

Revisión de tema

Bombas de insulina en diabetes tipo 2, del fundamento a la práctica

*Pumps in type 2 diabetes, from basics to practice***María Fernanda Álvarez¹✉ [CvLAC](#), Andrés Palacio-Barrientos², José Fernando Botero-Arango², Alex Ramírez-Rincón² [CvLAC](#)****Fecha correspondencia:**

Recibido: octubre 21 de 2015.

Revisado: noviembre 9 de 2016.

Aceptado: febrero 27 de 2017.

Forma de citar:

Álvarez MF, Palacio-Barrientos A, Botero-Arango JF, Ramírez-Rincón A. Bombas de insulina en diabetes tipo 2, del fundamento a la práctica. Rev CES Medicina 2017; 31(1): 70-76.

Open access[© Derecho de autor](#)[Licencia creative commons](#)[Ética de publicaciones](#)[Revisión por pares](#)[Gestión por Open Journal System](#)DOI: [http://dx.doi.org/10.21615/](http://dx.doi.org/10.21615/cesmedicina.31.1.7)[cesmedicina.31.1.7](#)

ISSN 0120-8705

e-ISSN 2215-9177

Sobre los autores:

1 Internista Clínica Universitaria Bolivariana.

2 Endocrinólogo - Internista, Clínica Integral de Diabetes, Grupo de Investigación IDEAS, Universidad Pontificia Bolivariana.

Comparte

**Resumen**

Las bombas de insulina han sido usadas por más de 35 años, principalmente en pacientes con diabetes tipo 1 y en menor medida en diabetes tipo 2. En esta última población hay una liberación más funcional de insulina, se puede prevenir el fenómeno de alba y mantener por más tiempo los niveles adecuados de glucemia. Las indicaciones de bomba en diabetes tipo 2 son poco claras, pero los que tal vez más se benefician son aquellos con historia de mal control metabólico, hipoglucemias severas o asintomáticas. El uso de esta tecnología durante la hospitalización ha sido difícil, principalmente por el desconocimiento del personal de salud en su uso; no obstante, se ha demostrado que es factible mantener a los pacientes en esta terapia mientras están hospitalizados, siempre y cuando se tenga un adecuado protocolo, disposición del personal y educación del paciente. El costo ha sido una de las cuestiones más controversiales con el uso de estos sistemas. Los análisis de costo-efectividad han encontrado una disminución del número de hipoglucemiantes orales, las visitas a urgencias y las dosis de insulina, llegando algunos a aseverar que en tres años podrían compensarse los costos.

Palabras clave: Sistemas de Infusión de Insulina; Páncreas artificial; Diabetes tipo 2; Hemoglobina A Glicosilada; Hospitalización.

Abstract

Insulin pumps have been used for over 35 years, mostly in patients with type 1 diabetes and to a lesser extent in type 2 diabetes. The use of pumps in this population is supported by a more physiological release of insulin, prevention of the dawn phenomenon and enabling patients to achieve better glucose targets. Pump indications in type 2 diabetes are less clear than in patients with type 1, but perhaps those who benefit most are patients with a history of significant glycemic excursions, severe or asymptomatic hypoglycemia. Pump management as inpatient has been limited by lack of personal knowledge. However it has been reported that it is feasible to keep patients who are using this technology to continue it while they are in the hospital provided that a suitable protocol has been standardized and the patient has enough knowledge. Costs have been one of the most controversial issues with the use of these technology, cost-effectiveness analysis have found that there is a decrease in the number of oral agents, emergency room visits and insulin doses, reaching some studies to conclude that three years could offset the pump cost.

Keywords: Insulin infusion systems; Artificial pancreas, Type 2 diabetes, Hemoglobin A1c, Glycosylated; Hospital admission.

Introducción

Los avances en tecnología en diabetes han llevado a mejoras significativas en la calidad de vida y en el cuidado que reciben los pacientes con diabetes; a pesar de ello, lograr un adecuado control con esquemas intensivos de insulinas es un verdadero reto, dada la frecuencia de hipoglucemias (1). En respuesta a la frecuencia de esta complicación aguda han llegado al mercado nuevas alternativas de manejo que intentan simular de una forma más fisiológica la función del páncreas.

