

## Estudio sobre composición corporal y control glucémico en diabetes tipo 1: terapia con infusión de insulina y monitoreo continuo

Study on body composition and glycemic control in type 1 diabetes: insulin infusion therapy and continuous monitoring

Carlos Javier Vizcaino Guerrero<sup>1</sup>  Adriana Medina Orjuela<sup>2</sup> Diana Coral Coral<sup>3</sup>  
 Julio Edil Benítez Montes<sup>4</sup> Carlos Hernán Calderón Franco<sup>5</sup>  Amina Luz Ely Páez<sup>6</sup> 

1. Médico, Especialista en Medicina Interna, Fellow en Endocrinología. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud – Hospital de San José de Bogotá. <https://orcid.org/0000-0001-9055-520X>
2. Profesora asociada, Departamento de endocrinología, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - Hospital de San José de Bogotá. <https://orcid.org/0000-0002-6190-6805>
3. Médica Internista y Endocrinóloga. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud.
4. Residente de segundo año de Medicina de la Actividad Física y del Deporte, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud – Hospital de San José de Bogotá.
5. Residente de Medicina Interna, Universidad El Bosque, Hospital Santa Clara, Bogotá, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-9823-8409>
6. Educadora en Diabetes y Maestría en psicología de la nutrición. Integrante del servicio de Endocrinología – Hospital de San José de Bogotá. <https://orcid.org/0009-0006-0316-0589>

### Información del artículo

Recibido: 13 de marzo de 2024. Evaluado: 11 de abril de 2024. Aceptado: 09 de mayo de 2024.

**Cómo citar:** Vizcaino Guerrero CJ, Medina Orjuela A, Coral Coral D, Benítez Montes JE, Calderón Franco CH, Ely Páez AL. Estudio sobre composición corporal y control glucémico en diabetes tipo 1: terapia con infusión de insulina y monitoreo continuo. Rev. Navar. Medica. 2024; 10(1): 41-55. <https://doi.org/10.61182/rnavmed.v10n1a4>

### Resumen

**Introducción:** el incremento del sobrepeso y la obesidad representa un desafío cada vez más frecuente en personas con diabetes mellitus tipo 1 (DM1). Estas condiciones pueden impactar negativamente en el manejo metabólico, aumentando el riesgo de complicaciones asociadas.

**Objetivo:** establecer los cambios en la composición corporal y control glucémico en pacientes con DM1 tras tres meses de iniciar terapia con infusión subcutánea continua de insulina (CSII) más CGM.

**Materiales y métodos:** se analizaron los cambios ocurridos a los 3 meses de iniciar terapia con infusión subcutánea continua de insulina (CSII) y monitoreo continuo de glucosa (CGM) en un grupo de pacientes (n=30). Se evaluaron parámetros relacionados con la composición corporal (peso, talla, índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal, masa muscular y grasa visceral), control glucémico (HbA1c, coeficiente de variación y tiempo en rango -TIR), así como la cantidad de insulina utilizada y los carbohidratos consumidos.

**Resultados:** un total de 29 pacientes con DM1 completaron tres meses de tratamiento con CSII y CGM. Al final del seguimiento, se observó una reducción en la mediana de HbA1c, pasando de 7,5 % (RIC 7 – 8,7) a 6,8 % (RIC 6,7 % – 7,1 %) (p <0,0001). Además, el TIR dentro del rango objetivo (70 – 180 mg/dl) se incrementó de 70 % (RIC 57 % – 78 %) a 79 % (RIC 68 % – 85 %) (p = 0,0080). No se registraron modificaciones significativas en los indicadores de composición corporal ni en la cantidad diaria de insulina administrada.

**Conclusión:** en pacientes con DM1 que recibieron CSII y CGM durante un periodo de tres meses, no se identificaron cambios relevantes en la composición corporal. No obstante, se evidenció una mejora en el control glucémico, reflejada en la disminución de HbA1c y el aumento del tiempo dentro del rango glucémico objetivo.

### Palabras clave

Diabetes Mellitus Tipo 1, Composición corporal, Control glucémico, Infusión subcutánea de insulina, HbA1c, Monitoreo continuo de glucosa.

## Abstract

**Introducción:** the increase in overweight and obesity represents an increasingly frequent challenge in people with type 1 diabetes mellitus (DM1). These conditions can negatively impact metabolic management, increasing the risk of associated complications.

**Objetivo:** to establish changes in body composition and glycemic control in patients with DM1 after three months of initiating therapy with continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) plus CGM.

**Materials and methods:** the changes that occurred 3 months after initiating therapy with continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) and continuous glucose monitoring (CGM) were analyzed in a group of patients (n=30). Parameters related to body composition (weight, height, body mass index, body fat percentage, muscle mass and visceral fat), glycemic control (HbA1c, coefficient of variation and time in range -TIR), as well as the amount of insulin used and carbohydrates consumed were evaluated.

**Results:** a total of 29 patients with DM1 completed three months of treatment with CSII and CGM. At the end of follow-up, a reduction in median HbA1c was observed from 7.5% (RIC 7 - 8.7) to 6.8% (RIC 6.7% - 7.1%) (p<0.0001). In addition, the TIR within the target range (70 - 180 mg/dl) increased from 70% (RIC 57% - 78%) to 79 % (RIC 68% - 85%) (p = 0.0080). There were no significant changes in body composition indicators or in the daily amount of insulin administered.

**Conclusion:** in patients with DM1 who received CSII and CGM for a period of three months, no relevant changes in body composition were identified. However, an improvement in glycemic control was evidenced, reflected in a decrease in HbA1c and an increase in time within the target glycemic range.

### Autor para correspondencia:

Carlos Javier Vizcaino Guerrero

Correo: [cjvzicaino@fucsalud.edu.co](mailto:cjvzicaino@fucsalud.edu.co)

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).



## Keywords

Diabetes Mellitus Type 1, Body composition, Glycemic control, Subcutaneous insulin infusion, HbA1c, Continuous glucose monitoring.

## Introducción

La diabetes mellitus tipo 1 (DM1) se encuentra entre las enfermedades crónicas más habituales en la población infantil. En los Estados Unidos, tanto su prevalencia como su incidencia han experimentado un aumento considerable. Entre 2001 y 2008, la prevalencia registró un incremento del 21,1 % (IC 95 %, 15,6 % - 27,0 %) (1), mientras que la incidencia mostró un crecimiento anual del 1,8 % (IC 95 %, 1,0 % - 2,6 %) entre los años 2002 y 2012 (2). La DM1 se caracteriza por una deficiencia absoluta de insulina de etiología desconocida y se estima que representa entre el 5 % y el 10 % de la prevalencia total de diabetes, lo que equivale a aproximadamente 21-42 millones de personas en el mundo (3).

