

Medición prehospitalaria del exceso de base arterial y su posible papel en la predicción del desenlace tras una parada cardíaca extrahospitalaria

SYLVIA FARZI¹, FLORIAN HAUSLER², SIMON WALLNER², WALTER SPINDELBÖCK^{2,3}, GERHARD PRAUSE¹, GEZA GEMES^{1,2}

¹Departamento de Anestesiología y Medicina Intensiva, ²Departamento de Medicina Interna, Universidad de Medicina de Graz, Austria, ³Mediziner corps Graz, Cruz Roja Austriaca, Graz, Austria.

CORRESPONDENCIA:

Sylvia Fazi, DESA
Departamento de
Anestesiología y Medicina
Intensiva
Universidad de Medicina
de Graz
Auenbruggerplatz 29
8036 Graz, Austria
E-mail:
sylvia.farzi@medunigraz.at

FECHA DE RECEPCIÓN:

26-12-2011

FECHA DE ACEPTACIÓN:

14-2-2012

CONFLICTO DE INTERESES:

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

Objetivo: La parada cardiorrespiratoria (PCR) conduce a un estado de acidosis mixta metabólica y respiratoria. Incluso tras una ventilación adecuada y la recuperación del pulso espontáneo (ROSC) la acidosis metabólica se refleja en un exceso de bases (EB). El objetivo del estudio es comprobar que el EB arterial se correlaciona con la mortalidad en el ámbito prehospitalario.

Método: Se revisaron de forma retrospectiva las hojas de registro de los pacientes en PCR desde el 1 de enero de 2003 hasta 31 de diciembre de 2010. Se incluyeron 126 pacientes con PCR no traumáticas en los que se obtuvo una gasometría en el curso de la reanimación cardiopulmonar (RCP). Se recogieron las siguientes variables: edad, sexo, tiempo hasta el inicio de la reanimación, causa de la PCR, ritmo inicial, duración de la reanimación, uso de trombolítico, adrenalina, bicarbonato, hipotermia terapéutica y parámetros de gasometría. Se utilizó un modelo de regresión logística para el tratamiento de los datos.

Resultados: La correlación entre el EB y el fracaso de la RCP fue evaluada con una curva ROC. El área bajo la curva fue de 0,76 (IC 95%: 0,68-0,83). El punto de corte se estableció en $-15,2$ mmol/L, para el cual se obtuvo una especificidad del 70% y una sensibilidad del 71%. En el modelo de regresión logística, un EB inferior a $-15,2$ mmol/L se asoció con un aumento de mortalidad prehospitalaria (OR 4,62%, 95% CI 1,63-14,03, $p = 0,004$).

Conclusión: En la PCR prehospitalaria, el EB es un predictor significativo de mortalidad. [Emergencias 2013;25:47-50]

Palabras clave: Gasometría. Reanimación cardiopulmonar. Parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria.

Introducción

En los casos de parada cardiorrespiratoria (PCR) prehospitalaria se conoce poco o nada sobre el estado general previo del paciente, de manera que la perspectiva de los esfuerzos de reanimación son difíciles de evaluar. Pocos parámetros han demostrado ser útiles como factores pronósticos en una PCR, entre los que podemos destacar la presencia de testigos, el ritmo inicial desfibrilable y el CO₂ espirado^{1,2}.

En los casos de PCR, la interrupción del flujo sanguíneo a los tejidos provoca un estado de acidosis mixta respiratoria y metabólica³. El exceso de

bases (EB) refleja el componente metabólico de la acidosis y parece que se correlaciona con la mortalidad cuando se mide en el servicio de urgencias tras la recuperación del pulso espontáneo (ROSC)⁴. La hipótesis de trabajo fue que el EB en los casos de PCR de adultos de origen no traumático se asocia con un aumento de mortalidad.

Método

El diseño del estudio se centró en el ámbito de un área urbana de Graz, con 300.000 habitantes y dos unidades móviles de emergencia equipadas pa-

ra la atención a la PCR. Los vehículos portan un analizador portátil de gases (optiCCA, Optic medical, Rosewell, Georgia, EE.UU.) que se utiliza lo antes posible tras las medidas estándar de reanimación cardiopulmonar (RCP) avanzada como la intubación endotraqueal, la canalización de la vía venosa periférica y la desfibrilación⁵. La sangre se extrae mediante un microSAMPLER (Roche diagnostics, Schaffhausen, Suiza) o con catéter arterial (BD canula arterial, Becton Dickinson Surgical Medical Systems, Franklin lakes, Nueva Jersey, EE.UU.) que es insertada durante la RCP y conectada a un sistema de transducción de presión estándar (single TruWave transductor de presión desechable esteril, Edwards Lifesciences, Irvine, California, EE.UU.).

