

Terapia con infusión subcutánea continua de insulina (I)

I. Levy, M. Jansa, M. Vidal

Terapia con infusión subcutánea continua de insulina (ISCI): cálculo individualizado del “bolus” y de la línea basal

Unitat Diabetes. Servei d'Endocrinologia del Institut Malalties Digestives i Metabòliques. Hospital Clinic. Barcelona

Correspondencia:

Dr. Isaac Levy. Hospital Clinic. Servicio de Endocrinología i Diabetes. C/ Villarroel 170, 08037 Barcelona. e-mail: ilevy@clinic.ub.es

RESUMEN

Para poder iniciarse como grupo en el tratamiento con sistemas de infusión continua subcutánea de insulina (ISCI) es necesario disponer de una serie de medios y de personal, y así poder conseguir los mejores resultados con este tipo de terapia.

En este capítulo se describen los algoritmos básicos para que se puedan diseñar las pautas de insulina con ISCI al inicio de un tratamiento. Estos algoritmos tienen como objetivo calcular la dosis total de insulina que un paciente con ISCI va a necesitar, así como repartir esta dosis total de insulina calculada en forma de línea basal y de “bolus”.

Se describen también los algoritmos de ayuda para poder calcular los “bolus” de insulina necesaria según la cantidad de carbohidratos que componen una comida determinada, así como la cantidad de insulina necesaria para tratar hiperglucemias puntuales.

La información que se obtiene mediante la utilización de algoritmos se debe tomar con cierta cautela y sólo serán una forma de ayuda al inicio de un tratamiento con ISCI y posteriormente se irán adaptando en función de las características de cada paciente.

Palabras Clave: Infusión subcutánea continua de insulina; Diabetes tipo 1; Terapia con bomba de insulina.

ABSTRACT

Before a professional team intends to begin a subcutaneous continuous insulin infusion (CSII) therapy program is necessary to have enough resources and personal to achieve the best results with this therapy. In this chapter, basic algorithms to design initial appropriate doses with CSII therapy will be described. These algorithms show how to calculate total insulin doses that will be required for patients treated with CSII and how to distribute them as basal rate or bolus. Furthermore, additional help tools were introduced to estimate how much bolus will be used to cover the carbohydrate content of a meal or to correct for occasional high blood glucose values. The information delivered by the different algorithm exposed needs to be considered cautiously and will be considered only as a guidance before starting CSII therapy. Then, these algorithms require to be adapted to individual patient characteristics in the following visits.

Key Words: Continuous subcutaneous insulin infusion; Type 1 diabetes; Insulin pump therapy.

Recibido: 13 de Enero 2005 / Aceptado: 31 de Enero 2005

Acrónimos: B, “bolus”; CH, carbohidratos; DM1, diabetes tipo 1; ISCI, infusión subcutánea continua de insulina; LB, línea basal; MDI, múltiples dosis de insulina; NPH, neutral protamine hagedorn; CGMS, continuous glucose monitoring system.

INTRODUCCIÓN

El inicio de un nuevo tratamiento con ISCI¹⁻¹³ siempre constituye para el profesional una experiencia diferente ya que, si bien existen algoritmos que permiten establecer un punto de partida, no deja de ser una actividad sumamente artesanal como ocurre habitualmente en el tratamiento de la diabetes tipo 1 (DM 1). Se podría afirmar que iniciar un tratamiento con ISCI requiere "un poco de experiencia y un mucho de suerte". Un aspecto prioritario en estos menesteres es el poder trabajar en equipo con objeto de rentabilizar al máximo los esfuerzos.

PROGRAMA DE EDUCACIÓN TERAPÉUTICA: ISCI

Para iniciar la terapia con ISCI a un paciente afecto de una DM 1 es preciso que reúna unos criterios e indicaciones clínicas como se especifican en el capítulo previo y siempre que se hubieran agotado las otras posibilidades terapéuticas mediante múltiples dosis de insulina (MDI). Una vez seleccionado el paciente y antes de iniciar un tratamiento con ISCI, es preciso llevar a cabo un programa de educación terapéutica específico con objeto de que el paciente conozca este tipo de terapia. Para algunos autores este aspecto es uno de los inconvenientes del tratamiento con ISCI ya que puede haber conceptos contradictorios con los conocimientos previos que tenía el paciente. En la Tabla I se muestran los aspectos fundamentales del programa de educación terapéutica que se utiliza en nuestra unidad.

