



## ORIGINAL

# La hiperglucemia en el paciente crítico. Vía de elección, controles y valores: revisión bibliográfica



L. Martínez-Gangoso<sup>a,\*</sup> y C. Fuentes-Pumarola<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Hospital Universitario de Girona Dr. Josep Trueta, Girona, España

<sup>b</sup> Departamento de Enfermería, Universidad de Girona, Girona, España

Recibido el 20 de mayo de 2014; aceptado el 22 de septiembre de 2014

Disponible en Internet el 11 de noviembre de 2014

### PALABRAS CLAVE

Paciente crítico;  
Hiperglucemia;  
Unidad de cuidados  
intensivos;  
Índice glucémico

**Resumen** La hiperglucemia es uno de los problemas más frecuentes en el paciente crítico, de ahí la importancia de un buen control de esta en las UCI.

**Objetivos:** Identificar la vía de elección para el control de la glucemia en el paciente crítico; distinguir los controles necesarios para garantizar unos correctos niveles de glucemia en el paciente crítico; determinar el intervalo de valores de glucemia adecuado en este tipo de pacientes.

**Métodos:** Revisión bibliográfica exhaustiva en diferentes bases de datos, como MEDLINE con la asistencia del buscador específico PubMed y ProQuest, CUIDEN-PLUS y el portal editorial ELSEVIER.

**Resultados:** Se obtuvieron 24 artículos: estudios descriptivos, analíticos, de cohortes y revisiones bibliográficas. La vía de elección para el análisis de la glucemia en el paciente crítico es la vía arterial, pudiéndose utilizar también la vía venosa y excluyendo la vía capilar. El análisis debe llevarse a cabo en el laboratorio, pero también es posible utilizar glucómetros que ofrecen medidas instantáneas. Los controles de glucemia en el paciente crítico inicialmente se realizan de manera horaria hasta su estabilización, y posteriormente se espacian a periodos de 2-3 h. El índice glucémico recomendado es moderado, estableciendo valores comprendidos entre 140-180 mg/dl.

**Conclusiones:** La vía arterial es la de elección para el análisis de la glucemia en el paciente crítico. Los controles deben ser horarios al inicio, hasta su estabilización, y posteriormente cada 2-3 h. La glucemia en el paciente crítico debe datar de un índice comprendido entre 140-180 mg/dl, lo que se considera un control moderado.

© 2014 Elsevier España, S.L.U. y SEEIUC. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [lidia.martinez.gangoso@gmail.com](mailto:lidia.martinez.gangoso@gmail.com) (L. Martínez-Gangoso).

**KEYWORDS**

Critically ill;  
Hyperglycemia;  
Intensive care unit;  
Glycemic index

### Hyperglycemia in critically ill patients. Sample of choice, controls and values: Literature review

**Abstract** The hyperglycemia is one of the most common problems in the critically ill patient, hence the importance of a good control of it in the ICUs.

**Objectives:** To identify the sample of choice for glycemic control in the critically ill patient; To distinguish the necessary controls to ensure the correct levels of glucose in the critically ill patient; To determine the range of blood glucose values suitable for the critically ill patient.

**Methods:** This review was made in different databases: MEDLINE with the assistance of specific search PubMed and ProQuest, CUIDEN-PLUS and ELSEVIER Publishing website.

**Results:** 24 articles were collected: descriptive, analytic and cohort studies, and also literature reviews. The golden sample for the glucose determination in this patient is the arterial one, and can be also used the venous one, excluding the capillary sample. The analysis should be carried out in a clinical laboratory. However, glucometers can be used to provide instantaneous measurements. Blood glucose controls in the critically ill patient are initially set each hour until their stabilization, and then, they are spaced to periods of two-three hours. The glycemic index is moderate, with values between 140-180 mg/dl.

**Conclusions:** The arterial sample is the chosen one for glucose determination in this patient. Blood glucose controls should be initially set each hour, until their stabilization, and then they are spaced to periods of two-three hours. The glycemia in the critically ill patient should be included in a index of 140-180 mg/dl, which is considered a moderate control.

