

# Glucemia y cetonemia en diabéticos tipo 1 en el ambiente controlado de una colonia de verano

J.P. López Siguero<sup>a</sup>, J.A. Moreno Molina<sup>b</sup>, M.V. Borrás Pérez<sup>c</sup>, J.L. Pinzón Martín<sup>d</sup>, J.I. Brea Molina<sup>e</sup>, A. del Pino de la Fuente<sup>a</sup> y M. Parramón Pons<sup>f</sup>

<sup>a</sup>Endocrinología Pediátrica. Hospital Materno-Infantil de Málaga. <sup>b</sup>Centro de Salud del Limonar. Málaga. <sup>c</sup>Endocrinología Pediátrica. Hospital de Granollers. Barcelona. <sup>d</sup>Servicio de Endocrinología. Hospital Clínico Universitario de Málaga. <sup>e</sup>Centro de Salud de Benamargosa. Málaga. <sup>f</sup>Abbott Científica, S.A. España.

## Introducción

La medida del  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ -HB), además de la glucemia es, en ciertas ocasiones, de gran utilidad en niños y adolescentes con diabetes. Se realizó un estudio con el objetivo de observar la relación entre glucemia, cetonemia y cetonuria en la población pediátrica y adolescente con diabetes mellitus tipo 1 (DM1) en una colonia de vacaciones en diferentes circunstancias: ayunas, hiperglucemia aguda, ejercicio físico moderado, y para determinar la utilidad de la determinación de cetonemia en el control de la diabetes durante dicha época.

## Pacientes y métodos

Un total de 47 participantes (25 varones y 22 mujeres), cuya media de la última hemoglobina glucosilada ( $HbA_{1c}$ ) previa al estudio fue de  $7,7 \pm 1,5\%$ , participaron en este seguimiento. La media de edad de los niños fue de  $11,7 \pm 1,8$  años, con  $3,0 \pm 2,7$  años de evolución de la diabetes. Su índice de masa corporal fue de  $18,3 \pm 3,9$  kg/m<sup>2</sup> (SDS  $-0,16 \pm 0,44$ ), la dosis de insulina  $0,8 \pm 0,4$  U/kg/día y el número de dosis por día entre 2 y 4, con una mediana de 3. Se registraron las determinaciones de glucemia y cetonemia (medidas ambas con el sistema OptiumO, Abbott Diabetes Care) y cetonuria (KetodiastixO, Bayer) en distintas situaciones. Para el análisis estadístico se usó el programa SPSS 11.5.

## Resultados

Los datos de cetonemia antes y 45 min antes y después del ejercicio físico moderado no mostraron elevaciones significativas de cuerpos cetónicos ( $0,1 \pm 0,03$  mmol/l frente a  $0,23 \pm 0,07$  mmol/l, respectivamente; ns). Un

17,02% de los participantes presentó niveles de cuerpos cetónicos igual o superior a 0,5 mmol/l preprandiales, si bien se resolvieron antes de 1 h (menos una, que se resolvió a las 3 h). Se encontró una mayor presencia de  $\beta$ -HB antes del desayuno ( $0,12 \pm 0,17$  mmol/l) que en cualquier hora del día ( $0,02 \pm 0,05$  mmol/l) ( $p < 0,001$ ). La media de las glucemias que cursaron con cetosis ( $\beta$ -HB  $\geq 0,5$  mmol/l) fue de  $174,5 \pm 64,7$  mg/dl, discretamente superior a la media global de las glucemias ( $156,87 \pm 87,8$  mg/dl). Hubo un alto porcentaje de casos en los que no se pudieron determinar los cuerpos cetónicos en orina por la dificultad de obtener la muestra (entre 24,5 y 58,6% de los casos en los diferentes grupos de estudio).