Las bombas de insulina han sido usadas por más de 35 años, su uso viene aumentando pero con variaciones importantes entre países en vía de desarrollo. Los datos disponibles sobre pacientes con diabetes tipo 1 en bomba de infusión continua de insulina son: 20-25 % en Estados Unidos, 10 % en Suecia y Alemania y menos del 1 % en Dinamarca. Las cifras en pacientes con diabetes tipo 2, son menos claras, pero se calcula que aproximadamente el 5 % utilizan esta tecnología (2). En Europa y otras latitudes el uso de estos dispositivos lleva a una situación paradójica, puesto que son claras las indicaciones, pero los costos siguen siendo un gran limitante (2).

Fundamentos de un sistema de infusión continúa

El primer esfuerzo por desarrollar un páncreas artificial inició con los estudios de Weller *et al.*, quienes observaron el comportamiento del páncreas al hacer monitoreos semi-continuos de glucosa; pero fue sólo en 1974 cuando se introdujo el primer dispositivo comercial de asa cerrada, llamado el biostator; su principal limitación fue su gran tamaño, que solo pudo ser disminuido al inicio de la década del 90 (1).

Los sistemas de asa cerrada son lo más cercano a un páncreas artificial, sus componentes son: sistema de infusión de insulina, monitoreo continuo de glucosa y algoritmos que permiten hacer ajustes en la infusión (3). Estos pueden ser unihormonales (insulina) o bihormonales (insulina y glucagón).

Bomba de insulina

Está compuesta por un reservorio de insulina, un pequeño motor que funciona con batería que está vinculado a un mecanismo de control computarizado y un sistema de infusión subcutánea (cánula y sistema de tubos). Una innovación reciente en el diseño de la bomba ha sido la introducción de la bomba de parche (omnipod®; insulinlet, MA), que tiene una unidad de depósito que se adhiere directamente a la piel del paciente y alberga un conjunto de infusión integrado y automatizado insertado, por lo que es libre de cables (4).

Las bombas deben usarse con análogos de insulina de acción rápida; la insulina aspart ha demostrado la mayor estabilidad química y física, así como menor cantidad de oclusiones comparada con las insulinas lispro y glulisina (5).

Ventajas y desventajas del sistema de asa cerrada

Dentro de las ventajas principales del sistema de asa cerrada está la función de suspensión con glucosa baja, que puede ocurrir cuando hay un episodio de hipoglucemia o antes de que se presente. Donde mejor se evidencia es en las hipoglucemias nocturnas, con una disminución de un 80 % (6-8). Las últimas versiones cuentan con una función adicional denominada suspensión en baja prevista, que permite la suspensión de la infusión de insulina a través de un algoritmo matemático que predice un umbral inferior.

Las bombas deben usarse con análogos de insulina de acción rápida; la insulina aspart ha demostrado la mayor estabilidad química y física, así como menor cantidad de oclusiones comparada con las insulinas lispro y glulisina.

Las indicaciones de bomba en diabetes tipo 2 son: seis meses con uso de insulina en esquema intensivo sin lograr metas en HbA1c, control glucémico sub-óptimo con historia de excursiones glucémicas significativas, hipoglicemias severas o asintomáticas

La medición de glucosa se realiza a partir de fluido intersticial y esto es una limitante: un lapso de cinco a quince minutos entre los valores de glucosa en sangre y fluidos intersticiales puede sobrevenir cuando hay cambios en la glucemia; lo anterior explica que la variabilidad entre sensor y la glucosa plasmática pueda ser de un 15 % o incluso mayor. En algunas ocasiones puede existir inexactitudes del sensor por perturbaciones mecánicas que interfieran con la medición, así como calibraciones erróneas por parte del paciente o daño de la máquina que lleven a conductas inadecuadas (9).

Otra limitante de estos sistemas está dada por la absorción de insulina que varía de forma importante entre sujetos. Dicha variabilidad va a depender de la edad, la sensibilidad a la insulina, la masa corporal, el género, la coexistencia de tabaquismo y la actividad física. Existe también la variabilidad intraindividual producida por los ciclos circadianos, fenómeno de alba, enfermedad aguda, estrés, efectos del ejercicio y alcohol (5).

La administración de varios bolos de corrección en estrecha secuencia causa acumulación de insulina y alto riesgo de hipoglucemia (10). Por otro lado, el control durante y después del ejercicio puede requerir la ingesta de hidratos de carbono o la disminución de la insulina basal o del bolo preprandial para disminuir el riesgo de hipoglucemia (1).