La información existente sobre la incidencia de DM1 proceden de registros similares a los empleados en los estudios Diabetes Mondiale (DIAMOND) de la OMS y Europe and Diabetes (EURODIAB). Estos registros incluyen a niños de 0 a 14 años y utilizan una definición de caso estandarizada (4, 5). En Colombia, la incidencia de DM1 es de 3-4 casos por cada 100.000 habitantes, y su prevalencia se estima en un 0,07 % (6).

En las dos últimas décadas, la prevalencia de la obesidad ha aumentado tres veces a nivel mundial, alcanzando el punto en que se considera una epidemia (7). La obesidad, definida como un índice de masa corporal (IMC) de  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>, afecta alrededor del 35 % de los hombres y el 40 % de las mujeres en los Estados Unidos (8).

En adultos con DM1, la prevalencia de la obesidad ha incrementado con el tiempo, según datos del Centro de Epidemiología y Complicaciones de la Diabetes de Pittsburgh (EDC de Pittsburgh), alcanzando un 22,7 % en un informe que abarca los años 2004 a 2007 (9). Los datos de adultos obtenidos por NHANES también muestran un aumento en las tasas de obesidad, con una prevalencia del 33,8 % en el periodo de 2007 a 2008 (10). Una investigación enfocada en las tendencias transitorias evidenció un crecimiento de la obesidad en adultos con DM1, que pasó del 3,4 % entre 1986 y 1988 al 22,7 % entre 2004 y 2007. Este aumento en la prevalencia fue mucho más rápido en comparación con la población general y no estuvo relacionado con el envejecimiento (9).

Con respecto a los elementos que inciden en el desarrollo del sobrepeso y la obesidad en individuos con DM1, no hay discusión sobre los beneficios de un control estricto de la glucosa para prevenir complicaciones. No obstante, la intensificación de la terapia con insulina para alcanzar un control adecuado puede resultar en un aumento de peso (11,12,13). La insulina, como hormona anabólica, juega un papel clave en la inhibición del catabolismo proteico, la estimulación de la lipogénesis y la reducción del metabolismo basal, lo que favorece la acumulación de grasa (14,15). Estos efectos se ven amplificados con el uso de insulina exógena (16), ya que esta imita de manera imperfecta la secreción endógena (14,17).

La aplicación subcutánea de insulina exógena en aquellos que tenían DM1, al no replicar un patrón fisiológico, genera un desbalance entre sus efectos a nivel hepático y periférico. Esto conduce a un control subóptimo de la producción hepática de glucosa, debido a la regulación anómala de la gluconeogénesis en ayunas, la supresión inadecuada de la secreción de glucagón postprandial y la hiperinsulinemia periférica, lo que puede resultar en hipoglucemia y aumento de peso (18,19).

El Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) evidenció la relación entre un control glucémico adecuado y la reducción de complicaciones microvasculares, asociado con la terapia intensiva de insulina (20). Este estudio también demostró que un control glucémico estricto mediante terapia con insulina se relaciona con episodios de hipoglucemia y un acrecentamiento de peso en pacientes con DM1. El DCCT fue uno de los primeros estudios en establecer esta conexión directa, mostrando la obesidad como una consecuencia del aumento de peso relacionado con el tratamiento (20).

En un estudio multicéntrico post hoc que recopiló datos observacionales entre 2006 y 2009 en jóvenes de 9 a 14 años, se observó que el IMC era más alto en aquellos que recibieron tratamientos intensivos con insulina (21).

A pesar de la evidente relación entre la terapia intensiva con insulina y el aumento de peso, la insulina sigue siendo el componente principal en el tratamiento de quienes padecen esta enfermedad. La American Diabetes Association (ADA) recomienda el uso de terapia intensiva con insulina, ya sea mediante múltiples dosis inyectables o mediante una bomba (22). En relación con su vía de administración, se ha sugerido que la combinación de infusión subcutánea continua de insulina y monitoreo continuo de glucosa (CSII más CGM) podría influir de manera más significativa en el peso de los pacientes con DM1. A pesar de ello, actualmente no existen estudios prospectivos aleatorizados controlados que evalúen esta asociación (23).

Durante la última década, el circuito cerrado de insulina y glucagón ha sido ampliamente estudiado. En 2016, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) otorgó la aprobación al

primer sistema híbrido de circuito cerrado, conocido como Medtronic® MiniMed® 670G. Los sistemas de circuito cerrado son sistemas híbridos que requieren la administración manual de bolos de insulina antes de las comidas/meriendas para limitar la hiperglucemia posprandial y de insulina basal (24, 25).

El efecto de los sistemas de circuito cerrado, que podrían permitir un control más riguroso de la obesidad en personas con DM1, no está completamente definido. Sin embargo, un ensayo multicéntrico clave realizado en adolescentes y adultos reportó un aumento de peso durante 3 meses con el uso de CSII más CGM 670G: 1,0 kg en adolescentes ( $p = 0,065$ ) y 1,4 kg en adultos ( $p < 0,001$ ), con reducciones en HbA1c, hiperglucemia e hipoglucemia (26).

Asimismo, se llevó a cabo un estudio retrospectivo que comparó el uso de CSII más CGM con múltiples dosis inyectables diarias (MDI), en el que no se observó impacto en el peso, pero sí en el control glucémico, además de una menor necesidad de insulina diaria total (23). Existen otros estudios que investigan el efecto de la terapia con CSII sobre el peso. Basados en datos de pacientes en centros de diabetes en EE. UU. y Dinamarca, estos evidenciaron un peso estable tras un año de haber comenzado la terapia, con un ligero aumento observado en aquellos con HbA1c  $>9\%$ , lo que probablemente esté relacionado con una mayor necesidad de insulina diaria.

Hay pocos datos que reporten la composición corporal (% grasa y músculo) en usuarios de CSII más CGM en la literatura mundial. En el contexto colombiano, no se dispone de información sobre la posible asociación entre el uso de la terapia con CSII más CGM y las variaciones en la composición corporal, así como el desarrollo de sobrepeso y obesidad.

