

ORIGINAL BREVE

Impacto de una estrategia formativa y de la determinación rápida de glucemia y beta-hidroxibutirato en el manejo inmediato de la cetoacidosis diabética en un servicio de urgencias

Javier Ena¹, Mónica Amillo², Ana Panadero², María Rosales², Ángela Patricia Guzmán-Libreros², Francisco José Navarro-Díaz²

Objetivo. Estudiar el impacto de una intervención, que incluyó una estrategia formativa y la determinación de glucemia y cetonemia en el momento del triaje, sobre los tiempos del manejo inicial de la cetoacidosis diabética (CAD) en un servicio de urgencias (SU).

Método. Estudio cuasiexperimental con una fase preintervención (enero 2010 a noviembre 2013) y postintervención (enero 2014 a junio 2015) que incluyó los pacientes mayores de 15 años atendidos por CAD en un SU de un hospital de segundo nivel. La intervención consistió en mejorar la formación de médicos y enfermeras de urgencias, la medición de la glucemia en el triaje, y en caso de hiperglucemia, la determinación de la cetonemia mediante tiras reactivas de beta-hidroxibutirato. Las variables de resultados fueron el porcentaje de administración intravenosa de insulina y suero salino isotónico en la primera hora tras el triaje.

Resultados. Se incluyeron 61 pacientes, (N = 41 fase preintervención y N = 20 fase postintervención), con una edad media 40 (DE 22) años, siendo 36 (59%) varones. Tras la intervención, mejoró la adherencia a las guías clínicas, tanto en la administración precoz de insulina (29,3% vs 75,0 %; p = 0,001) como de suero salino isotónico (51,2% vs 80,0%; p = 0,031).

Conclusiones. Una estrategia formativa, que incluya la determinación de glucemia y cetonemia en el triaje podría permitir un manejo más precoz de la CAD en los SU.

Palabras clave: Beta-hidroxibutirato. Cetoacidosis diabética. Investigación en servicios de salud. Guías de práctica clínica.

Filiación de los autores:

¹Servicio de Medicina Interna, Hospital Marina Baixa, Villajoyosa, Alicante, España.

²Servicio de Urgencias, Hospital Marina Baixa, Villajoyosa, Alicante, España.

Autor para correspondencia:

Javier Ena
Servicio de Medicina Interna
Hospital Marina Baixa
Av. Alcalde Jaime Botella Mayor, 7
03570 Villajoyosa
Alicante, España.

Correo electrónico:

ena_jav@gva.es

Información del artículo:

Recibido: 4-2-2016
Aceptado: 19-5-2016
Online: 23-6-2016

Training and testing for capillary blood glucose and ketone levels on triage: impact on the early management of diabetic ketoacidosis in an emergency department

Objective. To study the impact of an intervention that included a training component and testing for glucose and ketone levels at the time of triage. The effect was evaluated on the basis of times to early management of diabetic ketoacidosis (DKA) in an emergency department.

Material and methods. Quasi-experimental study with preintervention (January 2010 to November 2013) and postintervention (January 2014 to June 2015) periods in patients over the age of 15 years with DKA in a secondary-care hospital emergency department. The intervention consisted of training sessions for emergency physicians and nurses, the measurement of glucose on triage, and testing for ketonemia with beta-hydroxybutyrate strips on detection of a high glucose level. The outcome variables were the percentages of patients receiving intravenous insulin and isotonic saline within an hour of triage.

Results. We included 61 patients (preintervention, 41; postintervention, 20). The mean (SD) age was 40 (22) years and 36 (59%) were males. Adherence to clinical practice guidelines improved in the postintervention period. The rate of intravenous administration of insulin increased from 29.3% in the preintervention period to (75.0% postintervention ($P=0.001$); isotonic saline administration increased from 51.2% to 80.0% ($P=0.031$).

Conclusion. A strategy that includes training and glucose and ketone testing on triage could facilitate earlier management of DKA in emergency departments.

Keywords: Beta-hydroxybutyrate. Diabetic ketoacidosis. Health services research. Clinical practice guidelines.

Introducción

La cetoacidosis diabética (CAD) es una de las complicaciones metabólicas agudas más graves de la diabetes mellitus (DM) tipo 1, pero también de la DM tipo

2. El diagnóstico puede verse retrasado por la inespecificidad de los síntomas clínicos o por la dificultad en la medición del cuerpos cetónicos en orina en pacientes oligúricos y deshidratados¹. En un estudio previo se pudo comprobar que el diagnóstico de la CAD y el inicio

del tratamiento se ve con frecuencia retrasado en los servicios de urgencias (SU). Aproximadamente siete de cada diez pacientes con CAD recibieron de forma tardía tratamiento con insulina intravenosa según las recomendaciones de las guías de práctica clínica².

