

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS

PROTOCOLO DE MANEJO PERIOPERATORIO PARA PACIENTES CON
HIPERGLICEMIA EN EL HOSPITAL CALDERÓN GUARDIA

Trabajo final de graduación sometido a las consideraciones del comité de la
Especialidad en Anestesiología y Recuperación para optar al grado y título de
especialista en Anestesiología

AUTOR: MARIO ANDRÉS ESCALANTE TREJOS

2022

Esta Tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Anestesiología y Recuperación de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Anestesiología y Recuperación.



Dra. Haydee Alfaro

Médico especialista en anestesiología y recuperación.

Profesora Tutor



Dr. Marcelo Chaves Sandí

Médico especialista en anestesiología y recuperación.

Lector



Dra. Marielos Morera Gonzáles.

Médico especialista en anestesiología y recuperación.

**Director (a) Coordinador (a) /Representante
Programa de Posgrado en Anestesiología y Recuperación**



Dr. Mario A. Escalante Trejos.

Sustentante



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, MARIO ANDRÉS ESCALANTE TREJOS, con cédula de identidad 114860418, en mi condición de autor del TFG titulado PROTOCOLO DE MANEJO PERIOPERATORIO PARA PACIENTES CON HIPERGLICEMIA EN EL HOSPITAL CALDERÓN GUARDIA

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. **SI** **NO** *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

San José, 13 de febrero de 2023

Programa de Posgrado en Especialidades Médicas
Sistema de Estudios de Posgrado
Universidad de Costa Rica

Estimados señores:

Yo, Dahiana Jiménez Picado, cédula de identidad 2 0697 0098, número de asociada 222, carné de Colypro n.º 94334, hago constar que he revisado el documento **“Protocolo de manejo perioperatorio para pacientes con hiperglicemia en el Hospital Calderón Guardia”** del estudiante Mario Andrés Escalante Trejos, cédula 1 1486 0418, para optar al grado y título de especialista en Anestesiología.

Doy fe de que se han observado y aplicado las normativas vigentes sobre la corrección de estilo de los componentes notacionales (ortografía), gramaticales (morfosintaxis), lingüísticos (discurso, léxico y semántica) y conceptuales (cohesión y coherencia).

Sin más particulares,



Lic. Dahiana Jiménez Picado

Filóloga y docente
Colegiada n.º 94334
Tel. 8476 2434

Tabla de contenidos

Objetivos	4
Justificación	4
Marco teórico	6
Capítulo I: Fisiopatología de la hiperglicemia perioperatoria y farmacología antihiperglucémica.....	6
Capítulo II: Manejo preoperatorio de la hiperglicemia.....	13
Capítulo III: Manejo transoperatorio de la hiperglicemia.....	18
Capítulo IV: Manejo posoperatorio de la hiperglicemia	24
Capítulo V: Propuesta de protocolo para manejo de hiperglicemia perioperatoria.....	27
Capítulo VI: Conclusiones.....	29
Referencias.....	30

Índice de figuras

Figura 1. Acciones principales de la insulina.....	7
Figura 2. Estructura y función del receptor de insulina	8
Figura 3. Anormalidades en la DM II	9
Figura 4. Algoritmo diagnóstico para la DM II	10
Figura 5. La respuesta sistémica ante el trauma quirúrgico	11
Figura 6. Conducta recomendada con respecto a la administración de fármacos antidiabéticos orales en el periodo preoperatorio	15
Figura 7. Conducta recomendada alrededor de la administración de fármacos antidiabéticos inyectables en el periodo preoperatorio	15
Figura 8. Modificación de la dosis correctiva de insulina basándose en factores de sensibilidad o resistencia a la insulina	21
Figura 9. Estrategia para la implementación de infusión de insulina de velocidad variable	22
Figura 10. Uso de esquemas de insulina para pacientes hospitalizados que ya han sido egresados de la unidad de recuperación posanestésica	25

Objetivos

Objetivo general

Organizar la literatura médica vigente respecto al manejo anestésico de pacientes con hiperglicemia en el periodo postoperatorio y elaborar una propuesta de manejo estandarizado para aplicar en el Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia.

Objetivos específicos

1. Realizar una revisión académica sobre la fisiología de la respuesta corporal ante el estrés quirúrgico, la fisiopatología de la diabetes enfocada al ámbito perioperatorio y la farmacología clínica de los medicamentos ofrecidos en la CCSS.
2. Exponer un plan de manejo preoperatorio para el paciente diabético que se someterá a cirugía.
3. Elaborar recomendaciones en cuanto al manejo transoperatorio de la hiperglicemia.
4. Redactar recomendaciones para el paciente que persiste con hiperglicemia en el postoperatorio inmediato, así como aquel que debe regresar a su régimen usual después de haber completado un periodo de ayuno.

Metodología preliminar

Revisión bibliográfica narrativa a partir de la consulta de artículos de revistas, guías de manejo internacionales y consensos de expertos publicados en los últimos 10 años (desde el 1 de enero del 2011 hasta el 31 de julio del 2021) en idioma inglés y español.

Justificación

La diabetes es una enfermedad altamente prevalente en la población costarricense. La población quirúrgica no es la excepción. A nivel mundial, se estima que la diabetes afecta del 10 al 15% de la población perioperatoria (Beagley *et al.*, 2014). Los pacientes con diabetes que se someten a cirugía tienen mayores tasas de complicaciones menores y

mayores, mayor tasa de mortalidad y estancias hospitalarias más prolongadas. Las razones abundan e incluyen las comorbilidades micro y macrovasculares asociadas a la enfermedad, los errores médicos relacionados con el manejo de la hiperglicemia, el fallo del personal para identificar pacientes hiperglucémicos de novo, la hipoglicemia, la mayor tasa de infecciones, entre otros (Rawshani *et al.*, 2018).

Una revisión de la literatura médica revela que niveles elevados de glicemia por micro método y hemoglobina glicosilada, tanto de manera preoperatoria como transoperatoria, se asocian con malos resultados quirúrgicos. Estos hallazgos aplican y se han estudiado para diferentes poblaciones quirúrgicas, incluyendo cirugía cardíaca, neurocirugía, hepatobiliar y ortopédica (Rawshani *et al.*, 2018) (Kransley *et al.*, 2013).

La oferta de fármacos antihiper-glucémicos de la CCSS no se ha ampliado en varios años. En el mercado privado, sin embargo, existen diferentes opciones a las cuales el anestesiólogo puede estar expuesto a la hora de la entrevista preanestésica. Es por ello por lo que existe la necesidad de incluir en una guía de manejo aspectos relevantes a la farmacología clínica de algunas opciones medicamentosas que podrían enfrentar los anestesiólogos. De esta forma, se reduciría la cantidad de errores médicos cometidos en relación con el manejo de estos pacientes y, así, evitar complicaciones menores y mayores.

La población quirúrgica atendida por el Hospital Calderón Guardia es variada e incluye desde cirugía menor ambulatoria hasta cirugía mayor en paciente altamente complejo o crítico. El adecuado manejo de la hiperglicemia perioperatoria es necesario para todo el espectro de pacientes y la estrategia debe ser individualizada dependiendo de las necesidades del procedimiento quirúrgico, la posibilidad de estancia postoperatoria y los requisitos individuales del paciente.

El presente trabajo pretende resumir la evidencia médica disponible en una guía de manejo estandarizada que se adapta a la realidad de trabajo de la CCSS. Esto como alternativa a la utilización de guías de manejo extranjeras que, aunque fuertes en evidencia científica, no siempre contemplan el contexto perioperatorio costarricense.

Marco teórico

Capítulo I: Fisiopatología de la hiperglicemia perioperatoria y farmacología antihiper glucémica

Regulación de la glicemia y la insulinemia

La glicemia es una variable finamente regulada por el organismo. Para mantener la homeostasis, es decir, el conjunto de procesos necesarios para mantener estabilidad relativa en el cuerpo, es necesario que la glicemia sea adecuadamente controlada. Varios órganos y sistemas participan en este proceso, principalmente el sistema nervioso central, el torrente sanguíneo, el páncreas y el hígado.