## Conclusiones

La medida conjunta de la glucemia con la cetonemia en una colonia de verano permitió hacer un seguimiento seguro de los participantes y observar que la mayoría de las cetonemias registradas se produjeron antes del desayuno, con glucemias discretamente elevadas, y que desaparecieron rápidamente. Un total de 45 min de ejercicio físico moderado no parecen contribuir a la formación de cuerpos cetónicos si el control metabólico es bueno. El  $\beta$ -HB es un buen parámetro para discriminar cuándo es adecuada la práctica de ejercicio físico. La dificultad de la medida de cuerpos cetónicos en orina por falta de muestra se salva con la posibilidad de medir cuerpos cetónicos en sangre.

## Palabras clave:

*Beta-hidroxibutirato. Cetosis. Colonias de verano. Diabetes mellitus tipo 1. Ejercicio.*

**Correspondencia:** Dr. J.P. López Siguero.  
Servicio de Pediatría.  
Hospital Materno-Infantil Carlos Haya.  
Avda. Arroyo Ángeles, s/n. 29011 Málaga. España.  
Correo electrónico: jpedro.lopez.sspa@juntadeandalucia.es

Recibido en abril de 2006.

Aceptado para su publicación en diciembre de 2006.

## BLOOD GLUCOSE AND KETONE MONITORING IN TYPE 1 DIABETIC PATIENTS IN THE CONTROLLED ENVIRONMENT OF A SUMMER CAMP

### Introduction

Control of blood ketone levels and glycemia is advisable in certain situations in type 1 diabetic children and adolescents. The aims of this study were to assess the relationship between glycemia, ketonemia and ketonuria in children and adolescents in a summer camp under different conditions (fasting, casual hyperglycemia, moderate physical exercise) and to assess the utility of ketonemia determinations in diabetes control during this time.

### Patients and methods

There were 47 participants (25 boys and 22 girls), with a mean HbA1c determination prior to enrollment of  $7.7 \pm 1.5\%$ . The mean age was  $11.7 \pm 1.8$  years and the mean time from onset of diabetes was  $3.0 \pm 2.7$  years. The mean body mass index was  $18.3 \pm 3.9$  kg/m<sup>2</sup> (SDS  $-0.16 \pm 0.44$ ), the mean insulin dose was  $0.8 \pm 0.4$  U/kg/day, and the number of doses per day was between 2 and 4 (median = 3). Blood glucose and ketones (both measured with the Optium<sup>®</sup> system, Abbott Diabetes Care) and urine ketones (Ketodiasix<sup>®</sup>, Bayer) were determined in different situations. Statistical analysis was performed with the SPSS 11.5 program.

### Results

Ketonemia results 45 minutes before and after moderate physical activity showed no significant increase in ketones ( $0.1 \pm 0.03$  vs  $0.23 \pm 0.07$  mmol/l, ns). Preprandial blood ketone levels of  $\geq 0.5$  mmol/l were found in 17.02% of participants. Ketonemia was resolved during the first hour in all participants except one, in whom ketonemia resolved in 3 hours. Blood ketones were higher before breakfast than during the rest of the day ( $0.12 \pm 0.17$  vs  $0.02 \pm 0.05$ ,  $p < 0.001$ ). The mean glycemia level with ketosis ( $\beta$ -HB  $\geq 0.5$  mmol/l) was  $174.5 \pm 64.7$  mg/dl, a value slightly higher than the overall mean glycemia value ( $156.87 \pm 87.8$  mg/dl). Ketonuria could not be measured in a high percentage of participants due to the difficulty of obtaining samples (between 24.5% and 58.6% in the different study groups).

### Conclusions

Measurement of glycemia together with ketonemia in a summer camp allows reliable follow-up of glycemic control to be performed. Ketonemia usually occurred before breakfast in parallel with slightly elevated glycemia, but resolved quickly. Moderate physical activity for 45 minutes does not seem to significantly increase blood ketones if metabolic control is normal.  $\beta$ -HB is a useful parameter to determine whether moderate physical exercise is advisable or not. The lack of urinary ketone tests due to the difficulties of obtaining a sample can currently be solved by blood ketone measurement.