La introducción de tiras reactivas para la determinación de cetonemia capilar, medida como beta-hidroxibutirato, en los SU mejora la capacidad diagnóstica con respecto a la medición de cetonuria^{3,5}. Por otro lado, la implementación de vías de práctica clínica que involucran tanto a médicos como personal de enfermería ha mostrado en algún estudio mejorar el diagnóstico y la estratificación de la gravedad del paciente con CAD⁶. En el presente estudio se evaluó el impacto de una intervención, que incluyó una estrategia formativa y la determinación mediante tiras reactivas de glucemia y cetonemia capilar en el momento del triaje, sobre los tiempos del manejo inicial de la CAD en un SU.

Método

Estudio cuasiexperimental con una fase preintervención retrospectiva y una postintervención prospectiva en pacientes con CAD atendidos en un SU de un hospital de segundo nivel. El estudio fue aprobado por la Comisión de Investigación del centro. Se incluyeron todos los pacientes mayores de 15 años de edad diagnosticados de CAD, la cual se definió por una glucemia plasmática superior a 250 mg/dL, una concentración de bicarbonato sérico inferior a 15 mmol/L o un pH arterial inferior a 7,30 y la presencia de cetonuria significativa (al menos ++-) o cetonemia superior a 1,5 mmol/L. La gravedad de la CAD se clasificó según los criterios de la Asociación de Diabetes Americana⁷.

Se revisaron retrospectivamente las historias clínicas de todos los pacientes atendidos por CAD en el servicio de urgencias entre enero de 2010 y noviembre de 2013 (periodo preintervención) y entre enero 2014 y junio de 2015 (periodo postintervención) a través de los registros de altas hospitalarias. Se extrajeron datos demográficos, variables clínicas y analíticas, el tiempo transcurrido desde la llegada del paciente a urgencias hasta la administración de los primeros 500 mL de solución fisiológica y la perfusión continua de insulina intravenosa, el volumen total de fluido y el número total de unidades de insulina administrados en las primeras 24 horas, los aportes de bicarbonato y de cloruro potásico, el porcentaje de ingreso en unidad de cuidados críticos, y el tiempo de estancia en urgencias. Las variables de resultado principales fueron el porcentaje de administración intravenosa de insulina y suero salino isotónico en la primera hora tras el triaje.

La intervención consistió en mejorar la formación de médicos y enfermeros de urgencias, la medición de la glucemia en el triaje, y en caso de hiperglucemia, la determinación de la cetonemia mediante tiras reactivas de beta-hidroxibutirato. Respecto a la estrategia formativa, se llevaron a cabo dos charlas educativas de 30 minutos de duración para enfermeros y médicos, donde se die-

ron a conocer los resultados del estudio preintervención y las recomendaciones sobre el manejo de la CAD en los SU^{8,9}. Además, se realizó difusión de la información mediante carteles con el algoritmo de diagnóstico y tratamiento de la CAD. En lo que se refiere a la determinación de la glucemia capilar, esta fue realizada en el triaje a todo paciente con antecedentes de DM o presencia de clínica cardinal. En el periodo postintervención se realizó cetonemia capilar cuando los valores de glucemia capilar fueron superiores a 250 mg/dL o el paciente presentaba náuseas, vómitos o fétor cetónico. La cetonemia capilar se midió con tiras reactivas de beta-hidroxibutirato (StatStripXpress®-i GlucoseKetone Hospital Meter; Menarini Diagnostics, Barcelona, España). Se consideraron significativos los valores de beta-hidroxibutirato superiores a 1,5 mmol/L.

Para el cálculo del tamaño de la muestra, teniendo en cuenta que un 66% de pacientes sufren retraso en el inicio del tratamiento de la CAD², y con el objeto de mostrar una reducción a la mitad en la proporción de pacientes en los que se instaura un tratamiento tardío, con un error alfa unilateral de 5% y un error beta de 20% para una distribución de pacientes 2:1, se precisaron 38 pacientes en el primer grupo y 19 pacientes en el segundo grupo.

