiz Med Wochenschr* 1995;125: 573-80.

20. Warner SC, Sharma TK. Outcome of cardiopulmonary resuscitation and predictors of resuscitation status in an urban community teaching hospital. *Resuscitation* 1994;27:13-21.

21. Weaver WD, Copass MK, Bufi D, Ray R, Hallstrom AP, Cobb LA. Improved neurologic recovery and survival after early defibrillation. *Circulation* 1984;69:943-8.

22. Frandsen F, Nielsen JR, Gram L, Larsen CF, Jorgensen HR, Hole P, et al. Evaluation of intensified prehospital treatment in out-hospital cardiac arrest: survival and cerebral prognosis: the Odense ambulance study. *Cardiology* 1991;79:256-64.

23. Jorgensen EO. Neurological and circulatory outcomes of pulmonary resuscitation in progress: influence of pre-arrest and arrest factors. *Resuscitation* 1998;36:45-9.

24. Herlitz J, Ekstrom L, Wennerblom B, Axelsson A, Bang A, Holmberg S. Survival in patients found to have ventricular fibrillation after cardiac arrest witnessed outside hospital. *Eur Heart J* 1994;15:1628-33.

25. Weston CF, Jones SD, Wilson RJ. Outcome of out-of-hospital cardiorespiratory arrest in south Glamorgan. *Resuscitation* 1997;34:227-33.

26. Kuisma M, Maatta T. Out-of-hospital cardiac arrests in

Helsinki: Utstein style reporting. *Heart* 1996;76:18-23.

27. Waalewijn RA, De Vos R, Koster RW. Out-of-hospital cardiac arrest in Amsterdam and its surrounding areas: results from the Amsterdam resuscitation study (ARREST) in Utstein style. *Resuscitation* 1998;38:157-167.

28. Eisenberg MS, Mengert T. Cardiac resuscitation. *N Engl J Med* 2001;344:1304-13.

29. Cummins RO, Eisenberg MS, Hallstrom AP, Litwin PE. Survival of out-of-hospital cardiac arrest with early initiation of cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med* 1985;3:114-9.

30. Swor RA, Jackson RE, Cynar M, Sadler E, Basse E, Boji B, et al. Bystander CPR, ventricular fibrillation, and survival in witnessed, unmonitored out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1995;25:780-4.

31. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Effect of bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation* 2000;47:59-70.

32. Holmberg M. Out-of-hospital cardiac arrest patients treated by emergency medical systems in Sweden 1990-1995 [tesis doctoral]. Department of Cardiology. Sahlgrenska University Hospital. Göteborg, Sweden, 2000.

33. Stiell IG, Wells GA, DeMaio VJ, Spaite DW, Field BJ, Munkley DP, et al. Modifiable factors associated with improved cardiac arrest survival in a multicenter basic life support/defibrillation system: OPALS study phase I results. *Ann Emerg Med* 1999;33:44-50.

34. Stiell IG, Wells GA, Spaite DW, Nichol G, O'Brien B, Munkley DP, et al. The Ontario Prehospital Advanced Life Support (OPALS) study Part II: Rationale and methodology for trauma and respiratory distress patients. OPALS Study Group. *Ann Emerg Med* 1999;34:256-62.

35. Duggal C, Weil MH, Tang W, Gazmuri RJ, Sun S. Effect of arrest time on the hemodynamic efficacy of precordial compression. *Crit Care Med* 1995;23:1233-6.

36. Bossaert L, Van Hoeyweghen R. Bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR) in out-of-hospital cardiac arrest. The cerebral Resuscitation Study group. *Resuscitation* 1989;17(Suppl): 55-69.

37. Wik L, Steen PA, Bircher NG. Quality of bystander cardiopulmonary resuscitation influences outcome after prehospital cardiac arrest. *Resuscitation* 1994;28:195-203.

38. Gallagher EJ, Lombardi G, Gennis P. Effectiveness of bystander cardiopulmonary resuscitation and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 1995;274:1922-5.

39. 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.

40. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Incidence, duration and survival of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation* 2000;44:7-17.

41. Engdahl J, Bang A, Lindqvist J, Herlitz J. Can we define patients with no and those with some chance of survival when found in asystole out of hospital? *Am J Cardiol* 2000;86:610-4

42. Engdahl J, Bang A, Lindqvist J, Herlitz J. Factors affecting survival among 1069 patients with out-of-hospital cardiac arrest and pulseless electrical activity. *Resuscitation* 2001;51:17-25.

43. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J, Gardelov B. Survival after cardiac arrest outside hospital in Sweden. Swedish Cardiac Arrest Registry. *Resuscitation* 1998;36:29-36.

44. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 1993;22:1.652-8.

45. Atkins DL, Bossaert L, Hazinski MF, Kerber RE, Mancini MB, Ornato JP, et al. Automated external defibrillation/Public access defibrillation. *Ann Emerg Med* 2001;37(Suppl):60-7.

