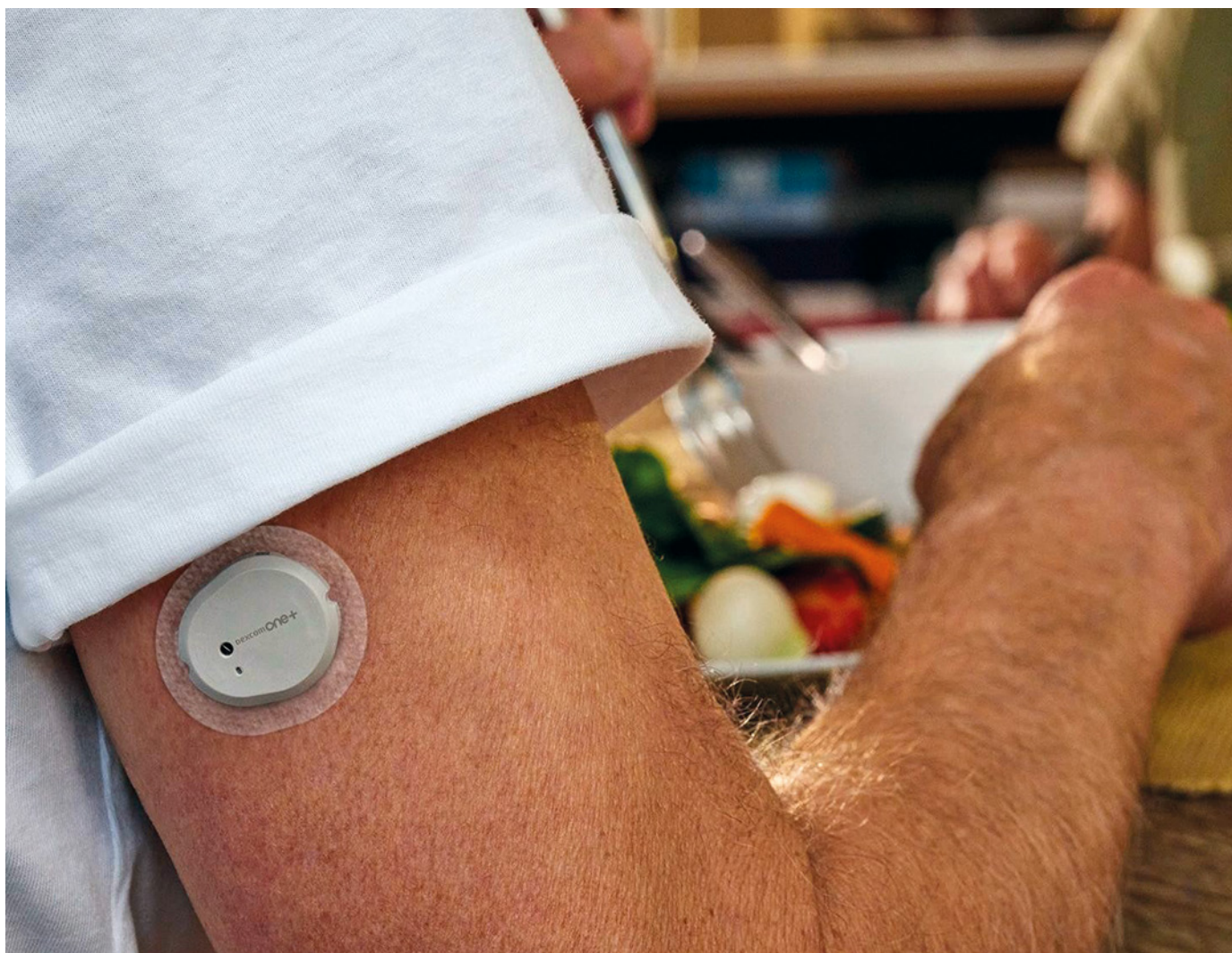


**Daria Roca.**

Enfermera Práctica Avanzada en Diabetes.
Hospital Clínic de Barcelona.

**Pedro J. Pinés.**

Servicio de Endocrinología y Nutrición,
Complejo Hospitalario Universitario de Albacete.
Facultad de Medicina de Albacete.