Adicionalmente la realización de ejercicio podría aumentar el riesgo de desarrollar y presentar hipoglucemias, lo que conduciría a una mayor necesidad de ingesta de refrigerios, con el fin de evitar estos episodios o por compensación al momento de su presentación (14). Los sistemas actuales de CSII más CGM podrían evitar de mejor forma la frecuencia de hipoglucemias, dada su capacidad de administración de insulina de acuerdo con la concentración de glucosa, llevando a una menor utilización de refrigerios defensivos y aumento de peso; sin embargo, debido a no tener una utilización extendida y la escasa población con esta terapia, no se pueden sacar conclusiones eficaces en cuanto a cambios en el peso (16).

En este sentido, este estudio adquiere relevancia tanto a nivel local como internacional debido a la limitada literatura existente sobre el tema. El objetivo principal es analizar los cambios en la composición corporal y el control glucémico en pacientes adultos con DM1 que comienzan un tratamiento con infusión subcutánea continua de insulina (CSII) junto con monitoreo continuo de glucosa (CGM) en el Hospital de San José en Bogotá.

## **Materiales y métodos**

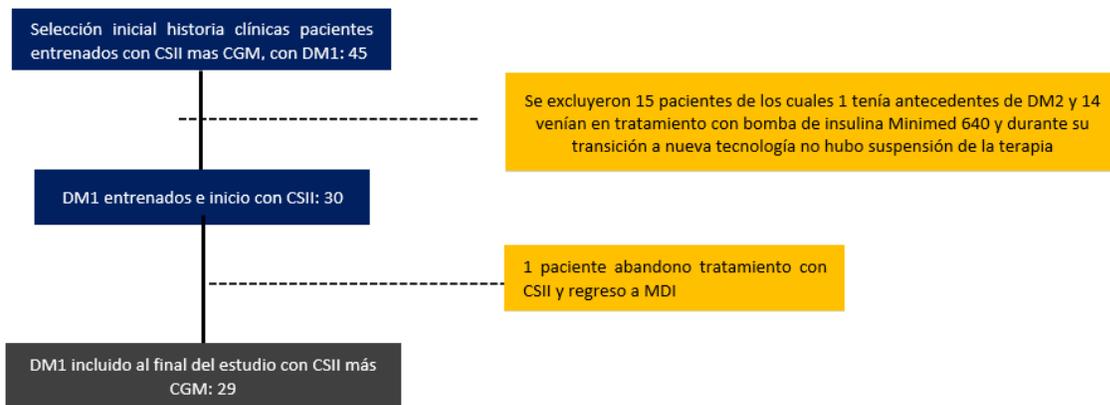
Se llevó a cabo un estudio de carácter retrospectivo de cohorte longitudinal en el que los pacientes sirvieron como sus propios controles. En este análisis se examinaron varias variables, entre ellas mediciones antropométricas (peso, talla, índice de masa corporal [IMC], porcentaje de grasa corporal, masa muscular y grasa visceral), parámetros de control glucémico (HbA1c, tiempo en rango [TIR], tiempo en hiperglucemia niveles I y II, tiempo en hipoglucemia niveles I y II, y coeficiente de variación), así como el registro de actividad física y ejercicio y la ingesta de

carbohidratos. Estas mediciones se llevaron a cabo al inicio de la terapia con infusión subcutánea continua de insulina (CSII) combinada con monitoreo continuo de glucosa (CGM), estableciendo una línea base, y a los tres meses de seguimiento.

Los pacientes fueron seleccionados para el estudio si cumplían con los siguientes requisitos: ser mayor de edad, contar con un diagnóstico de DM1, indicación de su médico tratante para iniciar terapia con infusión subcutánea continua de insulina (CSII) combinada con monitoreo continuo de glucosa (CGM) utilizando tecnología MiniMed® 670G o 780G, historial de manejo con varias dosis diarias de insulina (MDI) o CSII con tecnologías previas (Paradigm® 754, MiniMed® 640G), y un período mínimo de manejo con MDI de 3 meses durante la transición a la nueva tecnología.

Se brindó formación a todos los pacientes sobre el uso de la nueva tecnología (CSII más CGM) y en conteo de carbohidratos, ofrecida por una instructora acreditada por Medtronic®. Además, se les proporcionaron indicaciones personalizadas para rutinas de ejercicio, adaptadas a las características individuales de cada paciente, por un residente de segundo año de la especialidad en medicina de la actividad física y del deporte.

Fueron excluidos del estudio los pacientes con diagnóstico de DM2, aquellos que recibían tratamiento con medicamentos hipoglucemiantes distintos a la insulina y las mujeres embarazadas. Los datos fueron obtenidos de las historias clínicas, y posteriormente, tres investigadores capacitados analizaron las mediciones recopiladas, que incluyeron medidas antropométricas obtenidas mediante impedanciometría y parámetros de control glucémico con CSII más CGM utilizando el sistema CARELINK®.



**Figura 1.** Flujograma que muestra el proceso de selección de pacientes.

En un principio, se inscribieron 30 pacientes, quienes recibieron capacitación por parte del servicio de endocrinología y tecnologías en diabetes del Hospital de San José, en Bogotá, durante el período comprendido entre enero y julio de 2022. Los datos obtenidos a través de encuestas digitales fueron trasladados a una hoja de cálculo en Microsoft Excel® e inmediatamente importados al software estadístico Stata17®, el cual se utilizó para desarrollar la observación. Se realizó un análisis descriptivo de los datos, en el que las variables cuantitativas se resumieron

utilizando la mediana y el rango intercuartílico, entre tanto que las variables cualitativas se expresaron en términos de frecuencias absolutas y relativas. Para contrastar proporciones, se utilizó la prueba exacta de McNemar, mientras que las medianas fueron comparadas mediante la prueba de rangos signados para datos apareados o de Wilcoxon. El valor de  $p < 0,05$  significativo.

El protocolo recibió la aprobación por los Comités de Ética e Investigaciones del Hospital de San José, en Bogotá. La investigación se ejecutó de acuerdo con los principios señalados en la Resolución 8430 de octubre de 1993, la cual clasifica el estudio como de bajo riesgo, ya que no se intervino de manera diferente en el grupo de estudio respecto al tratamiento prescrito por su médico tratante, consistente en la terapia de infusión subcutánea continua de insulina (CSII). El equipo de investigación adoptó los principios de la Declaración de Helsinki, reconociendo la importancia de los esfuerzos investigativos debido a los posibles beneficios que podrían derivarse. La responsabilidad de proteger la información recayó en el equipo médico involucrado en el estudio.