46. Mossesso VN Jr, Davis EA, Auble TE, Paris PM, Yealy DM. Use of automated external defibrillators by police officers for treatment of out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1998;32:200-7.

47. White RD, Asplin BR, Bugliosi TF, Hankins DG. High discharge survival rate after out-of-hospital ventricular fibrillation with rapid defibrillation by police and paramedics. *Ann Emerg Med* 1996;28:480-5.

48. Shuster M, Keller JL. Effect of fire department first-responder automated defibrillation. *Ann Emerg Med* 1993;22:721-7.
49. Weaver WD, Copass MK, Hill D, Fahrenbruch C, Hallstrom AP, Cobb LA. Cardiac arrest treated with a new automatic external defibrillator by out-of-hospital first responders. *Am J Cardiol* 1986;57:1017-21.
50. White RD, Vukov LF, Bugliosi TF. Early defibrillation by police: initial experience with measurement of critical time intervals and patient outcome. *Ann Emerg Med* 1994;23:1009-13.
51. Kellermann AL, Hackman BB, Simes G, Kreth TK, Nail L, Dohyns P. Impact of first-responder defibrillation in an urban emergency medical services system. *JAMA* 1993;270:1708-13.
52. Sweeney TA, Runge JW, Gibbs MA, Raymond JM, Schafermeyer RW, Norton HJ, et al. EMT defibrillation does not increase survival from sudden cardiac death in a two-tiered urban-suburban EMS system. *Ann Emerg Med* 1998;31:234-40.
53. Weaver WD, Hill D, Fahrenbruch CE, Copass MK, Martin JS, Cobb LA, et al. Use of automated external defibrillators in the management of out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 1988;319:661-6.
54. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, et al. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 1999;281:1182-8.
55. Marengo JP, Wang PJ, Link MS, Homoud MK, Estes NA. Improving survival from sudden cardiac arrest. The role of automated external defibrillator. *JAMA* 2001;285:1193-200.
56. Robinson GR, Hess D. Postdischarge survival and functional status following in-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Chest* 1994;105:991-6.
57. Scaff B, Munson R, Hastings DF. Cardiopulmonary resuscitation at a community hospital with a family practice residency. *J Fam Pract* 1984;8:561-5.
58. Barnes TA, Macdonald D, Nolan J, Otto C, Pepe P, Sayre MR, et al. Airway devices. *Ann Emerg Med* 2001;37(Suppl):S145-51.
59. Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Acad Emerg Med* 2001;37:32-7.
60. Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ, Heynes BE, Gunter CS, Goodrich SM, et al. Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial. *JAMA* 2000;283:783-90.
61. Van Walraven C, Stiell IG, Wells GA, Hebert PC, Vandemheen K. Do advanced cardiac life support drugs increase resuscitation rates from in-hospital cardiac arrest? The OTAC Study Group. *Ann Emerg Med* 1998;32:544-53.
62. Nolan JP, De Latorre FJ, Steen PA, Chamberlain DA, Bossaert LL. ALS drugs –do they really work? *Curr Opin Crit Care* 2002;8:212-8.
63. De Latorre FJ, Nolan J, Robertson C, Chamberlain D, Baskett P. European Resuscitation Council Guidelines 2000 for adult advanced life support. A statement from the Advanced Life Support Working Group approved by the Executive Committee of the European Resuscitation Council. *Resuscitation* 2001;48:211-22.
64. Babbs CF, Berg RA, Kette F, Kloeck WG, Lindner KH, Lurie KG, et al. Use of pressors in the treatment of cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 2001;37(Suppl 4):S152-62.
65. Behringer W, Kittler H, Sterz F, Domanovits H, Schoerhuber W, Holzer M, et al. Cumulative epinephrine dose during cardiopulmonary resuscitation and neurologic outcome. *Ann Intern Med* 1998;129:450-6.
66. Dorian P, Cass D, Schwartz B, Cooper R, Gelaznikas R, Barr A. Amiodarone as compared with lidocaine for shock-resistant ventricular fibrillation. *N Engl J Med* 2002;346:884-90.
67. Stiell IG, Hebert PC, Wells GA, Vandemheen KL, Tang AS, Higginson LA, et al. Vasopressin versus epinephrine for in-hospital cardiac arrest: a randomised controlled trial. *Lancet* 2001;358:105-9.
68. Kern K, Morley PT, Babbs CF, Halperin HR, De Latorre FJ, Lurie KG, et al. Use of adjunctive devices in cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 2001;37(Suppl 4):S68-77.
69. Lafuente-Lafuente C, Melero-Bascones M. Active chest compression-decompression for cardiopulmonary resuscitation (Cochrane Review). En: the Cochrane Library, Issue 3, 2001. Oxford: Update Software.
70. Weston CF, De Latorre FJ, Dick W, Chamberlain D, Bossaert L. VEST-CPR® system: results of a multicenter randomized pilot study [abstract]. *J Am Coll Cardiol* 1998;31(SA):403A.