### Key words:

*Beta-hydroxybutyrate. Ketosis. Summer camp. Type 1 diabetes mellitus. Physical activity.*

## INTRODUCCIÓN

En el seguimiento diario de la diabetes en el domicilio, la medida de la glucemia con los medidores de autodiagnóstico es primordial para los correctos ajustes de la insulina. Además, otros parámetros complementarios que actualmente se encuentran disponibles aportan nuevas posibilidades de control. Así, la medida de los cuerpos cetónicos es otro marcador de control metabólico de la diabetes mellitus tipo 1 (DM1), ya que su presencia indica una descompensación metabólica. El organismo, en situación de falta de insulina, no puede aprovechar la glucosa circulante y activa el metabolismo de los ácidos grasos, que lleva a la formación de cuerpos cetónicos. El exceso de cuerpos cetónicos se elimina por la orina (de ahí que la manifestación clínica de la cetosis sea poliuria y polidipsia). Este hecho fue aprovechado para el desarrollo de tiras medición de cuerpos cetónicos en orina, capaces de detectar acetoacetato y acetona; sin embargo, el  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ -HB) es el más representativo de los tres cuerpos cetónicos presentes en la sangre cuando ocurre una cetosis<sup>1</sup>. Los valores de  $\beta$ -hidroxibutirato que normalmente suelen ser inferiores a 0,5 mmol/l<sup>2</sup>, en circunstancias de ayuno, ejercicio vigoroso o enfermedades concomitantes a la diabetes, puede aumentarse hasta diez veces más que los otros cuerpos cetónicos<sup>2,3</sup>. Por ello su medida puede ser de gran utilidad, especialmente en la infancia y la adolescencia, en caso de enfermedad concurrente, pacientes con infusión continua de insulina, seguimiento de la resolución de cetosis y cetoacidosis<sup>4</sup> y otras situaciones más específicas, como la conveniencia o no de realización de ejercicio físico<sup>5</sup>.

El hecho de poder controlar la diabetes con más parámetros aporta una cierta seguridad adicional tanto a los padres como al profesional sanitario<sup>6</sup>, algo que es particularmente útil en circunstancias de lejanía del domicilio e importantes cambios en la rutina diaria, como es el caso de la asistencia de niños y adolescentes a una colonia de verano.

## OBJETIVOS

Con el presente estudio se pretendieron dos objetivos principales: el primero, observar la relación entre glucemia, cetonemia (medida de  $\beta$ -HB) y cetonuria en población pediátrica con DM1 en una colonia de vacaciones durante 3 días de seguimiento y en determinadas circunstancias: situación de ayunas nocturna con cetonemia ( $\geq 0,5$  mmol/l), situación de hiperglucemia accidental ( $\geq 250$  mg/dl) y ejercicio físico moderado. El segundo, determinar la utilidad de la determinación de cetonemia en el control de la diabetes durante las colonias de verano en las cuales los horarios de comidas son muy regulares, pero donde además los niños desarrollan una intensa actividad física.

TABLA 1. Datos demográficos y clínicos de los participantes en el estudio (media  $\pm$  DE)

Datos de los participantes	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (m)	IMC (SDS)	Tiempo de evolución (años)	Insulina (U/kg/día)	Nº dosis Mediana [mín-máx]
< 18 años (n = 42)	11,7 $\pm$ 1,8	41,6 $\pm$ 9,5	1,5 $\pm$ 0,1	-0,16 $\pm$ 0,44	3,0 $\pm$ 2,7	0,8 $\pm$ 0,4	3 [1-4]
$\geq$ 18 años (n = 5)	19,0 $\pm$ 1,4	59,6 $\pm$ 6,8	1,7 $\pm$ 0,1	-0,44 $\pm$ 0,93	8,3 $\pm$ 4,1	0,8 $\pm$ 0,1	3 [2-4]

IMC: índice de masa corporal; SDS: desviación estándar de la media; DE: desviación estándar.