Después de un bolo alimenticio y el tránsito subsecuente a través del tracto gastrointestinal, hay una elevación en la concentración de azúcar en la sangre. Las moléculas de glucosa son transportadas hacia el interior de células pancreáticas especializadas, las células beta (CB), a través del receptor GLUT – 2. El estado posprandial y los niveles altos de glicemia aumentan la concentración de canales GLUT 2 en el borde luminal de las células del tracto gastrointestinal y de las células beta pancreáticas. Una vez dentro de la célula, la glucosa es metabolizada a través de la vía oxidativa y se produce ATP. La producción de ATP, a su vez, estimula la función de canales ionotrópicos de potasio en la membrana de las células beta. La salida de potasio y la subsecuente hiperpolarización de la célula son el estímulo necesario para la activación de otro canal ionotrópico, el canal de calcio tipo L. Finalmente, la entrada de calcio al citosol pancreático provoca la liberación de gránulos de insulina previamente almacenados y así, el aumento de la insulinemia (Kam *et al.*, 2021).

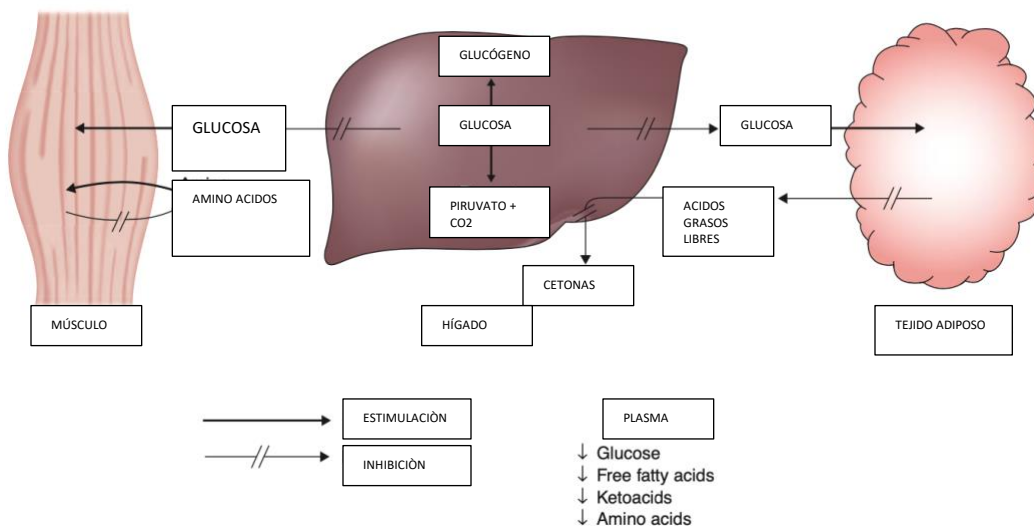
Si bien el mecanismo de retroalimentación negativa es la principal herramienta del organismo para regular la insulinemia, existen otras alternativas. El páncreas es un órgano ricamente inervado por el sistema nervioso autónomo, por lo que el balance entre el tono simpático y parasimpático tiene influencia sobre la insulinemia. Específicamente, el estímulo beta adrenérgico y la secreción de acetil colina estimulan la liberación de insulina de la CB, mientras que el estímulo alfa adrenérgico o el bloqueo beta la inhiben (Flood *et al.*, 2021).

Varias horas después del bolo alimenticio, o durante el ayuno, la utilización de glucosa por los tejidos excede la glucosa disponible. El hígado es la principal fuente de producción de glucosa endógena mediante los mecanismos de glucogenólisis y gluconeogénesis. Durante los periodos en los que no hay aporte calórico exógeno, estos mecanismos son indispensables para mantener una glicemia normal y garantizar la homeostasis. Adicionalmente, no todos los tejidos son igual de sensibles a la insulina. La producción hepática de glucosa es importante ya que es la principal fuente de entrega continua de glucosa a los tejidos insensibles a la insulina, como el cerebro, el tracto gastrointestinal y los eritrocitos (Flood *et al.*, 2021).

La insulina es una hormona proteica de 51 aminoácidos con varias funciones fisiológicas, como se puede observar en la figura 1.

Figura 1

Acciones principales de la insulina



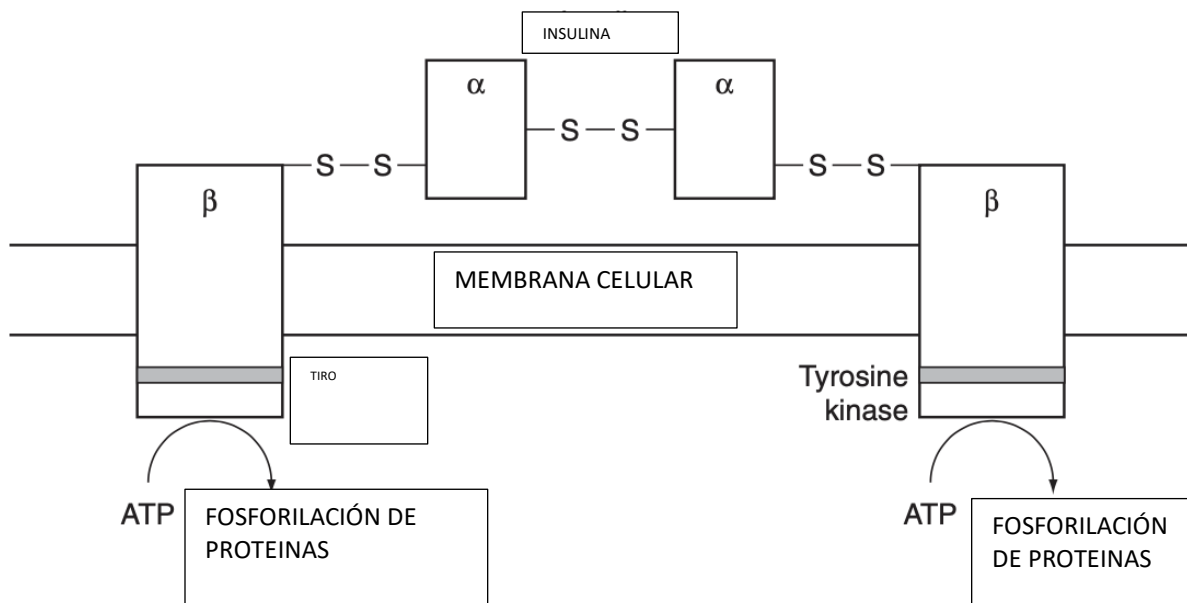
Nota. La insulina estimula la absorción en los tejidos de glucosa y aminoácidos e inhibe la liberación de ácidos grasos del tejido adiposo. Como consecuencia, se disminuye la concentración plasmática de glucosa, ácidos grasos libres, cetonas y aminoácidos. Adaptado de Flood *et al.* (2021). Traducción propia.

Sobre todo, se puede pensar en la insulina como una hormona con gran capacidad anabólica, es decir, que fomenta el crecimiento celular y el almacén de energía en el organismo.

El receptor diana de la insulina es una proteína transmembrana de dos subunidades asociada a tirosina quinasa (ver figura 2). Al unirse a la porción extracelular del receptor la insulina provoca una autofosforilación de esta enzima, iniciando consecuentemente reacciones de segundos mensajeros y señalizadores metabólicos. Entre estas reacciones, cabe destacar la translocación del receptor GLUT – 4 desde el citosol hacia la membrana celular, lo cual implica difusión facilitada de las moléculas de glucosa desde el torrente sanguíneo hacia el espacio intracelular (Kam *et al.*, 2021).

Figura 2

Estructura y función del receptor de insulina



Nota. Adaptado de Principles of Physiology for the Anaesthetist (2021, p. 333). Traducción propia.