Las variables cuantitativas se describieron como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, si no cumplía los principios de la normalidad, y las variables cualitativas como frecuencia absoluta y porcentaje. La comparación de variables continuas con distribución paramétrica se realizó con la t de Student, y con el test de Mann-Whitney en el caso de variables continuas con distribución no paramétrica. La comparación de variables categóricas se realizó mediante el test de la ji al cuadrado o el test de Fisher. Todos los valores de $p < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos. Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete SPSS versión 15.0 (Chicago, USA).

Resultados

Se incluyeron 61 pacientes, (N = 41 fase preintervención y N = 20 fase postintervención), con una edad media de 40 (DE 22) años, 36 (59%) de ellos varones. Más de dos terceras partes de los pacientes padecían DM tipo 1. La causa precipitante de la aparición de CAD más frecuente fue el incumplimiento terapéutico del tratamiento con insulina (31%), seguido por la presencia de infecciones (23%) y el consumo de alcohol (13%).

La Tabla 1 muestra las características de los pacientes en ambos periodos de estudio. Los grupos fueron comparables en las características clínicas en el momento de su atención en urgencias. En relación con los datos de laboratorio, el grupo postintervención mostró menores índices de gravedad en valores de hiato aniónico (27,8 vs 23,4; $p = 0,013$), pH (7,05 vs 7,14; $p = 0,039$) y recuento de leucocitos (17,8 vs 13,0 $\times 10^9/L$; $p = 0,017$), con respecto al grupo preintervención. La

Tabla 1. Características de los pacientes incluidos en el estudio

Variables	Periodo preintervención N = 41	Periodo postintervención N = 20	P
Datos demográficos [n (%)]			
Edad (años) media (DE)	42,8 (22,4)	33,8 (19,5)	0,130
Sexo Hombre	24 (59,0)	12 (60,0)	0,913
Duración de la diabetes (años) media (DE)	12,8 (12,7)	12,1 (8,6)	0,955
Tipo de diabetes			0,185
Tipo 1	28 (68,0)	17 (85,0)	
Tipo 2	13 (32,0)	2 (10,0)	
Otras	0 (0,0)	1 (5,0)	
Tratamiento previo			0,608
Ninguno	6 (15,0)	2 (10,0)	
Hipoglucemiantes orales	1 (2,0)	1 (5,0)	
Hipoglucemiantes orales e insulina	6 (15,0)	1 (5,0)	
Insulina	28 (68,0)	16 (80,0)	
Factor precipitante			0,802
Infección	9 (22,0)	5 (25,0)	
Incumplimiento terapéutico	12 (30,0)	7 (35,0)	
Diabetes de reciente diagnóstico	2 (5,0)	2 (10,0)	
Alcohol	5 (12,0)	3 (15,0)	
Drogas	1 (2,0)	0 (0,0)	
Trasgresión dietética	1 (2,0)	1 (5,0)	
Desconocido	11 (27,0)	2 (10,0)	
Datos clínicos [media (DE)]			
Gravedad de la cetoacidosis, clasificación ADA [n (%)]			0,299
Leve	3 (7,0)	3 (15,0)	
Moderada	25 (61,0)	14 (70,0)	
Grave	13 (32,0)	3 (15,0)	
Presión arterial sistólica (mmHg)	133 (25,9)	128 (21,4)	0,426
Presión arterial diastólica (mmHg)	78 (16,7)	74 (13,0)	0,348
Frecuencia cardiaca (latidos/min)	104 (19,0)	102 (20,0)	0,709
Temperatura (°C)	36,3 (0,5)	36,1 (0,3)	0,046
Saturación arterial de oxígeno	98 (2,8)	98 (1,3)	0,626
Escala de Coma de Glasgow (puntos)	14 (2,2)	15 (0,9)	0,356
Datos de laboratorio [media (DE)]			
Glucosa (mg/dL)	530 (210,7)	508 (187,1)	0,695
Osmolaridad calculada (mOsm/Kg)	858 (242,9)	855 (236,9)	0,966
Urea (mg/dL)	60 (34,8)	58 (44,5)	0,862
Creatinina (mg/dL)	1,5 (0,8)	1,6 (1,6)	0,736
Na (mEq/L)	134 (5,8)	132 (2,7)	0,235
Na corregido (mEq/L)	138 (6,8)	136 (2,7)	0,314
K (mEq/L)	5,1 (1,1)	5,1 (0,5)	0,979
HCO ₃ ⁻ (mEq/L)	9,4 (4,6)	11,5 (5,0)	0,126
Hiato aniónico	27,8 (6,8)	23,4 (5,1)	0,013
pH	7,05 (0,2)	7,14 (0,1)	0,039
Hb (g/dL)	14,4 (2,1)	14,6 (2,4)	0,714
Leucocitos x 10 ⁹ /L	17,8 (7,7)	13,0 (5,8)	0,017
Hemoglobina A1c (%)	11,6 (2,2)	10,7 (2,3)	0,180

DE: desviación estándar; Na = sodio; K: potasio; HCO₃: bicarbonato; Hb: hemoglobina.

concentración media de cetonemia capilar medido con las tiras reactivas fue 4,9 mmol/L (rango 1,5 a 8,0 mmol/L).

