

Control metabólico y rendimiento escolar en niños con diabetes tipo 1

Metabolic control and school performance in children with type 1 diabetes

Rossana Román^{a,b}, Víctor Garrido^{a,e}, Valentina Novoa^{a,e}, Gabriela Mundaca^{a,e}, Ema Pichuante^{a,e}, Álvaro Rivera^{a,e}, Alberto Torres^{a,d}, Margarita Fuentes^{a,c}, Alison Fuentes^{a,e}, Jeannette Linares^{a,b}

^aFacultad de Medicina y Odontología, Universidad de Antofagasta, Chile

^bPediatría, Hospital Dr. Leonardo Guzmán de Antofagasta, Chile

^cCirujano Dentista, especialista en Bioestadística y Epidemiología, Magíster en Salud Pública. Chile

^dSociólogo.

^eEstudiantes de pregrado de la carrera de Medicina, Antofagasta, Chile.

Recibido el 14 de agosto de 2016; aceptado el 10 de abril de 2017

Resumen

El impacto de la diabetes tipo 1 (DM1) en el rendimiento escolar es controversial. **Objetivo:** Evaluar la relación entre rendimiento escolar y control metabólico en niños con DM1 (N-DM1) y comparar sus resultados con niños de la población general (N-PG). **Pacientes y Método:** Se revisaron datos clínicos de 66 N-DM1. Se compararon las calificaciones de N-DM1 según Hemoglobina Glicosilada (HbA1c) $< 7,5\%$ y $\geq 7,5\%$ con N-PG del mismo nivel, comuna, tipo de colegio (municipal, particular subvencionado y particular pagado) y localidad. Para la comparación de los grupos se utilizó la regresión lineal simple y el test de suma de los rangos de Wilcoxon (Mann y Whitney) previa comprobación de incumplimiento de normalidad con el test de Shapiro-Wilk según el caso. Se consideró un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo con una confiabilidad del 95%. **Resultados:** La edad fue $13,4 \pm 2,9$ años, tiempo de evolución DM1 $5,3 \pm 3,2$ años, HbA1c $8,6 \pm 1,9\%$ y controles de glicemia capilar $3,2 \pm 1,2$ veces por día. Las calificaciones no mostraron correlación con HbA1c, duración de DM1, hipotiroidismo, problemas de salud mental, antecedentes de hipoglicemia ni de cetoacidosis. N-DM1 de educación básica mostraron calificaciones inferiores a N-PG del mismo nivel $5,6 \pm 0,7$ vs $6,0 \pm 0,2$ ($p = 0,0002$). Las calificaciones se correlacionaron con el número de controles diarios de glicemia capilar, coeficiente de correlación de Pearson (r) de 0,25, 0,41, 0,52 y 0,58 con el promedio general, matemática, lenguaje e historia respectivamente ($p < 0,05$). Un 6,1% de N-DM1 y 4,8% de N-PG no fue promovido de curso ($p = 0,65$). La deserción escolar fue 10,5% en N-DM1 y 7,7% en N-PG ($p = 0,47$). **Conclusión:** N-DM1 que cursaban educación básica tuvieron calificaciones inferiores a N-PG y los pacientes que controlaban su glicemia capilar con mayor frecuencia mostraron mejores calificaciones. La DM1 puede tener un impacto deletéreo en el rendimiento escolar.

Palabras clave:

Diabetes tipo 1;
rendimiento escolar;
función cognitiva;
hiperglicemia

Correspondencia:

Rossana Román Reyes

romanreyes@yahoo.es

Abstract

The impact of type 1 diabetes (T1D) on school performance is controversial. **Objective:** To study the relationship between school performance and metabolic control in children with T1D (Ch-T1D), comparing their school grades to general population children (Ch-GP). **Patients and Method:** Clinical data for 66 Ch-T1D was reviewed, school grades were compared in Ch-T1D with Glycated Haemoglobin (HbA1c) $\text{HbA1c} < 7.5\%$ and $\geq 7.5\%$. School marks were also compared between Ch-T1D and Ch-GP from the same level, community and school type (public, private or chartered). Simple linear regression analysis and Mann Whitney test were used to compare groups. A $p < 0.05$ was considered significant. **Results:** Ch-T1D were: 13.4 ± 2.9 years old, T1D duration: 5.3 ± 3.2 years, HbA1c was $8.6 \pm 1.9\%$ and capillary blood glucose was measured 3.2 ± 1.2 times per day. Grade averages showed no correlation with HbA1c, diabetes duration, hypothyroidism, mental health issues, neither with hypoglycemia or ketoacidosis records. However, primary education Ch-T1D showed lower grades than Ch-GP 5.6 ± 0.7 and 6.0 ± 0.2 ($p = 0.0002$). School grades correlated with the number of capillary blood glucose readings per day, Pearson correlation coefficient (r) 0.25, 0.41, 0.52 and 0.58 with general grade point average, math, language, and history average respectively ($p < 0.05$). School non-pass rate was 6.1% in Ch-T1D and 4.8% in Ch-GP ($p = 0.65$) and school dropout rate was 10.5% in Ch-T1D and 7.7% in Ch-GP ($p = 0.47$). **Conclusion:** Ch-T1D attending primary school showed lower school grades than Ch-GP, and patients who more frequently checked capillary blood glucose showed better school grades. T1D may have a deleterious impact on school performance.

Keywords:

Type 1 diabetes, cognitive function, hyperglycemia, academic achievement

Introducción

La prevalencia e incidencia de diabetes tipo 1 (DM1) en niños y adolescentes ha aumentado a nivel mundial¹. En Chile, la incidencia de DM1 en niños menores de 15 años mostró un incremento de 5,4 a 8,3 por 100.000 habitantes/año entre los años 2001 a 2004², siendo el rango etario menor a 4 años donde se observa mayor crecimiento³.