La tecnología como aliada para hacer más fácil tu día a día

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad crónica, a pesar de los innumerables avances terapéuticos y tecnológicos de los últimos tiempos, continúa teniendo un manejo complicado y exigente para los pacientes, especialmente cuando el plan de manejo debe incluir tratamiento con insulina. Un estudio reciente realizado en 186 personas con DM tipo 1, utilizando los cuestionarios validados *Problem Areas In Dia-*

betes 5 items (PAID-5) y *World Health Organization-5 Well-Being Index* (WHO-5), permitió evidenciar que más del 50% de los participantes reportaban estrés relacionado con la diabetes y aproximadamente el 25% referían un bienestar subjetivo afectado por la enfermedad (1). Esto implica que reducir la carga asociada a la enfermedad puede servir para mejorar los problemas de estrés y bienestar asociados a la diabetes.

DISPOSITIVOS «INTELIGENTES»

Desde las primeras inyecciones de insulina con jeringas de vidrio en 1922, la administración de insulina ha experimentado una notable evolución. Las plumas de insulina surgieron en la década de 1980 como una alternativa más cómoda y precisa a las jeringas tradicionales. Con el tiempo, las plumas han incorporado varias mejoras, como lectura digital, la posibilidad de medias unidades y, más recientemente, conectividad y memoria integrada. Esta evolución busca reducir errores y mejorar tanto el tratamiento como la calidad de vida de las personas con diabetes (2).

Aun así, los desafíos en el manejo del tratamiento con múltiples dosis de insulina (MDI) pueden reducir la adherencia a la terapia, lo que podría llevar a un control glucémico subóptimo.

La aparición de las plumas y capuchones inteligentes o conectados (*smartpens* y *smartcaps*) y su implementación ha puesto de manifiesto cómo una acción aparentemente sencilla, la técnica de administración de insulina, puede tener implicaciones clínicas importantes si no se realiza de forma adecuada. En el Cuestionario sobre Técnicas de Inyección (*Injection Technique Questionnaire [ITQ]*) de 2015, en el que participaron más de 13.000 personas con diabetes de 42 países, menos del 40% de los encuestados reportaron haber recibido instrucciones sobre inyecciones por parte de su equipo de atención en los últimos seis meses (3).

Los desafíos del inicio del tratamiento con MDI utilizando dispositivos tradicionales de dosificación y administración son muchos:

- Realización de la técnica de forma correcta.
- Entender cómo distintos factores influyen en el uso diario de la insulina.
- Dosis de insulina omitidas o retrasadas.
- Registro de las dosis de insulina, horarios y otra información relevante.
- Habilidades numéricas necesarias para calcular las dosis, raciones de hidratos de carbono, factor de sensibilidad, ratios e insulina activa.
- Aprender a interpretar los datos para ajustar las dosis de insulina.
- Incapacidad para determinar si una dosis de insulina se ha administrado o cuándo se ha hecho.
- Miedos y preocupaciones relacionados con la hipoglucemia.
- Determinar la estabilidad de la insulina en uso.

Las plumas de insulina conectadas representan una herramienta que puede ayudar a reducir los desafíos del tratamiento con MDI (4). A diferencia de las plumas tradicionales, permiten registrar automáticamente la hora, dosis y tipo de insulina administrada, reducir errores como las inyecciones repetidas no intencionadas y aportar información en tiempo real sobre la insulina activa (4,5).

¿QUÉ APORTAN REALMENTE LAS PLUMAS CONECTADAS?

Las diferentes plumas conectadas han mostrado una serie de beneficios en el día a día de las personas con diabetes (4):

- Permiten evaluar la adherencia a la terapia.
- Posibilidad de mejorar el tiempo en rango (TIR), reducir la variabilidad de la glucosa y el tiempo en hipoglucemia (< 70mg/dl).
- Destacar la relación entre insulina, ingesta y actividad física (importancia del tiempo de espera en comidas ricas en hidratos de carbono).
- Recordatorios de dosis de insulina.
- Integración con monitores continuos de glucosa e informes descargables (donde se integra la información de la glucosa y las dosis administradas).

Aunque parece ser que todo son ventajas, sin embargo, existen a día de hoy barreras para su implementación (4):

- Mayor coste en comparación con las plumas de insulina tradicionales.