Con el fin de reducir las hipoglicemias y hacer un sistema más eficiente y similar al páncreas, se han propuesto los sistemas bi-hormonales, que han logrado una disminución en las hipoglicemias, sin un efecto significativo sobre otros parámetros (11).

Bombas en diabetes tipo 2

La mayoría de indicaciones se han establecido para pacientes con diabetes tipo 1; sin embargo, hasta un tercio de los pacientes con diabetes tipo 2 en esquema intensivo de insulina no alcanzan la meta de tener la HbA1c menor de 7 % (12-14).

El uso en diabetes tipo 2 se fundamenta en una liberación más fisiológica de insulina, la prevención del fenómeno de alba y poder alcanzar metas disminuyendo la incidencia de hipo e hiperglucemias. Adicionalmente, existe evidencia de reducción de glucotoxicidad, lo cual mejora la resistencia a la insulina y el funcionamiento de las células beta. Además, en algunos estudios se ha demostrado el uso de menor dosis de insulina en pacientes con altos requerimientos, permitiendo a su vez la disminución del peso (15,16).

Las indicaciones de bomba en diabetes tipo 2 son: seis meses con uso de insulina en esquema intensivo sin lograr metas en HbA1c, control glucémico sub-óptimo con historia de excursiones glucémicas significativas, hipoglicemias severas o asintomáticas (14).

A continuación se presenta un resumen de los hallazgos más relevantes en ensayos clínicos con bombas de infusión. En general, los estudios son muy heterogéneos, tanto en su metodología como en criterios de inclusión, por lo cual es difícil sacar una conclusión de los mismos (cuadro 1).

Bombas en el paciente hospitalizado

En este tipo de paciente existen dos elementos de mayor relevancia: el manejo prequirúrgico y el tratamiento intrahospitalario motivado por trauma, infección, embarazo, parto, entre otras. Con respecto al paciente que va para cirugía se deben

realizar varias tareas: verificar parámetros de insulina, relación de insulina: carbohidratos, factor de corrección, tipo de insulina; obtener monitoreo de glucosa de la bomba y evaluar más específicamente los episodios de hipoglicemias; recordar al paciente que debe traer la bomba y los suministros al hospital e instalar un set de infusión nuevo 24 horas antes de la cirugía (22).

Cuadro 1. Estudios que comparan bombas de insulina y esquemas de múltiples dosis

Referencia	Población	Objetivo	Seguimiento	Resultado
Raskin P, 2003 (17)	132 pacientes con diabetes tipo 2 de más de 2 años	Eficacia, seguridad y satisfacción de BI vs múltiples dosis	Seis meses	Mejor control en la glucemia posprandial del desayuno. Mayor satisfacción terapia
Wainstein J, 2005 (8)	40 pacientes obesos	Eficacia BI vs múltiples dosis	Dos periodos de 18 semanas	Reducción mayor de HbA1c. No disminución de peso, ni de la frecuencia de hipoglicemias
Herman WH 2005 (18)	107 pacientes > 60 años	Eficacia, BI vs múltiples dosis	Un año	No diferencias en reducción HBA1c
Labrousse-Lhermine F 2007 ((19)	59 pacientes	BI más antidiabéticos orales	Tres años	Reducción HBA1c
Edelman SV 2010 (20)	58 pacientes	BI	Cuatro meses	Reducción HBA1c
Gao G-Q 2014 (21)	200 pacientes	BI vs múltiples dosis	Tres meses	No diferencias en reducción HBA1c, Menor dosis de insulina en SICI

BI: Bombas de insulina

Durante la cirugía se debe asegurar que la bomba continúe con su infusión, retirarla solo si interfiere con el sitio de cirugía y evaluar la glucemia cada hora. En el posoperatorio se debe confirmar nuevamente el funcionamiento de la bomba, evaluar la glucosa al ingreso de la unidad de cuidados anestésicos y cada hora; si el paciente necesita ser hospitalizado debe continuar con la bomba de acuerdo al protocolo institucional (23).

Es factible mantener a los pacientes que están en terapia con bomba de insulina mientras están hospitalizados, obteniendo buenos resultados.

Cuando se inicia el proceso hospitalario, el paciente debe firmar un documento en donde se deje constancia que dará a conocer los bolos aplicados en cada comida, los parámetros de la bomba e informará si realiza algún cambio; igualmente, debe reportar hipoglicemias e hiperglicemias, así como continuar con los recambios de la bomba cada 48-72 horas. Se debe informar al equipo de endocrinología para el estricto seguimiento y la creación de un esquema de contingencia en caso de fallo de la bomba o necesidad de retiro de la misma (24).