A pesar de los avances de la insulino terapia intensificada es muy difícil alcanzar un óptimo control metabólico en población pediátrica⁴. Niños y adolescentes con DM1, están completando su desarrollo cerebral y cognitivo (procesos mentales que permiten llevar a cabo una tarea) en presencia de hiperglicemia crónica, hipoglicemias recurrentes y una variabilidad glicémica fuera de rangos fisiológicos. Este hecho es preocupante ya que en adultos la diabetes se ha asociado a deterioro de las funciones cognitivas, cambios en la estructura cerebral y pérdida neuronal apoptótica⁵⁻⁷.

La diabetes tipo 1 se ha asociado con disfunción en las áreas de aprendizaje, memoria, procesamiento, atención, función ejecutiva, integración visual y motora^{8,9,10,11}. Un meta análisis de Tonoli et al¹² reporta que en niños y adolescentes con DM1, existe un modesto deterioro que afecta las áreas de la función ejecutiva, inteligencia global (cociente intelectual) y velocidad motora; en adultos el compromiso es mayor que en niños, afectando principalmente la inteligencia global (cociente intelectual), función ejecutiva, memoria espacial y velocidad motora.

Nunley et al. demostró que adultos de edad media que debutaron con DM1 antes de los 18 años tienen un

riesgo 5 veces mayor de presentar deterioro cognitivo que la población general, afectando principalmente las áreas de velocidad psicomotora y función viso-espacial. Además, el mayor deterioro se asoció con el mal control metabólico medido por hemoglobina glicosilada (HbA1c) y mayor prevalencia de compromiso cardiovascular¹³. Por otra parte, el seguimiento a largo plazo del sub grupo de pacientes jóvenes con edades entre 13 y 19 años que participó en el clásico estudio DCCT (*"Diabetes control and complication trial"*), ha demostrado que los sujetos que tenían HbA1c más elevadas en la década del noventa, han desarrollado mayor deterioro en las áreas psicomotoras y de eficiencia mental¹⁴⁻¹⁶.

El efecto deletéreo de la DM1 sobre algunas áreas del rendimiento intelectual se ha reportado en grupos acotados de niños con DM1 frente a un grupo control. Hannonen et al demostró que un grupo de 51 niños que había debutado con DM1 antes de los 5 años de edad, al ser evaluado a una edad promedio de 10 años mostró deficiencias en el proceso fonológico, en lectura, escritura y matemáticas en relación a los controles¹⁷. Northam et al. Reporta una asociación entre la frecuencia de hipoglicemias graves, la frecuencia de cetoacidosis diabética, la exposición glicémica acumulada y la duración de la diabetes con compromiso cognitivo en pacientes con DM1¹⁸. Ryan et al demuestra en un estudio experimental que la hipoglicemia inducida en adolescentes afecta negativamente la eficiencia mental a partir de glicemias entre 56 y 65 mg/dl¹⁹. Gonder-Frederick et al realiza pequeñas pruebas estandarizadas de cálculo mental y de selección simple a niños con DM1 justo antes de medir su glicemia

capilar en reiteradas ocasiones durante su vida diaria, demostrando que la velocidad de cálculo mental y la velocidad de reacción se afecta significativamente con glicemias bajo 54 mg/dl y sobre 400 mg/dl con gran variabilidad interindividual²⁰, en dicha investigación los niños tuvieron conciencia de sus dificultades en presencia de hipoglicemia pero no advirtieron que su rendimiento se viera afectado por la hiperglicemia. El efecto deletéreo de la glucopenia es conocido, sin embargo, el mecanismo de los efectos neurológicos de la hiperglicemia han sido menos estudiados. Se ha postulado que la hiperglicemia puede afectar la permeabilidad de la barrera hemato-encefálica y a su vez podría afectar la síntesis, disponibilidad y recaptación de neurotransmisores como la serotonina²¹.

Es razonable postular que la variabilidad de la glicemia, podría afectar la capacidad de atención en clases y el desempeño en evaluaciones escolares.

El impacto de la DM1 en el rendimiento escolar ha sido explorado con resultados disímiles; probablemente, debido a que se han empleado distintas metodologías de estudio. El año 2016, Semencovich et al. estudia mediante pruebas cognitivas y académicas a 61 individuos con DM1 y 26 niños como grupo control, demostrando que los pacientes con DM1 tuvieron un rendimiento inferior sólo en el área del coeficiente intelectual verbal y ortografía²².

MacCarthy et al. reporta que el mal rendimiento se relaciona con el mal control metabólico en 244 niños con DM1 sin grupo control²³. En 2007 Dahlquist et al. estudia datos estadísticos en Suecia y compara el rendimiento de 5.159 sujetos con DM1 con la población escolar total de 1.330.968 estudiantes demostrando un menor rendimiento en el grupo con diabetes en las asignaturas de deportes, matemática, inglés y lenguaje²⁴.

Finalmente, en 2016 Cooper et al. reporta que un grupo de 666 niños con DM1 obtiene calificaciones similares a la población general de Australia en pruebas nacionales estandarizadas²⁵.

No encontramos trabajos que evalúen el rendimiento escolar en niños chilenos con DM1. El objetivo de este trabajo es examinar la relación entre las calificaciones académicas y el control metabólico en niños con DM1 y comparar su desempeño con la población general de la misma región.

Pacientes y Método

Se realizó un estudio retrospectivo de revisión de fichas clínicas de escolares con DM1 que estuvieron en control durante el año 2015 en el Policlínico de Endocrinología Infantil del Hospital Dr. Leonardo Guzmán de Antofagasta.

