

# La aplicación de hipotermia moderada tras la reanimación cardiaca iniciada en el medio extrahospitalario puede incrementar la supervivencia sin deterioro neurológico. Estudio de casos y controles

ERVIGIO CORRAL TORRES<sup>1</sup>, FRANCISCO FERNÁNDEZ AVILÉS<sup>2</sup>, ESTEBAN LÓPEZ DE SA<sup>3</sup>, JUAN CARLOS MARTÍN BENÍTEZ<sup>4</sup>, JUAN CARLOS MONTEJO<sup>5</sup>, ROBERTO MARTÍN REYES<sup>6</sup>, RAFAEL SAAVEDRA CERVANTES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SAMUR Protección Civil. Madrid, España. <sup>2</sup>Hospital Gregorio Marañón. Madrid, España. <sup>3</sup>Hospital La Paz. Madrid, España. <sup>4</sup>Hospital 12 de Octubre. Madrid, España. <sup>5</sup>Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España. <sup>6</sup>Fundación Jiménez Díaz. Madrid, España.

## CORRESPONDENCIA:

Ervigio Corral Torres  
SAMUR Protección Civil  
Ronda Provincias, s/n  
28011 Madrid, España  
E-mail: corralte@madrid.es

## FECHA DE RECEPCIÓN:

1-8-2011

## FECHA DE ACEPTACIÓN:

2-9-2011

## CONFLICTO DE INTERESES:

Ninguno

**Objetivos:** Evaluar el efecto que tiene la aplicación por un servicio de emergencias de una hipotermia moderada precoz en el medio extrahospitalario sobre la evolución neurológica de los pacientes recuperados de una parada cardiaca.

**Método:** Estudio comparativo caso-control. Se incluyeron como casos los 40 primeros pacientes en parada cardiorrespiratoria (PCR) que fueron reanimados por el SAMUR Protección Civil y tratados con hipotermia en la propia ambulancia, continuada posteriormente en el medio hospitalario. En el grupo control, se incluyeron los últimos 40 pacientes que habiendo sufrido una PCR de origen médico, fueron reanimados por el SAMUR Protección Civil antes de la implantación del protocolo de hipotermia postresucitación, y fueron sometidos, también, al procedimiento de hipotermia tras el ingreso en el hospital. Se descartaron las PCR de origen neurológico, dado que se pretende conocer la influencia de la técnica en ese órgano diana. Para valorar el deterioro neurológico de los pacientes, se utilizó la escala CPC (*Cerebral Performance Category*). Se consideró en el estudio los grados I y II como "buena evolución neurológica".

**Resultados:** El 50% de los casos presentaron una buena recuperación neurológica frente al 27,5% de los controles ( $p = 0,039$ ). Esas diferencias se mantuvieron tanto si el ritmo inicial era desfibrilable (58,3% frente a 37,5% de los controles) como no desfibrilable (42,8% frente a 14,2% respectivamente).

**Conclusiones:** Los datos demuestran que existe una relación estadísticamente significativa entre la aplicación de hipotermia moderada prehospitalaria y una mayor probabilidad de recuperación neurológica (CPC I y II). Así, existe una probabilidad de 2,6 veces mayor de que el paciente que ha sufrido una parada cardiorrespiratoria tenga una buena recuperación neurológica si el inicio de la hipotermia moderada se realiza antes de llegar al hospital. [Emergencias 2012;24:7-12]

**Palabras clave:** SAMUR Protección Civil. Hipotermia prehospitalaria. Servicios de Emergencias. Parada cardiaca extrahospitalaria. Recuperación neurológica.

## Introducción

En los pacientes recuperados hemodinámicamente tras una parada cardiaca, la anoxia cerebral constituye una importante causa de morbimortalidad. Tras la isquemia, se desencadenan una serie de acciones fisiopatológicas que originan el daño celular, acidosis láctica, el edema celular, la gene-

ración de óxido nítrico, la producción de radicales libres, liberación de citoquinas o la infiltración de macrófagos. A ello es preciso añadir el daño que la reperfusión origina cuando el flujo sanguíneo cerebral es recuperado. Si la reanimación tiene éxito, hay una reoxigenación del tejido cerebral que induce una serie de alteraciones químicas consecutivas derivadas de la sobrecarga celular de

calcio, que permiten la aparición de hierro y de radicales libres, los cuales contribuyen de esta forma a la necrosis celular a través de la peroxidación de los lípidos de membrana<sup>1,2</sup>.