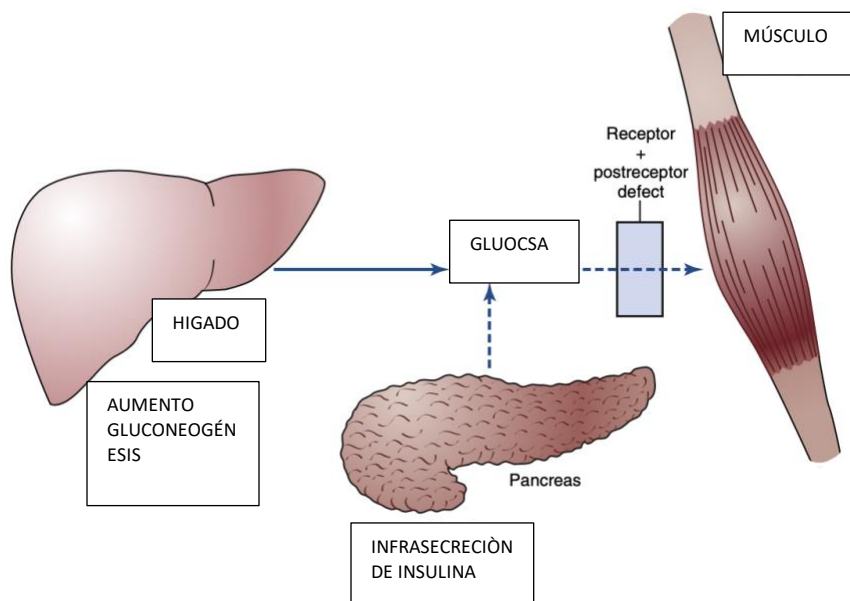
Diabetes e hiperglicemia

La diabetes *mellitus* (DM) es una enfermedad que resulta de una disponibilidad inadecuada de insulina y/o una respuesta tisular anormal a los niveles de la hormona. Se conocen varios tipos, principalmente la I y la II. Estas difieren en su mecanismo de patogénesis; la DM I es una enfermedad autoinmune con destrucción de la CB y la DM II es una enfermedad de resistencia periférica a niveles elevados de insulina con eventual agotamiento de las CB. La DM es la principal causa de hiperglicemia perioperatoria (Barker *et al.*, 2015).

La DM II es la responsable por más de 90% de los casos de DM en el mundo. Es una de las enfermedades con mayor prevalencia a nivel mundial, e impone una carga económica y social importante sobre los sistemas de salud público. Se espera que su incidencia continúe aumentando a un ritmo exponencial (Malcolm *et al.*, 2018).

Figura 3

Anormalidades en la DM II



Nota. Adaptado de Anesthesia and Coexisting disease (2020, p. 450). Traducción propia.

De acuerdo con Flood *et al.* (2021), la enfermedad se caracteriza por una insuficiencia relativa de células beta y resistencia de los tejidos periféricos hacia la insulina que sí es secretada (ver figura 3). Al haber resistencia, las CB mantienen una secreción elevada de insulina para mantener homeostasis. Sin embargo, conforme progresa la enfermedad, la función de la CB se enlentece y la insulinemia resultante no es adecuada, por lo que aparece hiperglicemia.

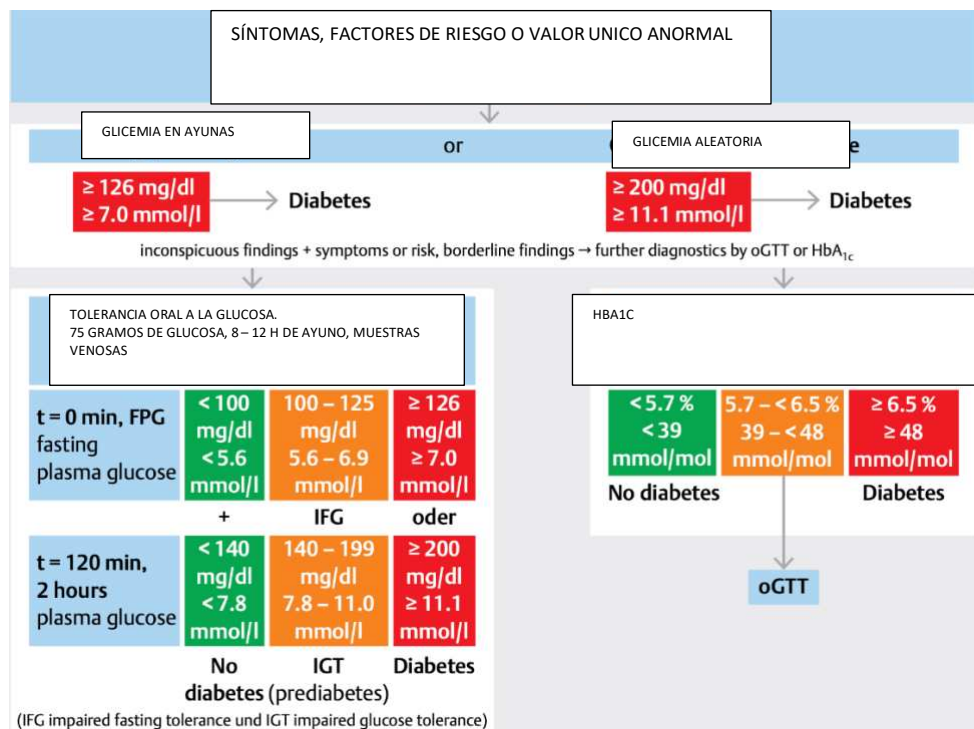
En general, se describen tres importantes características fisiopatológicas de la DM II (Petersmann *et al.*, 2019):

1. Tasa de secreción hepática de glucosa aumentada
2. Tasa de secreción de insulina disminuida
3. Uso ineficiente de glucosa por los tejidos periféricos insulino-sensibles.

En la siguiente figura se presentan los criterios diagnósticos para la DM II.

Figura 4

Algoritmo diagnóstico para la DM II



Nota. Adaptado de Petersmann *et al.* (2019). Traducción propia.

La respuesta ante el estrés quirúrgico

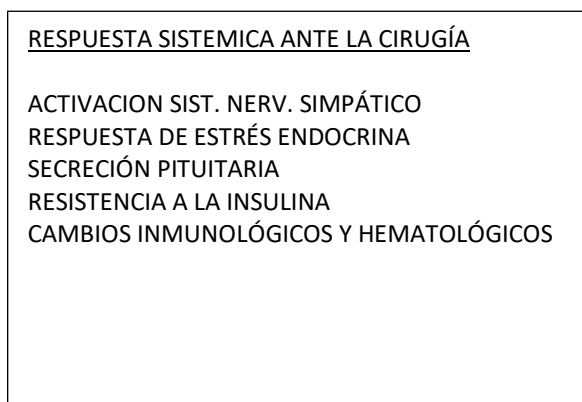
El estímulo quirúrgico, y el periodo perioperatorio en general, supone un trauma sobre el organismo, lo cual provoca estrés. La respuesta fisiológica consecuente, denominada en la literatura como la respuesta de estrés quirúrgico (REQ), ha sido investigada exhaustivamente y representa uno de los principales puntos de interés para la comunidad académica. La anestesiología, como disciplina, intenta regular la REQ, para de esta manera lograr mejores resultados perioperatorios en general.

Una de las consecuencias principales del estrés provocado por el periodo perioperatorio es la hiperglicemia, la cual acarrea consecuencias deletéreas para la población quirúrgica. Es importante conocer el origen de la REQ para lograr modular sus consecuencias. La REQ es una reacción fisiológica caracterizada por inflamación estéril que puede o no llevar a descontrol metabólico, neuroendocrino e inmunohumoral (Desborough *et al.*, 2000).

En la figura 5, se presentan las principales respuestas del cuerpo al trauma quirúrgico.

Figura 5

La respuesta sistémica ante el trauma quirúrgico



Nota. Adaptado de Desborough (2000). Traducción propia.

Desde el punto de vista endocrinológico, la REQ se caracteriza por una secreción aumentada de hormonas pituitarias y la activación del sistema nervioso autónomo simpático. Asimismo, los cambios en las hormonas pituitarias generan cambios en la secreción hormonal de los órganos diana usuales.