El primer apartado de este programa es básico ya que en él se explica al paciente la realidad del tratamiento con ISCI y, en ocasiones, al conocer las verdaderas posibilidades del sistema renuncia a este tipo de terapia porque las expectativas que él tenía no eran las reales. El esfuerzo que puede causar una sesión informativa de estas características evita abandonos del tratamiento a los pocos días de haberlo iniciado con el ahorro de tiempo que ello representa.

El resto de aspectos que se analizan en este programa de educación terapéutica son indispensables ya que su conocimiento y correcta utilización van a permitir un óptimo resultado con una clara mejoría del control metabólico y de la calidad de vida.

Otro aspecto importante y previo a la instauración de un tratamiento con ISCI es el de tener constancia de cómo son los perfiles de glucemia con múltiples dosis de insulina (MDI). Es por ello que recomendamos que el paciente realice entre 6 y 8 controles diarios de glucemia unas sema-

TABLA I. Aspectos fundamentales del programa de educación terapéutica

- Conocer las bases del tratamiento ISCI.
- Adquirir habilidad en preparar y colocar el ISCI, previniendo infecciones cutáneas.
- Prevenir y tratar complicaciones agudas.
- Integrar ISCI en la vida cotidiana.
- Adaptar plan de alimentación utilizando *ratio* dosis insulina / 10 g carbohidratos.
- Utilizar algoritmos de modificación pauta: línea basal y "bolus".

nas antes de colocar el sistema ISCI, incluyendo en estos perfiles mediciones nocturnas. Otra posibilidad es colocar un sensor de glucosa (*continuous glucose monitoring system - CGMS*) que permite evaluar de forma pormenorizada durante unos 3-4 días las glucemias del paciente. Si optamos por esta posibilidad sería conveniente disponer de una semana de información.

Cuando el paciente lleve a cabo esta recogida de información, es importante que la realice haciendo su vida habitual y evitar situaciones poco frecuentes o esporádicas que puedan alterar la información que vamos a utilizar para diseñar la pauta inicial con el sistema ISCI, situaciones como los días de la menstruación, viajes, trabajos, ejercicio o esfuerzos físicos no habituales, vacaciones, enfermedades, etc. Más adelante, y cuando ya se lleve un rodaje con este tipo de tratamiento, podrán establecerse pautas alternativas para este tipo de situaciones.

En la Figura 1 se representa una recogida de las tendencias de la glucemia mediante un reflectómetro convencional y un CGMS de una misma paciente a la cual se colocó un sistema ISCI.

Una vez analizados estos pasos previos y básicos para poder instaurar un tratamiento con ISCI, se deberá establecer la pauta de insulina. Inicialmente se recomienda sólo diseñar la línea basal (LB) y los "bolus" (B), dejando para más adelante otras posibilidades que tiene el infusor de insulina (línea basal temporal, "bolus" ayuda, cuadrado, dual, etc.). La LB tiene como finalidad controlar la producción hepática de glucosa, es decir, los niveles plasmáticos de glucosa que dependen del glucógeno hepático (periodo nocturno y preprandial). Los B tienen como objetivo controlar la glucemia postprandial, es decir, una adecuada utilización periférica de glucosa evitando de esta

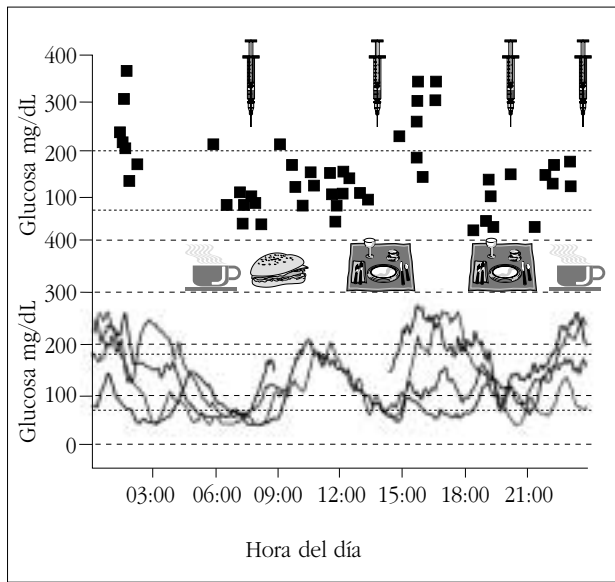


Figura 1. Perfiles glucémicos mediante reflectómetro CGMS de un mismo paciente tratado con MDI.

forma la hiperglucemia post ingesta. Los B se encargarán de controlar de glucemia durante las 2-3 horas después de cada toma de alimentos, el resto de las 24 h serán responsabilidad de la LB.