La aplicación de las guías de paciente hospitalizado con bomba fue probada en 136 pacientes, la terapia con bomba se continuó en el 65 %. Los pacientes que suspendieron la bomba cursaron con más episodios de hipoglicemia e hiperglucemia y adicionalmente no se observaron infecciones en el sitio de infusión de la bomba, fallas mecánicas, o episodios de crisis hiperglucémicas. (22). Evidenciando así que es factible mantener a los pacientes que están en terapia con bomba de insulina mientras están hospitalizados, obteniendo buenos resultados.

Costos

En diabetes tipo 2 se ha encontrado que el número medio de fármacos antidiabéticos disminuyó en 46 % y que más de un tercio dejó de tomarlos (25). También se redujo

el número de visitas a los servicios de urgencias, se produjo un ahorro secundario a dosis de insulina más bajas y la inversión inicial de la bomba fue compensada por este ahorro después de dos años y tres meses (26).

Conclusiones

En diabetes tipo 2 la evidencia de uso de bombas de insulina no es contundente, dado que los diferentes métodos de los estudios hacen difícil una comparación directa. Por tanto, solo podría afirmarse que las bombas de insulina son tan eficaces como la terapia de múltiples dosis y en algunos estudios, se han encontrado diferencias a favor de la primera. Tal vez lo fundamental es una adecuada educación del paciente, que le permita sentirse cómodo y seguro con la terapia que usa.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran.

Bibliografía

1. Thabit H, Hovorka R. Closed-loop insulin delivery in type 1 diabetes. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2012 Mar;41(1):105–17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3350637/>
2. Selam JL. CSII in Europe: where are we, where are we going? An analysis of articles published in Infusystems International. *Diabetes Res Clin Pract.* 2006 Dec 1;74:S123–6. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168822706700146>
3. Kadish AH. Automation control of blood sugar. i. a servomechanism for glucose monitoring and control. *Am J Med Electron.* 1964 Jun;3:82–6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14150660>
4. Zisser H, Jovanovic L. OmniPod insulin management system: patient perceptions, preference, and glycemic control. *Diabetes Care.* 2006 Sep;29(9):2175. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16936173>
5. Bode BW. Comparison of pharmacokinetic properties, physicochemical stability, and pump compatibility of 3 rapid-acting insulin analogues—aspart, lispro, and glulisine. *Clin Endocrinol.* 2011 Apr;17(2):271–80. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21134878>
6. Buckingham B, Chase HP, Dassau E, Cobry E, Clinton P, Gage V, et al. Prevention of nocturnal hypoglycemia using predictive alarm algorithms and insulin pump suspension. *Diabetes Care.* 2010 May;33(5):1013–7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2979338/>
7. Danne T, Kordonouri O, Holder M, Haberland H, Golembowski S, Remus K, et al. Prevention of hypoglycemia by using low glucose suspend function in sensor-augmented pump therapy. *Diabetes Technol Ther.* 2011 Nov;13(11):1129–34. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21827318>
8. Wainstein J, Metzger M, Boaz M, Minuchin O, Cohen Y, Yaffe A, et al. Insulin pump therapy vs. multiple daily injections in obese Type 2 diabetic patients. *Diabet Med.* 2005 Aug 1;22(8):1037–46. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16026370>

Las bombas de insulina son tan eficaces como la terapia de múltiples dosis y en algunos estudios, se han encontrado diferencias a favor de la primera. Tal vez lo fundamental es una adecuada educación del paciente, que le permita sentirse cómodo y seguro con la terapia que usa.