De 105 pacientes con Diabetes, 39 fueron excluidos por los siguientes motivos: menores de 7 años que no habían ingresado al sistema escolar (n = 5); otros tipos de diabetes (Tipo 2, MODY y Monogénica) (n = 4); deserción escolar (n = 9); egresados de 4^{to} medio (n = 7); inmigrantes que estudiaron en otro país durante el 2015 (n = 3); educación diferencial (n = 2) y niños que debutaron durante el año 2015 o que persistían en período de luna de miel durante el año 2015 (n = 9). Finalmente 66 pacientes fueron incluidos en el estudio (63% de las fichas evaluadas).

El porcentaje de niños repitentes se calculó en base a los 66 sujetos incluidos. El porcentaje de abandono escolar se calculó en base a 86 sujetos con DM1 en edad escolar, sin retraso mental, residentes en Chile, que no habían egresado de enseñanza media y estaban fuera del sistema escolar el año 2015.

Los datos obtenidos fueron género, edad al 31 de julio de 2015, edad del debut de DM1, duración de DM1 (años), Hemoglobina glicosilada (HbA1c) promedio durante el año 2015, antecedentes de hipoglicemias severas (que requieren ayuda de un tercero o con compromiso de conciencia), cetoacidosis después del debut, presencia de hipotiroidismo y problemas de salud mental cuyos diagnósticos fueron basados en la clasificación DSM-5²⁶. El número de glicemias capilares por día, se obtuvo de los registros de las descargas computacionales del glucómetro que se realiza en cada control, calculando el promedio de todos los registros del año 2015 hasta enero de 2016.

El rendimiento académico, se obtuvo de la página web www.ayudameduc.cl, descargando el certificado anual de calificaciones del año 2015 de cada niño, donde se especifica tanto el promedio anual general como el promedio de cada asignatura. En Chile las calificaciones escolares van de 1 a 7, siendo 7 la nota máxima.

La HbA1c se midió en el mismo laboratorio por "Inmunoensayo turbidimétrico de inhibición para sangre total hemolizada". Dicho ensayo está validado por la NGSP (National Glycohemoglobin Standardization Program) con trazabilidad al método de referencia del DCCT (Diabetes Control and Complications Trial)²⁷⁻²⁹.

El control metabólico medido por HbA1c, el tiempo de evolución de DM1, edad al debut de DM1 y número de controles de glicemia capilar por día, fueron correlacionados con el promedio de calificaciones de los pacientes, tanto general como por asignatura. Se analizó matemática, lenguaje e historia ya que dichas asignaturas existen en todos los niveles y tipos de colegio.

Las calificaciones de cada niño con DM1, fueron comparadas con las calificaciones de niños de la población general de la misma comuna, que cursaban el mismo nivel educacional, en el mismo tipo de colegio

(municipal, particular subvencionado o particular pagado) durante el mismo año. En base a esta comparación, los niños con DM1 fueron clasificados en 3 categorías: con promedio de calificaciones igual, inferior o superior a la población general. Los promedios de calificaciones por nivel y comuna de escolares de la población general fueron aportados por el Ministerio de Educación de nuestro país (MINEDUC) con una matrícula de 105 032 estudiantes en la II Región.

El análisis estadístico se realizó con el programa STATA 12.0® donde se aplicaron medidas de proporción, tendencia central y de dispersión para la descripción de las variables. En cuanto a la comparación de los grupos se utilizó la regresión lineal simple y el test de suma de los rangos de Wilcoxon (Mann y Whitney) previa comprobación de incumplimiento de normalidad con el test de Shapiro-Wilk según el caso. Se consideró un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo con una confiabilidad del 95 %. La comparación de promedios se hizo por prueba T de Student y la comparación de proporciones por χ^2 .

El estudio fue autorizado por la dirección del Hospital y por el Comité de Ética de la Universidad de Antofagasta, apegándose a la declaración de Helsinki y a las regulaciones sobre el uso de fichas clínicas.

Resultados

Las características de los 66 pacientes con DM1 como grupo total y divididos por HbA1c se muestran en la tabla 1, sin diferencias según control metabólico. La mayoría de los individuos estaba en etapa puberal y cursaba enseñanza básica. Todos los pacientes con hipotiroidismo recibían levotiroxina manteniendo hormonas tiroideas en rango normal. Un 30% de los sujetos tenía problemas de salud mental y algunos pacientes tenían más de un trastorno. Las afecciones detectadas correspondían a trastorno adaptativo 65%, trastorno ansioso 50%, depresión 20% y otros 10%.

La tabla 2 muestra las calificaciones, según sexo, presencia de hipotiroidismo y problema de salud mental sin diferencias entre dichas categorías a excepción

Tabla 1. Características de pacientes con DM1 como grupo total y separados según nivel de HbA1c

	Niños con DM1 n = 66	HbA1c < 7,5% N = 18	HbA1c ≥ 7,5% n = 48	p
Edad actual (años)	13,4 ± 2,9	13,4 ± 3,2	13,2 ± 2,6	0,842
Edad al debut (años)	8,5 ± 3,2	9,2 ± 3,0	8,1 ± 3,3	0,188
Duración de DM1 (años)	5,3 ± 3,2	5,4 ± 2,9	4,6 ± 3,5	0,434
HbA1c (%)	8,6 ± 1,9	6,7 ± 0,5	9,4 ± 1,7*	< 0,000
Glicemia capilar por día (n)	3,2 ± 1,2	2,7 ± 1,1	3,2 ± 1,2	0,061
Hba1c < 7,5% (%)	27	100	0*	< 0,001
Púber (%)	83	88	80	0,449
Varones (%)	39	24	40	0,178
Hipotiroidismo (%)	26	17	28	0,701
Problemas salud mental (%)	32	20	33	0,846
Educación básica (%)	74	67	78	0,336
Tipo de colegio				
Municipal (%)	61	66	61	0,837
Particular subvencionado (%)	35	28	35	0,699
Particular pagado (%)	4	6	4	0,845

p corresponde a nivel de significancia estadística al comparar la variable según HbA1c. *p < 0,001. HbA1c: Hemoglobina Glicosilada.

