

# Manejo de la hiperglucemia en el perioperatorio

Alejandro Roldán Vences<sup>a</sup>, Gabriela Ojeda Cruz<sup>b</sup>, Emmanuel Alejandro Roldán Vences<sup>c</sup>, Tania Karina Roldán Vences<sup>d</sup>



Foto: archivo

## Resumen

Dado el incremento de las personas con diabetes mellitus en el mundo, y de su ingreso cada vez más frecuente a los quirófanos, es sumamente importante valorarlos de manera adecuada, tanto antes como durante y después de la cirugía, para atender las diferentes complicaciones que se pueden presentar, y dar atención oportuna de su control metabólico. Este artículo tiene el objetivo de ayudar a cumplir ese propósito en dicho grupo de pacientes.

**Palabras clave:** Diabetes mellitus, manejo de la hiperglucemia, perioperatorio.

## Perioperative management of diabetes mellitus

### Abstract

Given the worldwide increase of people with diabetes mellitus and its increasingly frequent admission of these patients to operating rooms is critical, adequate assessment of these

patients, both before, during and after surgery, to meet the different complications that can occur, and timely attention to their metabolic control, so that the revision of this article is for the purpose of giving adequate and timely attention to this group of patients.

**Key words:** Diabetes mellitus, Hyperglycemia management, perioperative.

La cirugía en pacientes con diabetes mellitus (DM) presenta aspectos particularmente propios de esta enfermedad y sus complicaciones. En estos casos, lo más importante es controlar el trastorno metabólico y precisar las posibles complicaciones renales y cardiovasculares que pueden necesitar tratamiento específico. En estos pacientes, las complicaciones quirúrgicas habituales pueden verse modificadas por las diferentes reacciones frente a las infecciones, por su inmunidad disminuida o por la menor irrigación sanguínea; por lo tanto, el diagnóstico y el tratamiento pueden ser más difíciles. Ellos representan un reto especial en el manejo perioperatorio, en especial para prevenir y tratar las alteraciones metabólicas que puedan llevar a índices de morbilidad y mortalidad elevados debido a intervenciones quirúrgicas críticas y de urgencia.

<sup>a</sup>Médico internista. Hospital Regional "Adolfo López Mateos". ISSSTE. México, DF.

<sup>b</sup>Médico anestesiólogo. Hospital Materno Infantil "Josefa Ortiz de Domínguez". SS. México, DF.

<sup>c</sup>Consultorio privado. Centro Médico Coyoacán. México, DF.

<sup>d</sup>Alumna de tercer año de la carrera de Médico Cirujano. UNAM. México, DF.

Correo electrónico: aleroldan\_38@hotmail.com

Recibido: 24-abril-13. Aceptado: 15-julio-13.



En la cirugía en pacientes con diabetes mellitus lo más importante es controlar el trastorno metabólico y precisar las posibles complicaciones renales y cardiovasculares que pueden necesitar tratamiento específico.

En ocasiones es difícil mantener un control glucémico y metabólico adecuado en los pacientes con DM que son sometidos a intervenciones quirúrgicas. Su evaluación preoperatoria debe incluir el cuidado de enfermedades cardíacas o renales sintomáticas, por lo que el automonitoreo de los niveles de glucosa es importante durante la semana previa a la cirugía, ya sea en casa o en las unidades asistenciales correspondientes, ajustando los regímenes de insulina tanto como sea necesario.

Los hipoglucemiantes orales deben ser discontinuados sólo el día de la cirugía; sin embargo, la insulina intermedia NPH así como los análogos de la insulina glargina y detemir, pueden ser utilizados para cubrir los requerimientos basales de insulina desde el principio hasta el final del acto quirúrgico; sin embargo, el régimen usual de insulina subcutánea para el control glucémico preoperatorio puede ser un método menos preferible que el intravenoso (IV), ya que puede provocar una absorción más

irregular y puede llevar a mayores variaciones en los niveles de glucosa en sangre.

La infusión continua de insulina IV ofrece ventajas frente a la subcutánea porque su absorción es más predecible y da la posibilidad de modificar de manera rápida el ritmo de infusión de ésta, lo que mantiene un control glucémico más adecuado. La insulina se utiliza a un ritmo de infusión de 1-2 unidades (U)/hora (h) y es ajustada con base en los resultados de la glucemia capilar realizada. Habitualmente, la insulina se administra en conjunto con dextrosa al 5 o 10% (5-10 gramos (g)/h) para prevenir la hipoglucemia. Con frecuencia, el potasio (K) es añadido a la infusión de dextrosa e insulina a razón de 10-20 miliequivalentes (mEq)/litro (l) en pacientes con una función renal normal y niveles normales de K sérico en el preoperatorio (glucosa-insulina-potasio), con el propósito de evitar la hipoglucemia, la cetosis y la hipokalemia.

Durante el período perioperatorio es importante el monitoreo frecuente de los electrolitos y del estado ácido-básico, especialmente en pacientes con DM tipo 1, porque la cetoacidosis diabética puede desarrollarse con variaciones mínimas de glucosa.

Debido a su implicación endocrino-metabólica, la DM constituye un factor de riesgo en el paciente quirúrgico. De ahí que se imponga tener una adecuada valoración de ellos.

### CONTROL METABÓLICO

El control glucémico se da por un balance entre la insulina y las hormonas contrarreguladoras (glucagón, adrenalina, cortisol y la hormona del crecimiento). La insulina estimula la entrada y utilización de glucosa por el músculo y el tejido adiposo, y el almacenamiento de glucosa como glucógeno a nivel del hígado, de aminoácidos como proteínas en el músculo y de ácidos grasos libres como triglicéridos en la grasa. La insulina también suprime la producción de glucosa hepática proveniente de la gluconeogénesis y la glucogenólisis. La insulina previene el desarrollo de cetosis y catabolismo proteico. Por lo que, durante el periodo preoperatorio se debe administrar una cantidad adecuada de insulina para prevenir la descompensación metabólica aguda, sin el riesgo de que el paciente presente hipoglucemia.