## **Resultados**

### ***Variables demográficas y generales***

De enero a julio de 2022, 30 personas con diabetes mellitus tipo 1 (DM1) comenzaron terapia con infusión subcutánea continua de insulina (CSII) combinada con monitoreo continuo de glucosa (CGM) y fueron incluidos en el presente estudio. Del total, 16 de ellas (60 %) eran de sexo masculino, con una mediana de edad de 32 años (RIC: 24-45 años), siendo la edad mínima de 19 años y la máxima de 74 años.

### ***Características clínicas***

Entre las características clínicas más comunes al inicio de la terapia, la mayoría de los pacientes presentaron antecedentes de tratamiento con MDI, siendo la insulina glargina U100 la más utilizada en el 73,3 % (n=22), seguida de la insulina glulisina en el 53,3 % (n=16) y la insulina Lispro en el 46,6 % (n=14). El tiempo transcurrido desde el diagnóstico de la enfermedad en la muestra estudiada tuvo una mediana de 17 años (RIC: 11-22 años).

Las razones médicas más comunes para optar por la terapia con infusión subcutánea continua de insulina (CSII) y monitoreo continuo de glucosa (CGM) fueron: hipoglucemias usuales o graves, definidas como tres o más episodios semanales con glucosa  $<70$  mg/dl y/o  $\leq 54$  mg/dl, presentes en el 86,6 % (n = 26) de los casos, y alta variabilidad glucémica, observada en el 72,3 % (n = 22).

El 53,3 % (n=16) de los pacientes presentaban complicaciones microvasculares, siendo la enfermedad renal diabética la más común, con un 62,5 % (10/16) de los casos. Ninguno de los pacientes mostró complicaciones macrovasculares (ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Perfil general de los pacientes con DM1 que comenzaron el tratamiento con CSII combinado con CGM.

<b>Variables</b>	<b>n= 30</b>
<b>Sexo, n (%)</b>	
Masculino	18 (60)
<b>Edad, mediana (RIC)</b>	
Mínima	19
Máxima	74
<b>Etnia, n (%)</b>	
Mestizo	29 (96.6)
Afrocolombiano	1 (3.3)
<b>Tiempo diagnostico años, mediana (RIC)</b>	
	17 (11-22)
<b>Insulina utilizada antes de inicio de CSII, n (%)</b>	
Insulina Glargina U100	22 (73.3)
Insulina Glargina U300	4 (13.3)
Insulina <u>De</u> gludec	13 (43.3)
Insulina <u>De</u> temir	0 (0)
Insulina <u>Gl</u> ulisina	16 (53.3)
Insulina <u>Li</u> spro	16 (46.6)
Insulina <u>As</u> part	6 (20)
Insulina NPH	7 (23.3)
Insulina Cristalina	5 (16.6)
<b>Indicaciones para inicio terapia con CSII, n(%)</b>	
Hipoglucemias frecuentes o graves	26 (86.6)
Mal control metabólico	12 (40)
Alta variabilidad	22 (73.3)
Otros	3 (10)
<b>Complicaciones Microvasculares, n (%)</b>	
Si	16 (53.3)
Retinopatía	8/16 (50)
Enfermedad renal diabética	10/16 (62.5)
Neuropatía	5/16 (31.2)

En cuanto a la composición corporal basal, la mediana del peso fue de 62,8 kg (RIC: 58-69,3 kg), el índice de masa corporal (IMC) fue de 24,8 kg/m<sup>2</sup> (RIC: 21,3-26,1 kg/m<sup>2</sup>), la grasa corporal fue del 24,8 % (RIC: 17,6 %-35 %), la masa muscular alcanzó el 34,1 % (RIC: 27,9 %-40,9 %) y la grasa visceral fue de 5,5 kg (RIC: 3-8 kg).

En relación con el control glucémico, la mediana del tiempo en rango (TIR: 70-180 mg/dl) fue del 70 % (RIC: 57 %-78 %). La hiperglucemia de nivel I (>180 mg/dl a <250 mg/dl) presentó una mediana del 19,5 % (RIC: 15 % - 28 %), mientras que la hiperglucemia de nivel II (>250 mg/dl) fue del 5 % (RIC: 2 %-9 %). La hipoglucemia de nivel I (<70 mg/dl a >54 mg/dl) tuvo una mediana del 2 % (RIC: 1 % - 3 %), y la de nivel II (<54 mg/dl) fue del 0 % (RIC: 0 % -1 %).

Por su parte, en la hemoglobina glucosilada (HbA1c), la mediana fue del 7,5 % (RIC: 7 % - 8,7 %). Respecto al coeficiente de variación (CV), el 43,3 % de los pacientes (n = 13) presentó un CV ≥36 %, mientras que el 56,6 % (n = 17) tuvo un CV <36 % (ver tabla 2).

Además, la mediana de la dosis diaria de insulina administrada fue de 31,8 UI (RIC: 24 UI – 46,8 UI), y el 50 % (n=15) de los pacientes presentó un consumo de carbohidratos superior a 150 g/día.

**Tabla 2.** Composición corporal, manejo glucémico, dosis de insulina administrada, consumo de carbohidratos al inicio y en el seguimiento (3 meses).

Variables	Inicio	Control (3 meses)	P valor
<b>Composición corporal, mediana (RIC)</b>			
Peso (kg)	62.8 (58 - 69.3)	63.1 (59 - 72)	0.1167
Talla (cms)	166.5 (157 - 173)	-	-
IMC kg/m <sup>2</sup>	23.6 (21.3 - 26.1)	24.3 (22.3 - 26)	0.8453
% Grasa corporal	24.8 (17.6 - 35)	24.9 (17.5 - 34.1)	0.5377
% musculo	34.1 (27.9 - 40.9)	34.4 (27.9 - 38)	0.2942
Grasa visceral (kg)	5.5 (3 - 8)	6 (4 - 8)	0.8474
<b>Control glucémico, mediana (RIC), n (%)</b>			
HbA1c (%)	7.5 (7 - 8.7)	6.8 (6.7 - 7.1)	0.0001
% Tiempo en rango (70-180 mg/dl)	70 (57 - 78)	79 (68 - 85)	0.0080
% Tiempo en hiperglucemia nivel I (>180 y <250 mg/dl)	19.5 (15 - 28)	15 (13 - 23)	0.0608
% Tiempo en hiperglucemia nivel II (>250 mg/dl)	5 (2 - 9)	3 (1 - 6)	0.0947
% Tiempo en hipoglucemia nivel I (<70 y >54 mg/dl) 2 (1 - 3)	2 (1 - 2)		0.5724
% Tiempo en Hipoglucemia nivel II (<54 mg/dl)	0 (0 - 1)	0 (0 - 1)	0.0979
<b>% Coeficiente de variación n (%)</b>			
≥36%	13 (43.3)	8 (27.5)	0.2482
<36%	17 (56.6)	21 (72.4)	
<b>Cantidad insulina diaria (UI), mediana (RIC)</b>			
	31.8 (24-46.8)	35 (25.9 - 44.4)	0.1035
<b>Cantidad Carbohidratos/día, n (%)</b>			
≥150 gr/día	15 (50)	16 (55.1)	0.7389
<150 gr/día	15 (50)	13 (44.8)	

En el estudio actual también se analizó la práctica de actividad física y ejercicio al inicio del tratamiento con CSII más CGM. El 76,6 % (n=23) de los pacientes realizaban alguna actividad o ejercicio, de los cuales el 73,9 % (n=17) cumplía con una duración mínima de 150 minutos por semana.