En la Figura 2 se representa en gris oscuro la responsabilidad de la LB sobre el control de la glucemia, y en gris claro el patrimonio de los B. Este esquema puede resultar de ayuda cuando queramos llevar a cabo modificaciones en la LB y/o B.

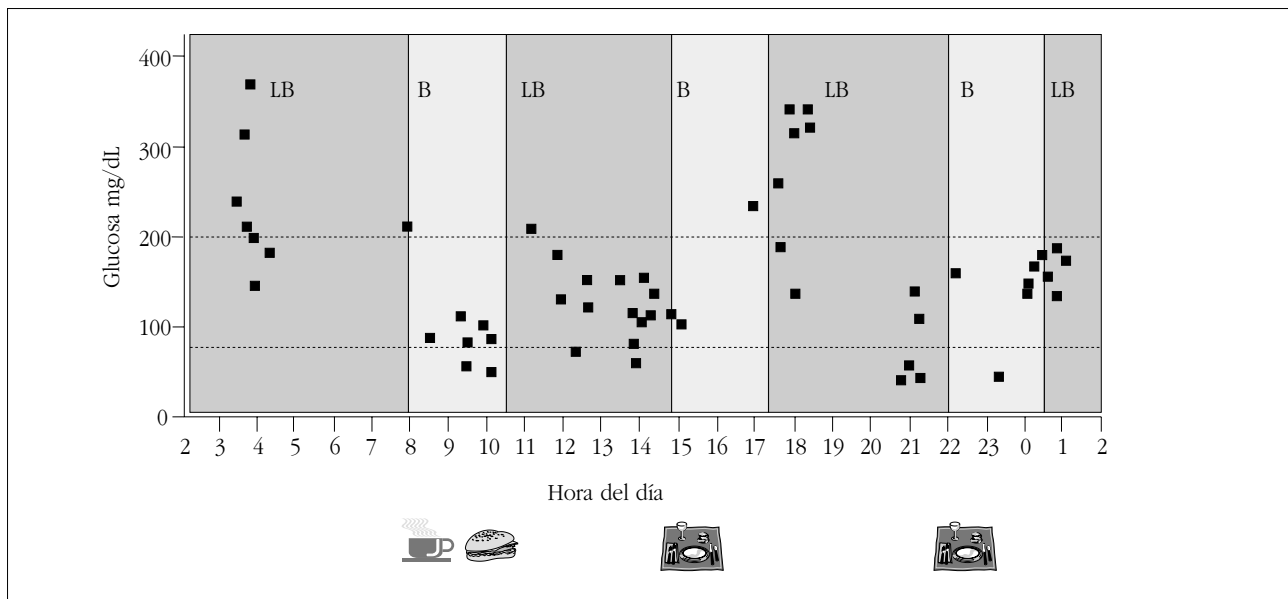


Figura 2. Representación de cuándo se debe incidir para efectuar cambios en la línea basal y/o “bolus”.

CÁLCULO DE LA DOSIS TOTAL DE INSULINA PARA ISCI^{14,15}

Se recomienda calcular la dosis total de insulina a partir del total de insulina que el paciente utiliza con MDI, restando un 20% (10-25%). La razón de ello está en que con ISCI existe un mejor aprovechamiento de la insulina y, por tanto, las dosis totales de insulina suelen ser menores que con MDI.

CÁLCULO DE LA LB Y B

De la dosis total de insulina calculada para ISCI, un 50% se destina a la LB y el otro a repartir entre los diferentes B que se administrarán a lo largo de las 24 horas. Los porcentajes para LB y B pueden oscilar entre un 40-60% según se trate de edades pediátricas o pacientes con mayor o menor grado de insulín-resistencia.