### Respuesta a la cirugía y la anestesia

La operación y la anestesia provocan stress neuroendocrino con liberación de hormonas contrareguladoras, cuyos resultados son: resistencia periférica a la insulina, incremento de la producción de glucosa hepática (lo que ocasiona variación en la secreción de insulina) y la utilización de las grasas (catabolismo proteico), con potencial hiperglucemia y hasta cetosis en muchos casos<sup>1</sup>.

El grado de esta respuesta depende de la complejidad de la operación, complicación postquirúrgica, exceso de hormonas contrareguladoras, el déficit relativo de insulina, el ayuno y la depleción de volumen.

La cetoacidosis diabética ocurre rara vez en pacientes con DM tipo 2, pero el estado hiperglucémico hiperosmolar no cetósico se presenta con relativa frecuencia, sobre todo en adultos mayores diabéticos que son sometidos a una cirugía. En pacientes con DM tipo 1, la cetoacidosis se puede presentar en ausencia de hiperglucemia severa, a causa de la restitución inadecuada de insulina durante la cirugía, en la que hay una demanda aumentada<sup>2</sup>.

La hiperglucemia inhibe las defensas del huésped contra la infección incluyendo varias funciones leucocitarias, y daña la cicatrización de las heridas a causa de sus detritos en la formación del colágeno, lo que ocasiona una disminución de la fuerza tensil de las heridas.

### EVALUACIÓN PREOPERATORIA

En los procedimientos quirúrgicos electivos, se deben identificar los problemas potenciales que se pueden presentar, corregirlos o estabilizarlos antes de la operación. La evaluación preoperatoria incluye el adecuado control metabólico y de cualquier complicación asociada a la diabetes, como pueden ser enfermedades cardiovasculares, neuropatía autonómica, retinopatía y neuropatía diabética, las cuales pueden alterar el buen desarrollo de la operación<sup>3</sup>.

Para estabilizar el control glucémico en pacientes tratados con insulina, se deberá realizar un monitoreo frecuente de la glucemia y ajustar la dosis de insulina de acuerdo con sus resultados. De forma ideal, se debe realizar la medición de glucemia antes y después de las comidas, y en ayunas.

Las insulinas de acción intermedia no deben ser retiradas antes de la cirugía (incluyendo los análogos



de insulina como la glargina y el detemir), los niveles de glucosa deben ser controlados con la utilización de insulina de acción rápida humana o análogos de insulina de acción corta (Lispro, Aspart, glulicina) antes del desayuno, comida y cena. El día antes de la cirugía la insulina de acción intermedia se debe continuar si el control de los pacientes es bueno<sup>4</sup>.

El manejo terapéutico y de control metabólico del paciente diabético durante el procedimiento quirúrgico tiene una trascendencia esencial para reducir la posibilidad de desarrollar complicaciones. El mantenimiento de un estado de hidratación adecuado, la conservación de la temperatura y la administración de insulina por infusión continua o por esquema establecido, constituye uno de los pilares básicos del tratamiento durante la cirugía.

La posibilidad de variar la dosis de insulina a lo largo de la intervención justifica la necesidad de realizar controles frecuentes de glucemia. La valoración entre cirujano, el anestesta y el médico encargado del control metabólico siempre representan la base sobre la que se sustentan los protocolos terapéuticos del control de un paciente diabético antes, durante y después del acto quirúrgico. Se debe tener en cuenta que, pese a la realización de protocolos de actuación general, el tratamiento siempre debe ser individualizado debido a la gran cantidad de factores que intervienen en el control metabólico continuo del paciente.

### OBJETIVO

El objetivo es mantener un control glucémico adecuado que prevenga alteraciones metabólicas e hi-



Foto: Cohdra

droelectrolíticas agudas, hipoglucemia, hiperglucemia grave y cetosis. Esto lo debemos conseguir mediante una buena evaluación preoperatoria, con un método seguro y simple que sea fácil de aplicar; ya que si el procedimiento es complejo, difícilmente será eficaz, si tenemos en cuenta que el personal que lo lleva a la práctica frecuentemente no es experto en el control de la diabetes.

Por otra parte, si pretendemos conseguir un nivel de glucemia lo más cercano a 100 mg/dl y somos rigurosos en esto, entonces incrementamos de forma importante el riesgo de hipoglucemia en el paciente que se encuentra bajo los efectos de la anestesia. Esto es peligroso, ya que en muchas ocasiones el paciente estará inconsciente y será imposible reconocer un episodio de hipoglucemia, con el riesgo que ello implica.

Un aspecto de muy importante en el manejo del paciente, es la adecuada monitorización de la glucemia, que habitualmente se realiza mediante tiras reactivas y se leen en un glucómetro (los valores en plasma o suero son de 10 a 15% mayores debido a la ausencia de componentes estructurales de células sanguíneas, de manera que hay más glucosa presente por unidad de volumen).

El médico responsable del manejo de la diabetes debe conocer los detalles del procedimiento quirúrgico que va a realizarse, tales como la hora prevista de comienzo, la duración y el tipo de anestesia que requiere. De este modo podrá predecir con mayor exactitud el tiempo en el que el régimen de tratamiento habitual del paciente se verá interrumpido.

Se han propuesto diferentes regímenes para tratar a los pacientes diabéticos que van a ser sometidos a una cirugía, algunos de los cuales describiremos en esta revisión. Estos regímenes se deben hacer regularmente de acuerdo al tratamiento hipoglucemiante previo y el tipo de diabetes que presente el paciente; siempre teniendo en cuenta las características de la intervención quirúrgica y el tipo de anestesia.

## DIABETES MELLITUS TIPO 2

### En tratamiento con dieta

En estos pacientes la glucemia debe ser medida antes, durante y después de la cirugía.

El día de la cirugía se canalizará al paciente con una solución glucosada al 5% de 1000 ml más 20 mEq/KCl (cloruro de potasio) (proporciona 5 g de glucosa/h) para 8 h. Si se requieren mayores soluciones, completar con solución fisiológica al 0.9%.