Detalladamente, Manou-Stathopoulou (2019) y su equipo describen, entre otros, dos factores de vital influencia sobre los niveles de glicemia:

La respuesta simpatoadrenal

La activación hipotalámica del sistema nervioso autónomo simpático resulta en una secreción aumentada de catecolaminas de la médula adrenal y la liberación de norepinefrina de terminales nerviosas presinápticas. Aparte de las consecuencias cardiovasculares ampliamente conocidas, el tono simpático aumentado tiene efecto sobre la función del hígado, el páncreas y los tejidos periféricos insulinosensibles.

Corticotropina

La corticotropina es una hormona proteica de 39 aminoácidos producida en la glándula pituitaria anterior. Su acción principal es la estimulación de la corteza adrenal, lo que provoca un aumento en la secreción de glucocorticoides. El cortisol, principalmente, fomenta el catabolismo proteico y la gluconeogénesis hepática. También, inhibe la utilización de glucosa por los tejidos periféricos, creando y reforzando un ambiente de resistencia a la insulina.

Capítulo II: Manejo preoperatorio de la hiperglicemia

La toma de decisiones se basa principalmente en si el paciente será sometido a una cirugía ambulatoria o si se trata de un paciente hospitalizado. Aquellos pacientes que son manejados de forma ambulatoria se benefician de una consulta preanestésica formal en la que se discuten los detalles específicos e individualizados de su control diabético. La Sociedad de Anestesia Ambulatoria (SAMBA), en su guía de manejo para el control perioperatorio de la glicemia en pacientes que serán sometidos a cirugía electiva, propone algunos puntos importantes a tratar en dicha consulta (Joshi *et al.*, 2010):

- Valoración de glicemia basal, glicemia pico posprandial y niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1c).
- Tipo de terapia antidiabética (enfocado en tratamiento oral vs. inyectado).
- Dosis actual de terapia antidiabética.
- Frecuencia de eventos hipoglicémicos.
- Habilidad del paciente para autogestionar su diabetes. Esto incluye grado de conocimiento de su enfermedad, consecuencias de la hipoglicemia, autogestión de su farmacoterapia, motivación, entre otros.

Cómo manejar la farmacoterapia oral o inyectada en el periodo preoperatorio se basa en evidencia insuficiente. La principal preocupación es si se debe mantener la dosis actual de medicamento o no, ya que una crisis de hipoglicemia puede ser catastrófica. Las insulinas exógenas y todos los análogos de insulina pueden ocasionar hipoglicemia, así como las sulfonilureas y las meglitinidas. Todos los otros fármacos orales y los inyectables no insulínicos no acarrear este riesgo. Por lo tanto, las recomendaciones preoperatorias en cuanto a su manejo se basan en este principio.

De acuerdo con Duggan *et al.* (2017), se pueden puntualizar las siguientes recomendaciones:

1. Todos los antidiabéticos orales, a excepción de los inhibidores de SGLT-2, se deben administrar el día antes de la cirugía.

2. El día de la cirugía, se debe suspender la toma de todo antidiabético tipo secretagogo (incluyendo las sulfonilureas). Los inhibidores de SGLT-2 deben haberse suspendido 24 horas antes del procedimiento (Milder 2018).
3. Todos los otros antidiabéticos orales se deben administrar como de costumbre el día de la cirugía. Excepciones:
 - a. Suspender metformina el día de la cirugía si el paciente tiene AEC < 45 cc min.
 - b. Suspender metformina el día de la cirugía si se aplicará medio de contraste intravenoso en el perioperatorio
 - c. Si la expectativa es que el paciente no resuma la vía oral prontamente en el periodo postoperatorio.
 - d. Si se trata de una cirugía mayor en la que es esperable que haya cambios hemodinámicos importantes y frecuentes.

Los pacientes con DM II insulino dependiente deben continuar su farmacoterapia parenteral a través del periodo perioperatorio. Normalmente, estos pacientes reciben un esquema de insulina basal para controlar la hiperglicemia entre comidas y un esquema de insulina posprandial para controlar el pico glicémico posterior a un bolo alimenticio. En las figuras 6 y 7 se exponen recomendaciones puntuales con respecto a la terapia insulínica para el día de la cirugía y el día previo.

Figura 6

Conducta recomendada con respecto a la administración de fármacos antidiabéticos orales en el periodo preoperatorio

Antidiabético Oral	Día antes de la cirugía	Día de la cirugía (Cirugía mínimamente invasiva + Retorno rápido a VO)	Día de la cirugía
Secretagogos	Ingerir	No Ingerir	No Ingerir
Inhibidores SGLT 2	No Ingerir	No Ingerir	No Ingerir
Tiazolidinedionas	Ingerir	Ingerir	No Ingerir
Metformina	Ingerir*	Ingerir*	No Ingerir
Inhibidores de DPP-4	Ingerir	Ingerir	Ingerir
* No ingerir si el paciente será sometido a un procedimiento que implique administración de un medio de contraste intravenoso.			

Nota. Adaptado de Duggan *et al.* (2017). Traducción propia.

Figura 7

Conducta recomendada alrededor de la administración de fármacos antidiabéticos inyectables en el periodo preoperatorio

Régimen antidiabético (inyectable)	Glargina o Detemir		NPH o insulina 70/30		Lispro, Aspart, Glulisina, Regular		Inyectables no insulínicos	
	Dosis AM	Dosis PM	Dosis AM	Dosis PM	Dosis AM	Dosis PM	Dosis AM	Dosis PM
No hay necesidad de preparación intestinal prequirúrgica	Dosis usual	80% de dosis usual	80% de dosis usual	80% de dosis usual	Dosis usual	Dosis usual	Dosis usual	Dosis usual
Es necesaria la preparación intestinal prequirúrgica	Dosis usual	80% de dosis usual	80% de dosis usual	80% de dosis usual	Dosis usual	Dosis usual	Suspender al iniciar preparación	Suspender al iniciar preparación

Nota. Adaptado de Duggan *et al.* (2017). Traducción propia.

Los pacientes con DM I representan una salvedad importante a estas recomendaciones, ya que tienen menor tolerancia a los periodos con ausencia total de insulina. Ellos deben recibir 80% de la dosis de insulina basal tanto el día previo como el día de la cirugía (Duggan *et al.*, 2017).

Tanto para pacientes DM II como DM I, se deben detener las dosificaciones de insulina prandial en cuanto se inicia el periodo de ayuno (Dhatariya K, 2012).

Es prudente proceder con una cirugía electiva, ambulatoria, en caso de que el paciente se presente con hiperglicemia asintomática. La SAMBA menciona en su guía de manejo clínico que no existe suficiente información para emitir una recomendación específica con respecto a un nivel de HbA1c o glicemia en ayunas a partir del cual proceder con una cirugía electiva o no.

Sin embargo, sí existen recomendaciones de manejo perioperatorio razonables (Joshi G, 2010).

En primer lugar, no se debe proceder con el acto quirúrgico cuando el paciente se presente con complicaciones significativas relacionadas con su diabetes, como deshidratación severa, cetoacidosis diabética o estados hiperosmolares sin cetosis.

También, es razonable proceder con el acto quirúrgico cuando se presenta un paciente con hiperglicemia aislada preoperatoria, pero con buen control crónico de su enfermedad. La Asociación Americana de Diabetes recomienda que la población diabética en general cumpla con una meta de HbA1c menor al 7% e, idealmente, un nivel de glucosa preprandial entre 90 y 130 mg/dl (Umpierrez *et al.*, 2012). Estos valores de corte no han sido validados específicamente para la población quirúrgica ambulatoria, pero es razonable apegarse a ellos en ese contexto.

Por otro lado, existen pacientes que se presentan para cirugía ambulatoria y tienen un pobre control crónico de su enfermedad. La decisión de si proceder o no con el procedimiento debe tomarse de forma individualizada y en conjunto con el resto del equipo quirúrgico. El anestesiólogo puede tomar una posición de liderazgo en estos

casos ya que está en la facultad de informar al resto del equipo sobre los riesgos de la hiperglicemia perioperatoria y así proveer un argumento balanceado al resto del equipo quirúrgico. Si bien la mayoría de la evidencia con respecto a los efectos deletéreos de someter a pacientes hiperglucémicos a cirugía está enfocada en el paciente hospitalizado, es razonable extrapolar esta información a la población ambulatoria. Por otro lado, se deben mantener expectativas realistas con respecto a la meta de control diabético para el paciente pobremente controlado y también se debe tomar en cuenta la naturaleza del acto quirúrgico y el impacto que supondría no realizarlo sobre la calidad de vida del paciente.