- *Ejemplo:* paciente afecto de una DM 1 tratado con insulina aspártica (10-8-10-0) e insulina NPH (0-10-0-16), la dosis total de insulina con MDI es de 54 u/24 h.

La dosis total de insulina para ISCI será 43 u, de las cuales 22 u se destinarán a la LB y las otras 22 para los B.

Otra forma de poder calcular el reparto de insulina para LB y B sería en aquellos pacientes que previamente a la instauración de un tratamiento con ISCI llevan glargina más análogos de acción rápida, en esta situación la estrategia a seguir podría ser la que se expone en el ejemplo.

- *Ejemplo:* paciente afecto de una DM 1 tratado con insulina aspártica (8-10-10-0 U) e insulina glargina (0-0-0-26U).

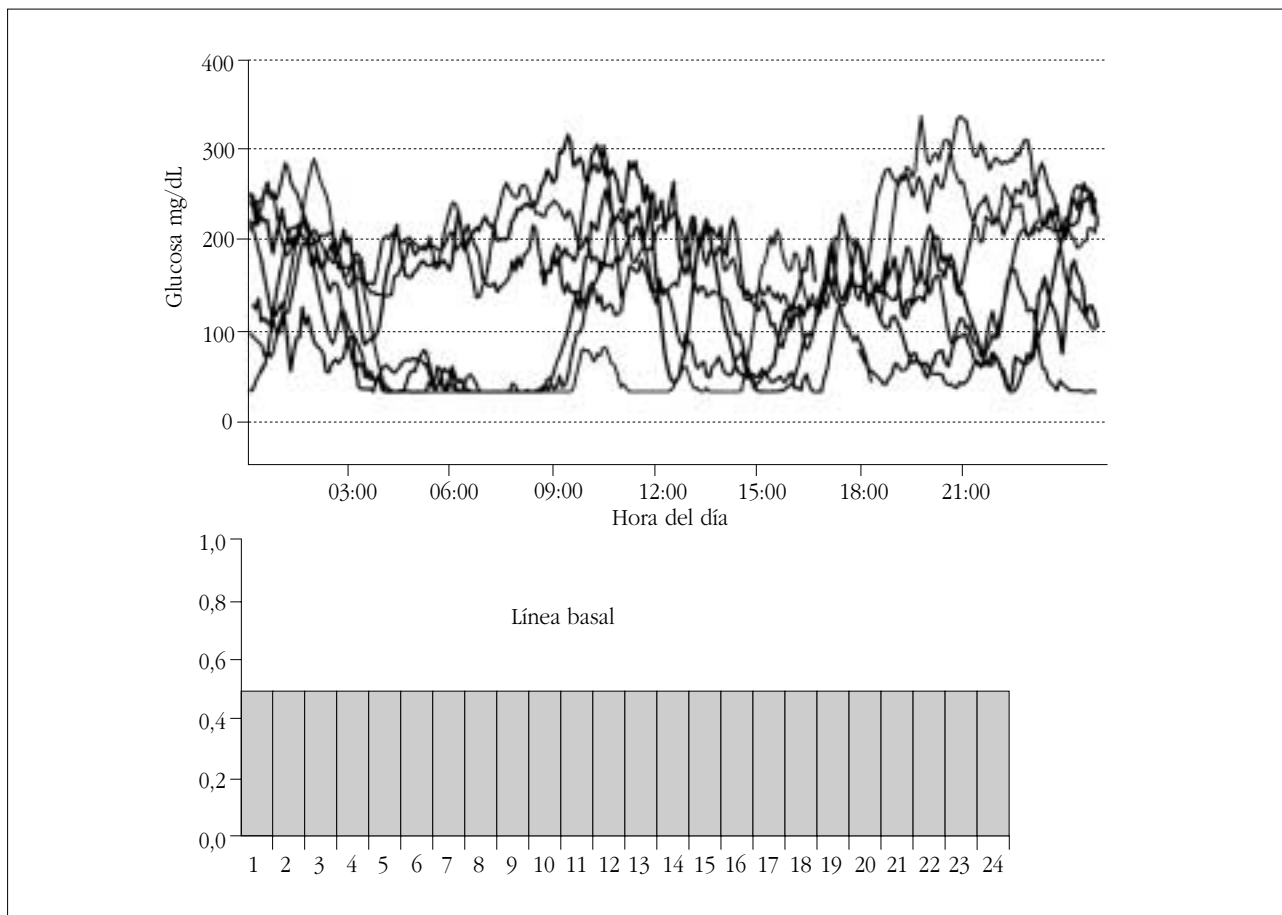


Figura 3. Línea basal única.