Tras los pobres resultados obtenidos con los fármacos neuroprotectores<sup>3</sup> utilizados con este fin (barbitúricos, lazaroides, antagonistas del calcio, bloqueadores de los receptores NMDA, inhibidores o depuradores de radicales libres), parece ser que la aplicación de una hipotermia moderada sobre el cerebro pudiera interrumpir algunas de las vías celulares y bioquímicas que originan el daño celular, y disminuir así el daño originado por los radicales libres<sup>4,5</sup>. Se ha constatado que la reducción de la temperatura corporal en 1°C disminuye de un 6 a un 7% el metabolismo cerebral. Por otra parte, la hipotermia disminuye la presión intracraneal debido a la vasoconstricción cerebral. A ello debemos añadir otros mecanismos neuroprotectores del frío como son su capacidad anticósmica, la preservación de la síntesis proteica y la modulación tanto de la respuesta inflamatoria como de la apoptosis neuronal<sup>6</sup>.

La historia de esta opción terapéutica se remonta a los años cincuenta, donde la técnica del frío se utilizó para proteger el cerebro durante la cirugía cardíaca<sup>7</sup>. Los problemas hemodinámicos y respiratorios que comportaba aquella hipotermia moderada hicieron que se abandonaran estos protocolos iniciales. Años después, en los noventa, varios ensayos sobre hipotermia observaron una mejora de la función neurológica en diferentes patologías<sup>8,9</sup>. Pero fueron, sin duda, dos estudios clave publicados en 2002<sup>10,11</sup>, los que demostraron su utilidad, constatándose una significativa mejora de la supervivencia y una disminución de las secuelas neurológicas en los individuos hospitalizados que sobrevivían a una parada cardiorrespiratoria (PCR) extrahospitalaria en ritmo inicial de fibrilación ventricular (FV) y eran tratados con hipotermia moderada. Otros estudios<sup>12,13</sup> con grupo control realizados recientemente también demostraron mejores resultados en los pacientes tratados con hipotermia respecto a normotermia en las PCR cuyo ritmo inicial fue la FV. Un metanálisis de la Cochrane<sup>14</sup> confirmó la bondad del tratamiento que posteriormente fue plasmada en las Guías Internacionales<sup>15,16</sup> con un nivel de evidencia Ib para los pacientes en los que la PCR se producía debido a un ritmo desfibrilable y en un IIb para aquéllas cuyo ritmo inicial era no desfibrilable. Aunque no ha habido estudios randomizados que hayan demostrado beneficios de la hipotermia en las PCR con otro ritmo de origen (actividad eléctrica sin pulso o AESP y asistolia), los estudios con grupo control han demostrado una mejora de la supervivencia neurológica en pacientes recuperados cuyo ritmo de origen no fue una FV<sup>17,18</sup>.

De indudable importancia para este trabajo es la evaluación del impacto que la precocidad en el inicio de la hipotermia tiene en los resultados finales. Los estudios en animales han demostrado un beneficio neto si la hipotermia se aplica en los primeros 10 a 20 minutos tras el restablecimiento de la circulación espontánea (ROSC)<sup>19</sup>. Tres estudios prospectivos<sup>20,21</sup>, uno de ellos muy reciente<sup>22</sup>, demostraron que la hipotermia precoz se asociaba a mejores resultados, aunque también existe un importante registro<sup>14</sup> que no halla diferencias significativa en este sentido.

En cuanto a los métodos para producir esta hipotermia moderada, se han utilizado varios<sup>23-25</sup>, pero ninguno ha demostrado una clara superioridad sobre los otros. Sin embargo, y a falta de significación estadística, el enfriamiento endovascular<sup>26</sup> ofrece una mejor gestión de la temperatura que los métodos de superficie, así como una menor tasa de complicaciones. Con respecto a estas últimas, ha sido descrita una serie de complicaciones asociadas a la disminución de la temperatura<sup>27,28</sup>, casi siempre en relación a un descenso mayor del objetivo deseado. Infecciones, alteraciones de coagulación y sangrado parecen ser algunos de los principales efectos indeseables, y también se describen las alteraciones hemodinámicas, hidroelectrolíticas y metabólicas. En todos los casos, los estudios realizados no han encontrado diferencias significativas en cuanto a mortalidad con grupo control.