Se documentó un incremento en el porcentaje de pacientes que recibieron tratamiento con fluidos por vía intravenosa e insulina en los primeros 60 minutos tras el triaje. No hubo diferencias en el volumen de fluidos ni el número de unidades de insulina administradas en las primeras 24 horas en ambos grupos. Los pacientes en el grupo preintervención recibieron por vía intravenosa una mayor dosis de cloruro potásico (35,2 vs 17,5 mEq; P = 0,032) y una dosis similar de bicarbonato sódico (171,2 vs 210,4 mEq; P = 0,542) que en el grupo

postintervención. La proporción de pacientes que recibieron bicarbonato sódico con valores de pH superiores a 6,9 fue similar en los dos grupos (49% vs 60%; P = 0,410). No hubo diferencias entre ambos grupos en la duración de la estancia en el SU (13,1 horas vs 12,8 horas; P = 0,821) ni en el porcentaje de ingreso en la unidad de cuidados intensivos (17,1 vs 5%; P = 0,370) (Tabla 2).

Discusión

El presente estudio muestra el impacto clínico de un programa educativo de manejo de la CAD en un SU y de la determinación de la glucemia y cuantificación de cetonemia capilar mediante el uso de tiras reactivas de beta-hidroxibutirato en el triaje, y demuestra que dicha intervención incrementó en más de un 25% la proporción de pacientes que recibieron tratamiento de la CAD en un tiempo inferior a 60 minutos tras el triaje como recomiendan las guías de práctica clínica.

A nuestro juicio, el éxito del programa educativo para mejorar la adherencia las guías de práctica clínica se ha basado en la comunicación de los datos del estudio preintervención junto con la realización de sesiones clínicas y diseminación de los algoritmos de manejo propuestos por la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias⁹. Se conoce bien que la implementación de guías de práctica clínica para la atención a emergencias hiperglucémicas resulta valiosa desde el punto de vista educativo y reduce la sobrecarga de trabajo⁶. Otro de los efectos derivados de la implementación de las guías de práctica clínica es la reducción en la duración de estancia en unidades de cuidados intensivos y en el tiempo de normalización del hiato aniónico¹⁰.

La utilización de tiras de cetonemia capilar ha mostrado en otros estudios identificar precozmente a los pacientes con hiperglucemia y cetoacidosis, aunque no se ha cuantificado su impacto en la adherencia a las guías de práctica clínica^{11,12}. El punto de corte de beta-hidroxibutirato se sitúa para algunos autores en 1,8 mmol/L, con una sensibilidad de 0,91 y especificidad de 0,92¹². Nosotros hemos considerado como punto de corte el valor 1,5 mmol/L siguiendo las recomendaciones del fabricante. Los valores de beta-hidroxibutirato superiores a 3 mmol/L se correlacionan con cetoacidosis grave¹³.

Nuestro estudio presenta como fortalezas el haber observado una mejora en los tiempos de manejo inmediato de la CAD tras la introducción de las tiras reactivas de beta-hidroxibutirato en el triaje para la determinación de la cetonemia en los pacientes con hiperglicemia. A la hora de evaluar los resultados, hay que destacar que en el grupo preintervención, el inicio del tratamiento se basó no solo en la presencia de cetonuria, sino en la alta sospecha de cetoacidosis en base a la historia clínica y al valor de pH sanguíneo. Aún así las tiras de cetonemia capilar han mostrado en este estudio un efecto significativo al acortar el inicio del tratamiento específico. Como limitaciones del estudio, cabría destacar el diseño del es-