LAS PLUMAS DE INSULINA SURGIERON EN LA DÉCADA DE 1980 COMO UNA ALTERNATIVA MÁS CÓMODA Y PRECISA A LAS JERINGAS TRADICIONALES. CON EL TIEMPO, LAS PLUMAS HAN INCORPORADO VARIAS MEJORAS, COMO LECTURA DIGITAL, LA POSIBILIDAD DE MEDIAS UNIDADES Y, MÁS RECIENTEMENTE, CONECTIVIDAD Y MEMORIA INTEGRADA

LA MCG HA TRANSFORMADO EL CONTROL DE LA DIABETES, Y LA EVIDENCIA CIENTÍFICA ACTUAL AVALA SU USO PARA TODAS LAS PERSONAS CON DIABETES QUE SE ENCUENTRAN EN TRATAMIENTO CON INSULINA, INDEPENDIENTEMENTE DE LA PAUTA DE TRATAMIENTO UTILIZADA



- » • Necesidad de capacitación adicional para usar el dispositivo.
- Falta de materiales educativos y orientación para los equipos sobre cómo interpretar los datos y desarrollar un plan de acción.
- Integración con todos los sistemas de MCG actuales.

Cabe destacar que la utilidad de estos dispositivos se ha comprobado en diferentes poblaciones: desde niños y embarazadas con DM tipo 1 hasta personas mayores.

Recientemente, un estudio de vida real ha demostrado que la combinación de sistemas de monitorización continua de glucosa (MCG) y plumas conectadas/inteligentes no solo mejora el control glucémico, sino que facilita una gestión más personalizada y segura de la diabetes, con menor riesgo de errores y omisiones (5).

IMPORTANCIA DEL PURGADO

La integración de estos dispositivos con sistemas de MCG ha puesto sobre la mesa la importancia del purgado, aspecto relevante en la técnica de inyección de insulina, que consiste en liberar una pequeña cantidad de insulina (1-2 unidades) antes de cada inyección para eliminar posibles burbujas de aire y comprobar que la aguja y el cartucho funcionan correctamente, observando gotas de insulina en la punta de la aguja (6).

Sabemos que existe una brecha entre la teoría y la práctica, y la falta de un purgado adecuado antes de cada inyección puede resultar »

» en dosis incompletas, lo cual puede contribuir a episodios de hiperglucemia inexplicada, variabilidad glucémica y falta de control, hecho que confirma la importancia de reforzar este paso tanto en la formación de profesionales como en la educación terapéutica de los pacientes. En una encuesta realizada a pacientes con DM tipo 2 se detectó que solo el 22% de los participantes realizaban el purgado antes de las inyecciones, el 5,5% consideraban que no era necesario, casi un 20% no sabían que era necesario purgar y un 45% lo hacían solo con el cambio de aguja.

Los primeros sistemas integrados de plumas conectadas con sistemas de MCG no discernían las dosis de purgado de la dosis inyectada, lo que podía conllevar ajustes erróneos de las dosis de insulina registradas automáticamente. Algunos sistemas podían diferenciarlo, rectificando posteriormente de forma manual cada una de las dosis, una tarea ardua que era llevada a cabo por muy pocos pacientes. La posibilidad de que algunos de estos sistemas (7) puedan discernir la dosis de purgado de la dosis administrada es una mejora relevante para un ajuste más preciso de las dosis y una comprobación de la técnica de inyección.

Las plumas conectadas a sistemas de MCG pueden aliviar la carga del tratamiento, mejorar la adherencia terapéutica y hacer que los pacientes se sientan más seguros y apoyados en su automanejo diario, siendo su aceptación muy alta.

IMPORTANCIA DE LA CONECTIVIDAD

La MCG ha transformado el control de la diabetes, y la evidencia científica actual avanza su uso para todas las personas con diabetes que se encuentran en tratamiento con insulina, independientemente de la pauta de tratamiento utilizada (8). Por todo ello, en España, los sistemas de MCG «intermitente» y «en tiempo real» se han incorporado progresivamente al Sistema Nacional de Salud a través de acuerdos del Consejo Interterritorial y resoluciones del Ministerio de Sanidad, estando actualmente financiados para cualquier persona en tratamiento con pauta bolo-basal de insulina (insulina de acción lenta y rápida), independientemente del tipo de diabetes.

A lo largo de los últimos años también hemos podido vivir la integración de los datos

de administración de insulina con plumas y capuchones inteligentes con los datos de la MCG, con el objetivo de facilitar el día a día de las personas con diabetes. De hecho, se recomienda ofrecer estas herramientas a todas las personas con diabetes que siguen una pauta de MDI (8). A pesar de estos avances, las personas con diabetes tienen que tomar decisiones con relación a su enfermedad continuamente. Se estima que una persona con diabetes pasa alrededor de 3 horas al año con su equipo sanitario y 8.757 horas al año siendo responsable de su propio autocuidado. Por este motivo, la educación terapéutica desempeña un papel clave en la adecuada evolución de la enfermedad, de modo que reducir la carga que supone la diabetes, automatizando la incorporación de datos relevantes, debería ser un objetivo clave en las decisiones terapéuticas.