Basándose en los estudios citados que prueban que la hipotermia moderada aplicada tras la reanimación cardiopulmonar (RCP) reduce la mortalidad y las secuelas neurológicas, SAMUR Protección Civil, junto a cinco hospitales de la Comunidad de Madrid, incorporó a finales de 2010<sup>29</sup> un procedimiento destinado a implantar dicha técnica en las unidades asistenciales móviles como tratamiento estándar postresucitación. El método utilizado para conseguir alcanzar esa situación de hipotermia consiste en la aplicación conjunta de un sistema de convección (manta térmica por la que circula el aire frío) y la perfusión intravenosa de suero fisiológico frío (Figura 1). La temperatura central del paciente se valora a través de un sensor de temperatura situado en una sonda vesical. El presente trabajo, muestra los primeros datos resultantes de esta técnica en nuestro país, y evalúa el efecto sobre la supervivencia sin deterioro neurológico de los pacientes.

## Método

Se incluyeron en el estudio como casos los 40 primeros pacientes en PCR que fueron reanimados



**Figura 1.** Manta térmica por la que circula el aire frío instalado en una unidad móvil.

por SAMUR Protección Civil y sometidos al procedimiento mencionado de hipotermia en la propia ambulancia, y en los que posteriormente se continuó con la misma en el medio hospitalario. En el grupo control se incluyeron los últimos 40 pacientes que, habiendo sufrido una PCR, fueron reanimados por el SAMUR Protección Civil antes de la implantación del protocolo de hipotermia mencionado, y en los que, por tanto, no se realizó, hipotermia extrahospitalaria, pero sí fueron sometidos a hipotermia una vez ingresados en hospital. Se descartaron aquellas PCR de origen neurológico, dado que se pretendía conocer la influencia de la técnica en ese órgano diana.

Ambos grupos fueron tratados bajo los mismos procedimientos<sup>29</sup> por el mismo tipo de equipos asistenciales. Todas las PCR fueron atendidas por un equipo compuesto por al menos dos *urgenciólogos*, una o dos enfermeras, técnicos de emergencias y un equipo de apoyo logístico. A todos los pacientes se les realizó una analítica sanguínea en escena, una capnografía y se valoró el latido cardíaco con una ecografía.

Las variables analizadas fueron: edad y sexo, ritmo de entrada, causa de la PCR, soporte vital básico (SVB) previo, tiempo de llegada, tiempo asistencial, presión arterial inicial y final, valores analíticos (pH, glucemia, iones) y deterioro neurológico. Para valorar el deterioro neurológico de los pacientes, se utilizó la Escala CPC (*Cerebral Performance Category*). Se consideraron en el estudio los grados I y II como "buena evolución neurológica".

Se realizó un seguimiento a los 30 días donde se valorará los datos referentes a los resultados neurológicos, a partir de los informes hospitalarios.

Los análisis estadísticos mostraban las medidas centrales y de dispersión para variables cuantitativas y las tablas de frecuencia para variables cualitativas. Para el contraste de hipótesis se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para valoración de normalidad, la *t* Student para la comparación de medias y la prueba de ji al cuadrado cuando las variables eran categóricas. Además se obtuvo la *odd ratio* (OR) y número que es necesario tratar (NNT) con intervalos de confianza IC 95%. Se estableció una significación estadística si *p* era inferior a 0,05. Se utilizó Access y para el análisis estadístico el paquete SPSS v17. Se respetaron aspectos éticos y confidencialidad de los datos.

## Resultados

Existe una estricta homogeneidad entre los pacientes de ambos grupos, tanto en los datos epidemiológicos como en los clínicos (Tabla 2) tomados tras la reanimación.

En el aspecto epidemiológico, destaca el hecho fundamental (dada la diferencia de pronóstico) de que había 24 pacientes (60%) con FV como ritmo de inicio en cada grupo. O el hecho de que fueran de origen cardíaco el 72,5% de los pacientes incluidos en el grupo de casos y el 67,7% de los pacientes del grupo de los controles. No hubo diferencias estadísticamente significativas tampoco en los parámetros de edad, RCP previa realizada por testigos o tiempo de respuesta.