## PACIENTES Y MÉTODOS

Se incluyeron en el estudio todos los pacientes participantes en una colonia de verano de 14 días de duración. Participaron 47 niños y adolescentes (25 varones y 22 mujeres), cuya media de la última hemoglobina glucosilada (HbA<sub>1c</sub>) previa al estudio fue de 7,7  $\pm$  1,5%. Un total de 5 de los 47 participantes fueron mayores de 18 años (monitores). Los datos descriptivos demográficos se muestran separados en la tabla 1. Para el grupo de menores de 18 años (n = 42), la edad media fue de 11,7  $\pm$  1,8 años y con una duración media de la diabetes de 3,0  $\pm$  2,7 años. Todos los participantes usaban insulina regular y de acción retardada (NPH). La dosis media y número de dosis se describen en la tabla 1.

A todos los participantes se les hizo el siguiente seguimiento durante 3 días consecutivos: se determinó la glucemia, cetonemia y cetonuria preprandial durante el día 1 de estudio, en las tres comidas principales; en el día 2, los datos del desayuno y almuerzo, y en el día 3 sólo los del desayuno. Durante toda la duración de la colonia se anotaron: a) los desayunos con valores de cetonemia iguales o superiores a 0,5 mmol/l, y su evolución a la hora y a las 3 h con el fin de obtener unas pautas de determinación de cetonemia ante una glucemia determinada y b) cetonemias y cetonurias cuando se detectaban glucemias preprandiales elevadas ( $\geq$  250 mg/dl). A efectos del estudio, se consideraba inicio de cetosis aquellos valores de  $\beta$ -HB  $\geq$  0,5 mmol/l. Este valor indica una señal de la alarma y, por lo tanto, la necesidad una actuación subsiguiente.

Para estudiar el efecto del ejercicio físico, se anotaron las glucemias, cetonemias y cetonurias de todos los participantes en el estudio antes y 45 min después de una actividad física moderada. Para ello se eligió al azar uno de los días de la colonia, en el que les correspondía realizar un ejercicio de esas características. Antes del ejercicio se procedió a los adecuados ajustes de aportes de hidratos de carbono y disminución de la insulina regular (en general un 30% de la dosis).

Para la medida de las glucemias y cetonemias se utilizó el sistema Optium® y las tiras Optium® plus y Optium®  $\beta$ -ketone (Abbott Diabetes Care, Abington, U.K.)<sup>7</sup> y para las cetonurias se usaron las tiras KetodiastixO (Bayer Diagnostics, Stogee Poges®, U.K.).

Para el análisis estadístico se usó el programa SPSS 11,5. Se realizó un análisis descriptivo de las variables, ex-

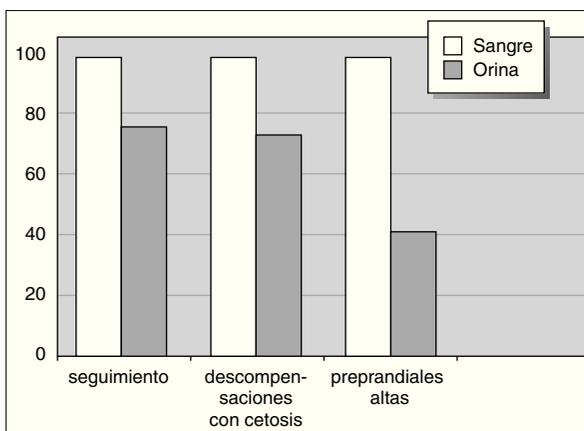


Figura 1. Porcentaje de datos que se pudieron cuantificar con cada técnica de medida de cuerpos cetónicos.