En este sentido, existen diferentes opciones, muchas de ellas fácilmente accesibles, que tienen como objetivo potenciar los beneficios de la MCG para mejorar los resultados clínicos finales (control glucémico y complicaciones a largo plazo), mejorar los resultados percibidos por las personas con diabetes, reducir la carga de enfermedad asociada a la diabetes y facilitar el apoyo asistencial por parte del profesional.

INTEGRACIÓN DE DATOS

Como indicamos previamente, nuestro sistema sanitario ha regulado de manera progresiva la financiación pública de diferentes tipos de MCG «intermitente» y «en tiempo real», y existen diferentes dispositivos que deberían ser tenidos en cuenta a la hora de su elección basándonos en las circunstancias individuales, las preferencias y las necesidades de cada paciente (8). Los sistemas de MCG «en tiempo real» proporcionan lecturas automáticas y continuas de glucosa cada 1-5 minutos, que son transmitidas en tiempo real a un receptor, teléfono inteligente (smartphone) o «bomba de insulina» sin necesidad de la participación por parte del usuario. Estos sistemas incluyen alertas y alarmas predictivas que reducen el riesgo de hipoglucemias e hiperglucemias, facilitan los ajustes dinámicos en las dosis de insulina y reducen el riesgo de pérdida de información para su posterior análisis por el equipo sanitario (8,9).

Los sistemas de MCG permiten una visualización continua de los niveles de glucosa, lo »

LOS SISTEMAS DE MCG

«EN TIEMPO REAL»

PROPORCIONAN

LECTURAS

AUTOMÁTICAS

Y CONTINUAS

DE GLUCOSA CADA

1-5 MINUTOS, QUE

SON TRANSMITIDAS

EN TIEMPO REAL A UN

RECEPTOR, TELÉFONO

INTELIGENTE

(SMARTPHONE)

O «BOMBA

DE INSULINA»

SIN NECESIDAD

DE LA PARTICIPACIÓN

POR PARTE

DEL USUARIO



» que ayuda a las personas con diabetes a tomar decisiones más informadas en su vida diaria. Sin embargo, los beneficios del uso de la MCG se pueden incrementar cuando los pacientes reciben una educación terapéutica adecuada que facilite su autogestión. Para ello, la persona con diabetes debe aprender a utilizar de forma eficaz la información sobre los niveles previos de glucosa, los valores actuales y las flechas de tendencia mostradas. También deberían recibir información sobre el uso del software de análisis de datos por ordenador y de las representaciones gráficas del perfil glucémico ambulatorio para detectar patrones repetidos en sus perfiles de glucosa que puedan ser mejorados con ajustes en la dosificación de la insulina. Evidentemente, la incorporación de datos adicionales de manera automática, como las dosis de insulina, los patrones de actividad física o los patrones de sueño permiten contextualizar mejor las variacio-

nes en los niveles de glucosa y facilitan la toma de decisiones acertadas en los ajustes de las dosis de insulina. Actualmente, existen acuerdos entre diferentes empresas que permiten la integración de los datos de insulina y también de actividad física sobre los datos de MCG.

El objetivo final será la creación de un ecosistema de datos recibidos de diferentes aplicaciones móviles y de dispositivos wearables (relojes inteligentes, monitores de actividad física y ejercicio, sensores de sueño, registros de ciclo menstrual, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, ingestas, etc.) que permitan integrar datos en tiempo real con los registros de glucosa sin suponer una carga extra de enfermedad y ayudando a la persona con diabetes a comprender cómo todos estos factores influyen en el control glucémico.

» Para los profesionales sanitarios, el acceso a la información de la MCG complementada con los datos de administración de insulina, actividad física o ingestas, entre otros, permite optimizar el tiempo dedicado a la atención del paciente al facilitar la identificación de los desencadenantes específicos de descompensaciones glucémicas y la evaluación de la efectividad de los ajustes terapéuticos realizados. Además, la inteligencia artificial y los algoritmos de apoyo en las decisiones clínicas están comenzando a aprovechar esta información para generar recomendaciones terapéuticas individualizadas. Las diferentes tecnologías relacionadas con la inteligencia artificial no solo pueden ayudar a optimizar los procesos de atención de las personas con diabetes a través de la predicción de riesgos de complicaciones a corto y a largo plazo, sino que probablemente en poco tiempo también facilitarán la toma de decisiones por parte de pacientes y profesionales, reduciendo la carga de enfermedad y reduciendo los errores.