Tabla 2. Calificaciones según patologías asociadas y sexo en niños con diabetes tipo 1 (n = 66)

Promedio Calificaciones	Hipotiroidismo			Probl. salud mental			Sexo		
	Sí (n = 17)	No (n = 49)	p	Sí (n = 21)	No (n = 45)	p	Niñas (n = 40)	Niños (n = 26)	p
General	5,5 ± 0,6	5,7 ± 0,7	0,297	5,5 ± 0,7	5,7 ± 0,7	0,284	5,6 ± 0,7	5,7 ± 0,6	0,551
Matemática	5,0 ± 0,9	5,2 ± 1,1	0,502	5,2 ± 1,0	5,2 ± 1,1	1,000	5,0 ± 1,0	5,3 ± 1,1	0,257
Lenguaje	5,0 ± 0,7	5,3 ± 0,8	0,175	5,1 ± 1,0	5,3 ± 0,8	0,386	5,3 ± 0,8	5,2 ± 0,7	0,604
Historia	5,0 ± 0,7	5,4 ± 0,9	0,101	5,1 ± 0,9	5,4 ± 0,9	0,212	5,1 ± 0,9	5,5 ± 0,9*	0,041

Probl. Salud Mental = Problemas de Salud Mental. HbA1c: Hemoglobina Glicosilada

Tabla 3. Calificaciones de niños de la población general de la II Región y niños con DM1 como grupo total y divididos por control metabólico

	II Región n = 105032	Niños DM1 n = 66	p	HbA1c < 7,5% n = 17	HbA1c ≥ 7,5% n = 48	p
Grupo total	5,7 ± 0,3	5,6 ± 0,7	0,2501	5,6 ± 0,8	5,6 ± 0,6	1
Según ciclo						
Educ. Básica	6,0 ± 0,2	5,6 ± 0,7**	0,0002	5,6 ± 0,8	5,6 ± 0,6	1
Educ. Media	5,5 ± 0,3	5,6 ± 0,7	0,4911	5,6 ± 0,8	5,4 ± 0,6	0,6241
Según residencia						
Comuna Antofagasta	5,7 ± 0,3	5,7 ± 0,6	1	5,7 ± 0,7	5,6 ± 0,5	0,6596
Otras comunas	5,7 ± 0,3	5,4 ± 0,8*	0,0365	5,2 ± 1,0	5,5 ± 0,6	0,5107
Según tipo de colegio						
Municipal	5,6 ± 0,3	5,6 ± 0,6	1	5,5 ± 0,8	5,7 ± 0,5	0,4349
Particular subvencionado	5,7 ± 0,3	5,4 ± 0,7	0,0519	5,6 ± 0,8	5,4 ± 0,6	0,6241
Particular pagado	6,0 ± 0,2	6,3 ± 0,4	0,3235	6,6	6,1 ± 0,3	(-)

II Región: indica el promedio de calificaciones de todos los escolares de la población general de la Región de Antofagasta. (-) no se puede calcular porque hubo sólo un niño en colegio particular pagado con HbA1c < 7,5%. HbA1c: Hemoglobina Glicosilada.

del promedio en historia que fue menor en las niñas.

Un 27% de los sujetos tenía control metabólico adecuado con HbA1c ≤ 7,5%³⁰. La tabla 3 muestra las calificaciones de niños con DM1 divididos según con-

trol metabólico y de los niños de la población general de la II Región. Las calificaciones del grupo total con DM1 son similares a la población general; sin embargo, los niños con DM1 de enseñanza básica y de otras comunas tienen calificaciones menores a la población general. La tabla 4 muestra las calificaciones de distintas asignaturas sin diferencias según control metabólico.

El análisis de regresión lineal, no mostró correlación clínicamente significativa entre el promedio de calificaciones y la duración de la DM1 ($r = 0,0002$, $p = 0,99$), la HbA1c ($r = -0,003$, $p = 0,37$), ni la edad de diagnóstico ($r = -0,05$, $p = 0,02$) sin embargo, si hubo correlación con el número de controles diarios de glicemia capilar como se muestra en la figura 1. Esta correlación fue significativa tanto para el promedio general de calificaciones, con un coeficiente r de Pearson ($r = 0,25$, $p = 0,0001$), como también en las asignaturas de matemáticas ($r = 0,41$, $p = 0,013$), lenguaje ($r = 0,52$, $p = 0,025$) e historia ($r = 0,58$, $p = 0,003$).

Tabla 4. Promedio de calificaciones según HbA1c

	HbA1c < 7,5% n = 18	HbA1c ≥ 7,5% n = 46	p
HbA1c (%)	6,7 ± 0,5	9,4 ± 1,7	0,00
Promedio general	5,6 ± 0,8	5,6 ± 0,6	1
Matemáticas	5,3 ± 1,2	5,1 ± 1,0	0,68
Lenguaje	5,0 ± 0,9	5,3 ± 0,7	0,31
Historia	5,2 ± 1,1	5,2 ± 0,8	0,93
Ed. tecnológica	6,0 ± 0,8	6,1 ± 0,8	0,71
Ed. artística	6,2 ± 0,7	6,1 ± 0,8	0,63
Ed. física	6,3 ± 0,8	6,3 ± 0,7	0,98
Biología	5,5 ± 1,0	5,2 ± 0,8	0,29
Inglés	5,0 ± 1,1	5,4 ± 0,9	0,22

HbA1c: Hemoglobina Glicosilada.