TABLA 2. Variables de edad, peso, IMC y tiempo de evolución en función la pubertad y el sexo para el grupo de menores de 18 años (media  $\pm$  DE)

	Prepúber	Púber	Varón	Mujer
Edad (años)	10,44 $\pm$ 1,42	12,94 $\pm$ 1,27	11,67 $\pm$ 1,85	11,75 $\pm$ 1,81
Peso (kg)	35,74 $\pm$ 6,32	49,94 $\pm$ 8,72	42,2 $\pm$ 9,89	41,01 $\pm$ 9,46
IMC (SDS)	-0,17 $\pm$ 0,44	-0,23 $\pm$ 0,58	-0,24 $\pm$ 0,51	-0,16 $\pm$ 0,52
Tiempo de evolución (años)	3,22 $\pm$ 2,41	3,0 $\pm$ 2,92	3,35 $\pm$ 3,10	2,71 $\pm$ 2,12

IMC: índice de masa corporal; DE: desviación estándar; SDS: desviación estándar de la media.

presándolas con su media, desviación estándar, máximos y mínimos. Las comparaciones se realizaron con el test de análisis de la varianza (ANOVA).

## RESULTADOS

### Datos demográficos y clínicos de los participantes en el estudio

Un total de 47 participantes (25 varones y 22 mujeres) participaron en este seguimiento, cuyos datos demográficos y clínicos se resumen en la tabla 1. Las variables de edad, peso, índice de masa corporal (IMC) y tiempo de evolución se estudiaron en función otras variables (puber/no puber y sexo) para el grupo de menos de 18 años. Los datos se resumen en la tabla 2. No hubo diferencias

TABLA 3. Valores de glucemia, cetonemia y cetonuria de todos los participantes

	Glucemia (mg/dl) (media ± DE)	Cetonemia (mmol/l) (media ± DE)	Cetonurias (% frente a total)			
			Neg.	+	++	+++
Todos los datos (n = 273)	156,87 ± 87,80	0,07 ± 0,14	82,5	14,2	2,8	0,5
Sólo datos con cetosis asociada ≥ 0,5 mmol/l (n = 8)	174,50 ± 64,72	0,59 ± 0,11	37,5	37,5	0	0
Valores basales (n = 141)	136,77 ± 74,76	0,12 ± 0,17	71,4	22,7	5,0	0,8

DE: desviación estándar; Neg.: negativa.

TABLA 4. Valores de glucemia y cetonemia antes y después de un ejercicio físico moderado (media ± DE)

Antes		Después 45 min ejercicio	
Glucemia	Cetonemia	Glucemia	Cetonemia
172,60 ± 91,43	0,10 ± 0,03	180,23 ± 71,26 (ns)	0,23 ± 0,07 (ns)

DE: desviación estándar; ns: no significativo.

significativas en el IMC en desviación estándar de la media (SDS) ni en el tiempo de evolución de la diabetes según sexo o estadio puberal. Para establecer el grado de control, se calculó el porcentaje de pacientes según el valor de la última HbA<sub>1C</sub>, resultando que el 23,4% de los participantes tuvieron la HbA<sub>1C</sub> < 7% y el 66% > 7%.

#### Glucemias, cetonemias y cetonurias a lo largo de un seguimiento de 3 días y desayunos con cetonemia

Un total de 8 de los 47 participantes (17,02%) tuvieron niveles de cuerpos cetónicos igual o superior a 0,5 mmol/l en el período de seguimiento de 3 días, y un total de 11 participantes (23,40%) en algún momento del campamento. Con relación a los datos recogidos, significa que un 2,93% de la totalidad de los pares glucemia/cetonemia seguidos durante 3 días y un 2,37% de todos los datos del estudio presentaron cuerpos cetónicos elevados. Las glucemias asociadas a cetosis fueron ligeramente elevadas, pero inferiores a las descritas en otros estudios, 174,50 ± 64,72 (tabla 3). En cualquier caso, no fueron muy superiores a la media global de las glucemias (156,87 ± 87,8 mg/dl) o de las glucemias sin cetosis (156,34 ± 88,44 mg/dl).