El tipo de ejercicio más frecuente fue el de resistencia cardiovascular, realizado por el 66,7 % (n=20) de los pacientes (ver tabla 3).

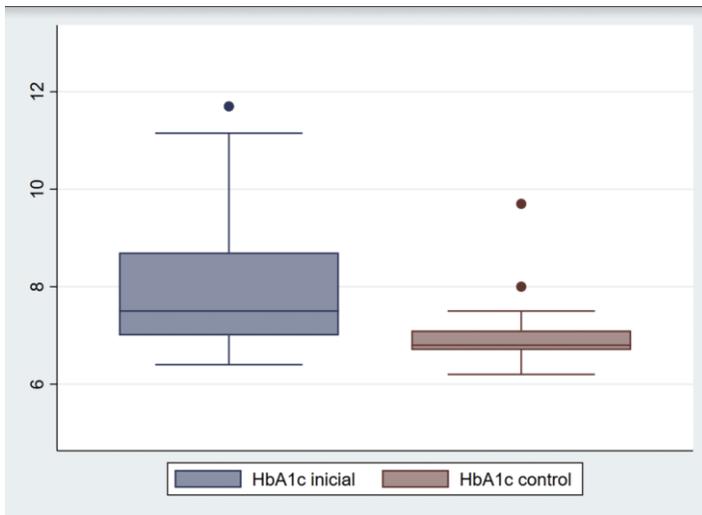
**Tabla 3.** Realización de ejercicio, tipo y duración al inicio y control (3 meses).

Variables	Inicio	Control (3 meses)	P valor
<b>Realización ejercicio, n (%)</b>			
No	7 (23.3)	5/29 (17.2)	0.4795
<3 veces/semana	9 (30)	7/29 (24.1)*	0.5637
3-5 veces/semana	6 (20)	9/29 (31)	0.1573
>5 veces/semana	8 (26.7)	8/29 (27.6)	1.0000
<b>Tipo de ejercicio realizado, n (%)</b>			
Resistencia	20 (66.7)	23/29 (79.3)	0.1573
Fuerza	10 (33.3)	7/29 (24.1)	0.2568
Flexibilidad	4 (13.3)	5/29 (17.2)	0.7055
<b>Tiempo realizado ejercicio semanal, n (%)</b>			
≥150 min/semana	17 (73.9)	17 (70.8)	0.5637
<150 min/semana	6 (26)	7 (29.1)	

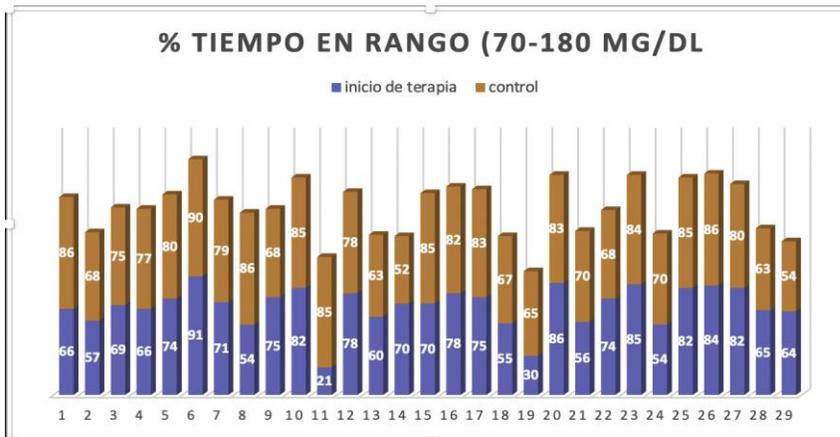
\*7/29 pacientes realizaban algún tipo de actividad física, sin embargo, no siguieron las indicaciones

Después de tres meses de seguimiento, se observaron mejoras significativas en el control glucémico, con una disminución en la mediana de HbA1c, que pasó del 7,5 % al 6,8 % (p = 0,0001).

La proporción de valores de glucosa dentro del rango (TIR) acrecentó del 70 % al 79 % ( $p = 0,0080$ ). De otra mano, no se comprobaron cambios significativos en la mediana del tiempo en hiperglucemia de nivel I, que pasó de 19,5 % a 15 % ( $p = 0,0608$ ), ni de nivel II, que disminuyó de 5 % a 3 % ( $p = 0,0947$ ). Tampoco se observaron cambios significativos en el tiempo en hipoglucemia de nivel I, que se mantuvo en 2 % ( $p = 0,5724$ ), ni de nivel II, que permaneció en 0 % ( $p = 0,0979$ ). Por último, no hubo variación significativa en el coeficiente de variación (CV)  $\geq 36$  %, que disminuyó del 43,3 % al 27,5 % ( $p = 0,2482$ ), ni en el CV  $< 36$  %, que pasó del 56,6 % al 21 % ( $p = 0,2482$ ) (ver figura 1 y 2).



**Figura 1.** Diagrama boxplot HbA1c inicio y control (3 meses).



**Figura 2.** Diagrama cambios TIR dentro del objetivo por paciente al inicio y control (3 meses).

A los 3 meses de seguimiento, no se encontraron cambios significativos en la composición corporal en ninguno de sus componentes: la mediana del peso pasó de 62,8 kg a 63,1 kg ( $p = 0,1167$ ), el IMC de 23,6  $\text{kg}/\text{m}^2$  a 24,3  $\text{kg}/\text{m}^2$  ( $p = 0,8453$ ), el porcentaje de grasa corporal de 24,8 % a 24,9 %

( $p = 0,5377$ ), el porcentaje de músculo de 34,1 % a 34,4 % ( $p = 0,2942$ ) y la grasa visceral de 5,5 kg a 6 kg ( $p = 0,8474$ ) (Ver tabla 2).