© 2014 Elsevier España, S.L.U. and SEEIUC. All rights reserved.

## ¿Qué se conoce/qué aporta?

Uno de los problemas más frecuentes que presenta el paciente crítico es la hiperglucemia, incluso en pacientes no diagnosticados previamente de diabetes mellitus, comportando un incremento de la morbimortalidad de estos.

En la revisión bibliográfica llevada a cabo se reafirma la importancia del correcto control de la glucemia y vía de elección para su análisis por parte del colectivo enfermero, estableciendo así unos valores para el control de esta en el tipo de paciente a tratar, mejorando el pronóstico de la enfermedad inicial y reduciendo su morbimortalidad.

## Implicaciones del estudio

La evidencia científica demuestra la importancia de un correcto control de la glucemia en el paciente crítico. Esto conlleva la elaboración de protocolos multidisciplinarios en las unidades de cuidados intensivos que incluyan desde el control de la glucemia, a la prevención y hasta el correcto tratamiento tanto de una hiperglucemia como de una hipoglucemia. Para ello deberán establecerse unos intervalos de controles que aseguren unos valores de mantenimiento determinados, a través de una vía de elección cuya medida sea la más fiable en el paciente crítico. Todo ello implica una atención enfermera de calidad en las unidades de cuidados intensivos.

## Introducción

Uno de los problemas más frecuentes que presenta el paciente crítico es la hiperglucemia, incluso en pacientes no diagnosticados previamente de diabetes mellitus. Se han llegado a datar cifras de glucemia de hasta 500 mg/dl en pacientes críticos no diabéticos<sup>1</sup>. Esta hiperglucemia típica del paciente crítico se conoce con los nombres de hiperglucemia de estrés, diabetes del estrés o diabetes por lesión aguda<sup>2</sup> y se desarrolla como respuesta metabólica a una agresión previa del organismo<sup>3-5</sup>. Este incremento de azúcar en sangre es directamente proporcional a un peor pronóstico de un paciente en estado crítico<sup>2,6-12</sup>.

La hiperglucemia de estrés es un hallazgo muy frecuente en los pacientes críticos. Esta alteración metabólica es debida a una lesión aguda<sup>2</sup>, como por ejemplo dolor, cirugía reciente, traumatismo, sepsis, hipoxia, quemaduras, estrés psíquico, alteraciones vasculares...<sup>3</sup>, como respuesta adaptativa a ese estímulo<sup>5</sup>. Algunos tipos de medicación también producen un aumento de azúcar en sangre, como pueden ser las soluciones glucosadas<sup>3</sup>, los glucocorticoides o las catecolaminas<sup>13</sup>. Algunos autores consideran hiperglucemia de estrés aquella cuyos valores son iguales o superiores a 126 mg/dl en ayunas o a 200 mg/dl en cualquier momento del día en pacientes sin antecedentes de diabetes mellitus<sup>2,14</sup>; la *American Diabetes Association*® (ADA), sin embargo, define la hiperglucemia de estrés como aquella cuyo valor supera los 140 mg/dl<sup>13</sup>.

En un estudio llevado a cabo en el año 2004, cuya finalidad era comprobar la prevalencia de la hiperglucemia en una unidad de cuidados intensivos (UCI), se obtuvieron cifras muy significativas: el 60% de los pacientes ingresados en la UCI mostraba valores de glucemia superiores a 110 mg/dl, el

38% de los pacientes mostraba valores de glucemia en sangre superiores a 150 mg/dl y el 23% superiores a 200 mg/dl<sup>14</sup>.

Anteriormente una hiperglucemia pasajera en un paciente crítico adulto sin diagnóstico previo de diabetes mellitus se consideraba un dato inocuo e incluso beneficioso para el paciente<sup>15,16</sup>, ya que este exceso de azúcar en sangre dotaba de más energía a los tejidos que funcionan principalmente con el metabolismo de este producto, como por ejemplo las células sanguíneas y las células cerebrales<sup>16</sup>. No obstante, estudios recientes se reafirman en que la hiperglucemia por estrés actúa como factor de morbimortalidad en el paciente crítico<sup>2,3,6,9,10</sup>.