A manera de recomendaciones puntuales en este escenario:

- Se debe posponer la cirugía electiva en aquellos pacientes que se presentan con complicaciones severas relacionadas con la hiperglicemia, como la deshidratación severa, cetoacidosis y estados hiperosmolares no cetoacidóticos.
- En general, aquellos pacientes que se presentan con hiperglicemia aguda pero tienen buen control crónico de su enfermedad pueden ser sometidos al procedimiento de manera segura.
- Para aquellos pacientes con mal control crónico de su enfermedad que se presentan con hiperglicemia para un procedimiento electivo, se debe considerar posponer la cirugía. No existe un corte objetivo de metas de manejo a partir del cual se debe o no posponer; debe ser una decisión individualizada tomada por todo el equipo quirúrgico.

Identificar aquellos pacientes con DM no diagnosticada es una intervención de gran impacto. En algunas series de datos, se reportó una prevalencia de hiperglicemia perioperatoria del 20 a 40% de los pacientes que se sometieron a procedimientos de cirugía general. Un reporte reciente examinó la prevalencia de hiperglicemia entre 3 millones de pacientes en más de 575 hospitales norteamericanos y encontró que 32% de los pacientes examinados presentó por lo menos un episodio. De estos, entre un 12 y un 30% no contaban con un diagnóstico previo de DM y más de 60% fueron diagnosticados formalmente menos de un año después (Beagley *et al.*, 2014).

Capítulo III: Manejo transoperatorio de la hiperglicemia

La meta glicémica intraoperatoria dependerá de la duración de la cirugía, la agresión implícita en el acto quirúrgico, la técnica anestésica, las características basales del paciente y de si existe la expectativa de un retorno temprano a la vía oral. Cómo lograr esta meta también dependerá de estos factores; por ejemplo, se debe tener una expectativa diferente para un paciente joven, con reciente diagnóstico de DM II, que ingresa de forma ambulatoria para una hernioplastia umbilical en contraste con un paciente crítico, con DM II de pésimo control crónico, que se someterá a una re-esternotomía.

Debido a las múltiples variables que pueden modificar una meta específica para una situación determinada, no existe un valor de corte definitivo con el cual manejar la glicemia transoperatoria. Aun así, dos sociedades con influencia internacional, la Sociedad Endocrinológica Americana y la SAMBA sugieren que los niveles de glicemia intraoperatorios se mantengan por debajo de 180 mg/dl en la mayoría de las situaciones clínicas transoperatorias (Umpierrez, 2012; Joshi, 2010). Adicionalmente, la literatura ofrece extensa evidencia en contra de metas excesivamente estrictas, por lo que deben evitarse (Abdelmalak y Lansang, 2013).

Por otro lado, puede ser razonable fijar una meta por encima de 180 mg/dl en otras situaciones. A manera de ejemplo, pacientes adecuadamente controlados que se someterán a una cirugía ambulatoria de corta duración no necesitan un control minucioso y estricto de su glicemia transoperatoria. Es más prudente fijar una meta de glicemia razonable, esforzarse por retomar la vía oral de manera temprana y restituirle independencia al paciente en el manejo de su enfermedad. Asimismo, pacientes con pobre control glicémico crónico exhiben síntomas hipoglucémicos a niveles de azúcar superiores a pacientes sanos, debido a una respuesta contra regulatoria alterada de manera basal. En estos pacientes, es mejor fijar una meta de glicemia transoperatoria similar a la glicemia basal del paciente en vez de “normalizar” sus valores de manera aguda.

Otra decisión que el clínico debe tomar es la ruta de administración de insulina en caso de que se requiera realizar una corrección glicémica. Existen dos posibilidades: la vía subcutánea e intravenosa (IV).

En general, la vía subcutánea es la de elección, principalmente por sus características farmacocinéticas (Galindo, 2018). La insulina regular, aplicada de manera intravenosa, tiene una duración de efecto clínico corta (entre 15 y 30 minutos). Esto implicará que la corrección de la glicemia con **bolos** de insulina IV será errática y fluctuante, con consecuencias en la morbilidad del paciente. Consecuentemente, la Sociedad Americana de Endocrinología Clínica (AACE) y la ADA emitieron un comunicado en conjunto en el que recomiendan que la corrección de hiperglicemia transoperatoria para pacientes estables se haga con insulina regular o análogos rápidos de insulina administrados de forma subcutánea. Esta también es la ruta de administración de elección para todos los pacientes ambulatorios.

Cuando se detecte hiperglicemia perioperatoria, lo correcto es calcular la dosis de insulina correctiva. Duggan *et al.* (2017) definen el concepto de insulina correctiva como la dosis de insulina suplemental necesaria para llevar la glicemia medida actual a 180 mg/dl. Matemáticamente, se define de la siguiente manera:

$$\frac{GM - 100}{ISS} = \text{Dosis de insulina en ul}$$

Donde GM es la glicemia medida en el punto de atención e ISS se refiere al factor de sensibilidad a la insulina (*insulin sensitivity factor*).

El ISS intenta expresar, de forma numérica e individualizada, la sensibilidad que tiene el organismo del paciente a una dosis de insulina en bolo. Se calcula dividiendo 1800 (o 1500, según la fuente) entre la dosis total diaria de insulina que utiliza el paciente. Se debe incluir en la dosis total diaria tanto la insulina basal como la prandial. La literatura científica es ambigua con respecto a la constante por utilizar, ya sea 1500 o 1800.

Algunos autores defienden utilizar 1800 para análogos rápidos de insulina y 1500 para insulina regular, mientras que otros abogan por utilizar 1500 para todos los pacientes. En caso de que no se conozca la dosis diaria utilizada o que el paciente únicamente utilice antidiabéticos orales, se recomienda utilizar 40 como el ISS. Conceptualmente, el ISS también se puede visualizar como los mg/dl de glicemia que una única unidad de insulina regular disminuirá en este paciente. En esta línea de pensamiento, un ISS de 40 se refiere a que una unidad de insulina regular disminuirá la glicemia medida en 40 mg/dl.

Habiendo calculado el ISS y, seguidamente, la dosis de insulina correctiva, el clínico también puede considerar factores propios del paciente que predicen resistencia o sensibilidad adicional a la insulina. Los factores que predicen sensibilidad a la insulina, y por lo tanto mayor riesgo de hipoglicemia, son:

- Edad > 70 años
- TFG < 45 cc/min
- Sin historia conocida de DM

Mientras que los factores que se relacionan con la resistencia a la insulina son:

- IMC > 35 kg/m²
- Dosis diaria de insulina > 80 ul
- Farmacoterapia con esteroides > 20 mg prednisolona o equivalentes al día

Si el paciente tiene características de sensibilidad, se reduce la dosis de insulina correctiva; si tiene características de resistencia, se aumenta. Si un paciente tiene factores en ambas categorías, se opta por la menor dosis calculada posible.

En la figura 8 se observa un algoritmo planteado para el manejo de insulina subcutánea en el paciente perioperatorio.

Figura 8

Modificación de la dosis correctiva de insulina basándose en factores de sensibilidad o resistencia a la insulina

Glicemia (mg/dl)	Paciente con sensibilidad a la insulina*	Dosis usual recomendada	Paciente con resistencia a la insulina*
141 – 180	0	2	3
181 – 220	2	3	4
221 – 260	3	4	5
261 – 300	4	6	8
301 – 350	5	8	10
351 – 400	6	10	12
> 400	8	12	14

* Si el paciente tiene factores de riesgo tanto para sensibilidad como para resistencia a la insulina, se debe optar por la menor dosis efectiva.

Nota. Adaptado de Duggan *et al.* (2017). Traducción propia.

La insulina regular también puede ser administrada de forma intravenosa, pero por medio de infusión continua. Se recomienda cambiar a este método de administración cuando se tengan pacientes siendo sometidos a cirugías altamente agresivas, en las que se esperan cambios hemodinámicos y movimiento intraoperatorio de fluidos importantes.