En la selección de participantes se revisaron todos los registros de pacientes con PCR entre el 1 de enero de 2003 hasta el 31 de diciembre de 2010. Se incluyó en el análisis a los pacientes en los que se les obtuvo una muestra de gases durante el curso de la RCP. Se excluyó a los pacientes menores de 16 años, a las PCR de origen traumático y a los pacientes que recibieron bicarbonato sódico antes de la obtención de la gasometría arterial.

En los métodos de medición, dos autores (SF y GG) recogieron los datos de las historias clínicas de la unidad de cuidados intensivos (UCI). Las diferencias se resolvieron mediante discusión. Los datos fueron volcados en una hoja de Microsoft Excel para su posterior análisis. Se recogieron las siguientes variables: edad, sexo, retraso en el inicio de maniobras de RCP, testigo presente, causa de PCR, ritmo inicial, uso de trombolítico, uso de adrenalina, bicarbonato sódico, hipotermia terapéutica y los parámetros de la gasometría. Todos

los pacientes fueron intubados y ventilados mecánicamente y todas las muestras se obtuvieron durante las maniobras de RCP. Las muestras con una pO₂ menor de 35 mmHg fueron excluidas. OptiCCA mide los siguientes parámetros: pO₂, pH, pCO₂, Na⁺, K⁺, hemoglobina (Hb) y saturación arterial de oxígeno (SatO₂) y calcula el EB mediante la fórmula EB = (1 - 0,014 x Hb) x [(1,43 x Hb + 7,7) x (pH - 7,4) - 24,8 + HCO₃]⁶. En 17 casos no se encontró registrado en la historia clínica el EB y fue calculada por los investigadores.

Los datos fueron analizados según la distribución normal de Shapiro-Wilk. Los resultados se presentan como media ± desviación estándar, mediana y rango intercuartílico 25-75% y frecuencias absolutas o relativas. Para identificar el punto de corte asociado con el objetivo final (admisión en el hospital con pulso) se dibujó la curva ROC. Las comparaciones entre variables se realizaron con los test de la ji al cuadrado, prueba exacta de Fisher, U de Mann-Whitney o la T de student, según procediera. Las variables con valores de p inferiores a 0,05 se introdujeron en un modelo de regresión logística multivariante. El nivel de significación estadística se fijó en un valor de p < 0,05. Se utilizó el software estadístico JMP v.9 (SAS institute, Cary, Carolina del Norte, EE.UU.). El estudio fue aprobado por la Universidad de Graz (Núm 23-237 esp 10/11).

Resultados

Se revisó un total de 43.569 historias. A 1.026 pacientes se les practicó RCP. En 226 se obtuvo la gasometría arterial. Tras excluir a los pacientes que recibieron bicarbonato o que se obtuvo su

Tabla 1. Características de los pacientes

Variable	Total (n = 126)	No ROSC (n = 55)	ROSC (n = 71)	P
Hombres [n (%)]	93 (74)	41 (75)	52 (73)	NS
Edad (años) (media ± DE)	66 ± 14	66 ± 14	66 ± 15	NS
Retraso (min) (mediana ± RIC)	5,5 [0; 10]	7 [0; 10]	5 [0; 9]	NS
Testigo presencial [n (%)]	52 (41)	23 (42)	29 (41)	NS
RCP por SEM [n (%)]	21 (17)	10 (18)	11 (15)	NS
Causa PCR sospechada [n (%)]	37 (54)*	11 (44)**	26 (59)***	NS
Otro ritmo de FV/TV [n (%)]	76 (60)	34 (62)	42 (59)	NS
Adrenalina total (mg) (mediana ± RIC)	3 [2; 5]	5 [3; 6]	2 [1; 4]	< 0,001
Fibrinolítico [n (%)]	24 (19)	15 (27)	9 (13)	0,04
Hipotermia terapéutica [n (%)]	11 (9)	2 (4)	9 (13)	NS
HCO ₃ ⁻ [n (%)]	71 (56)	36 (65)	35 (49)	NS
Duración de la RCP (mediana ± RIC)	30 [19; 45]	45 [32; 56]	20 [10; 35]	< 0,001
pH (media ± DE)	7,05 ± 0,16	6,97 ± 0,16	7,10 ± 0,14	< 0,001
EB (mmol/L) (media ± DE)	-14,5 ± 5,9	-17,5 ± 5,3	-12,1 ± 5,3	< 0,001
paCO ₂ (mmHg) (mediana ± RIC)	58 [46,1; 76,8]	62,6 [55,9; 81]	53 [41,8; 67]	0,02
paO ₂ (mmHg) (mediana ± RIC)	104 [66; 255,8]	72 [58; 97,7]	194 [100; 378,5]	< 0,001