En cuanto a la cantidad de insulina utilizada, aunque se observó un aumento a los 3 meses de tratamiento, la mediana no fue relevante, pasando de 31,8 UI a 35 UI ( $p = 0,1835$ ). Por otro lado, el porcentaje de pacientes que consumían carbohidratos  $\geq 150$  gr/día aumentó del 50 % al 55,1 % ( $n=16$ ), sin embargo, este cambio no alcanzó significancia estadística ( $p = 0,7389$ ).

Asimismo, aunque se indicaron rutinas personalizadas de actividad física al inicio de la terapia con infusión subcutánea continua de insulina (CSII) más monitoreo continuo de glucosa (CGM), diseñadas según los resultados de bioimpedanciometría, no se registró una disminución significativa en el porcentaje de personas que no realizaban actividad física o ejercicio. Este porcentaje pasó del 23,3 % ( $n = 7$ ) al 17,2 % ( $n = 5/29$ ) a los tres meses ( $p = 0,4795$ ).

Es importante destacar que, 5 individuos, es decir el 16,7 %, que no hacían ejercicio al principio, comenzaron a llevar a cabo algún tipo de actividad, posterior a las indicaciones proporcionadas. De estas, 4 lo hicieron con una frecuencia inferior a la recomendada ( $<3$  veces/semana), mientras que 1 persona cumplió con las indicaciones, realizando actividad de 3 a 5 veces por semana y alcanzando un tiempo  $\geq 150$  minutos semanales.

En relación con la frecuencia semanal de actividad física o ejercicio, se observó una disminución no significativa en el porcentaje de pacientes que realizaban actividad física  $<3$  veces por semana, pasando del 30 % al 24,1 % ( $p = 0,5637$ ). De estos, 7 de 29 pacientes realizaban algún tipo de actividad fuera de las indicaciones impartidas en cuanto a tiempo y duración. Por otro lado, hubo un aumento no significativo en el porcentaje de pacientes que realizaban actividad física entre 3 y 5 veces por semana, del 20 % al 31 % ( $p = 0,1573$ ), y de aquellos que practicaban  $\geq 5$  veces por semana, del 26,7 % al 27,6 % ( $p = 1,0000$ ).

En cuanto al tipo de ejercicio realizado, a los tres meses, no se evidenciaron cambios significativos. El porcentaje de pacientes que realizaban ejercicios de resistencia aumentó del 66,7% al 79,3 % ( $p = 0,1573$ ), mientras que el porcentaje de quienes realizaban ejercicios de fuerza disminuyó del 33,3 % al 24,1 % ( $p = 0,2568$ ). Por su parte, el porcentaje de pacientes que practicaban ejercicios de flexibilidad aumentó ligeramente, del 13,3 % al 17,2 % ( $p = 0,7055$ ).

Finalmente, respecto al tiempo dedicado al ejercicio según las recomendaciones actuales ( $\geq 150$  minutos por semana), no se observaron cambios significativos, pasando del 73,9 % al 70,8 % ( $p = 0,5637$ ).

## Discusión

El tratamiento combinado de CSII y CGM ha mostrado, en diversos estudios, su efectividad para mejorar el control metabólico en personas con DM1. En este caso, se realizó un estudio de cohorte retrospectivo con un único grupo de pacientes que cambiaron de tratamiento con MDI a CSII. Durante el estudio, se evaluaron aspectos como los cambios en la composición corporal, el desarrollo de sobrepeso y obesidad, el control glucémico, la cantidad de insulina administrada, el consumo de carbohidratos y el porcentaje de hipoglucemias. Los pacientes recibieron capacitación en un solo centro ubicado en Bogotá.

En el marco de la actual pandemia de obesidad y sobrepeso, que también afecta a las personas con DM1, el peso corporal puede fluctuar según el tipo de tratamiento administrado, ya sea con MDI o CSII. Esto se debe a que ambos enfoques terapéuticos pueden implicar variaciones en las dosis de insulina, el control de la glucosa en sangre y los hábitos alimentarios.

En consecuencia, se llevó a cabo este estudio con el objetivo de explorar la posible relación entre el tratamiento con CSII, los cambios en la composición corporal, el control glucémico, y el desarrollo de sobrepeso y obesidad.

Los resultados del estudio indican que las personas con DM1, que tenían antecedentes de tratamiento con MDI y comenzaron con terapia de CSII, no experimentaron cambios significativos en su composición corporal, en términos de peso, IMC, porcentaje de grasa corporal, masa muscular ni grasa visceral, a los tres meses de haber iniciado el tratamiento. Empero, en cuanto al control glucémico, encontramos una mejoría significativa del porcentaje de TIR dentro del objetivo (70 – 180 mg/dl) y reducción de la HbA1c.

Este estudio es comparable a otros ya realizados a nivel mundial, como el estudio de Mehta et al. donde se evaluaron personas con DM1 >18 años, que hicieron transición de MDI a CSII entre 2012 a 2013 en dos centros, en el cual se encontró una reducción significativa en la HbA1c, sin embargo, no hubo cambios en el peso en ninguno de los centros después de 1 año de seguimiento (27).

Además, el TIR dentro del objetivo, aumentó del 70 % al 79 % ( $p= 0,0080$ ), el cual se correlaciona con hallazgos evidenciados en otros estudios como en el de Garg et al. (24) en donde el aumento fue del 68 % al 73 % ( $p <0,001$ ); sin embargo, en nuestro estudio fue mayor el porcentaje de pacientes en TIR y con HbA1c en metas, comparativamente.

En el presente estudio se evaluaron otras medidas relacionadas con el control glucémico, como el tiempo en hiperglucemia de nivel I y II, el tiempo en hipoglucemia de nivel I y II, y el coeficiente de variación (CV). No obstante, no se observaron cambios significativos a los tres meses, posiblemente porque los pacientes no presentaban un mal control glucémico al inicio de la terapia.

Con respecto a los hallazgos relacionados con la composición corporal (peso, IMC, porcentaje de grasa corporal, porcentaje de músculo y grasa visceral), podrían plantearse diversas hipótesis. Entre ellas, resulta relevante considerar que no se evidenció un aumento significativo en la dosis de insulina posterior al inicio de la terapia con CSII más CGM. Esto adquiere importancia si se tiene en cuenta la fisiología del uso de insulina exógena, la cual está asociada a un mayor riesgo de aumento de peso y cambios en la composición corporal.