9. Keenan DB, Mastrototaro JJ, Voskanyan G, Steil GM. Delays in minimally invasive continuous glucose monitoring devices: a review of current technology. *J Diabetes Sci Technol*. 2009 Sep;3(5):1207–14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20144438>
10. Wei C, Lunn DJ, Acerini CL, Allen JM, Larsen AM, Wilinska ME, et al. Measurement delay associated with the Guardian RT continuous glucose monitoring system. *Diabet Med J Br Diabet Assoc*. 2010 Jan;27(1):117–22. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3427888/>
11. Peyser T, Dassau E, Breton M, Skyler JS. The artificial pancreas: current status and future prospects in the management of diabetes. *Ann N Y Acad Sci*. 2014 Apr;1311:102–23. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24725149>
12. Bode BW. Insulin pump use in type 2 diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2010 Jun;12 Suppl 1:S17–21. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2924784/>
13. Holman RR, Farmer AJ, Davies MJ, Levy JC, Darbyshire JL, Keenan JF, et al. Three-year efficacy of complex insulin regimens in type 2 diabetes. *N Engl J Med*. 2009 Oct 29;361(18):1736–47. <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa0905479#t=article>
14. Grunberger G, Abelseh JM, Bailey TS, Bode BW, Handelsman Y, Hellman R, et al. Consensus Statement by the American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology Insulin Pump Management Task Force. *Endocr Pract*. 2014 May 1;20(5):463–89. <https://www.aace.com/files/insulin-pump-management-cs.pdf>
15. Pouwels M-JJ, Tack CJ, Hermus AR, Lutterman JA. Treatment with intravenous insulin followed by continuous subcutaneous insulin infusion improves glycaemic control in severely resistant Type 2 diabetic patients. *Diabet Med J Br Diabet Assoc*. 2003 Jan;20(1):76–9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12519325>
16. Wainstein J, Metzger M, Wexler ID, Cohen J, Raz I. The use of continuous insulin delivery systems in severely insulin-resistant patients. *Diabetes Care*. 2001 Jul;24(7):1299. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11423521/>
17. Raskin P, Bode BW, Marks JB, Hirsch IB, Weinstein RL, McGill JB, et al. Continuous Subcutaneous Insulin Infusion and Multiple Daily Injection Therapy Are Equally Effective in Type 2 Diabetes A randomized, parallel-group, 24-week study. *Diabetes Care*. 2003 Sep 1;26(9):2598–603. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12941725>
18. Herman WH, Ilag LL, Johnson SL, Martin CL, Sinding J, Harthi AA, et al. A Clinical trial of continuous subcutaneous insulin infusion versus multiple daily injections in older adults with type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2005 Jul 1;28(7):1568–73. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15983302>
19. Labrousse-Lhermine F, Cazals L, Ruidavets J-B, GEDEC Study Group, Hanaire H. Long-term treatment combining continuous subcutaneous insulin infusion with oral hypoglycaemic agents is effective in type 2 diabetes. *Diabetes Metab*. 2007 Sep;33(4):253–60. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17475531>

20. Edelman SV, Bode BW, Bailey TS, Kipnes MS, Brunelle R, Chen X, et al. Insulin pump therapy in patients with type 2 diabetes safely improved glycemic control using a simple insulin dosing regimen. *Diabetes Technol Ther.* 2010 Aug;12(8):627–33. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20615104>
21. Gao G-Q, Heng X-Y, Wang Y-L, Li W-X, Dong Q-Y, Liang C-G, et al. Comparison of continuous subcutaneous insulin infusion and insulin glargine-based multiple daily insulin aspart injections with preferential adjustment of basal insulin in patients with type 2 diabetes. *Exp Ther Med.* 2014 Oct;8(4):1191–6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25187822>
22. Cook CB, Beer KA, Seifert KM, Boyle ME, Mackey PA, Castro JC. Transitioning insulin pump therapy from the outpatient to the inpatient setting: a review of 6 years' experience with 253 cases. *J Diabetes Sci Technol.* 2012 Sep;6(5):995–1002. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23063024>
23. Boyle ME, Seifert KM, Beer KA, Apsey HA, Nassar AA, Littman SD, et al. Guidelines for application of continuous subcutaneous insulin infusion (insulin pump) therapy in the perioperative period. *J Diabetes Sci Technol.* 2012 Jan;6(1):184–90. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3320837/>
24. Cook CB, Boyle ME, Cisar NS, Miller-Cage V, Bourgeois P, Roust LR, et al. Use of continuous subcutaneous insulin infusion (insulin pump) therapy in the hospital setting: proposed guidelines and outcome measures. *Diabetes Educ.* 2005 Dec;31(6):849–57. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16288092>
25. Lynch PM, Riedel AA, Samant N, Fan Y, Peoples T, Levinson J, et al. Resource utilization with insulin pump therapy for type 2 diabetes mellitus. *Am J Manag Care.* 2010;16(12):892–6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21348559>
26. Reznik Y, Cohen O. Insulin pump for type 2 diabetes: use and misuse of continuous subcutaneous insulin infusion in type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2013 Aug;36 Suppl 2:S219–25. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23882049>