Las unidades asistenciales invirtieron una mediana de tiempo de 65 minutos (Rango intercuartil –IQR–: 52 minutos) en atender al paciente. En ese periodo, se incluye el tiempo de respuesta hasta el lugar, las maniobras de reanimación hasta

**Tabla 1.** Características epidemiológicas de las poblaciones sometidas a estudio

Variable	Casos n = 40 n (%)	Controles n = 40 n (%)	p
Sexo masculino	34 (85)	30 (75)	0,26
Edad años* (media ± DE)	59 ± 14	62 ± 13	0,39
RCP previa por testigos	16 (40)	14 (35)	0,48
Ritmo electrocardiográfico de inicio			0,83
FV de inicio	24 (60)	24 (60)	
Asistolia de inicio	15 (37,5)	14 (35)	
AESP de inicio	1 (2,5)	2 (5)	
Origen de la PCR			0,49
Cardíaca	29 (72,5)	27 (67,5)	
No cardíaca	8 (20)	9 (22,5)	
Desconocida	5 (12,5)	2 (5%)	

RCP: reanimación cardiopulmonar; PCR: parada cardiorrespiratoria; FV: fibrilación ventricular; AESP: actividad eléctrica sin pulso; DE: desviación estándar.

**Tabla 2.** Características clínicas

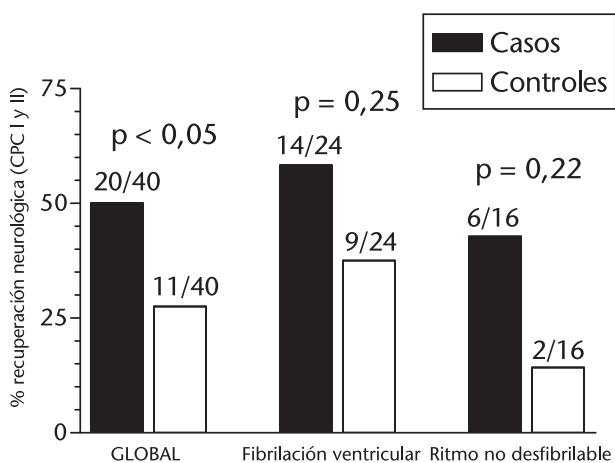
Variables	Grupo	n	Media ± DE	p
pH	Caso	38	7,1 ± 0,1	0,24
	Control	36	7,1 ± 0,2	
Sodio	Caso	36	139 ± 5,4	0,30
	Control	33	138 ± 4,4	
Potasio	Caso	38	3,9 ± 0,7	0,88
	Control	34	3,9 ± 0,9	
Glucemia	Caso	36	142 ± 65	0,23
	Control	38	162 ± 76	
Frecuencia cardíaca	Caso	35	105 ± 44	0,6
	Control	37	109 ± 38	
Presión arterial sistólica inicial	Caso	35	120 ± 34	0,94
	Control	35	121 ± 50	
Presión arterial sistólica final	Caso	39	122 ± 26	0,14
	Control	37	113 ± 30	
ETCO <sub>2</sub>	Caso	27	41 ± 21	0,37
	Control	25	37 ± 16	

DE: desviación estándar.

la recuperación, la realización de los cuidados postresucitación (entre los que se incluye la hipotermia) y el traslado al hospital.

Desde el punto de vista clínico, destacar también la homogeneidad de los valores en ambas poblaciones. Así, en el caso de la valoración del equilibrio hidroelectrolítico inicial tras la recuperación de pulso, se aprecian unas medias similares de pH (7,08 para los controles y 7,13 para los casos), para el potasio (3,95 para el grupo de los casos y 3,98 para el grupo de los controles) y para parámetros hemodinámicos tanto en la presión arterial sistólica inicial y final como en las frecuencias cardíacas.

Esa homogeneidad epidemiológica y clínica de los dos grupos nos permite evaluar con mayor confianza el efecto de la hipotermia moderada prehospitalaria (Figura 2). Así, hemos comprobado que existe una relación estadísticamente significativa entre su aplicación y una mayor probabili-

**Figura 2.** Recuperación neurológica (CPC 1 y 2) en ambos grupos.

dad de recuperación neurológica (CPC I y II). Concretamente, existe una probabilidad 2,6 veces mayor de que el paciente tenga una buena recuperación neurológica si el inicio de la hipotermia moderada se inicia antes de llegar al hospital, que si se administra solamente en la fase hospitalaria.

Si evaluamos esa supervivencia neurológica en función de los ritmos de inicio de la PCR, observamos también una tendencia a una mayor recuperación en el grupo de los casos. A destacar el hecho de que un 42,8% de los pacientes sometidos a hipotermia prehospitalaria y cuyo ritmo de inicio fue un ritmo no desfibrilable se recuperó neurológicamente de la PCR.