Otros escenarios en los que es recomendable utilizar una infusión IV son aquellos casos con cambios importantes en la temperatura corporal, uso de vasopresores, inotrópicos u otras drogas vasoactivas, así como en cirugías de extensión considerable (normalmente se utiliza un punto de corte de 3 o 4 horas). Todas estas variables afectan de manera considerable la absorción sistémica del espacio subcutáneo y, por lo tanto, convierten la farmacocinética de la insulina administrada por este medio en una variable impredecible. La literatura describe el método idóneo de administración como una infusión continua de velocidad variable. El concepto consiste en variar la velocidad de

infusión no solo en el valor de glicemia actual sino también en su tendencia (Diabetes Care, 2021).

En la figura 9 se detalla la toma de decisiones con respecto a la velocidad de infusión.

Figura 9

Estrategia para la implementación de infusión de insulina de velocidad variable

Glicemia (mg/dl)	GMM aumentó desde última medición.	GMM disminuyó <30 mg/dl desde última medición.	GMM disminuyó >30 mg/dl desde última medición.
>241	Aumentar infusión por 3 UI/h	Aumentar infusión por 3 UI/h	No cambiar velocidad de infusión.
211 – 240	Aumentar infusión por 2 UI/h	Aumentar infusión por 2 UI/h	No cambiar velocidad de infusión.
181 – 210	Aumentar infusión por 1 UI/h	Aumentar infusión por 1 UI/h	No cambiar velocidad de infusión.
141 – 180	No cambiar velocidad de infusión.	No cambiar velocidad de infusión.	No cambiar velocidad de infusión.
110 – 140	No cambiar velocidad de infusión.	Disminuir infusión 0.5 UI/h	Detener la infusión.
100 – 109	<ol style="list-style-type: none"> 1. Detener la infusión. 2. Realizar GMM horarias estrictas. 3. Reiniciar la infusión a la mitad de la velocidad previa si la GMM es mayor a 180 mg/dl 		
71 – 99	<ol style="list-style-type: none"> 1. Detener la infusión. 2. Realizar GMM cada 30 minutos hasta que resultado sea mayor a 100 mg/dl 3. Posteriormente, realizar GMM horarias estrictas. 4. Reiniciar la infusión a la mitad de la velocidad previa si la GMM es mayor a 180 mg/dl 		
70 o menor	<p>A. La GMM está entre 50 – 70 mg/dl</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dar 25 cc de solución glucosada 50% 2. Realizar GMM cada 30 minutos hasta que resultado sea mayor a 100 mg/dl <p>B. La GMM es menor a 50 mg/dl</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dar 50 cc de solución glucosada 50% 		

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Repetir GMM cada 15 minutos hasta que resultado sea mayor a 70 mg/dl 3. Si la GMM cae por debajo de 50 mg/dl de nuevo, dar otros 50 cc de sol. gluc. 50% e iniciar fluidoterapia con sol. gluc. 10%. 4. Cuando GMM > 100 mg/dl reiniciar GMM horarias.
<p>Meta perioperatoria para GMM es entre 140 y 180 mg/dl</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar infusión de insulina para GMM > 180 mg/dl 2. Considerar un bolo inicial de insulina intravenosa 3. La velocidad de infusión inicial es igual a la división de la GMM entre 100. 4. Realizar GMM horarias y corregir velocidad de infusión según esta tabla. 	

Nota. Adaptado de Duggan *et al.* (2017). Traducción propia.

Si se detecta una glicemia superior a 180 mg/dL, se inicia la infusión. La velocidad de infusión inicial se puede calcular dividiendo la glicemia entre 100 y el resultado será el número de unidades por hora. Posteriormente, se debe realizar una revisión de glicemia cada hora y ajustar la infusión de manera concordante (ver figura 9).

Capítulo IV: Manejo posoperatorio de la hiperglicemia

El control glicémico posoperatorio en pacientes que no están críticamente enfermos se logra con insulina subcutánea. Para cualquier paciente que haya ameritado manejo posoperatorio de su hiperglicemia, se deben realizar revisiones de su glicemia cada dos horas en la unidad de recuperación posanestésica. En caso de que se presenten niveles de glicemia por encima de 180 mg/dl, se realizará una corrección con insulina simple o sus análogos parenterales. El cálculo de la dosis de insulina necesaria se hará con la fórmula de insulina correctiva descrita en el capítulo III.

Al haberse concluido la estancia en la unidad de recuperación posanestésica se debe determinar si los pacientes ingresados con plan ambulatorio pueden ser egresados del centro médico. Asumiendo que se cumplen los requisitos de egreso usuales, los pacientes diabéticos pueden retomar su esquema antihiperglicémico usual cuando vuelvan a su casa. Se debe discernir cuáles pacientes tienen riesgo de presentar hipoglicemias en las primeras horas de su egreso y, a estos, se les debe recomendar llevar una comida con índice glicémico alto mientras son transportados a su hogar.

Aquellos pacientes que se mantendrán hospitalizados deben tener un esquema de insulina, de ser necesario, previo a su traslado fuera de la unidad de recuperación posanestésica. Tradicionalmente, se recomienda evitar el uso de antidiabéticos orales en el contexto de paciente hospitalizado debido a la limitada información existente respecto a su eficacia y seguridad. En este escenario, la evidencia es clara en que se debe aplicar un esquema de tipo “basal-bolo” y no uno de dosis variables (Dhatariya, 2012). Es decir, sería incorrecto aplicar dosis de insulina simple de manera correctiva ante la hiperglicemia, y más bien se debe procurar que se le administre al paciente una dosis basal de insulina de intermedia a larga duración como la NPH, Lispro, Detemir o la Glargina (Demma *et al.*, 2017). Basándose en los resultados del estudio RABBIT-2, la recomendación actual es aplicar una o dos dosis diarias de insulina basal y, solamente de ser necesario, correcciones prandiales con insulina simple o su equivalente. El estudio comparó a los pacientes que recibieron, de manera posoperatoria, un esquema de tipo basal bolo con aquellos que únicamente recibieron correcciones con insulina simple de

manera variable. Entre sus conclusiones se determinó que existió mejor control glicémico y menor incidencia de infecciones de herida quirúrgica entre los pacientes que recibieron el tratamiento tipo basal bolo (Umpierrez, 2007).

Además del esquema basal bolo, la literatura también habla sobre un tipo de esquema llamado basal plus (Demma, 2017). El principio es similar al esquema previamente mencionado, con la excepción de que la insulina basal se administra solamente una vez al día y debe ser un análogo de acción prolongada (por ejemplo, Glargina). En este tipo de esquema, también se emplea la insulina simple como método correctivo en los tiempos prandiales, de ser necesario. Se prefiere el uso del esquema basal plus siempre que el paciente no tenga una ingesta por vía oral adecuada.

En la figura 10 se resumen los dos tipos de esquema con insulina basal, así como el cálculo de dosis aproximado.

Figura 10

Uso de esquemas de insulina para pacientes hospitalizados que ya han sido egresados de la unidad de recuperación posanestésica

	Tipo de insulina	Dosis total diaria (pacientes sensibles a la insulina)* UI/kg/día	Dosis total diaria (dosis usual) UI/kg/día	Dosis total diaria (pacientes resistentes a la insulina)* UI/kg/día
NVO/inadecuada ingesta por VO/dieta líquidos claros: USAR REGIMEN BASAL PLUS	Basal	0.1 – 0.15	0.2 – 0.25	0.3
	Correctiva	Tratar GMM > 180 mg/dl con fórmula del capítulo III		
Ingesta normal por vía oral: USAR REGIMEN BASAL BOLO	Basal	0.1 – 0.15	0.2 – 0.25	0.3
	Prandial o correctiva	Tratar GMM > 180 mg/dl con fórmula del capítulo III		
* Si el paciente tiene características tanto de resistencia como de sensibilidad a la insulina, se utilizará la menor dosis posible.				

Nota. Adaptado de Duggan *et al.* (2017). Traducción propia.