DE: desviación estándar; RCP: reanimación cardiopulmonar; SEM: sistema de emergencias médicas; FV: fibrilación ventricular; TV: taquicardia ventricular; EB: exceso de bases; ROSC: recuperación del pulso espontáneo; NS: no significativo. *n = 69; **n = 25; ***n = 44.

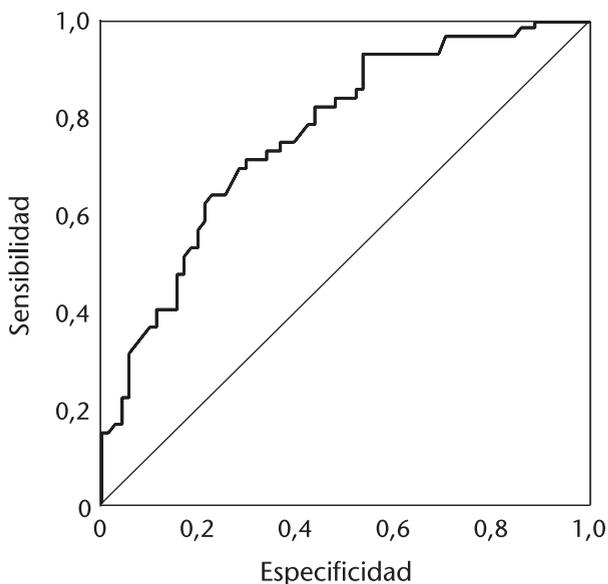


Figura 1. Curva ROC del movimiento diagnóstico del exceso de bases (EB) para predecir la recuperación del pulso espontáneo (ROSC). Área bajo la curva = 0,76 (IC 95%: 0,68-0,83). Punto de corte -15,2; especificidad de 70%, sensibilidad de 71%.

muestra de sangre tras la ROSC, los registros seleccionados para su evaluación fueron de 126. Cincuenta y cinco (44%) fallecieron antes de la llegada al hospital y 71 (56%) fueron ingresados con vida. Quince (12%) fueron dados de alta. La Tabla 1 muestra los datos demográficos y las características de todos los pacientes.

El análisis univariado mostró una asociación significativa de la dosis de adrenalina total [5 (3; 6) vs 2 (1; 4), $p < 0,001$], uso de fibrinolítico (27% vs 13%, $p = 0,04$), duración de la RCP [45 (32; 56) vs 20 (10; 35), $p < 0,001$], pH ($6,97 \pm 0,16$ vs $7,10 \pm 0,14$, $p < 0,001$), EB en mmol/L ($-17,5 \pm 5,3$ vs $-12,1 \pm 5,3$, $p < 0,001$), paCO_2 en mmHg [62,6 (55; 9;81) vs 53 (41,8; 67), $p = 0,02$], y paO_2 en mmHg [72 (58; 97,7) vs 194 (100; 378,5), $p < 0,001$] con fracaso en alcanzar el objetivo primario. La asociación del EB con la admisión en el hospital se evalúa con la curva ROC (Figura 1). El área bajo la curva (AUC) fue de 0,76 (IC95%: 0,68-0,83). El punto de corte óptimo se situó en -15,2 mmol/L con una especificidad de 70%, sensibilidad de 71%, valor predictivo positivo de 65% y valor predictivo negativo de 76%.