## Discusión

La efectividad de la hipotermia moderada como medida postresucitación ya no es discutible<sup>10,11,14,15</sup>, sobre todo en aquellas paradas cardíacas cuyo ritmo inicial es desfibrilable<sup>12</sup>. Excepto en algunos grupos aislados, esa hipotermia se inicia en las unidades de cuidados críticos de los hospitales con un retraso que puede oscilar entre los 60 y 90 minutos desde el momento de la recuperación de la circulación. Con todas las limitaciones que supone la muestra de pacientes planteada en el estudio (que tiene el factor positivo de la homogeneidad de los grupos y el hecho de que se trate de un listado de pacientes tratados consecutivamente), nuestros datos demuestran la viabilidad y la eficacia de la utilización de la hipotermia postresucitación en un medio con características tan específicas como el de la emergencia extra-hospitalaria.

Así, desde el punto de vista logístico, la implantación de este procedimiento sólo exige de la existencia de un mecanismo enfriador externo por convección, que en este caso se trata de unas mantas de hipotermia habituales conectadas al aire acondicionado del vehículo, de la administración de sueros fríos (y por tanto de nevera con adecuado control de temperatura en la ambulancia) y de un mecanismo de medición de la temperatura central del paciente, que en nuestro caso se trata de una sonda vesical con un sensor de temperatura en su interior.

Los resultados indican que esta técnica se asocia a una mejora de la recuperación neurológica de los pacientes reanimados. Así lo indica la OR de 2,63, o el hecho de que se precisen sólo 4 tratamientos para conseguir una nueva recuperación neurológica con CPC I y II (Tabla 3). Indudablemente, el bajo número de casos hace que la po-

**Tabla 3.** Medidas del efecto y precisión de la estimación respecto a la probabilidad de recuperación neurológica de los pacientes en los que se utilizó hipotermia respecto a los que no se utilizó

	Valor	IC 95%
Odd Ratio (OR)	2,63	1,03 a 6,68
Número necesario a tratar (NNT)	4	58 a 2

tencia estadística no sea muy alta, y así los rangos de OR y NNT sean muy amplios. Siendo este último dato el fundamental, no deja de ser importante el hecho de que en el grupo de los pacientes sometidos a hipotermia en el medio extrahospitalario, el 42,8% de aquéllos que tuvieron como ritmo inicial un ritmo no desfibrilable hayan conseguido una recuperación neurológica con CPC I y II. Esto contradice la mayor parte de la literatura internacional, en la que sólo se recomienda la aplicación en los casos que se inician con ritmo desfibrilable.

Parece sorprendente también que la aplicación de hipotermia sólo una hora antes pueda mejorar tanto los resultados neurológicos, teniendo en cuenta que el paciente llega con una temperatura media al hospital en torno a los 35°C (dado el corto tiempo de hipotermia). Pero quizás no lo sea tanto si pensamos que el hecho de que el servicio de emergencias llegue al hospital con la técnica implantada obliga a los servicios hospitalarios a seguir con ella independientemente de las pruebas diagnósticas que se realicen de forma previa a tomar la decisión definitiva (tomografía computarizada, estudio hemodinámico, etc.). En las situaciones en las que el paciente ingresa en el hospital sin esa técnica implantada, esas pruebas se suelen realizar en condiciones de normotermia, y sólo después de finalizadas se comienza con la misma. Así pues, quizás la ganancia de tiempo no sea sólo la de esa hora que dura la asistencia extrahospitalaria, sino bastante más.

En resumen, no hay duda que la técnica de la hipotermia moderada aplicada después de la reanimación es perfectamente aplicable en el medio extrahospitalario. Tampoco hay duda de que esa técnica no produce perjuicio al paciente e incluso se puede afirmar que todo apunta a que esa precocidad en la aplicación produce una mejora de la supervivencia neurológica de los pacientes.

## Bibliografía

- 1 Traystman RJ, Kirsch JR, Koehler RC. Oxygen radical mechanisms of brain injury following ischemia and reperfusion. *J Appl Physiol.* 1991;71:1185-95.
- 2 Pellegrini-Giampietro DE, Cherici G, Alesiani M, Carla V, Moroni F.