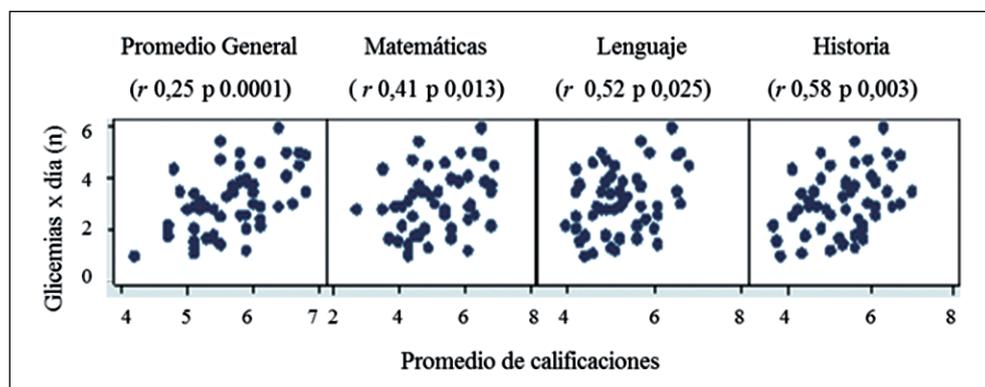


Figura 1. Estudio de correlación entre número de controles de glicemia capilar por día y promedio de calificaciones General, Matemáticas, Lenguaje e Historia en sujetos con DM1.

Al clasificar a los pacientes con DM1 según rendimiento escolar en relación a la población general del mismo sexo, nivel, tipo de colegio y localidad, el 51% tuvo un promedio inferior, el 8% un promedio igual y el 41% un promedio sobre la media. En la tabla 5 se muestra la HbA1c, la duración de la DM1, la edad del debut y el número de controles diarios de glicemia capilar en los niños con rendimiento superior e inferior a la población general. Se aprecia que los niños con calificaciones inferiores a la población general tienen peor control metabólico (mayor HbA1c) sin diferencias en los otros parámetros.

Tres pacientes tuvieron hipoglicemia severa durante el año 2015; el antecedente de hipoglicemia severa desde el debut de la DM1 se encontró en 13 pacientes (diez niños con un episodio, un niño con dos episodios y tres sujetos con tres episodios). No hubo diferencias en las calificaciones de quienes tuvieron hipoglicemia severa ($5,8 \pm 0,6$) y los que no tenían dicho antecedente ($5,6 \pm 0,7$) ($p = 0,564$).

Durante el año 2015, seis pacientes presentaron un episodio de cetoacidosis. El antecedente de cetoacidosis posterior al debut se encontró en 32 pacientes; un episodio en 22 sujetos, dos episodios en 7 pacientes y tres episodios en un niño. Las calificaciones fueron similares en niños con y sin antecedentes de cetoacidosis $5, 6 \pm 0,7$ y $5,7 \pm 0,7$ respectivamente ($p = 0,347$).

La tabla 6 muestra el número y porcentaje de niños que no fue promovido de curso y el abandono escolar. Un 10,5% de los pacientes con DM1 estaba fuera del sistema escolar y un 6,1% de los niños con DM1 no fue promovido de curso durante el año 2015 sin diferencias significativas entre niños con DM1 y la población general.

Discusión

Se ha demostrado que la DM1 puede provocar efectos deletéreos a nivel cognitivo en niños y adolescentes que han sido seguidos en forma prospectiva a los 2 y 6 años después del debut³¹. Los déficits cognitivos más comunes identificados en pacientes con DM1 corresponden al entrecimiento de la velocidad de procesamiento de información³²⁻³⁵ y la disminución en la habilidad psicomotora^{32,33,36}. Se han observado otras anomalías, como déficits en la velocidad motriz^{34,37,38}, vocabulario^{20,36,39}, inteligencia general⁴⁰, formación de la imagen visual^{35,40}, atención³⁵, examen somato sensorial, potencia motriz³⁸, memoria y finalmente en la función ejecutiva³⁶. A su vez, investigaciones plantean que tanto la hipoglicemia como la hiperglicemia afectan la velocidad de reacción y cálculos matemáticos, incidiendo de forma directa en la capacidad cognitiva de niños con DM1 con mal control metabólico²⁴. En

Tabla 5. Características de niños con Diabetes Tipo 1 que tienen calificaciones superiores o inferiores a niños la población general del mismo nivel, localidad y tipo de colegio

	Calificaciones de Niños DM1		p
	< a Pobl. Gral. n = 34	> a Pobl. Gral. n = 27	
Calificaciones	5,2 ± 0,5	6,2 ± 0,3**	< 0,0000
HbA1c (%)	8,8 ± 2,0	8,1 ± 1,2*	0,0201
Duración DM1(años)	4,9 ± 3,0	5,3 ± 3,4	0,6728
Edad al debut (años)	8,6 ± 3,2	8,3 ± 3,3	0,4501
Glicemias/día (n)	2,9 ± 1,2	3,4 ± 1,2	0,1515

Nota: Hubo 5 niños que tuvieron calificaciones iguales a la población general que fueron excluidos de este análisis. HbA1c: Hemoglobina Glicosilada