En este caso la insulina glargina menos un 20% sería la cantidad de insulina a dar en forma de LB y el sumatorio de insulina aspártica se repartiría entre los diferentes B.

DISEÑO DE LA LB

Para el diseño inicial de la LB no existen algoritmos claramente definidos por lo que lo más recomendable es instaurar un tratamiento con una LB única. Como es el caso de la Figura 3, en donde los perfiles de la glucemia son tan diferentes de un día a otro que lo más sensato es establecer una LB única e ir modificando en controles posteriores.

Existen situaciones en que las indicaciones para instaurar un tratamiento con ISCI ("fenómeno del alba" o hipoglucemias nocturnas) son evidentes y repetitivas por lo que establecer varias LB al inicio del tratamiento es sumamente tentador. En la Figura 4 se muestra a un paciente con un claro "fenómeno del alba" repetitivo por lo que iniciar una LB como la que se representa sería válido.

DISEÑO DEL B

La función de los B, como se mencionó anteriormente, es la de mejorar la utilización periférica de glucosa pero, asimismo, son básicos para poder corregir hiperglucemias puntuales que se detecten a cualquier hora del día; a este tipo de intervención se le conoce como "bolus" correctores. Para cada uno de estos supuestos existen algoritmos orientativos que facilitan, tanto al profesional como al paciente tratado el poder cuantificar los B.

Para calcular la cantidad de insulina a administrar en cada comida, tenemos dos tipos de algoritmos:

1. Este primer algoritmo permite calcular la cantidad de insulina necesaria por ración de 10 g de carbohidratos (CH). Si el 50% de la dosis total de insulina para ISCI está destinada a repartir entre los diferentes B y esta cantidad la dividimos por el número total de raciones de carbohidratos 24 h de la dieta del paciente, obtendremos la cantidad de insulina por ración de CH.
 - *Ejemplo:* si la dosis total de insulina para ISCI es de 44 U, según lo dicho anteriormente 22 U corresponden al