- Excitatory amino acid release and free radical formation may cooperate in the genesis of ischemia-induced neuronal damage. *J Neurosci.* 1990;10:1035-41.
- 3 Brain Resuscitation Clinical Trial II Study Group. A randomized clinical study of a calcium-entry blocker (lidoflazine) in the treatment of comatose survivors of cardiac arrest. *N Engl J Med.* 1991;324:1225-31.
  - 4 Busto R, Globus MY, Dietrich WD, Martinez E, Valdes I, Ginsberg MD. Effect of mild hypothermia on ischemia-induced release of neurotransmitters and free fatty acids in rat brain. *Stroke.* 1989;20:904-10.
  - 5 Chopp M, Knight R, Tidwell CD, Helpert JA, Brown E, Welch KM. The metabolic effects of mild hypothermia on global cerebral ischemia and recirculation in the cat: comparison to normothermia and hyperthermia. *J Cereb Blood Flow Metab.* 1989;9:141-8.
  - 6 Dempsey RJ, Combs DJ, Maley ME, Cowen DE, Roy MW, Donaldson DL. Moderate hypothermia reduces postischemic oedema development and leukotriene production. *Neurosurgery.* 1987;21:177-81.
  - 7 Lewis FJ, Tanfic M. Direct Vision repair of atrial heart and total anomalous pulmonary venous drainage. *Surg Gynecol Obstet.* 1956;102:713-20.
  - 8 Yanagawa Y, Ishihara S, Norio H, Takino M, Kawakami M, Takasu A, et al. Preliminary clinical outcome study of mild resuscitative hypothermia after out-of-hospital cardiopulmonary arrest. *Resuscitation.* 1998;39:61-6.
  - 9 Nagao K, Hayashi N, Kanmatsuse K, Arina K, Ohtsuki J, Kikushima K, et al. Cardiopulmonary cerebral resuscitation using emergency cardiopulmonary bypass, coronary reperfusion therapy and mild hypothermia in patients with cardiac arrest outside the hospital. *J Am Coll Cardiol.* 2000;36:776-83.
  - 10 Bernard SA, Gray TW, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, et al. Treatment of comatose survivors of out-of hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med.* 2002;346:557-63.
  - 11 The Hypothermia after Cardiac Arrest Study Group. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med.* 2002;346:549-56.
  - 12 Boddicker KP, Zhang Y, Zimmerman MB, Davies LR, Kerber RE. Hypothermia Improves Defibrillation Success and Resuscitation Outcomes From Ventricular Fibrillation. *Circulation.* 2005;111:3195-201.
  - 13 Oddo M, Schaller MD, Feihl F, Ribordy V, Liaudet L. From evidence to clinical practice: Effective implementation of therapeutic hypothermia to improve patient outcome after cardiac arrest. *Crit Care Med.* 2006;34:1865-73.
  - 14 Arrich J, Holzer M, Herkner H, Müllner M. Hipotermia para la neuroprotección en adultos después de la reanimación cardiopulmonar (Revisión Cochrane traducida). En: Biblioteca Cochrane Plus 2009 Número 4. Oxford: Update Software Ltd. (Consultado 5 Julio 2011). Disponible en: <http://www.update-software.com>.
  - 15 Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al, on behalf of the ERC Guidelines Writing Group 1. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation.* 2010;81:1219-76.
  - 16 Field J, Hazinski MF, Sayre M, Chameides L, Stephen M. American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2010;122:S640-S6562010.
  - 17 Arrich J. Clinical application of mild therapeutic hypothermia after cardiac arrest. *Crit Care Med.* 2007;35:1041-7.
  - 18 Holzer M, Müllner M, Sterz F, Robak O, Kliegel A, Losert H, et al. Efficacy and safety of endovascular cooling after cardiac arrest: cohort study and Bayesian approach. *Stroke.* 2006;37:1792-7.
  - 19 Kuboyama K, Safar P, Radovsky A, Tisherman SA, Stezoski SW, Alexander H. Delay in cooling negates the beneficial effect of mild resuscitative cerebral hypothermia after cardiac arrest in dogs: a prospective, randomized study. *Crit Care Med.* 1993;21:1348-8.
  - 20 Riter HG, Brooks LA, Pretorius AM, Ackermann LW, Kerber RE. Intra-arrest hypothermia: both cold liquid ventilation with perfluorocarbons and cold intravenous saline rapidly achieve hypothermia, but only cold liquid ventilation improves resumption of spontaneous circulation. *Resuscitation.* 2009;80:561-6.
  - 21 Kim F, Olsufka M, Longstreth Jr.WT, Maynard C, Carlborn D, Deem S, et al. Pilot randomized clinical trial of prehospital induction of mild hypothermia in out-of-hospital cardiac arrest patients with a rapid infusion of 4°C normal saline. *Circulation.* 2007;115:3064-70.
  - 22 Mooney MR, Unger BT, Boland LL, Burke MN, Kebed KY, Graham KJ, et al. Therapeutic Hypothermia After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Evaluation of a Regional System to Increase Access to Cooling. *Circulation.* 2011;124:206-14.
  - 23 Bernard S, Buist M, Monteiro O, Smith K. Induced hypothermia using large volume, ice-cold intravenous fluid in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest: a preliminary report. *Resuscitation.* 2003;56:9-13.
  - 24 Castren M, Nordberg P, Svensson L, Taccone F, Vincent JL, Desruelles