Se realizarán determinaciones capilares de glucosa antes, durante y al terminar la cirugía, si se demuestra hiperglucemia superior a 200 mg/dl, ésta deberá ser tratada con insulina humana de acción rápida (o análogos de insulina de acción corta) administrada IV de acuerdo al esquema siguiente: 200-300=2 (unidades internacionales) UI, 300-400=4 UI, más de 400=6 UI.

Posteriormente se deberá repetir la glucemia capilar c/2 h. para mantener las cifras de glucosa entre 120 y 200 mg/dl.

Al contrario, si se detecta hipoglucemia (glucosa < de 80 mg/dl) esta deberá ser tratada y corregida en caso necesario con 25 ml de solución glucosada al 50% repitiendo la glucemia capilar a los 15 min para corroborar que el paciente se encuentra dentro de valores adecuadas (120 a 200 mg/dl), en caso contrario se podrán administrar nuevamente 25 ml de glucosa al 50% cuantas veces sea necesario hasta corregir la hipoglucemia; una vez resuelta esta, se podrá realizar la glucemia capilar c/4 h hasta el inicio de la dieta en que se realizará de manera preprandial. Momento en el que también se iniciará el tratamiento con hipoglucemiantes orales de ser necesario. No olvidemos que durante los procesos quirúrgicos o infecciosos se pueden incrementar las necesidades de estos medicamentos o de insulina,

aunque sea un paciente que sólo se controlaba con dieta únicamente.

En virtud de ser pacientes controlados con dieta, suele ser difícil que presenten grandes variaciones, sin embargo, el estrés del evento quirúrgico, así como los procesos infecciosos que se pueden manifestar, pueden hacer que se incrementen las necesidades de insulina o hipoglucemiantes orales; por lo que, hay que tener siempre presente esta situación.

## DIABETES MELLITUS TIPO 2

### Tratados con hipoglucemiantes orales

Los hipoglucemiantes orales suelen mantenerse hasta el día previo a la cirugía y deberán ser retirados el día en que ésta se realice. Si se demuestran cifras elevadas de glucemia durante el período perioperatorio en pacientes previamente tratados con hipoglucemiantes orales, éstas deben ser corregidas mediante un esquema de insulina rápida intravenosa (IV).

El día de la cirugía se canalizará al paciente con una solución glucosada al 5% de 1000 ml más 20 mEq/KCl (cloruro de potasio) (5 g de glucosa por hora) para 8 h.

Se realizará glucemia capilar antes, durante y después de la cirugía, si se demuestra hiperglucemia superior a 200 mg/dl, ésta deberá ser tratada con insulina de acción rápida (o análogos de insulina de acción corta), administrada de forma endovenosa de acuerdo al esquema siguiente: 200-300=2 UI, 300-400=4 UI, más de 400=6 UI.

Posterior a lo cual se deberá repetir la glucemia capilar c/2 h con el propósito de mantener las cifras de glucosa entre 120 y 200 mg/dl.

Por el contrario, si se detecta hipoglucemia (glucosa < de 80 mg/dl), ésta deberá ser tratada y corregida en caso necesario con 25 ml de solución glucosada al 50%, y en este caso se repetirá la glucemia capilar a los 15 min para corroborar que el paciente se encuentra dentro de valores adecuados (120 a 200 mg/dl), en caso contrario se podrán administrar 25 ml de glucosa al 50% cuantas veces sea necesario. Una vez controlada la hipoglucemia, se podrá realizar la glucemia capilar c/4 h hasta el inicio de la dieta, en el que se administrará de manera preprandial. De ser necesario en ese momento

En estas cirugías, las complicaciones quirúrgicas habituales pueden verse modificadas por las diferentes reacciones frente a las infecciones, por su inmunidad disminuida o por la menor irrigación sanguínea; por lo tanto, el diagnóstico y el tratamiento pueden ser más difíciles. Esto representa un reto especial en el manejo perioperatorio, en especial para prevenir y tratar las alteraciones metabólicas que puedan llevar a índices de morbilidad y mortalidad elevados debido a intervenciones quirúrgicas críticas y de urgencia.

también se iniciarán los hipoglucemiantes orales. No olvidemos que durante los procesos quirúrgicos o infecciosos se pueden incrementar las necesidades de estos medicamentos o de insulina, aunque sea un paciente que previamente sólo se controlaba con dieta.

### HIPOGLUCEMIANTES ORALES

Los inhibidores de la alfa-glucosidasa (acarbose y miglitol) no son eficaces durante los períodos de ayuno. Las bigüanidas (metformina) sensibilizan los tejidos periféricos a la acción de la insulina, inhiben la producción hepática de glucosa y aumentan la captación periférica de glucosa por parte del músculo y el adipocito. Es aconsejable suspender dicha medicación el día de la cirugía debido a posibles alteraciones en la función renal durante el postoperatorio ya que puede potenciar el riesgo de desarrollar acidosis láctica (efecto secundario de las bigüanidas).

El grupo de las tiazolidinedionas (rosiglitazona y pioglitazona) son insulinosensibilizadores que pueden usarse para el tratamiento de la DM tipo 2 en monoterapia o en asociación con sulfonilureas, metformina o insulina. Estos agentes también mejoran la utilización de glucosa en los tejidos periféricos e inhiben la producción hepática de glucosa como





Foto: PTSD Perspectives

la metformina, pero a diferencia de ésta, no se asocian con mayor riesgo de acidosis láctica. No son secretagogos y pueden ser interrumpidos el mismo día de la cirugía.

Las sulfonilureas estimulan la secreción de insulina, motivo por el que presentan un potencial riesgo de hipoglucemia durante el período de ayuno preoperatorio, por lo que se debe prestar especial atención a los pacientes que presentan alteraciones en la función renal. Este riesgo es dependiente de la duración de acción de cada sulfonilurea, pero puede ser minimizado mediante la monitorización de glucemia y el uso de soluciones IV que contengan glucosa. De modo rutinario, se continúa su administración el día previo a la cirugía y se suspende el mismo día de la intervención. Si el paciente ha tomado la medicación de modo inadvertido, la cirugía no necesita ser pospuesta. Sin embargo, es fundamental estrechar la monitorización de la glucemia y mantener la administración de dextrosa IV de modo continuo para evitar un episodio de hipoglucemia.