Finalmente, desde la pandemia de COVID-19 se impulsó el desarrollo de modelos de telemedicina y seguimiento remoto de las personas con diabetes. En este contexto, los datos integrados permiten una monitorización a distancia más eficaz, reduciendo la necesidad de visitas presenciales frecuentes. El acceso remoto a datos de glucosa, insulina, actividad física o ingestas permite a los equipos clínicos realizar ajustes terapéuticos con mayor agilidad. Además, mejora la continuidad asistencial y permite mantener una relación más cercana entre paciente y profesional, incluso a distancia (10). **D**



FIGURA 1. Enfoque integral de la diabetes (integración de datos de monitorización continua de glucosa, administración de insulina, datos de actividad física, frecuencia cardíaca y sueño). Imagen generada con inteligencia artificial con ChatGPT. OpenAI (2025). <https://chat.openai.com>

CONCLUSIONES

Las plumas y capuchones inteligentes o conectados ofrecen una fuente de datos objetivos para valorar el tratamiento, detectar omisiones o errores y evitar ajustes innecesarios, con la ventaja de que permiten un registro automático de las dosis, simplifican el tratamiento y propician un trabajo conjunto sobre aspectos educativos fundamentales en el automanejo de la diabetes. Como hemos visto a lo largo de este artículo, hay estudios que sugieren que estos dispositivos pueden mejorar el control glucémico, y la integración de sus datos y de los datos de actividad física reduce la necesidad de participación activa por parte de la persona con diabetes, reduciendo la carga de enfermedad al tiempo que facilita la comprensión del control glucémico y potencia la toma de decisiones de manera presencial y a distancia (Figura 1).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gallach M, Jara M, López MC, López L, Aznar S, Quílez R, Pinés PJ. Evaluación del bienestar subjetivo y del estrés emocional en una cohorte de personas con diabetes tipo 1. XXXV Congreso Española Sociedad de Diabetes. Granada, 10-12 de abril de 2024. Pósteres 218 y 219.
- Masierek M, Nabrdalik K, Janota O, Kwiendacz H, Macherski M, Gumprecht J. The Review of Insulin Pens—Past, Present, and Look to the Future. Front Endocrinol (Lausanne). 2022;13:827484. doi: 10.3389/fendo.2022.827484.
- Frid AH, Hirsch LJ, Menchior AR, Morel DR, Strauss KW. Worldwide Injection Technique Questionnaire study: injecting complications and the role of the professional. Mayo Clin Proc. 2016;91(9):1224-1230. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.07.004>.
- Sy SL, Munshi MM, Toschi E. Can Smart Pens Help Improve Diabetes Management? J Diabetes Sci Technol. 2022 May;16(3): 628-634. doi: 10.1177/1932296820965600.
- Danne TPA, Joubert M, Hartvig NV, Kaas A, Knudsen NN, Mader JK. Association Between Treatment Adherence and Continuous Glucose Monitoring Outcomes in People With Diabetes Using Smart Insulin Pens in a Real-World Setting. Diabetes Care. 2024 Jun 1;47(6):995-1003. doi: 10.2337/dc23-2176.
- Klonoff DC, Berard L, Franco DR, Gentile S, Gomez OV, Hussein Z, Jain AB, Kalra S, Anhalt H, Mader JK, Miller E, O'Meara MA, Robins M, Strollo F, Watada H, Heinemann L. Advance Insulin Injection Technique and Education With FITTER Forward Expert Recommendations. Mayo Clin Proc. 2025 Apr;100(4):682-699. doi: 10.1016/j.mayocp.2025.01.004.
- Manual de usuario Dexcom G7 y Dexcom ONE+.
- American Diabetes Association. Professional Practice Committee. Diabetes Technology: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care 2025;48 (Suppl. 1):S146–S166.
- Holt RIG, DeVries JH, Hess-Fischl A, Hirsch IB, Kirkman MS, Klupa T, et al. The management of type 1 diabetes in adults. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). Diabetologia. 2021;64:2609-2652.
- TELECONSULTA en Endocrinología y Nutrición en tiempos de la pandemia COVID-19 y más allá. Disponible en: https://www.seen.es/modulgex/workspace/publico/modulos/web/docs/apartados/2337/270421_121514_5806642613.pdf. Consultado el 2 de julio de 2025.