- D, et al. Intra-arrest transnasal evaporative cooling: a randomized, prehospital, multicenter study (PRINCE: Pre-ROSC IntraNasal Cooling Effectiveness). *Circulation*. 2010;122:729-36.
- 25 Uray T, Malzer R. Out-of-hospital surface cooling to induce mild hypothermia in human cardiac arrest: a feasibility trial. *Resuscitation*. 2008;77:331-8.
- 26 Gillies MA, Pratt R, Whiteley C, Borg J, Beale RJ, Tibby SM. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest: a retrospective comparison of surface and endovascular cooling techniques. *Resuscitation*. 2010;81:1117-22.
- 27 Nielsen N, Sunde K, Hovdenes J, Riker RR, Rubertsson S, Stammet P, et al. Adverse events and their relation to mortality in out-of-hospital cardiac arrest patients treated with therapeutic hypothermia. *Crit Care Med*. 2011;39:57-64.
- 28 Pichon N, Amiel JB, François B, Dugard A, Etchecopar C, Vignon P. Eficacia y tolerancia a la hipotermia leve inducida después de la salida de parada cardíaca extrahospitalaria con un sistema de enfriamiento endovascular. 27. *Crit Care*. 2007;11:R71.
- 29 SAMUR-Protección Civil. Manual de Procedimientos. (Consultado 5 Julio 2011). Disponible en: <http://www.madrid.es/samur/procedimientos.htm>
- 

## Prehospital induction of moderate hypothermia after cardiac resuscitation can increase survival without increasing neurologic impairment: a case-control study

Corral Torres E, Fernández Avilés F, López de Sa E, Martín Benítez JC, Montejo JC, Martín Reyes R, Saavedra Cervantes R

**Objectives:** To assess the effect of early prehospital emergency responder implementation of moderate hypothermia on neurologic outcome in patients recovering from cardiac arrest.

**Methods:** Case-control comparative study. The cases were the first 40 patients in cardiorespiratory arrest in whom hypothermia was induced in the ambulance after resuscitation by responders from the Citizen Protection Emergency Service of Madrid (SAMUR); hypothermia was also later used in the hospital. The controls were the last 40 patients in cardiorespiratory arrest who were resuscitated by the SAMUR responders before the prehospital hypothermia protocol had been established; hypothermia was later induced after the control patients' arrival at the hospital. Patients whose cardiorespiratory arrest had neurologic causes were excluded given that the effect on neurologic outcome was under evaluation. The Cerebral Performance Category scale was used to assess impairment. A grade 1 or 2 assessment was considered to indicate a good neurologic outcome.

**Results:** Neurologic outcome was good for 50% of the patients in whom hypothermia was induced early; outcome was good for 27.5% of the control patients ( $P=.039$ ). The significant difference between cases and controls was maintained regardless of whether the initial heart rhythm was shockable (58.3% of such cases had good neurologic outcomes with early hypothermia vs 37.5% of the controls with shockable rhythm) or not (42.8% of such cases had good outcomes vs 14.2% of the controls with nonshockable rhythm).

**Conclusions:** Our findings show a significant relationship between prehospital induction of moderate hypothermia and a higher probability of neurologic recovery (performance categories 1 and 2). If moderate hypothermia is initiated before arrival at the hospital, the likelihood of good neurologic recovery is 2.6-times greater. [Emergencias 2012;24:7-12]

**Key words:** SAMUR (Citizen Protection Emergency Service of Madrid). Hypothermia, prehospital. Emergency health services. Prehospital cardiac arrest. Neurologic recovery.