Por otro lado, no se observó un incremento significativo en el consumo de carbohidratos, a pesar de que la terapia con CSII más CGM permite una mayor flexibilidad en la dieta y facilita un mejor manejo del conteo de carbohidratos. Estos resultados podrían estar relacionados con la baja incidencia de eventos de hipoglucemia registrados tanto al inicio como a los tres meses de terapia. Esto podría traducirse en una menor necesidad de consumo adicional de carbohidratos y en una menor frecuencia de correcciones con insulina.

Adicionalmente, el factor tiempo, que en nuestro estudio fue de tres meses, podría estar relacionado con los resultados obtenidos. Al comparar estos hallazgos con los reportados en otros

estudios, como los de la Unidad de Diabetes del Hospital Universitario Federico II de Nápoles, se identificaron diferencias relevantes. En dicho estudio, realizado de manera retrospectiva durante un período de 6 a 10 años en personas con DM1 tratadas con CSII y MDI, se observó un incremento lineal del peso corporal de 0,5 kg/año. Pese a esto, no se evidenciaron diferencias significativas en la reducción de HbA1c ni en la cantidad de insulina diaria utilizada entre ambos tipos de terapia durante el tiempo de observación (28).

En cuanto a la actividad física, se observó una reducción no significativa en el porcentaje de pacientes que no realizaban ningún tipo de ejercicio o actividad física tras tres meses de iniciar la terapia, a pesar de haber recibido indicaciones personalizadas. No obstante, el 24,1 % de los pacientes, aunque no cumplan con las recomendaciones impartidas, comenzaron a realizar algún tipo de actividad física.

Es importante destacar que cinco pacientes (16,7 %) que no realizaban ningún tipo de actividad física o ejercicio al inicio de la terapia, iniciaron alguna forma de actividad tras recibir las recomendaciones. Posiblemente, estos hallazgos estén relacionados con la persistencia de temores o preocupaciones sobre la aparición de hipoglucemias asociadas al ejercicio.

De otra mano, al comparar esta investigación con la de Prídavková et al. (29), en la que se evaluaron 31 personas que cambiaron de manejo de MDI a CSII, se analizaron la composición corporal, la variabilidad glucémica, los parámetros bioquímicos y la actividad física antes y 6 meses después del inicio de la terapia. En ese estudio, se observó un aumento significativo en el porcentaje de masa muscular en ambos sexos, junto con una reducción de la grasa visceral, especialmente en los hombres. No obstante, estos cambios estuvieron relacionados con un aumento en la actividad física y una disminución de la variabilidad glucémica.

En el presente estudio, no se observaron cambios significativos en la composición corporal en ninguno de sus componentes. Esto podría estar relacionado con la dificultad para lograr una adherencia adecuada a las recomendaciones de actividad física y ejercicio brindadas al inicio del tratamiento con CSII más CGM. Estos resultados sugieren que, de haberse seguido de manera más estricta dichas indicaciones, los resultados en términos de composición corporal y control glucémico podrían haber sido más favorables. Una ventaja destacada en este estudio fue la ausencia de ganancia de peso a corto plazo tras el inicio de la terapia con CSII.

## **Conclusiones**

Este trabajo presenta varios aspectos destacados, siendo el primero de su tipo realizado en la población colombiana. Todos los datos recolectados provienen de un único centro especializado en endocrinología y tecnologías para el manejo de la diabetes, que cuenta con un equipo de especialistas con amplia experiencia y trayectoria en el área. Adicionalmente, se contó con el apoyo del servicio de medicina de la actividad física y del deporte, lo que permitió un abordaje integral para el inicio de la terapia con CSII más CGM, alineado con las recomendaciones actuales. Aunque el diseño del estudio fue retrospectivo, la metodología utilizada, en la que los pacientes actuaron como sus propios controles, ayudó a reducir el impacto de factores de confusión.

Entre las limitaciones del estudio destacan el tamaño reducido de la muestra, asociado a la prevalencia local de DM1, las restricciones en el acceso a servicios de salud, y las dificultades para

adquirir esta terapia de alta tecnología, que presenta indicaciones muy específicas y es accesible para un número limitado de pacientes. Asimismo, el tiempo de seguimiento, limitado a tres meses, plantea la necesidad de extender las evaluaciones a periodos más prolongados, como seis y doce meses, utilizando la misma población participante para obtener resultados más robustos y extrapolables.

Además, es necesario contar con más información para identificar otros factores que podrían estar asociados con el aumento de la composición corporal, el sobrepeso y la obesidad en esta población. A partir de los resultados obtenidos, consideramos esencial implementar una mayor educación en nutrición y actividad física, lo cual podría tener un impacto más relevante y generar mejores beneficios y resultados en personas con DM1 que reciben terapia con CSII y CGM.

**Financiación:** los autores declaran que no han recibido financiación.

**Declaraciones:** los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Agradecimientos:** al servicio de endocrinología y tecnologías en diabetes del Hospital de San José de la ciudad de Bogotá, que nos permitió acceder a la información, a la doctora Claudia Ibáñez, asesora metodológica de este proyecto por su apoyo constante.

## Referencias

1. Dabelea D, Mayer-Davis EJ, Saydah S, Imperatore G, Linder B, Divers J, et al. Prevalence of type 1 and type 2 diabetes among children and adolescents from 2001 to 2009. *JAMA*. 2014 May 7;311(17):1778–86. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.3201>
2. Rawshani A, Rawshani A, Franzén S, Eliasson B, Svensson AM, Miftaraj M, McGuire DK, Sattar N, Rosengren A, Gudbjörnsdóttir S. Mortality and Cardiovascular Disease in Type 1 and Type 2 Diabetes. *New England Journal of Medicine*. 2017 Jul 20;377(3):300–1. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1608664>
3. Zimmet P, Alberti KGMM, Shaw J. Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature* [Internet]. 2001 Dec 13 [cited 2022 Oct 15];414(6865):782–7. <https://doi.org/10.1038/414782a>
4. Patterson CC, Harjutsalo V, Rosenbauer J, Neu A, Cinek O, Skrivarhaug T, et al. Trends and cyclical variation in the incidence of childhood type 1 diabetes in 26 European centres in the 25-year period 1989–2013: a multicentre prospective registration study. *Diabetologia*. 2019 Mar 1;62(3):408–17. <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4763-3>
5. Karvonen M. Incidence and trends of childhood Type 1 diabetes worldwide 1990-1999. *Diabetic Medicine*. 2006 Aug;23(8):857–66. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2006.01925.x>
6. Aschner P. Epidemiología de la diabetes en Colombia. *Avances en Diabetología*. 2010 Apr;26(2):95–100. [https://doi.org/10.1016/S1134-3230\(10\)62005-4](https://doi.org/10.1016/S1134-3230(10)62005-4)
7. Kjaer IGH, Kolle E, Hansen BH, Anderssen SA, Torstveit MK. Obesity prevalence in Norwegian adults assessed by body mass index, waist circumference and fat mass percentage. *Clin Obes*. 2015 Aug;5(4):211–8. <https://doi.org/10.1111/cob.12100>
8. Flegal KM, Kruszon-Moran D, Carroll MD, Fryar CD, Ogden CL. Trends in obesity among adults in the United States, 2005 to 2014. *JAMA*. 2016 Jun 7;315(21):2284–91. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.6458>