Se encontró una mayor presencia de β-HB antes del desayuno (0,12 ± 0,17 mmol/l) que en el resto del día (0,02 ± 0,05 mmol/l) (p < 0,001). Esto parece indicar que existe un cierto grado de lipólisis, particularmente por la noche, debido probablemente al ejercicio físico mantenido durante la colonia. De hecho, se encontraron cuerpos cetónicos basales entre 0,1 y 0,3 mmol/l asociados a hipoglucemia (56,70 ± 6,18 mg/dl).

Todas las cetonemias elevadas se resolvieron con prontitud. Incluso en aquellas en las que se hizo un seguimiento horario, por estar elevadas en el desayuno

(0,58 ± 0,13 mmol/l; n = 8) todas excepto una se resolvieron en la primera hora. El 62,5% de las cetosis del estudio ocurrieron en el grupo con HbA<sub>1C</sub> inicial igual o superior al 7%. Este dato no es significativo, ya que se corresponde con el mayor número de personas en este grupo de valor de HbA<sub>1C</sub> superior. Además, la media de la HbA<sub>1C</sub> de los participantes que tuvieron alguna cetosis durante el estudio fue igual al de la media de estudio (7,7 ± 1,6% frente a 7,7 ± 1,5%; ns), por lo que no parecía haber asociación entre los niveles de HbA<sub>1C</sub> con la manifestación puntual de valores elevados de cuerpos cetónicos. Dado que las cetonemias no se asociaron a ninguna situación clínica de importancia no fue necesaria ninguna medida terapéutica adicional.

#### Ejercicio físico

Los datos de glucemia y cetonemia antes y 45 min después del ejercicio físico moderado indicaron ausencia de elevaciones significativas de cuerpos cetónicos (tabla 4). Hubo 10 casos de glucemias superiores a 250 mg/dl (309,20 ± 51,25 mg/dl) y que realizaron ejercicio por no tener cetosis asociada. Al término del ejercicio, sus glucemias habían disminuido de manera significativa (245,60 ± 82,83; p < 0,005) y sus cetonemias se mantenían negativas.

#### Determinaciones de cuerpos cetónicos en sangre respecto a orina

Hubo un alto porcentaje de casos en los que no se pudieron determinar los cuerpos cetónicos en orina por la dificultad de obtener la muestra en el momento indicado. El porcentaje de datos obtenidos se cuantificó en cada una de las observaciones del estudio.

Se definió el 100% como el total de las determinaciones del estudio asociadas a la correspondiente determinación de glucemia, resultando que no se pudo cuantificar la cetonuria en el 24,54% de los datos procedentes del seguimiento a 3 días, 28,39% de los datos de los desayunos con cetonemia según el criterio descrito en Pacientes y Métodos, y 58,62% de los datos de las glucemias preprandiales igual o superior a 250 mg/dl encontradas en cualquier momento de la colonia a pesar de la teórica coexistencia de poliuria. Este hecho parece asociado a la mayor comodidad de realizar una medición capilar en un cierto momento.

Además durante el seguimiento a 3 días hubo un 63,7% de datos que indicaban tanto ausencia de cuerpos cetónicos en orina como en sangre (concordancia) y se observaron discrepancias en el 12,4% de los datos seguidos, que se correspondieron con datos de  $\beta$ -HB < 0,5 mmol/l y datos en orina con una o más cruces. Por último, hubo un elevado número de cetonurias que no se pudieron conocer por ausencia de muestra (24%). En ningún caso se observó cetonemia sin cetonuria (fig. 1).