Los inhibidores de la dipeptidilpeptidasa 4 (DPP4), inhiben a la enzima DPP4 (vildagliptina, sitagliptina, saxagliptina y linagliptina), la cual es-

timula a las células alfa en el páncreas para la producción de glucagón, lo que a su vez produce un incremento de glucosa, por lo que al ser inhibidas por estos fármacos, reducen la secreción de glucagón y a su vez disminuyen la glucosa, son medicamentos que pueden administrarse hasta un día u 8 h antes de la cirugía.

### DIABETES MELLITUS TIPO 1 O TIPO 2 TRATADA CON INSULINA

Pacientes con DM tipo 1 que requieren manejo con insulina como tratamiento de base, pacientes con DM tipo 2 que recibían insulina previamente a la intervención quirúrgica, pacientes con DM tipo 2 que presenten un deficiente control metabólico (glucemia basal superior a 200 mg/dl).

El tratamiento se hará una vez que, se haya reportado por parte del paciente o del familiar lo correspondiente al uso de insulina intermedia (análogos de insulina) o descontrol crónico con el uso de hipoglucemiantes con reportes de laboratorios previos o actuales en el expediente, en los que se evidencie una glucosa constantemente mayor de 200 mg/dl.

En los pacientes controlados con insulina NPH intermedia, o con los análogos de insulina de acción prolongada, se deberá valorar la continuidad de esta durante toda la cirugía, para obtener un mejor control metabólico y disminuir los requerimientos de insulina rápida que puedan propiciar una hipoglucemia en el paciente. La dosis de insulina intermedia o de análogos de insulina de acción prolongada que se deberá administrar el día de la cirugía será de 60% de los requerimientos basales, para evitar el descontrol metabólico.

Con el propósito de mantener unas cifras de glucosa entre 120 y 200 mg/dl, el día de la cirugía se deberá canalizar al paciente con solución glucosada al 5 o 10% (5 a 10 g de glucosa/h), 1000 ml más 20 mEq de KCl para 8 h. Si se realiza glucemia capilar



c/2 h en los casos en que se demuestra hiperglucemia superior a 200 mg/dl, ésta deberá ser tratada con insulina de acción rápida (regular o análogos de insulina de acción corta) en bolos, administrada de forma intravenosa (IV) de acuerdo al esquema siguiente: 200-300=2 UI, 300-400=4 UI, más de 400=6 UI.

Por el contrario, si se detecta hipoglucemia (glucosa < de 80 mg/dl), esta deberá ser tratada y corregida en caso necesario con 25 ml de solución glucosada al 50%, y en este caso se repetirá la glucosa capilar a los 15 min para corroborar que el paciente se encuentra dentro de valores adecuados (120 a 200 mg/dl), en caso contrario se podrán administrar 25 ml de glucosa al 50%, cuantas veces sea necesario. Una vez controlada la hipoglucemia, se realizará glucemia capilar c/4 h hasta el reinicio de la dieta por vía oral, en el que se realizará por la mañana antes del desayuno, iniciando a su vez con el 80% de insulina NPH o análogos de la insulina de acción intermedia si su aplicación es matutina. Si la insulina se aplica en 2 dosis se podrá administrar un 20% de la dosis total la misma tarde de la cirugía. Al día siguiente se deberá iniciar en la mañana con el 60% de la dosis y por la tarde el 40% restante. No olvidemos que durante los procesos quirúrgicos o infecciosos se pueden incrementar las necesidades de insulina, los cuales se complementarán con insulina rápida con el esquema señalado.

### ADMINISTRACIÓN DE INSULINA

No existe un método absoluto para predecir correctamente las necesidades de insulina en los pacientes que van a ser sometidos a una intervención quirúrgica. Sin embargo, la adecuada comprensión de la fisiología del metabolismo de los hidratos de carbono y su alteración en situaciones de estrés facilita el cálculo inicial de un régimen de insulina adecuado y seguro.

En condiciones basales, la glucosa plasmática en ayunas se mantiene dentro de un rango normal como consecuencia del equilibrio entre la producción hepática de glucosa y su utilización por parte de los tejidos periféricos, con una producción aproximada de 8 g de glucosa por hora, que es regulada por una secreción basal de una unidad de insulina



Foto: Pluhnik

por hora. De este modo, una unidad de insulina puede metabolizar aproximadamente 8 g de glucosa, lo que produce una reducción de unos 40 mg/dl en la glucosa plasmática<sup>1</sup>.

### ADMINISTRACIÓN INTRAVENOSA DE INSULINA

La experiencia clínica muestra que la mayoría de los pacientes quirúrgicos pueden mantener un rango de glucemia entre 120 y 180 mg/dl con una infusión de insulina regular que aporte entre 1.0 y 2.0 unidades de insulina por hora<sup>2,3</sup>. La estimación inicial de las necesidades de insulina se basa en el tipo de diabetes, terapia previa, grado de control glucémico en relación con la cantidad total diaria de insulina administrada, terapia esteroidea y la presencia de obesidad, fallo renal o infección. Aunque la extensión y el tipo de cirugía son importantes, para estimar los requerimientos de insulina, la experiencia clínica con los sistemas de infusión continua (bombas de infusión) de insulina ha demostrado similares necesidades para la mayoría de los procesos excepto para los trasplantes renales y la realización de cirugía extracorpórea<sup>4,5</sup>.

La administración IV continua de insulina está indicada en el período perioperatorio en aquellos pacientes con DM previamente tratados con insulina y que van a ser sometidos a procedimientos quirúrgicos largos y complejos, sobre todo si conllevan administración de anestesia general. Asimismo,

El conocimiento de los posibles factores implicados junto con el sentido común son las herramientas principales que proporcionan un manejo del control glucémico preciso y seguro, lo que constituye más un arte que una ciencia clínica. La realización de protocolos de manejo es difícil debido a la necesidad de individualizar el tratamiento según las características del paciente y de la intervención a la que va a ser sometido.

mo, es el procedimiento de elección en pacientes que necesitan intervenir de urgencia y presentan descompensación por hiperglucemia aguda, como en pacientes con DM tipo 1 inestable<sup>2,4,5</sup>. También puede estar indicado en mujeres embarazadas con DM tipo 1. Debemos tener en cuenta que en situaciones de vasoconstricción periférica, donde hay hipoperfusión, la administración IV de insulina mantiene un nivel tisular adecuado de esta hormona.