Tabla 6. Descripción del número y porcentaje de niños que no fue promovido de curso o deserta del sistema escolar en la población general de la II Región y en el grupo de niños con DM1

	Escolares	Escolares	p
	Pobl. Gral.	DM1	
	n (%)	n (%)	
Repite en ciclo básico	2.454 (4,4)	3 (6,1)	0,624
Repite en ciclo medio	2.610 (8,0)	1 (5,9)	0,764
Repite grupo total	5.064 (4,8)	4 (6,1)	0,651
Abandono escolar	8.087 (7,7)	9 (10,5)	0,336

Pobl. Gral. = población general. La población general de escolares en la II región incluye 105.032 estudiantes. HbA1c: Hemoglobina Glicosilada

niños que debutan antes de los 5 años con historia de hipoglicemias severas, se ha reportado deficiencias en la inteligencia espacial y memoria de mediano plazo, lo que sugiere que el cerebro en desarrollo podría ser susceptible a la hipoglicemia⁴¹. Además, la DM1 se ha asociado con cambios estructurales y funcionales del cerebro^{7,41-43}.

La evidencia antes expuesta sugiere que la DM1 podría tener consecuencias sobre el neuro- desarrollo y en el proceso de cognición, tanto a corto como a largo plazo. Sin embargo, el impacto de la DM1 en el rendimiento escolar sigue siendo materia de controversia^{11,22,24}.

Al debutar con DM1 los niños sufren un cambio en sus hábitos de vida, siendo sometidos a frecuentes controles de glicemias capilares, repetidos controles médicos, múltiples inyecciones diarias de insulina y cambios en la alimentación. También es frecuente la sobreprotección familiar y limitaciones en actividades sociales por falta de autonomía en autocontrol e insulino-terapia y miedo a la hipoglicemia. Además, algunos pacientes y/o sus familias reaccionan con rechazo y negación de la enfermedad. Estos factores también pueden crear un ambiente perjudicial para el rendimiento

escolar independiente de la hiperglicemia²⁵. En nuestra serie observamos que un 30% de los niños tenía problemas de salud mental; no obstante, esta condición no se asoció con un detrimento en las calificaciones escolares.

En nuestra investigación no encontramos una correlación entre las calificaciones escolares y la duración de la DM1 ni la HbA1c; además las calificaciones del grupo completo fueron similares a las calificaciones de la población general de la Región. Sin embargo, los niños con DM1 de enseñanza básica mostraron calificaciones inferiores a la población general. Estos resultados son discordantes con Cooper et al. Quien reporta que en Australia 666 niños con DM1 (edad 7-14 años) tenían un rendimiento similar al de sus pares en las pruebas del Programa de Evaluación Nacional de Alfabetización y Aritmética (NAPLAN)²⁵.

En nuestra serie el rendimiento escolar de niños con control metabólico adecuado vs insuficiente fue similar. Jacobson et al., también separa a los sujetos por control metabólico pero su observación no estaba orientada al rendimiento escolar. En ese estudio se describe que individuos con HbA1c < 7,4% tienen un desempeño significativamente mejor en las pruebas de velocidad motriz y eficiencia psicomotora en comparación a aquellos sujetos con un promedio de HbA1c > 8,8%⁴⁴.

Fue interesante encontrar una correlación positiva entre el número de controles diarios de glicemia capilar y calificaciones pues se ha establecido que, a mayor número de controles de glicemia diario, existe un mejor control metabólico⁴⁵. Es posible que los niños que controlan con mayor frecuencia su glicemia, tengan mejores niveles de glicemia capilar durante las horas de estudio, favoreciendo su rendimiento. Por otro lado, no descartamos que esta asociación sólo se deba a que los niños más responsables son más adherentes al tratamiento y al autocontrol de su DM1, de la misma forma que lo son con sus estudios.

Al comparar pacientes con DM1 con rendimiento, superior e inferior a la población general de la Región, encontramos que los niños con mejor rendimiento tienen mejor control metabólico. Estos resultados son similares a los hallazgos reportados por McCarthy et al.²³. Nuestro estudio tiene limitaciones como el uso de HbA1c como única medición de control metabólico. La HbA1c no refleja las variaciones diarias de la glicemia, y el promedio del año puede tener distorsiones, ya que no contábamos con la medición trimestral de ésta en todos los pacientes. De igual forma no se incluyó información con respecto al control metabólico de años previos.

Otra limitación de este análisis es el número limitado de pacientes y el grupo "control". La población general no corresponde sólo a niños sanos normales;

en la población general están incluidos tanto los niños con DM1 como niños con otras enfermedades crónicas que pueden afectar negativamente rendimiento escolar.

El tipo de evaluación con que cada paciente es valorado académicamente también pudo sesgar nuestros resultados. Muchos niños con diversas enfermedades crónicas son evaluados bajo el sistema de educación diferencial, como parte de un programa de inclusión e integración de niños y jóvenes con necesidades educativas especiales, establecido en la Ley General de Educación y Ley 20.422 de la legislación chilena vigente^{46,47}. Esta evaluación tiene una exigencia menor en relación a sus pares, y podría explicar la ausencia de correlación entre el rendimiento escolar y el control metabólico en pacientes portadores de DM1. Nuestra metodología no permite evaluar estos privilegios y/o discriminación tanto positiva como negativa en estos pacientes.