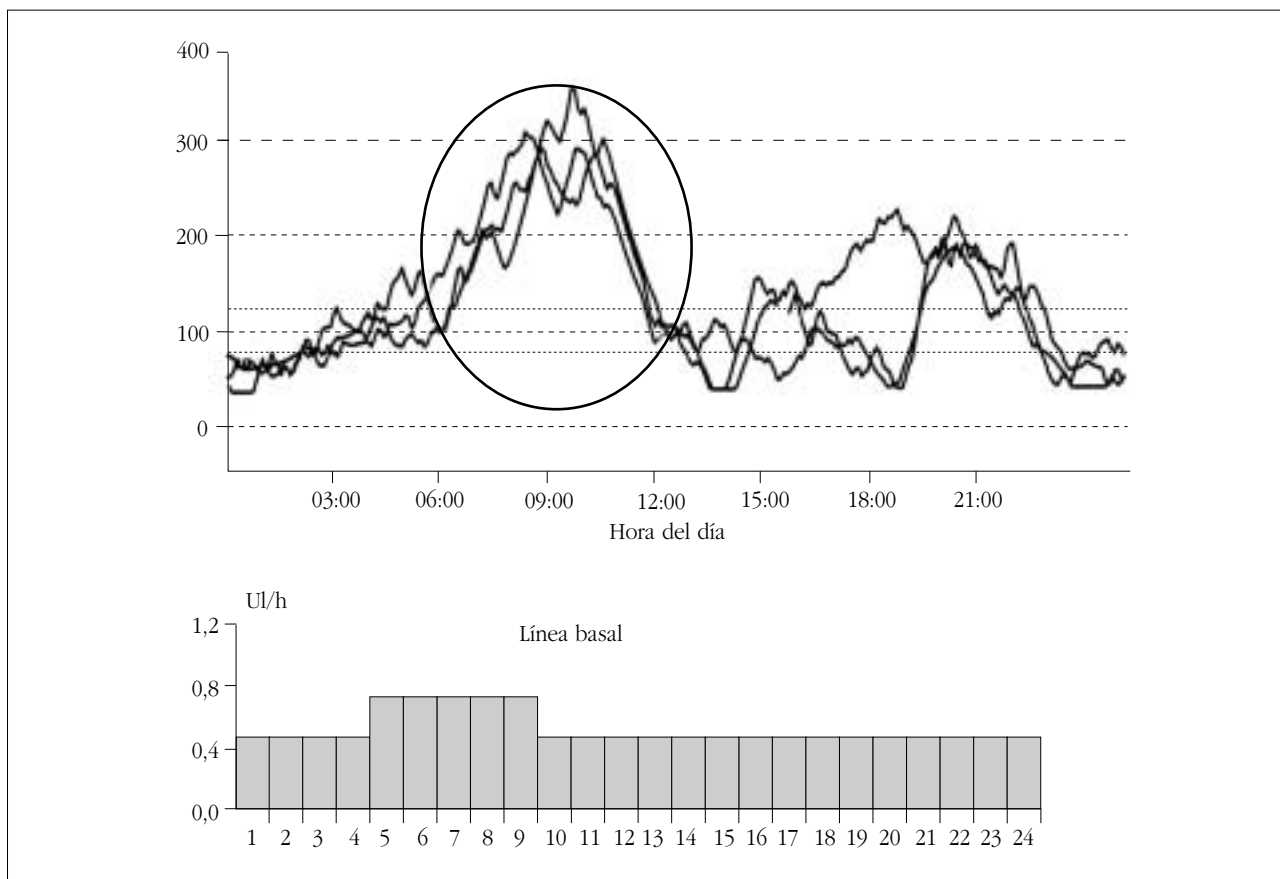


Figura 4. Línea basal variable.

total de B 24 h y la dieta calculada tiene un total de 22 raciones de CH al día.

La ratio insulina/CH será de 1 U de insulina por ración de CH.

- Otra posibilidad es utilizar la regla del 500 y que consiste en dividir 500 por la dosis total de insulina calculada para ISCI. Este dato nos proporcionará la cantidad de CH en gramos que cubre 1 U de insulina.
 - Ejemplo:* si la dosis total de insulina para ISCI es de 44 U. La cantidad de g de glucosa que cubre 1 U de insulina será: $500 / 44 = 11,4$ g.

Por tanto, para 1 ración de 10 g de CH la cantidad de insulina sería de 0,9 U.

CÁLCULO DEL B CORRECTOR

Para poder calcular el B corrector es preciso conocer el factor de sensibilidad a la insulina que nos dice la cantidad en mg de glucosa en sangre que hace disminuir 1 U de insulina. El valor del FSI será diferente en función del tipo de insulina utilizada en el tratamiento con ISCI.

Factor de sensibilidad a la insulina (análogos de insulina) = $1.800/\text{dosis total de insulina}$.

Factor de sensibilidad a la insulina (insulina regular) = $1.500/\text{dosis total de insulina}$.

- Ejemplo:* paciente afecto de una DM 1 y tratado con ISCI con una dosis total de insulina aspártica de 44 U.

Factor de sensibilidad a la insulina: $1.800 / 44 = 40$ 1 U de insulina aspártica hará disminuir 40 mg la glucemia.

Caso práctico

- Paciente afecto de DM 1 y tratado con MDI a razón de I regular 10-12-10-0 U y NPH 0-0-0-22 U (dosis total de insulina con MDI: 54 U). Se decide instaurar tratamiento con ISCI.

Dosis total de insulina para ISCI: 44 U. Dosis LB: 22 U. Dosis B: 22 U.

- Cantidad CH en dieta: 20 raciones de 10 g.

Ratio insulina /CH $22/20$: 1,1 U de insulina por ración de CH.

Factor de sensibilidad a la insulina=1.800/44: 41 mg de glucemia que hace disminuir 1 U de insulina.