Hay evidencias que sugieren que la absorción de insulina a nivel subcutáneo se encuentra reducida en presencia de concentraciones elevadas de catecolaminas, condición habitual presente durante una cirugía mayor<sup>6</sup>.

Un adecuado aporte de glucosa es fundamental para prevenir situaciones de hipoglucemia, el catabolismo proteico, y la formación y acumulación de cuerpos cetónicos y ácidos grasos libres, lo cual es importante porque, los niveles elevados de ácidos grasos circulantes se han asociado con un incremento en el consumo de oxígeno por parte del miocardio y, en algunos casos, con riesgo de arritmias<sup>7,8</sup>.

La administración de insulina en infusión se puede hacer mediante 2 regímenes básicos, uno es administrar glucosa e insulina en una misma infusión y el otro es administrando ambas sustancias por separado. La evaluación comparativa de los diferentes métodos es complicada porque en los 2 grupos se incluyen ambos tipos de diabetes (DM tipo 1 y DM tipo 2), los distintos tipos de proce-

dimientos quirúrgicos; por lo que esta cantidad de variables hace complicada la evaluación de dichos procedimientos y el determinar la superioridad de alguno de ellos.

Sin embargo, en lo que no hay duda es que la infusión continua de insulina es un método eficaz, seguro, efectivo y flexible para el manejo perioperatorio de los pacientes con DM, y debe iniciarse la noche previa o a primera hora en la mañana del día de la cirugía en aquellos pacientes que se pretenda mejorar el control glucémico debido a que tienen descompensada su diabetes.

Algo que debemos tener en cuenta es que en todos los pacientes tratados con infusión de insulina, ésta debe iniciarse como mínimo 2 o 3 h antes del inicio de la cirugía para tener un control uniforme y óptimo de su glucosa; es fundamental tener claro que en ausencia de un método exacto y rápido para monitorizar la glucemia en la cabecera del paciente, no es seguro instaurar una infusión exclusiva de insulina IV<sup>9</sup>. Además, el anestesista deberá monitorizar la glucemia cada hora durante la intervención quirúrgica para poder hacer los ajustes correspondientes en caso necesario, es aconsejable mantener la glucemia durante la cirugía entre 120 y 200 mg/dl (lo ideal es entre 120 y 180 mg/dl) con el propósito de evitar posibles hipoglucemias.

De los 2 regímenes para administrar insulina y glucosa, en general, el método más aceptado es el que utiliza una infusión separada de glucosa e insulina, administradas mediante bombas de infusión, lo que permite un ajuste independiente cada hora.

Sin embargo, el método alterno es la infusión combinada glucosa-insulina-potasio. La insulina reduce tanto la glucemia como el potasio, mientras que la glucosa evita la hipoglucemia y la cetosis. En este sentido, el método glucosa-insulina-potasio es muy seguro, ya que pequeñas aceleraciones o retrasos del funcionamiento de la bomba de infusión no tienen mayor importancia. El suero glucosado puede ser al 5% (pacientes con DM tipo 2) o al 10% (pacientes con DM tipo 1). Con 2 litros diarios de solución glucosada al 10% se aportan 200 g de hidratos de carbono, cantidad suficiente para prevenir la cetosis en condiciones normales, aspecto importante en los pacientes con DM tipo 1. En





Foto: U.S. Marine Corps photo by Staff Sgt. Jim Goodwin

cuanto a la dosis de insulina, es importante insistir en que cada paciente diabético es diferente y precisa una cantidad de insulina específica. Sin embargo se puede considerar y tomar como base la infusión de 1 a 2 U/h, mientras no exista otro agravante más, como es una cirugía extracorpórea o una cirugía de trasplante con uso de esteroides.

### **INFUSIÓN CONJUNTA GLUCOSA-INSULINA-POTASIO**

#### **Manejo de la infusión intravenosa combinada de glucosa, insulina y potasio**

*Primer paso.* Iniciar la noche anterior, o por lo menos dos horas antes de la cirugía, con las siguientes indicaciones:

Solución glucosada al 5% (pacientes con DM tipo 2) o 10% (pacientes con DM tipo 1) de 1000 ml (aportan de 5 a 10 g de glucosa por h) + 12 (DM tipo 2) a 24 (DM tipo 1) unidades de insulina regular (respectivamente) + 20 mEq de KCl, a pasar en 12 h. Si requiere suero fisiológico ponerlo en Y con la solución glucosada. Ajustando la velocidad de la solución de acuerdo al estado de hidratación, presión venosa central, existencia de insuficiencia cardíaca, renal o hipertensión arterial.

En caso necesario (glucosa > 200 mg/dl se reali-

zará la corrección necesaria con glucemias capilares de acuerdo al esquema de insulina rápida (o análogos de insulina de acción corta) siguiente: 200-300=2UIIV, 300-400=4UIIV más de 400=6UIIV.

*Segundo paso.* Realizar controles de glucemia capilar:

- a) Antes, durante y después de la intervención quirúrgica.
- b) Si la intervención se retrasa, hacerla cada hora.
- c) Durante el postoperatorio y de acuerdo con las indicaciones del médico responsable. Las glucemias capilares serán c/4 h hasta el inicio de las realizadas por vía oral (VO), que se realizarán de manera preprandial.

*Tercer paso.* Si en el transcurso de la cirugía se presenta una glucemia superior a 400 mg/dl, se repetirán los controles glucémicos cada hora hasta lograr un control adecuado de glucosa (2 o más valores sucesivos de entre 120 y 200 mg/dl).

*Cuarto paso.* Controlar c/8 h electrolitos séricos sodio (Na), K y urea durante las siguientes 24 h.