Es interesante observar que nuestro grupo de pacientes en control con DM1 mostró una tasa de deserción escolar de 10,5%, dichos pacientes no fueron incluidos en el análisis de calificaciones ya que no contaban con registros académicos del año 2015. El *Tercer Informe Infancia Cuenta* del mismo año en la Región de Antofagasta describe que en la población general de la región existe un 7,7% de deserción escolar, siendo el abandono escolar significativamente mayor en enseñanza media (8,6%) versus enseñanza básica (6,7%)⁴⁷. El porcentaje de reprobación durante el año 2015 de nuestro grupo fue de 6,1%; los datos regionales para la población general, reportan un 4,8%, siendo la media nacional de 4,6%. Tanto la deserción escolar como la reprobación parecen superiores en los niños con DM1 en relación a la población general de la región, sin embargo, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística. Nuestra metodología y el acotado tamaño del grupo de estudio no nos permiten realizar juicios concluyentes frente al real impacto de la DM1 en esta materia. Sería importante explorar estos antecedentes en un grupo más grande de pacientes.

Nuestro trabajo no permitió establecer si los sujetos que estaban fuera del sistema escolar el año 2015 han abandonado definitivamente los estudios o se trata de una situación transitoria. En nuestra experiencia, existen algunas familias que se ven sobrepasadas durante los primeros meses del debut de DM1 o durante algún período de crisis posterior y optan por retirar al niño del colegio para retomar los estudios al año siguiente. Nuestros hallazgos sugieren que se justificaría implementar un programa de apoyo escolar a niños que padecen DM1; tanto de enfermería para mejorar el autocontrol durante la jornada escolar, como pedagógico para que no se deteriore su rendimiento académico.

Conclusión

Los niños con DM1 que cursaban enseñanza básica mostraron calificaciones inferiores a la población general. Los pacientes que controlaban su glicemia capilar con menor frecuencia, tuvieron peor rendimiento escolar y los sujetos con calificaciones inferiores a la población general tenían peor control metabólico. En este grupo de niños que se atiende en el sistema público de salud de la II Región de Chile, la Diabetes Tipo 1 parece tener un impacto deletéreo en el rendimiento escolar.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos: Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado: Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Financiación

Este trabajo no cuenta con financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos a Don César Velasco, director de la Fundación de Diabetes Juvenil de Chile y a Don Rolando Álvarez Ojeda, Ingeniero en Informática, encargado de Estadísticas y Gestión, Secretaría Ministerial de Educación de la Región de Antofagasta, por su apoyo a nuestra investigación.

Referencias

- Gale EA. The rise of childhood type 1 diabetes in the 20th century. *Diabetes*. 2002;51(12):3353-61.
- Carrasco E, Angel B, Codner E, et al. [Type 1 diabetes mellitus incidence in Santiago, Chile. Analysis by counties in the period 2000-2004]. *Rev Med Chile*. 2006;134(10):1258-64.
- Carrasco E, et al. Increasing incidence of type 1 diabetes in population from Santiago of Chile: trends in a period of 18 years (1986-2003). *Diabetes Metab Res Rev*. 2006;22(1):34-7.
- Miller KM, Foster NC, Beck RW, et al. Current state of type 1 diabetes treatment in the U.S.: updated data from the T1D Exchange clinic registry. *Diabetes Care*. 2015;38(6):971-8.
- Biessels GJ, Kerssen A, de Haan EH, Kappelle LJ. Cognitive dysfunction and diabetes: implications for primary care. *Prim Care Diabetes*. 2007;1(4):187-93.
- Kodl CT, ER. Seaquist, Cognitive dysfunction and diabetes mellitus. *Endocr Rev*. 2008; 29(4):494-511.
- Moheet A, Mangia S2, Seaquist ER. Impact of diabetes on cognitive function and brain structure. *Ann N Y Acad Sci*. 2015;1353:60-71.
- Gaudieri PA1, Chen R, Greer TF, Holmes CS. Cognitive function in children with type 1 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2008;31(9):1892-7.
- Frier BM. Cognitive functioning in type 1 diabetes: the Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) revisited. *Diabetologia*. 2011;54(2):233-6.
- Ni J, Xin Y. [Cognitive function in children with type 1 diabetes]. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi*. 2012;14(8):571-4.
- McCarthy AM, et al. Effects of diabetes on learning in children. *Pediatrics*, 2002;109(1):E9.
- Tonoli C, Heyman E, Roelands B, et al. Type 1 diabetes-associated cognitive decline: a meta-analysis and update of the current literature. *J Diabetes*. 2014;6(6):499-513.
- Nunley KA, Rosano C, Ryan CM, et al. Clinically Relevant Cognitive Impairment in Middle-Aged Adults With Childhood-Onset Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*. 2015;38(9):1768-76.
- Lasker RD. The diabetes control and complications trial. Implications for policy and practice. *N Engl J Med* 1993;329(14):1035-6.
- Musen G, Jacobson AM, Ryan CM, et al. Impact of diabetes and its treatment on cognitive function among adolescents who participated in the Diabetes Control and Complications Trial. *Diabetes Care*. 2008;31(10):1933-8.
- Nathan DM, Genuth S, Lachin J, et al; Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*. 1993;329(14):977-86.
- Hannonen R, Komulainen J, Eklund K, Tolvanen A, Riikonen R, Ahonen T. Verbal and academic skills in children with early-onset type 1 diabetes. *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(7):e143-7.
- Northam EA, Anderson PJ, Jacobs R, Hughes M, Warne GL, Werther GA. Neuropsychological profiles of children with type 1 diabetes 6 years after disease onset. *Diabetes Care*. 2001;24(9):1541-6.
- Ryan CM, Atchison J, Puczynski S, Puczynski M, Arslanian S, Becker D. Mild hypoglycemia associated with deterioration of mental efficiency in children with insulin-dependent diabetes mellitus. *J Pediatr*. 1990;117(1 Pt 1):32-8.
- Gonder-Frederick LA, Zrebiec JF, Bauchowitz AU, et al. Cognitive function is disrupted by both hypo- and hyperglycemia in school-aged children with type 1 diabetes: a field study. *Diabetes Care*. 2009;32(6):1001-6.
- McCall AL, Figlewicz DP. How does diabetes mellitus produce brain dysfunction? *Diabetes Spectrum*. 1997;10:25-32.