9. Conway B, Miller RG, Costacou T, Fried L, Kelsey S, Evans RW, et al. Temporal patterns in overweight and obesity in Type 1 diabetes. *Diabetic Medicine*. 2010;27(4):398–404. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2010.02956.x>
10. Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Curtin LR. Prevalence and Trends in Obesity Among US Adults, 1999-2008 [Internet]. Available from: [www.jamaarchivescme.com](http://www.jamaarchivescme.com)
11. Wilkin TJ. The accelerator hypothesis: A review of the evidence for insulin resistance as the basis for type I as well as type II diabetes. *International Journal of Obesity*. 2009; 33(7): 716–26. <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.97>
12. Barone B, Rodacki M, Zajdenverg L, Almeida MH, Cabizuca CA, Barreto D, et al. Family history of type 2 diabetes is increased in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2008 Oct;82(1):e1-4. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2008.03.015>
13. Knerr I, Wolf J, Reinehr T, Stachow R, Grabert M, Schober E, et al. The “accelerator hypothesis”: Relationship between weight, height, body mass index and age at diagnosis in a large cohort of 9,248 German and Austrian children with type 1 diabetes mellitus. *Diabetologia*. 2005 Dec;48(12):2501–4. <https://doi.org/10.1007/s00125-005-0033-2>
14. Burr JF, Shephard RJ, Facsm D, Riddell MC. Physical Activity Series Physical activity in type 1 diabetes mellitus Assessing risks for physical activity clearance and prescription. 2012 May;58(5):533-5. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3352790/>
15. Taleb N, Haidar A, Messier V, Gingras V, Legault L, Rabasa-Lhoret R. Glucagon in artificial pancreas systems: Potential benefits and safety profile of future chronic use. *Diabetes Obes Metab*. 2017 Jan;19(1):13-23. <https://doi.org/10.1111/dom.12789>
16. Colberg SR, Laan R, Dassau E, Kerr D. Physical activity and type 1 diabetes: Time for a rewire? *J Diabetes Sci Technol*. 2015 May 1;9(3):609–18. <https://doi.org/10.1177/1932296814566231>
17. Francescato MP, Stel G, Stenner E, Geat M. Prolonged exercise in type 1 diabetes: Performance of a customizable algorithm to estimate the carbohydrate supplements to minimize glycemic imbalances. *PLoS One*. 2015 Apr 28;10(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125220>
18. Matteucci E, Giampietro O, Covolan V, Giustarini D, Fanti P, Rossi R. Insulin administration: Present strategies and future directions for a noninvasive (possibly more physiological) delivery. *Drug Des Devel Ther*. 2015 Jun 17;9:3109-18. <https://doi.org/10.2147/dddt.s79322>
19. Edgerton DS, Lautz M, Scott M, Everett CA, Stettler KM, Neal DW, et al. Insulin’s direct effects on the liver dominate the control of hepatic glucose production. *Journal of Clinical Investigation*. 2006 Feb 1;116(2):521–7. <https://doi.org/10.1172/jci27073>
20. Weight Gain Associated With Intensive Therapy in the Diabetes Contraband Complications Trial [Internet]. <https://doi.org/10.2337/diacare.11.7.567>
21. Nansel TR, Lipsky LM, Iannotti RJ. Cross-sectional and longitudinal relationships of body mass index with glycemic control in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract*. 2013 Apr;100(1):126–32. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2012.12.025>
22. Professional Practice Committee for the Standards of Medical Care in Diabetes—2016. *Diabetes Care*. 2016 Jan 1;39(Supplement\_1):S107–8. <https://doi.org/10.2337/dc16-s018>
23. Alderisio A, Bozzetto L, Franco L, Riccardi G, Rivellese AA, Annuzzi G. Long-term body weight trajectories and metabolic control in type 1 diabetes patients on insulin pump or multiple daily injections: A 10-year retrospective controlled study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2019 Oct 1;29(10):1110–7. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2019.06.008>
24. Kropff J, DeVries JH. Continuous Glucose Monitoring, Future Products, and Update on Worldwide Artificial Pancreas Projects. *Diabetes Technol Ther*. 2016 Feb 1;18(S2):S253–63. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26784131/>
25. Forlenza GP, Buckingham B, Maahs DM. Progress in Diabetes Technology: Developments in Insulin Pumps, Continuous Glucose Monitors, and Progress towards the Artificial Pancreas. *Journal of Pediatrics*. 2016 Feb 1;169:13–20. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.10.015>
26. Garg SK, Weinzimer SA, Tamborlane W v., Buckingham BA, Bode BW, Bailey TS, et al. Glucose Outcomes with the In-Home Use of a Hybrid Closed-Loop Insulin Delivery System in Adolescents and

- Adults with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther.* 2017 Mar 1;19(3):155–63. <https://doi.org/10.1089/dia.2016.0421>
27. Mehta SN, Andersen HU, Abrahamson MJ, Wolpert HA, Hommel EE, McMullen W, et al. Changes in HbA1c and Weight Following Transition to Continuous Subcutaneous Insulin Infusion Therapy in Adults with Type 1 Diabetes. *J Diabetes Sci Technol.* 2017 Jan 1;11(1):83–6. <https://doi.org/10.1177/1932296816658900>
28. Alderisio A, Bozzetto L, Franco L, Riccardi G, Rivellese AA, Annuzzi G. Long-term body weight trajectories and metabolic control in type 1 diabetes patients on insulin pump or multiple daily injections: A 10-year retrospective controlled study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases.* 2019 Oct 1;29(10):1110–7. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2019.06.008>
29. Prídavková D, Samoš M, Kazimierová I, Šutarík L, Fraňová S, Galajda P, et al. Insulin Pump Therapy-Influence on Body Fat Redistribution, Skeletal Muscle Mass and Ghrelin, Leptin Changes in T1D Patients. *Obes Facts.* 2018 Dec 1;11(6):454–64. <https://doi.org/10.1159/000493734>