## DISCUSIÓN

El seguimiento de los pares glucemia/cetonemia es de enorme utilidad en la DM1 en la infancia y adolescencia<sup>8,9</sup>. Con la posibilidad de la medida de ambos parámetros aumenta la seguridad que experimentan los padres sobre el grado de control de la diabetes<sup>6</sup>, lo que es de extraordinaria importancia en situaciones de lejanía prolongada del domicilio como puede ser la asistencia de los niños en el período vacacional a una colonia de verano. En este sentido, está descrito cómo la determinación de la glucemia y la cetonemia puede ser útil a la hora de recomendar o no la participación en actividades propias de los campamentos, como son las marchas, cuya duración viene a ser de 4 o 5 h de ejercicio continuo<sup>5</sup>. Con el presente trabajo se pretendía conocer el grado de cambio de las medidas de glucemia y la cetonemia que supone hacer un ejercicio moderado, así como hacer un seguimiento de estas variables junto con la cetonuria en los distintos momentos del día.

La población del estudio, si bien tenía en un 66% una  $HbA_{1c}$  > 7% en el momento del comienzo, tuvo un buen grado de control metabólico durante el período de observación. Esta afirmación se apoya en la media global de las glucemias observada ( $156,87 \pm 87,8$  mg/dl), en el hecho de encontrar un número no muy elevado de glucemias preprandiales por encima de 250 mg/dl a lo largo de toda la colonia, y en tan sólo un 2,93% de los datos de seguimiento a 3 días o un 2,37% de todos los datos transcurrieran con cuerpos cetónicos elevados. Estas últimas cifras son inferiores a la prevalencia de cetosis asintomática en la población diabética tipo 1, 8,39%<sup>10</sup>.

Durante el estudio se observó una mayor presencia de cuerpos cetónicos antes del desayuno que en el resto del día, al igual que lo observado por Samuelson y Ludwigsson<sup>8</sup> cuando realizaron un seguimiento de la frecuencia de cetonemia en la vida real con un grupo de niños. No obstante, la media de las glucemias que cursaron con cetosis ( $\beta$ -HB  $\geq$  0,5 mmol/l) no fue muy elevada con respecto a la media global de las glucemias. Ambos hechos unidos parecen indicar que existe un cierto grado de lipólisis, particularmente por la noche, debido probablemente al ejercicio físico mantenido durante la colonia, hecho confirmado con la presencia de cuerpos cetónicos entre 0,1 y 0,3 mmol/l asociada a hipoglucemia ( $56,70 \pm 6,18$  mg/dl; n = 10).

La ausencia de elevaciones significativas de cuerpos cetónicos antes y 45 min después del ejercicio nos lleva a la siguiente recomendación clínica: si no existe cetonemia en ese momento, un ejercicio moderado de 45 min no causa ninguna alteración metabólica, aunque, por supuesto, habría que realizar el ajuste adecuado, tanto en el aporte de hidratos de carbono como la debida modificación de la dosis de insulina. Lo que ayuda a distinguir entre una simple hiperglucemia y una cetosis es la medida de  $\beta$ -HB en sangre<sup>7</sup>. La presencia de valores de  $\beta$ -HB elevados es un marcador de descompensación metabólica que permite no sólo un reconocimiento temprano de la descompensación para permitir un tratamiento eficaz, sino que en el caso concreto de realización de un ejercicio físico, permite indicar si es aconsejable o no realizarlo. En este trabajo se pudo observar que en los casos de hiperglucemia y ausencia de cetosis, el ejercicio físico mejoró los valores de glucemia, sin consecuencias negativas para los valores de cuerpos cetónicos.