22. Semenkovich K, Patel PP, Pollock AB, et al. Academic abilities and glycaemic control in children and young people with Type 1 diabetes mellitus. *Diabet Med.* 2016;33(5):668-73.
23. McCarthy AM, Lindgren S, Mengeling MA, Tsalikian E, Engvall J. Factors associated with academic achievement in children with type 1 diabetes. *Diabetes Care.* 2003;26(1):112-7.
24. Dahlquist G, Kallen B. School performance in children with type 1 diabetes--a population-based register study. *Diabetologia.* 2007;50(5):957-64.
25. Cooper MN, McNamara KA, de Klerk NH, Davis EA, Jones TW. School performance in children with type 1 diabetes: a contemporary population-based study. *Pediatr Diabetes.* 2016;17(2):101-11.
26. Association AP. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders FIFTH EDITION* 2013.
27. Kilpatrick ES, Bloomgarden ZT, Zimmet PZ. International Expert Committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes: response to the International Expert Committee. *Diabetes Care.* 2009;32(12):e159; author reply e160.
28. Sacks DB, Bruns DE, Goldstein DE, Maclaren NK, McDonald JM, Parrott M. Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. *Clin Chem.* 2002;48(3):436-72.
29. Weykamp C, John WG, Mosca A, et al. The IFCC Reference Measurement System for HbA1c: a 6-year progress report. *Clin Chem.* 2008;54(2):240-8.
30. Rewers MJ, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014. Assessment and monitoring of glycemic control in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes.* 2014;15 Suppl20:102-14.
31. Brands AM, Kessels RP, Hoogma RP, et al. Cognitive performance, psychological well-being, and brain magnetic resonance imaging in older patients with type 1 diabetes. *Diabetes.* 2006;55(6):1800-6.
32. Ryan CM, Geckle MO, Orchard TJ. Cognitive efficiency declines over time in adults with Type 1 diabetes: effects of micro- and macrovascular complications. *Diabetologia.* 2003;46(7):940-8.
33. Ryan CM, Williams TM, Finegold DN, Orchard TJ. Cognitive dysfunction in adults with type 1 (insulin-dependent) diabetes mellitus of long duration: effects of recurrent hypoglycaemia and other chronic complications. *Diabetologia.* 1993;36(4):329-34.
34. Wessels AM, Rombouts SA, Remijnse PL, et al. Cognitive performance in type 1 diabetes patients is associated with cerebral white matter volume. *Diabetologia.* 2007;50(8):1763-9.
35. Weinger K, Jacobson AM, Musen G, et al. The effects of type 1 diabetes on cerebral white matter. *Diabetologia.* 2008;51(3):417-25.
36. Hershey T, Bhargava N, Sadler M, White NH, Craft S. Conventional *versus* intensive diabetes therapy in children with type 1 diabetes: effects on memory and motor speed. *Diabetes Care.* 1999;22(8):1318-24.
37. Ryan CM. Neurobehavioral complications of type I diabetes. Examination of possible risk factors. *Diabetes Care.* 1988;11(1):86-93.
38. Hershey T, Craft S, Bhargava N, White NH. Memory and insulin dependent diabetes mellitus (IDDM): effects of childhood onset and severe hypoglycemia. *J Int Neuropsychol Soc.* 1997;3(6):509-20.
39. Northam EA, Anderson PJ, Werther GA, Warne GL, Adler RG, Andrewes D. Neuropsychological complications of IDDM in children 2 years after disease onset. *Diabetes Care.* 1998;21(3):379-84.
40. Schoenle EJ, Schoenle D, Molinari L, Largo RH. Impaired intellectual development in children with Type I diabetes: association with HbA(1c), age at diagnosis and sex. *Diabetologia.* 2002;45(1):108-14.
41. Hughes TM, Ryan CM, Aizenstein HJ, et al. Frontal gray matter atrophy in middle aged adults with type 1 diabetes is independent of cardiovascular risk factors and diabetes complications. *J Diabetes Complications.* 2013;27(6):558-64.
42. Musen G, Lyoo IK, Sparks CR, et al. Effects of type 1 diabetes on gray matter density as measured by voxel-based morphometry. *Diabetes.* 2006;55(2):326-33.
43. Marzelli MJ, Mazaika PK, Barnea-Goraly N, et al. Neuroanatomical correlates of dysglycemia in young children with type 1 diabetes. *Diabetes.* 2014;63(1):343-53.
44. Karter AJ, Ackerson LM, Darbinian JA, et al. Self-monitoring of blood glucose levels and glycemic control: the Northern California Kaiser Permanente Diabetes registry. *Am J Med.* 2001;111(1):1-9.
45. Miller KM, Beck RW, Bergenstal RM, et al. Evidence of a strong association between frequency of self-monitoring of blood glucose and hemoglobin A1c levels in T1D exchange clinic registry participants. *Diabetes Care.* 2013;36(7):2009-14.
46. <http://www.educacionespecial.mineduc.cl>. Ministerio de Educación de Chile. Unidad de Educación Especial.
47. Sepúlveda A, Santibáñez D, Díaz D, Contreras N, Valverde F, Cortés A. Observatorio Niñez y Adolescencia. Tercer Informe Infancia Cuenta en Chile www.observatorioninez.cl/wp-content/uploads/2015/11/Informe_Infancia_Cuenta_Chile2015_Web2.pdf 2015.