*Quinto paso.* En caso de glucemia menor de 80 mg, administrar 25 ml de solución glucosada al 50%. Repetir la medición de glucemia capilar cada

15 min hasta conseguir una glucosa mayor a 120 mg/dl y administrar 25 ml de glucosa al 50% cuantas veces sea necesario y se disminuirá la infusión de insulina a 0.5 UI/h.

### POSTOPERATORIO

Debe vigilarse la glucemia c/4 h, y cuando se considere que la situación del paciente es estable o bien al inicio de la dieta, se realizara de manera preprandial, y se reiniciará la insulina NPH o análogos de insulina de acción prolongada más el esquema de insulina rápida o análogos de acción corta correspondiente.

En caso de un control glucémico deficiente postoperatorio, es fundamental evaluar el estado de hidratación del paciente, descartar infecciones, yatrogenia medicamentosa y asegurar que el paciente no presenta dolor. Las infecciones graves pueden alterar el control glucémico antes de ser clínicamente manifiestas. Si no se encuentra una causa clara del mal control glucémico postoperatorio, es preciso seguir buscando posibles focos infecciosos, prestando especial atención, por su frecuencia, en las infecciones de la herida, catéteres, de la vía urinaria y de la vía respiratoria.

Pomposelli y col.<sup>10</sup> encontraron que entre 97 pacientes con diabetes que fueron sometidos a cirugía, una cifra de glucemia en el primer día postoperatorio superior a 220 mg/dl era un predictor sensible de la aparición de infecciones nosocomiales. Los pacientes con elevadas cifras de glucemia desarrollaron infecciones en una tasa 2.7 veces superior

que los pacientes cuyas cifras de glucemia fueron inferiores a 220 mg/dl.

La cicatrización es notablemente mejor cuanto más se encuentra la glucemia dentro de 120-200 mg/dl, en el postoperatorio. Furnary y Col.<sup>11</sup> compararon el estado de los pacientes que habían recibido insulina vía subcutánea y aquellos a los que se les había administrado IV iniciada en el perioperatorio. La incidencia de heridas esternales profundas fue de 0,8% en el grupo que recibió insulina IV comparada con 2,0% en los pacientes que habían recibido insulina subcutánea. Además, mostraron un incremento de riesgo de muerte 5 veces mayor entre los pacientes que desarrollaron heridas esternales profundas, comparado con aquellos que no desarrollaron heridas en el postoperatorio.

Zerr y Col.<sup>12</sup> observaron que durante los intervalos en los cuales la alimentación es irregular, los pacientes pueden requerir una infusión continua de dextrosa, que debe ser suficiente para prevenir una hipoglucemia y cetosis (5-10 g de glucosa/h)<sup>4</sup>.

Cuando el período de ayuno excede 24 h, debe plantearse la posibilidad de dar inicio con alimentación enteral además del aporte de soluciones para minimizar el catabolismo y favorecer la cicatrización de las heridas. Sin embargo, en ocasiones esto no es posible ni es claro el tiempo en que pueda el paciente reiniciar la ingesta normal, por lo que puede ser preciso el inicio de nutrición parenteral, con el riesgo de complicaciones metabólicas que conlleva en un paciente diabético.

### SITUACIONES QUIRÚRGICAS ESPECIALES

#### Laparoscopia

La cirugía laparoscópica supone un trauma quirúrgico menor que una cirugía convencional. Sin embargo, ha de tenerse presente que las alteraciones metabólicas que se producen y la gravedad de la resistencia a la insulina inducida parece ser comparable a la que sucede en una cirugía convencional<sup>13</sup>.

#### Cesárea

Mantener un control óptimo durante el parto es una cuestión fundamental para disminuir el riesgo de hipoglucemia neonatal, siendo recomendable el uso de una perfusión de insulina siempre que



Foto: US Navy

sea posible. El uso de agonistas betaadrenérgicos (para retrasar del parto) o dexametazona (madurez pulmonar fetal) incrementa las necesidades de insulina. Una posible pauta de inicio consistiría en administrar insulina a dosis elevadas (2.5 a 3 U/h) por un lado, y sueros glucosados al 10% con suplementos de KCl por otra vía, repitiendo las glucemias a intervalos de 20 min hasta conseguir valores estables entre 80 y 120 mg/dl, distanciando los controles cuando esto ocurre. Es importante variar la infusión de insulina en el momento de la salida de la placenta, ya que este órgano sintetiza y almacena hormonas hiperglucemiantes. Por ello, en el momento de su expulsión, descenderán las necesidades de insulina de la madre. Una vez expulsada la placenta, se puede reiniciar la infusión de insulina a mitad de la dosis previa, monitorizando la glucemia hasta encontrar la dosis adecuada.

### Cirugía menor y exploraciones diagnósticas

El tratamiento de los pacientes diabéticos estables a los que se les va a realizar una cirugía menor permite un manejo diferente, y en ocasiones es suficiente administrar insulina vía subcutánea. Sin embargo, debemos recordar que si requieren anestesia general y el uso de insulina está indicado, un régimen de infusión es el método adecuado para controlar la glucemia, siendo generalmente suficiente con el régimen glucosa-insulina-potasio. Es importante que las exploraciones diagnósticas o terapéuticas que impliquen no tomar nada vía oral en los pacientes diabéticos se realicen tan pronto como sea posible, ya que esto permitirá que tomen su tratamiento matutino habitual y desayunen, sin alterar apenas su régimen terapéutico. Si no se conoce el período de tiempo que ha de esperar el paciente, lo más prudente es utilizar un método de administración IV de insulina y glucosa.

La opción sería inyectar 2/3 partes del total de insulina del paciente, seguido de la administración de un suero glucosado de 1000 ml al 5 o 10% para 12 h, con el propósito de evitar la hipoglucemia y la cetosis. Sin embargo, hay que realizar determinaciones de glucosa seriadas en caso que no se realice la cirugía en los horarios determinados y se retrase, ya que esto puede ocasionar variaciones importantes



Foto: archivo

en las cifras de glucosa, e iniciarla vía oral una vez que sea posible.