Para aquellos pacientes a quienes se les inició una infusión de insulina, es necesario establecer una estrategia para su traslado a un esquema de insulina subcutánea. La instauración de un esquema de transición adecuado es especialmente importante para aquellos pacientes que padecen de DM tipo I, ya que incluso pocas horas de ausencia total de insulina se pueden traducir en cetoacidosis diabética. La transición se debe hacer hacia un esquema topo basal bolo y el cálculo de la dosis diaria se basa en las unidades totales de insulina intravenosa recibidas en las últimas 8 horas. Así, se extrapola el número de unidades de insulina en esas 8 horas a un total de 24 horas y, de esta cantidad, se usa el 70% como dosis basal y el 30% restante como dosis en bolo (siempre y cuando el paciente esté recibiendo nutrición por vía oral). Adicionalmente, la primera dosis basal del paciente se debe administrar dos horas antes de la suspensión de insulina IV. La idea con esta técnica es evitar la hiperglicemia de rebote.

Capítulo V: Propuesta de protocolo para manejo de hiperglicemia perioperatoria

1- Preoperatorio

- Los pacientes diabéticos se programarán, de ser posible, como la primera cirugía del día.
- Dentro de la valoración preoperatoria se debe anotar la dosis total diaria de insulina, factores de sensibilidad o resistencia a la insulina, así como episodios de hipoglicemia y a qué cifra de glucosa se presentaron.
- Evaluar el grado de control glicémico crónico mediante la hemoglobina glicosilada (HbA1c).
- Modificación del tratamiento:
 - Mantener los antidiabéticos orales hasta la noche anterior. En pacientes con insuficiencia renal, se retirará la metformina 24 horas antes de la cirugía.
 - Mantener la misma pauta de insulina hasta la noche anterior. Si el paciente tiene historia de hipoglicemias nocturnas, reducir la dosis en 25%.
 - Los pacientes tratados con análogos de insulina lenta por la mañana (glargina, Lantus®) deben administrar la mitad de la dosis el día de su intervención quirúrgica.

2- Día de la cirugía

- Los pacientes se presentarán en ayunas, sin aplicarse insulina ni tomar antidiabéticos orales.
- A todos los pacientes diabéticos se les tomará una glicemia por micro método.
- Para los pacientes que presenten una GMM < 180 mg/dl se iniciará hidratación estándar y no se administrará insulina. Si la cirugía se prolonga más de dos horas, se determinará una GMM en el transoperatorio.
- Si la GMM > 180 mg/dl se debe administrar una dosis de insulina correctiva de acuerdo al cálculo de la dosis diaria total. Adicionalmente, se dará fluidoterapia con solución glucosada al 10%.

3- Posoperatorio

- Se determinará una glicemia por micro método en el posoperatorio inmediato y previo al alta.
- Reiniciar tratamiento habitual cuando inicien y toleren vía oral.
- Si el paciente presenta retraso al inicio de la VO y la glicemia excede los límites recomendados iniciar insulina simple (o análogo) y suero glucosado al 10%.
- En caso de GMM < 70 mg/dl, se administrarán 250 cc de solución glucosada al 50% y se controlará la glicemia cada 30 minutos.
- Si el paciente debe ser trasladado a hospitalización, saldrá de la unidad de recuperación con un esquema de insulina establecido basándose en el protocolo basal bolo.
- Al egreso, es recomendable que los pacientes con riesgo de hipoglicemia lleven un alimento de índice glicémico alto en el trayecto a su domicilio.
- Es recomendable realizar un control por medio de GMM en las primeras 24 horas (antes de la cena y antes del desayuno).

Capítulo VI: Conclusiones

La hiperglicemia perioperatoria es un tema de suma relevancia para el anestesiólogo. Es importante que estos profesionales adopten una conducta de liderazgo cuando encuentren un paciente con hiperglicemia perioperatoria, ya que este hallazgo tiene mucha repercusión sobre la morbilidad que sufrirá el paciente en relación con su proceso quirúrgico.

La identificación de pacientes previamente desconocidos como diabéticos, la elaboración de un plan de acción que incluya instancias pre, trans y posoperatorias, y la prevención de complicaciones importantes como la hipoglicemia son acciones que puede tomar el anestesiólogo en torno a esta problemática.

Por último, la elaboración de un protocolo para uso institucional que funciona como una guía terapéutica es vital para la estandarización del manejo que reciben los pacientes quirúrgicos.

Referencias

- Abdelmalak, B. B., Bonilla, A. M., Yang, D., Chowdary, H. T., Gottlieb, A., Lyden, S. P., & Sessler, D. I. (2013). The hyperglycemic response to major noncardiac surgery and the added effect of steroid administration in patients with and without diabetes. In *Anesthesia and Analgesia*, 116(5).
<https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e318288416d>
- Abdelmalak, B. B., Knittel, J., Abdelmalak, J. B., Dalton, J. E., Christiansen, E., Foss, J., Argalious, M., Zimmerman, R., & van den Berghe, G. (2014). Preoperative blood glucose concentrations and postoperative outcomes after elective non-cardiac surgery: An observational study. *British Journal of Anaesthesia*, 112(1).
<https://doi.org/10.1093/bja/aet297>
- Abdelmalak, B. B., & Lansang, M. C. (2013). Revisiting tight glycemic control in perioperative and critically ill patients: When one size may not fit all. In *Journal of Clinical Anesthesia*, 25(6). <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2012.09.006>
- Barker, P., Creasey, P. E., Dhatariya, K., Levy, N., Lipp, A., Nathanson, M. H., Penfold, N., Watson, B., & Woodcock, T. (2015). Peri-operative management of the surgical patient with diabetes 2015: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Anaesthesia*, 70(12). <https://doi.org/10.1111/anae.13233>
- Beagley, J., Guariguata, L., Weil, C., & Motala, A. A. (2014). Global estimates of undiagnosed diabetes in adults. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 103(2). <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.11.001>
- Boom, W. vanden, Schroeder, R. A., Manning, M. W., Setji, T. L., Fiestan, G. O., & Dunson, D. B. (2018). Effect of A1c and glucose on postoperative mortality in noncardiac and cardiac surgeries. *Diabetes Care*, 41(4).
<https://doi.org/10.2337/dc17-2232>
- Buchleitner, A. M., Martínez-Alonso, M., Hernández, M., Solà, I., & Mauricio, D. (2012). Perioperative glycaemic control for diabetic patients undergoing surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
<https://doi.org/10.1002/14651858.cd007315.pub2>
- Chacko, B., Whitley, M., Beckmann, U., Murray, K., & Rowley, M. (2018). Postoperative Euglycaemic Diabetic Ketoacidosis Associated with Sodium–Glucose Cotransporter-2 Inhibitors (Gliflozins): A Report of Two Cases and Review of the Literature. *Anaesthesia and Intensive Care*, 46(2).
<https://doi.org/10.1177/0310057X1804600212>

- Demma, L. J., Carlson, K. T., Duggan, E. W., Morrow, J. G., & Umpierrez, G. (2017). Effect of basal insulin dosage on blood glucose concentration in ambulatory surgery patients with type 2 diabetes. *Journal of Clinical Anesthesia*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.10.003>
- Desborough, J. P. (2000). The stress response to trauma and surgery. *British Journal of Anaesthesia*, 85(1), 109-117. <https://doi.org/10.1093/bja/85.1.109>
- Dhatariya, K., Levy, N., Kilvert, A., Watson, B., Cousins, D., Flanagan, D., Hilton, L., Jairam, C., Leyden, K., Lipp, A., Lobo, D., Sinclair-Hammersley, M., & Rayman, G. (2012). NHS Diabetes guideline for the perioperative management of the adult patient with diabetes. *Diabetic Medicine*, 29(4). <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2012.03582.x>
- Diabetes care in the hospital: Standards of medical care in diabetes-2021. (2021). *Diabetes Care*, 44. <https://doi.org/10.2337/dc21-s015>
- Duggan, E., Carlson, K., & Umpierrez, G. (2017). Perioperative hyperglycemia management. *Anesthesiology*, 126(3), 1-14.
- Flood, P., Rathmell, J. P., Urman, R. D., & Stoelting, R. K. (2021). *Stoelting's pharmacology and physiology in Anesthetic Practice*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Galindo, R. J., Fayfman, M., & Umpierrez, G. E. (2018). Perioperative Management of Hyperglycemia and Diabetes in Cardiac Surgery Patients. In *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 47 (1). <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2017.10.005>
- Giori, N. J., Ellerbe, L. S., Bowe, T., Gupta, S., & Harris, A. H. S. (2014). Many diabetic total joint arthroplasty candidates are unable to achieve a preoperative hemoglobin A1c goal of 7% or less. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*, 96(6). <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.01631>
- Handelsman, Y., Henry, R. R., Bloomgarden, Z. T., Dagogo-Jack, S., DeFronzo, R. A., Einhorn, D., Ferrannini, E., Fonseca, V. A., Garber, A. J., Grunberger, G., LeRoith, D., Umpierrez, G. E., & Weir, M. R. (2016). American association of clinical endocrinologists and American college of endocrinology position statement on the association of SGLT-2 inhibitors and diabetic ketoacidosis. In *Endocrine Practice*, 22(6). <https://doi.org/10.4158/EP161292.PS>
- Hines, R. L., Jones, S. B., & Stoelting, R. K. (2022). *Stoelting's anesthesia and co-existing disease*. Elsevier.
- Inoue, S., Egi, M., Kotani, J., & Morita, K. (2013). Accuracy of blood-glucose measurements using glucose meters and arterial blood gas analyzers in