Para evitar problemas, se suprimió el pH del modelo de regresión logística. Es importante destacar que el EB más el pH tiene más AUC que el pH en solitario y que la inclusión del pH no mejora el AUC del EB. En el modelo de regresión logística un EB inferior a -15,2 mmol/L se asocia signi-

Tabla 2. Predictores de reaparición del pulso espontáneo hallados en la regresión logística

Variable	OR ajustado (95% CI)	P
EB $\leq -15,2$ mmol/L	4,62 (1,63-14,03)	0,004
Duración RCP ≥ 30 min	8,24 (2,46-31,77)	$<0,001$
$\text{paO}_2 \leq 130$ mmHg	7,27 (2,17-27,67)	0,001

RCP: reanimación cardiopulmonar.

ficativamente a mortalidad prehospitalaria (OR 4,62, 95% CI: 1,63-14,03, $p = 0,04$).

Discusión

En este estudio se demuestra que el grado de acidosis metabólica en la RCP es un predictor de ROSC. En concreto, el EB inferior a -15,2 se asoció significativamente con una mayor tasa de mortalidad prehospitalaria. Con una especificidad del 70% y una sensibilidad del 71%, este parámetro puede ser considerado como un marcador predictivo útil. Estos resultados están en concordancia con otros estudios que apuntan hacia el déficit de bases como un parámetro pronóstico en diferentes situaciones de enfermedad grave⁷⁻¹⁰. A pesar de que el lactato es el factor que más contribuye a la acidosis en la PCR, la carga de EB debe tener también un componente multifactorial¹¹. El EB negativo puede reflejar mejor la suma de los productos de acidosis metabólica resultante de la hipoperfusión y el metabolismo anaerobio en los tejidos anóxicos y, por lo tanto, podría ser un indicador cuantitativo del retraso en la RCP y el posterior estado de bajo gasto durante la PCR¹². Takasu *et al.* investigaron el valor de la muestra de gases arteriales tras la ROSC en el servicio de urgencias⁴. Por el contrario, todas las muestras de nuestro estudio se obtuvieron en la fase inicial de la RCP con las compresiones torácicas en curso. Nuestros datos se extienden desde la fase prehospitalaria donde ocurre la mayoría de PCR y donde las circunstancias exactas de la misma se desconocen. Hemos sido capaces de demostrar la utilidad del EB como un parámetro pronóstico en esta etapa.

La principal limitación del estudio radica en su carácter retrospectivo, ya que la gasometría arterial se usaba en función de los criterios de cada equipo interviniente, por lo que el sesgo de selección es posible. Es importante destacar que este estudio no evalúa la terapia de cuidados intensivos, sino la fase inicial de resucitación prehospitalaria.

Curiosamente, la pO_2 arterial con un corte de 130 mmHg fue también predictor de ROSC. PaO_2 bajos pueden indicar mala perfusión o reflejar el

deterioro pulmonar debido a la aspiración, el edema pulmonar o las atelectasias. Un amplio estudio multicéntrico reciente ha demostrado efectos perjudiciales de la hiperoxia en los pacientes ingresados después de una PCR¹³, pero esto no puede extrapolarse al tratamiento en la fase aguda. Sólo una mezcla de sangre venosa de la arteria pulmonar permite una evaluación fiable de la situación cardiocirculatoria de todo el cuerpo. En la UCI, las muestras de sangre venosa central se han establecido como un sustituto de la sangre venosa mixta¹⁴. La inserción de un catéter venoso central no es aplicable en condiciones prehospitalarias y las investigaciones recientes han demostrado una excelente correlación entre el EB arterial y el EB venoso central. Por lo tanto, la toma de EB arterial sigue siendo el parámetro más factible en la prehospitalaria.

En conclusión, hemos demostrado en este estudio retrospectivo que se puede aplicar el EB como predictor significativo de ROSC en el ámbito prehospitalario. Ahora será preciso llevar a cabo un estudio prospectivo que confirme estos hallazgos.