- Llega la hora de comer y va a tomar:
40 g de pan (2 r CH) más 200 g de patata (4 r de CH) y una naranja de 200 g (2 r de CH), por tanto, un total de 8 raciones de CH y considerando que la ratio insulina/CH es de 1,1, **deberá administrarse antes de comer 8,8 U.**
- Además, la glucemia previa a la ingesta es de 250 mg/dl, según los objetivos de control el valor tendría que estar en unos 100 mg/dl, para poder corregir esta diferencia se debe aplicar el factor de sensibilidad a la insulina, si éste es 41 **deberá añadirse a la dosis anterior (250-100) / 41= 4 U.**

Por tanto la dosis total de insulina será de unas 13 U.

Todos estos algoritmos que se han descrito en este capítulo son básicamente orientativos y deberán adaptarse a las características de cada paciente. Si tecnológicamente un tratamiento con ISCI es más complicado, esto no quiere decir que la forma de administrar la insulina también lo sea.

camente un tratamiento con ISCI es más complicado, esto no quiere decir que la forma de administrar la insulina también lo sea.

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

- Los programas de educación terapéutica para pacientes en terapia con infusión subcutánea continua de insulina (ISCI) facilitan el inicio de un nuevo tratamiento.
- El cálculo de la línea basal, de los "bolus" y del factor de sensibilidad, dependerá de las necesidades y de las características del control glucémico de cada paciente.
- El cálculo de raciones de carbohidratos (CH) y la dosificación de la insulina utilizando la *ratio* de insulina/CH por los propios pacientes son de gran ayuda en la terapia con ISCI.

BIBLIOGRAFÍA

1. Willi SM, Planton J, Egede L, Schwarz S. Benefits of continuous subcutaneous insulin infusion in children with type 1 diabetes. *J Pediatr* 2003; 143(6): 796-801.
2. Weintrob N, Benzaquen H, Galatzer A, Shalitin S, Lazar L, Fayman G, et al. Comparison of continuous subcutaneous insulin infusion and multiple daily injection regimens in children with type 1 diabetes: a randomized open crossover trial. *Pediatrics* 2003; 112: 559-64.
3. Scuffham P, Carr L. The cost-effectiveness of continuous subcutaneous insulin infusion compared with multiple daily injections for the management of diabetes. *Diabet Med* 2003; 20(7): 586-93.
4. Sulli N, Shashaj B. Continuous subcutaneous insulin infusion in children and adolescents with diabetes mellitus: decreased HbA1c with low risk of hypoglycemia. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2003; 16(3): 393-9.
5. Weissberg-Benchell J, Antisdell-Lomaglio J, Seshadri R. Insulin pump therapy: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2003; 26(4): 1079-87.
6. Bode BW, Tamborlane WV, Davidson PC. Insulin pump therapy in the 21st century. Strategies for successful use in adults, adolescents, and children with diabetes. *Postgrad Med* 2002; 111(5): 69-77.
7. Pickup J, Keen H. Continuous subcutaneous insulin infusion at 25 years: evidence base for the expanding use of insulin pump therapy in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2002; 25(3): 593-8.
8. Pickup J, Mattock M, Kerry S. Glycaemic control with continuous subcutaneous insulin infusion compared with intensive insulin injections in patients with type 1 diabetes: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2002; 324(7339): 705.
9. The 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): 977-82.
10. Kaufman FR, Halvorson M, Kim C, Pitukcheewanont P. Use of insulin pump therapy at nighttime only for children 7-10 years of age with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2000; 23(5): 579-82.
11. Kaufman FR, Halvorson M, Miller D, Mackenzie M, Fisher LK, Pitukcheewanont P. Insulin pump therapy in type 1 pediatric patients: now and into the year 2000. *Diabetes Metab Res Rev* 1999; 15(5): 338-52.
12. Tamborlane WV, Boland EA, Ahern JH. Insulin pump therapy in children and adolescents. *Diabetes Nutr Metab* 2002; 15(6): 422-5.
13. Boland EA, Grey M, Oesterle A, Fredrickson L, Tamborlane WV. Continuous subcutaneous insulin infusion. A new way to lower risk of severe hypoglycemia, improve metabolic control, and enhance coping in adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 1999; 22(11): 1779-84.
14. Hanas R. Selection for and initiation of continuous subcutaneous insulin infusion. *Proceedings from a workshop. Horm Res* 2002; 57 Suppl 1: 101-4.
15. Walsh J, Roberts R. *Pumping Insulin*. 3rd ed. San Diego, CA, Torrey Pines Press 2000.