critically ill adult patients: Systematic review. *Critical Care*, 17(2).
<https://doi.org/10.1186/cc12567>

- Jehan, F., Khan, M., Sakran, J. v., Khreiss, M., O’Keeffe, T., Chi, A., Kulvatunyou, N., Jain, A., Zakaria, E. R., & Joseph, B. (2018). Perioperative glycemic control and postoperative complications in patients undergoing emergency general surgery: What is the role of Plasma Hemoglobin A1c? *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 84(1). <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001724>
- Joshi, G. P., Chung, F., Vann, M. A., Ahmad, S., Gan, T. J., Goulson, D. T., Merrill, D. G., & Twersky, R. (2010). Society for ambulatory anesthesia consensus statement on perioperative blood glucose management in diabetic patients undergoing ambulatory surgery. *Anesthesia and Analgesia*, 111(6).
<https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181f9c288>
- Kam, P., Power, I., Cousins, M. J., & Siddal, P. J. (2021). *Principles of physiology for the Anaesthetist*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Krinsley, J. S., Egi, M., Kiss, A., Devendra, A. N., Schuetz, P., Maurer, P. M., Schultz, M. J., van Hooijdonk, R. T. M., Kiyoshi, M., Mackenzie, I. M. J., Annane, D., Stow, P., Nasraway, S. A., Holewinski, S., Holzinger, U., Preiser, J. C., Vincent, J. L., & Bellomo, R. (2013). Diabetic status and the relation of the three domains of glycemic control to mortality in critically ill patients: An international multicenter cohort study. *Critical Care*, 17(2). <https://doi.org/10.1186/cc12547>
- Kwon, S., Thompson, R., Dellinger, P., Yanez, D., Farrohki, E., & Flum, D. (2013). Importance of perioperative glycemic control in general surgery: A report from the surgical care and outcomes assessment program. *Annals of Surgery*, 257(1). <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31827b6bbc>
- Malcolm, J., Halperin, I., Miller, D. B., Moore, S., Nerenberg, K. A., Woo, V., & Yu, C. H. (2018). In-Hospital Management of Diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2017.10.014>
- Manou-Stathopoulou, V., Korbonits, M., & Ackland, G. L. (2019). Redefining the perioperative stress response: a narrative review. In *British Journal of Anaesthesia*, 123(5). <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.08.011>
- Milder, D. A., Milder, T. Y., & Kam, P. C. A. (2018). Sodium-glucose co-transporter type-2 inhibitors: pharmacology and peri-operative considerations. In *Anaesthesia*, 73(8). <https://doi.org/10.1111/anae.14251>
- Nazar J., C., Herrera F., C., & González A., A. (2013). Manejo preoperatorio de pacientes con Diabetes Mellitus. *Revista Chilena de Cirugia*, 65(4).
<https://doi.org/10.4067/S0718-40262013000400013>

- Pasquel, F. J., Gianchandani, R., Rubin, D. J., Dungan, K. M., Anzola, I., Gomez, P. C., Peng, L., Hodish, I., Bodnar, T., Wesorick, D., Balakrishnan, V., Osei, K., & Umpierrez, G. E. (2017). Efficacy of sitagliptin for the hospital management of general medicine and surgery patients with type 2 diabetes (Sita-Hospital): a multicentre, prospective, open-label, non-inferiority randomised trial. *The Lancet Diabetes and Endocrinology*, 5(2). [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(16\)30402-8](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(16)30402-8)
- Petersmann, A., Müller-Wieland, D., Müller, U. A., Landgraf, R., Nauck, M., Freckmann, G., Heinemann, L., & Schleicher, E. (2019). Definition, classification and diagnosis of diabetes mellitus. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 127(S 01). <https://doi.org/10.1055/a-1018-9078>
- Rawshani, A., Rawshani, A., Franzén, S., Sattar, N., Eliasson, B., Svensson, A.-M., Zethelius, B., Miftaraj, M., McGuire, D. K., Rosengren, A., & Gudbjörnsdóttir, S. (2018). Risk Factors, Mortality, and Cardiovascular Outcomes in Patients with Type 2 Diabetes. *New England Journal of Medicine*, 379(7). <https://doi.org/10.1056/nejmoa1800256>
- Sreedharan, R., & Abdelmalak, B. (2018). Diabetes Mellitus: Preoperative Concerns and Evaluation. In *Anesthesiology Clinics*, 36(4). <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2018.07.007>
- Stryker, L. S., Abdel, M. P., Morrey, M. E., Morrow, M. M., Kor, D. J., & Morrey, B. F. (2013). Elevated postoperative blood glucose and preoperative hemoglobin a1c are associated with increased wound complications following total joint arthroplasty. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*, 95(9). <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.00494>
- Umpierrez, G., Cardona, S., Pasquel, F., Jacobs, S., Peng, L., Unigwe, M., Newton, C., Smiley-Byrd, D., Vellanki, P., Halkos, M., Puskas, R., Guyton, R. & Thourani, V. (2014). Intensive versus conservative glucose control in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery (GLUCO-CABG Trial). In *Diabetologia*, 57(1).
- Umpierrez, G. E., Gianchandani, R., Smiley, D., Jacobs, S., Wesorick, D. H., Newton, C., Farrokhi, F., Peng, L., Reyes, D., Lathkar-Pradhan, S., & Pasquel, F. (2013). Safety and efficacy of sitagliptin therapy for the inpatient management of general medicine and surgery patients with type 2 diabetes: A pilot, randomized, controlled study. *Diabetes Care*, 36(11). <https://doi.org/10.2337/dc13-0277>
- Umpierrez, G. E., Hellman, R., Korytkowski, M. T., Kosiborod, M., Maynard, G. A., Montori, V. M., Seley, J. J., & van den Berghe, G. (2012). Management of hyperglycemia in hospitalized patients in non-critical care setting: An endocrine society clinical practice guideline. In *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 97(1). <https://doi.org/10.1210/jc.2011-2098>

- Umpierrez, G. E., Smiley, D., Hermayer, K., Khan, A., Olson, D. E., Newton, C., Jacobs, S., Rizzo, M., Peng, L., Reyes, D., Pinzon, I., Ferreira, M. E., Hunt, V., Gore, A., Toyoshima, M. T., & Fonseca, V. A. (2013). Randomized study comparing a basal-bolus with a basal plus correction insulin regimen for the hospital management of medical and surgical patients with type 2 diabetes: Basal plus trial. *Diabetes Care*, 36(8). <https://doi.org/10.2337/dc12-1988>
- Underwood, P., Askari, R., Hurwitz, S., Chamarthi, B., & Garg, R. (2014). Preoperative A1C and clinical outcomes in patients with diabetes undergoing major noncardiac surgical procedures. *Diabetes Care*, 37(3). <https://doi.org/10.2337/dc13-1929>