Bibliografía

1 Sasson C, Rogers MA, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2010;3:63-81.

- 2 Eckstein M, Hatch L, Malleck J, McClung C, Henderson SO. End-tidal CO₂ as a predictor of survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Disaster Med*. 2011;26:148-50.
- 3 von Planta M, Bar-Joseph G, Wiklund L, Bircher NG, Falk JL, Abramson NS. Pathophysiologic and therapeutic implications of acid-base changes during CPR. *Ann Emerg Med*. 1993;22:404-10.
- 4 Takasu A, Sakamoto T, Okada Y. Arterial base excess after CPR: the relationship to CPR duration and the characteristics related to outcome. *Resuscitation*. 2007;73:394-9.
- 5 Prause G, Ratzenhofer-Comenda B, Smolle-Juttner F, Heydar-Fadai J, Wildner G, Spornbauer P, et al. Comparison of lactate or BE during out-of-hospital cardiac arrest to determine metabolic acidosis. *Resuscitation*. 2001;51:297-300.
- 6 Opti CCA User Instructions. Roswell, USA: Osmetech Inc; 2003.
- 7 Rutherford EJ, Morris JA, Jr, Reed GW, Hall KS. Base deficit stratifies mortality and determines therapy. *J Trauma*. 1992;33:417-23.
- 8 Davis JW, Kaups KL, Parks SN. Base deficit is superior to pH in evaluating clearance of acidosis after traumatic shock. *J Trauma*. 1998;44:114-8.
- 9 Surbatovic M, Radakovic S, Jevtic M, Filipovic N, Romc P, Popovic N, et al. Predictive value of serum bicarbonate, arterial base deficit/excess and SAPS III score in critically ill patients. *Gen Physiol Biophys*. 2009;28:271-6.
- 10 Kaplan LJ, Kellum JA. Initial pH, base deficit, lactate, anion gap, strong ion difference, and strong ion gap predict outcome from major vascular injury. *Crit Care Med*. 2004;32:1120-4.
- 11 Makino J, Uchino S, Morimatsu H, Bellomo R. A quantitative analysis of the acidosis of cardiac arrest: a prospective observational study. *Crit Care*. 2005;9:R357-62.
- 12 Ornato JP, Gonzalez ER, Coyne MR, Beck CL, Collins MS. Arterial pH in out-of-hospital cardiac arrest: response time as a determinant of acidosis. *Am J Emerg Med*. 1985;3:498-502.
- 13 Kilgannon JH, Jones AE, Parrillo JE, Dellinger RP, Milcarek B, Hunter K, et al. Relationship between supranormal oxygen tension and outcome after resuscitation from cardiac arrest. *Circulation*. 2011;123:2717-22.
- 14 Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, Bion J, Parker MM, Jaeschke R, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. *Intensive Care Med*. 2008;34:17-60.
- 15 Middleton P, Kelly AM, Brown J, Robertson M. Agreement between arterial and central venous values for pH, bicarbonate, base excess, and lactate. *Emerg Med J*. 2006;23:622-4.

Prehospital measurement of arterial base excess and its role as a possible predictor of outcome after out-of-hospital cardiac arrest

Farzi S, Hausler F, Wallner S, Spindelböck W, Prause G, Gemes G

Objective: Cardiac arrest leads to a state of mixed respiratory and metabolic acidosis. Even after adequate ventilation and restoration of spontaneous circulation, metabolic acidosis as reflected by a negative base excess (BE) persists. We hypothesized that arterial BE measured in out-of-hospital cardiac arrest would be significantly associated with prehospital mortality.

Methods: We retrospectively reviewed all protocol sheets of emergency medical responses to cardiac arrest in the period from January 1, 2003 to December 31, 2010. One hundred twenty-six adult nontraumatic cardiac arrest patients in whom cardiopulmonary resuscitation (CPR) was attempted and an arterial blood gas sample was obtained during ongoing CPR were included for further analysis. The following data were collected: age, sex, delay, bystander or emergency medical technician CPR, cause of cardiac arrest, initial rhythm, CPR duration; use of thrombolytic therapy, epinephrine, sodium bicarbonate, and for a cooling device and blood gas sample parameters. The univariate association of all parameters with the endpoint was calculated and a multivariate logistic regression model was built.

Results: The association of BE and failure to reach the hospital alive was assessed by a receiver operating characteristic curve. The area under the curve was 0.76 (95% CI, 0.68-0.83). The optimum discriminatory threshold derived was -15.2, yielding a specificity of 70% and a sensitivity of 71%. In a multivariate logistic regression model, a negative BE exceeding -15.2 mmol/L remained significantly associated with prehospital mortality (odds ratio 4.62, 95% CI: 1.63-14.03, $P=0.004$).

Conclusion: During ongoing CPR, BE is a significant predictor of failure to reach the hospital alive. [Emergencias 2013;25:47-50]

Keywords: Arterial blood gas analysis. Cardiopulmonary resuscitation. Out-of-hospital cardiac arrest.