### Control metabólico en cirugía menor

#### Día de la operación (si requiere estar en ayunas)

1. Administrar el 60% de la dosis habitual de insulina o hipoglucemiantes orales.
2. Canalizar al paciente con solución glucosada al 5% 1000 ml más 10 mEq/KCl P/12 h.
3. Realizar medición de glucemia capilar antes, durante, después de la cirugía y al terminar c/4 horas.
4. Administrar insulina humana de acción rápida o análogos de acción corta IV de acuerdo a la siguiente glucemia capilar: 200-300= 2 UI, 300-400=4 UI, más de 400=6 UI.
5. Si se presenta hipoglucemia (glucosa < 80 mg/dl), aplicar 25 ml de glucosa al 50% cuantas veces sean necesarias hasta alcanzar cifras mayores a 120 mg/dl.
6. Reiniciar la pauta habitual de hipoglucemiantes orales o insulina en la comida.

#### Día de la operación (si puede desayunar)

1. Administrar la dosis habitual de insulina o hipoglucemiante oral.
2. Realizar la medición de glucemia capilar antes, durante y después de la cirugía y, al terminar, c/4 h.
3. Administrar insulina humana rápida o análogos de acción corta de acuerdo a la glucemia capilar y al siguiente esquema: 200-300=2 UI, 300-400=4 UI, más de 400=6 UI.



Foto: archivo

4. Si se presenta hipoglucemia (glucosa < 80 mg/dl), aplicar 25 ml de glucosa al 50%, cuantas veces sean necesarias hasta alcanzar cifras mayores a 120 mg/dl.
5. Reiniciar la pauta habitual de hipoglucemiantes orales o insulina en la comida.

### CONCLUSIONES

En resumen, el entorno hormonal que rodea a una cirugía promueve alteraciones metabólicas que pueden tener consecuencias devastadoras en el paciente diabético en caso de no actuar de forma expedita.

Los factores que influyen en la homeostasis del metabolismo hidrocarbonado durante esta fase son numerosos, en muchas ocasiones variables, y con frecuencia difíciles de predecir. Por este motivo, el conocimiento de los posibles factores implicados junto con el sentido común continúan siendo las herramientas principales que proporcionan un manejo del control glucémico preciso y seguro, lo que constituye más un arte que una ciencia clínica. Todo ello hace que la realización de protocolos de manejo sea difícil debido a la necesidad de individualizar el tratamiento según las características del paciente y de la intervención a la que va a ser sometido.

Por lo tanto, el éxito depende del trabajo en equipo entre el médico responsable del manejo de la diabetes, el anestesta y el cirujano.

Es conveniente la integración de un equipo médico, en el que se realice una valoración preoperatoria de estos pacientes con la participación de un

médico internista o un médico endocrinólogo, un anestesiólogo y el médico cirujano, con el propósito de que se haga una valoración preoperatoria integral y se realice la preparación correspondiente a estos pacientes, con el objetivo de disminuir las complicaciones perioperatorias (procesos infecciosos, trombóticos, metabólicos y estancia hospitalaria prolongada por morbilidad y mortalidad). ●

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shamon H, Hendler R, Sherwin RS. Synergistic interactions among anti insulin hormones in the pathogenesis of stress hyperglycemia in humans. *J Clin Endocrinol Metab.* 1981; 52(6):1235-41.
2. Schade DS. Surgery and diabetes. *Med Clin North Am.* 1988; 72(6):1531-43.
3. Marks JB, Skyler JS. Acute complications of diabetes: diabetic ketoacidosis hyperosmolar hyperglycemic non ketotic coma. En: Hurst JW, ed. *Medicine for the practicing physician.* 4ta ed. Stamford, Com.: Appleton& Lange; 2003. pp. 640-5.
4. Alberti KG, Gill GV, Elliot MJ. Insulin delivery during surgery in the diabetic patient. *Diabetes Care.* 1982;5 (supl 1):65-77.
5. Hirsch IB, Mc Gill JB. Role of insulin in the management of surgical patients with diabetes mellitus. *Diabetes Care.* 1990;13:980-91.
6. Fernquist E, Gunnarsson R, Linde B. Influence of circulating epinephrine on absorption of subcutaneously injected insulin. *Diabetes.* 1988;37:694-701.
7. Challoner DR, Steinberg D. Effect of free fatty acid on the oxygen consumption of perfused rat heart. *Am J Physiol.* 1966;210:280-86.
8. Tansey MJ, Opie LH. Relation between plasma free fatty acids and arrhythmias within the first twelve hours of acute myocardial infarction. *Lancet.* 1983;2:419-21.
9. Belsey R, Morrison J, Whitlow K, et al. Managing bedside glucose testing in the hospital. *JAMA.* 1987;258:1634.
10. Pomposelli JJ, Baxter JK III, Babineau TJ, Pomfret EA, Driscoll DF, Forse RA, et al. Early postoperative glucose control predicts nosocomial infection rate in diabetic patients. *J Parenteral Enteral Nutr.* 1998;22:7781.
11. Furnary AP, Zerr KJ, Grunkemeier GL, Starr A. Continuous intravenous insulin infusion reduces the incidence of deep sternal wound infection in diabetic patients after cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:352-62.
12. Zerr KJ, Furnary AP, Grunkemeier GL, Bookin S, Kanhere V, Starr A. Glucose control lowers the risk of wound infection in diabetics after open heart operations. *Ann Thorac Surg.* 1997;63:356-61.
13. Gill GV, Sherif IH, Alberti KGMM. Management of diabetes during open heart surgery. *Br J Surg.* 1981;68:171-2.



## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Adrogue HJ, Wilson H, Boyd AE 3rd, Suki WN, Eknayan G. Plasma acid-base patterns in diabetic ketoacidosis. *N Engl J Med.* 1982;307(26):1603-10.
- Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome-a new worldwide definition. *Lancet.* 2005;366(9491):1059-62.
- Axelrod DA, Upchurch GR, De Monner S, Stanely JC, Khuri S, Daley J, et al. Perioperative cardiovascular risk stratification of patients with diabetes who undergo elective major vascular surgery. *J Vasc Surg.* 2002;35(5):894-901.
- Babineau TJ, Bothe A. General surgery considerations in the diabetic patients. *Infect Dis Clin North Am.* 1995;9(1):183-93.
- Berkers J, Gunst J, Vanhorebeeck I, Van den Berghe G. Glycaemic control and perioperative organ protection. *Best Practic & Clinical Anaesthesiology.* 2008;(22):135-49.
- Brandt M, Harder K, Walluscheck KP, Fraund S, Boning A, Cremer J. Coronary artery bypass surgery in diabetic patients. *J CardSurg.* 2004;19(1):36-40.
- Centers for Disease Control and Prevention. National diabetes fact sheet: general information and national estimates on diabetes in the United States, 2007. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention; 2008.
- Crock PA, Ley CJ, Martin IK, Alford FP, Best JD. Hormonal and metabolic changes during hypothermic coronary artery bypass surgery in diabetic subjects. *Diabet Med.* 1988;5:4752.
- Dagogo S, Alberti J, Steinkes MD. Management of diabetes mellitus in surgical patients. *Diabetes Spectrums.* 2002; 15(1):44-6.
- Devineni R, McKenzie FN. Surgery for coronary artery disease in patients with diabetes mellitus. *Can J Surg.* 1985;28:367-70.
- Elliot MJ, Gill GV, Home PD, Noy GA, Holden MP, Alberti KGMM. A comparison of two regimens for the management of diabetes during open heart surgery. *Anesthesiology.* 1984;60:364-8.
- Ferrari LR. New insulin analogues and insulin delivery devices for the perioperative management of diabetic patients. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2008;(21):401-5.
- Gavin LA. Perioperative management of the diabetic patient. *Endoc Metab Clin North Am.* 1992;21:457-65.
- Hawthorne GC, Ashworth L, Alberti KGMM. The effect of laparoscopic cholecystectomy on insulin sensitivity. *Horm Metab Res.* 1994;26:4747.
- Hirsch IB, McGill JB, Cryer PE, White PF. Perioperative management of surgical patients with diabetes mellitus. *Anesthesiology.* 1991;74(2):346-59.
- Home PD, Massi-Benedetti M, Shepard GA, et al. A comparison of the activity and disposal of semi-synthetic human insulin and porcine insulin in man by the glucose clamp technique. *Diabetologia.* 1982;22:41.
- Jiménez Morales EE, Sánchez García R. Diabetes mellitus y el anestesiólogo, cuidados perioperatorios. *Revista de investigación Médica Sur.* 2008;15(1):15-9.
- Kitabchi AE, Burghen GA. Treatment of acidosis in diabetic children and adults. En: Brodoff BN, Bleicher SH, eds. *Diabetes mellitus and obesity.* Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 2000. p. 245-60.
- Kolawole BA. Perioperative management of the diabetic patient. *Niger J Med.* 2004;3(3):227-34.
- Lawrie GM, Morris GC, Glaeser DH. Influence of diabetes mellitus on the results of coronary bypass surgery. *JAMA.* 1986;256:1967-71.
- MacKenzie CR, Charlson ME. Assessment of perioperative risk in the patient with diabetes mellitus. *Surg Gynecol Obstet.* 1988;167(4):293-9.
- Moitra VK, Meiler SE. The diabetic surgical patient. *Current Opinion in Anaesthesiology.* 2006;19:339-45.
- Molina-Méndez FJ, Ángeles-de la Torre RA, et al. ¿Es necesario el monitoreo de la glucosa en pacientes de alto riesgo durante la anestesia? *Rev Mex de Anest.* 2012;35 (Suppl.1):S24-S32.
- Pacheco CA, Raskin P. Surgery and Anesthesia. Therapy for diabetes mellitus and related disorders. *ADA.* 1992;147:55.
- Peters A, Kerner W. Perioperative management of the diabetic patient. *Exp Clin Endocrinol Diabetes.* 1995;103:213-8.
- Physician's Guide to Insulin-Dependent (type I) Diabetes. Diagnosis and Treatment. En: Spearling MA, Ed. Alexandria, VA, Am. Diabetes Assoc.; 1988. p. 84-87.
- Raucoules-Aime M, Ichai C, Roussel LJ, et al. Comparison of two methods of intravenous insulin administration in the diabetic patient during the perioperative period. *Br J Anesth.* 1994;72:5-10.
- Raucoules-Aime M, Roussel LJ, Rossi D, Gastaud P, Dolisi C, Grimaud D. Effects of severity of surgery on metabolic control and insulin requirements in insulin dependent diabetic patients. *Br J Anaesth.* 1995;74(2):231-3.
- Robertshaw HJ, Hall GM. Diabetes mellitus: anaesthetic management. *Anaesthesia.* 2006;61:1187-90.
- Santos E, Gómez Peralta F, Salvador J. Diabetes y cirugía II: Principios generales de tratamiento. *Rev Med Univ Navarra.* 2002;46(1):24-37.
- The NICE-SUGAR Study Investigators. Intensive versus Conventional Glucose Control in Critically ill Patients. *The New England Journal of Medicine.* 2009;360:1283-97.
- Treiman GS, Treiman RL, Foran RF, Cossman DV, Cohen JL, Levin PM, et al. The influence of diabetes mellitus on the risk of abdominal aortic surgery. *Am Surg.* 1994;60(6):436-40.
- Tuttnauer A, Levin PD. Diabetes mellitus and anesthesia. *Anesthesiology Clin.* 2006;24(3):579-97.
- Warner DS, Warner MA. Metabolic Syndrome and Insulin Resistance. *Anesthesiology.* 2008;108:506-23.
- Watson BG, Elliot MJ, Pay DA, Williamson M. Diabetes mellitus and open heart surgery. A simple, practical closed loop insulin infusion system for blood glucose control. *Anesthesia.* 1986;41:250-7.
- Watts NB, Gebhart SSP, Clark RV, Phillips LS. Postoperative management of diabetes mellitus: steady-state glucose control with bedside algorithm for insulin adjustment. *Diabetes Care.* 1987;10:722-8.