Tabla 2. Resultados antes y después de la intervención

Variables	Periodo preintervención N = 41	Periodo postintervención N = 20	P
Tiempo en administrar fluidos IV (min) [mediana (RIC)]	60 (20-160)	32 (12-50)	0,06
Pacientes que recibieron fluidos IV en los primeros 60 min. desde el triaje [n (%)]	21 (51,2)	16 (80,0)	0,031
Volumen de fluidos en las primeras 24 horas (L) [media (DE)]	4,6 (1,45)	4,5 (1,46)	0,745
Tiempo en iniciar insulina IV (min) [mediana (RIC)]	111 (52-180)	42 (14-67)	0,001
Pacientes que recibieron insulina IV en los primeros 60 min. desde el triaje [n (%)]	12 (29,3)	15 (75,0)	0,001
Dosis de insulina administrada en las primeras 24 horas (unidades) [media (DE)]	56,7 (22,9)	54,0 (28,9)	0,693
Dosis de CIK (mEq) administrado en las primeras 24 horas [media (DE)]	35,2 (37,0)	17,5 (24,9)	0,032
Dosis de HCO ₃ Na (mEq) administrado en las primeras 24 horas [mediana (RIC)]	150 (0-250)	100 (0-287)	0,526
Estancia en urgencias (horas) [media (DE)]	13,14 (10,1)	12,8 (8,9)	0,821

DE: desviación estándar; RIC: Rango intercuartil.

tudio y el limitado tamaño de la muestra que han impedido cuantificar el impacto clínico. Sin embargo, es de esperar que dichos resultados permitan reducir las complicaciones derivadas de un diagnóstico tardío de la cetoacidosis. A pesar ello, se puede concluir que una estrategia formativa, que incluya la determinación de glucemia y cetonemia en el triaje, podría permitir un manejo más precoz de la CAD en los SU.

Conflicto de intereses

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

Agradecimientos

El presente proyecto ha recibido ayuda de la Fundación Mutua Madrileña para la Investigación.

Bibliografía

- Wallace TM, Matthews DR. Recent advances in the monitoring and management of diabetic ketoacidosis. *Q J Med.* 2004;97:773-80.
- Navarro-Díaz FJ, Amillo M, Rosales M, Panadero A, Ena J. Oportunidades de mejora en la asistencia a los pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en los servicios de urgencias. *Emergencias.* 2015;27:39-42.

- Arora S, Henderson SO, Long T, Menchine M. Diagnostic accuracy of point-of-care testing for diabetic ketoacidosis at emergency-department triage: (beta)-hydroxybutyrate versus the urine dipstick. *Diabetes Care.* 2011;34:852-4.
- Taboulet P, Haas L, Porcher R, Manamani J, Fontaine JP, Feugeas JP, et al. Urinary acetoacetate or capillary b-hydroxybutyrate for the diagnosis of ketoacidosis in the emergency department setting. *Eur J Emerg Med.* 2004;11:251-8.
- Charles RA, Bee YM, Eng PH, Goh SY. Point-of-care blood ketone testing: screening for diabetic ketoacidosis at the emergency department. *Singapore Med J.* 2007;48:986-9.
- Hassan IS, Al-Otaibi AD, Al-Bugami MM, Salih SB, Saleh YA, Abdulaziz S. The impact of a structured clinical pathway on the application of management standards in patients with diabetic ketoacidosis and its acceptability by medical residents. *J Diabetes Mellitus.* 2014;4:264-72.
- Kitabchi AE, Umpierrez GE, Miles JM, Fisher JN. Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2009;32:1335-43.
- Savage MW, Dhatariya KK, Kilvert A, Rayman G, Rees JA, Courtney CH, et al. Joint British Diabetes Societies guideline for the management of diabetic ketoacidosis. *Diabet Med.* 2011;28:508-15.
- Grupo de trabajo en diabetes de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias (SEMES-Diabetes). Protocolo de manejo en urgencias de la complicaciones agudas del paciente diabético. (Consultado 7 Marzo 2016) (Disponible en: [http://www.semesdiabetes.es/2.-Complicaciones_agudas\(unificado\).pdf](http://www.semesdiabetes.es/2.-Complicaciones_agudas(unificado).pdf))
- Beik N, Anger KE, Forni AA, Bawa K, Szumita PM. Evaluation of an institution-wide guideline for hyperglycemic emergencies at a tertiary academic medical center. *Ann Pharmacother.* 2013;47:1260-5.
- Bektas F, Eray O, Sari R, Akbas H. Point of care blood ketone testing of diabetic patients in the emergency department. *Endocr Res.* 2004;30:395-402.
- Naunheim R, Jang TJ, Banet G, Richmond A, McGill J. Point-of-care test identifies diabetic ketoacidosis at triage. *Acad Emerg Med.* 2006;13:683-5.
- Harris S, Ng R, Syed H, Hillson R. Near patient blood ketone measurements and their utility in predicting diabetic ketoacidosis. *Diabetic Med.* 2005;22:221-4.