Lo que sí resultó particularmente llamativo fue el elevado número de datos de cuerpos cetónicos en orina que no se pudieron determinar por falta de muestra, mayor que en el encontrado en otros estudios<sup>10</sup>. Esto se debe probablemente a la edad de los participantes y las circunstancias de la observación. Sin embargo, es un hecho de relevancia, dado que es en condiciones cotidianas donde la medida de cuerpos cetónicos puede ser requerida, por ejemplo en situaciones de enfermedad. La dificultad de obtener una muestra en orina se agrava aún más en cetosis más avanzadas en las que puede haber un cierto grado de deshidratación<sup>11</sup>. Por tanto, en estas circunstancias, la posibilidad de medir los cuerpos cetónicos en sangre puede ser ventajosa<sup>9</sup>, por la mayor facilidad para la medida de cuerpos cetónicos en sangre, así como la posibilidad de un seguimiento temporal más frecuente y que refleja la realidad de la situación metabólica real. Por ello es importante tener en cuenta la difusión del conocimiento de este parámetro dentro de la educación diabetológica<sup>12</sup>.

Por todo lo expuesto podemos concluir que la determinación de  $\beta$ -HB, un parámetro complementario a la glucemia, es de gran utilidad y puede contribuir a dar seguridad a los padres en la vida real, y más aún cuando los niños salen del entorno familiar. Es un parámetro que indica descompensación metabólica y ayuda, por tanto, a discriminar cuándo es adecuada la práctica del ejercicio físico y la terapia que se debe utilizar.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Laffel L. Ketones Bodies: A Review of Physiology, Pathophysiology and Application of Monitoring to Diabetes. *Diabetes/Metab Res and Rev.* 1999;15:412-26.

2. Laffel L. Sick-day management. *Endoc Metab North Am.* 2000; 29:707-23.
3. Harano Y, Kosugi K, Hyosu T, Suzuki M, Hidaka H, Kashiwagi A, et al. Ketone bodies as markers for Type 1 (insulin-dependent) diabetes and their value in the monitoring of diabetes control. *Diabetologia.* 1984;26:343-8.
4. Meas J, Taboulet P, Sobngwi E, Gautier JF. Is capillary ketone determination useful in clinical practice? In which circumstances? *Diabet Metab.* 2005;31:299-303.
5. García Jaria E, Rodríguez Rigual M, Calvo Díaz R, Lalaguna Mallada P, Díaz Suárez M, Miralbes Terraza S, et al. Study of changes in glycemia and  $\beta$ -OH-butyrate after prolonged physical exercise in a summer camp. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2004; 17 Suppl 3:504.
6. Hermoso López F, Bahillo Curieses P, Parramón Ponz M. Satisfacción con el uso de un sistema de autodiagnóstico de glucemia y cuerpos cetónicos (sistema Optium®) en Pediatría. Libro de resúmenes del congreso, P 68. Disponible en: [http://www.seep.es/privado/2005posters/aula\\_poster2.htm](http://www.seep.es/privado/2005posters/aula_poster2.htm)
7. Wallace TM, Meston NM, Gardnere SG, Matthews DR. The hospital and home use of a 30-second hand-held blood ketone meter: Guidelines for clinical practice. *Diabet Med.* 2001;18: 640-5.
8. Samuelsson U, Ludvigsson J. When should determination of ketonemia be recommended? *Diabetes Technol Ther.* 2002;4: 645-50.
9. Vanelli M, Chiarelli F. Treatment of diabetic ketoacidosis in children and adolescents *Acta Bio Medica.* 2003;74:59-68.
10. Mesa J, Salcedo D, De la Calle H, Delgado E, Nóvoa J, Hawkins F, et al. Detection of ketonemia and its relationship with hyperglycemia in type 1 diabetic patients. *Diabetes Res Clin Pract.* 2006;72:292-7.
11. Vanelli M. Cost effectiveness of the direct measurement of 3-beta-hydroxybutyrate in the management of diabetic ketoacidosis in children. *Diabetes Care.* 2003;26:959.
12. Guerci B, Tubiana-Rufi N, Bauduceau B, Bresson R, Cuperlier A, Delcroix C, et al. Advantages to using capillary blood  $\beta$ -hydroxybutyrate determination for the detection and treatment of diabetic ketoacidosis. *Diabetes Metab.* 2005;31:401-6.