La primera persona en datar una hiperglucemia por estrés fue el biólogo, médico y fisiólogo, Claude Bernard, en el año 1877. Comprobó que, acto seguido a una hemorragia severa en un paciente no diabético, se producían perturbaciones en los niveles de glucemia, de tal manera que estos se incrementaban por encima de los niveles de la normalidad<sup>17</sup>. Este hecho no marcó ningún cambio en la medicina de entonces. No fue hasta el año 2001 que Van den Berghe et al.<sup>18</sup> iniciaron estudios sobre la hiperglucemia en el paciente crítico y su manejo en una UCI<sup>13,14</sup>: instauraron un control estricto de la glucemia limitado entre 80 y 110 mg/dl. Se comprobó que limitando los niveles de glucemia a estos valores se reducía la mortalidad del paciente crítico un 42% en una UCI<sup>14</sup>.

Este análisis sobre la hiperglucemia de estrés nos lleva a plantearnos la pregunta principal a cuestionar: ¿qué cambios tienen lugar en el metabolismo humano para causar una hiperglucemia durante una lesión aguda?

Un elevado nivel de estrés, como por ejemplo una cirugía reciente, un traumatismo, una quemadura o incluso el mismo estrés psicológico<sup>3</sup>, tal y como se ha citado anteriormente, causan un incremento de la glucemia en sangre, cuya fisiología es diferente que la de la diabetes mellitus, tanto de tipo 1 como de tipo 2<sup>14</sup>. En la diabetes mellitus el aumento de la glucemia se produce por una reducción de la secreción de insulina por parte de las células beta del páncreas o una resistencia por parte de las células a esta insulina<sup>17</sup> —termina produciendo una mayor liberación de glucosa por parte de las células del hígado y una recaptación de esta glucosa más baja por parte de las diferentes células del organismo—<sup>14</sup>. Sin embargo, la hiperglucemia en respuesta a un estímulo estresante es la consecuencia de la activación de multitud de cambios metabólicos y circulatorios, que llevan por nombre síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS)<sup>2,3</sup>, además de un aumento de las hormonas encargadas de regular la insulina<sup>2</sup>. El SIRS produce la activación de algunos mediadores inflamatorios y también endocrinos —llamados hormonas contrarreguladoras de la insulina, como son el cortisol, el glucagón, la hormona del crecimiento, las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), los glucocorticoides y las citoquinas— que originan un aumento de la glucogenia y la glucogenosis por parte de las células del hígado, lo que ocasiona un incremento en la relación glucagón/insulina, y un aumento en la resistencia periférica a la insulina<sup>2,3</sup>. Este aumento de la resistencia periférica a la acción de la insulina es causado por la inhibición del transportador de la glucosa dependiente de la insulina transportador de la glucosa 4 (GLUT-4) en los tejidos adiposo, muscular cardíaco y muscular estriado esquelético<sup>2</sup>. La respuesta glucogenolítica es de una duración reducida (unas 36 h como máximo desde el estímulo

estresante), mientras que la glucogenia (se conoce como glucogenia a la síntesis de glucosa a partir de moléculas no glucídicas, lactato, piruvato, alanina, glicerol y glutamina) es la causante principal de la hiperglucemia por estrés<sup>2</sup>. El aumento de glucogenia en condiciones fisiológicas causa el aumento de la secreción de insulina por parte de las células beta del páncreas y la inhibición de la secreción de glucagón también localizada en el páncreas, pero en un estado de inflamación sistémica las catecolaminas, tanto exógenas como endógenas, interfieren activamente en el proceso, lo que produce la perduración de esta hiperglucemia<sup>2</sup>.

Las consecuencias de esta hiperglucemia mantenida son muy diversas: anormalidad del flujo de la sangre, aumento de la permeabilidad vascular, angiogénesis, oclusión capilar, alteraciones electrolíticas...<sup>14</sup>, además de incrementar la isquemia cerebral, el tiempo de cicatrización de las heridas, el riesgo de sepsis y empeorar el pronóstico general e inicial del paciente<sup>3</sup>.

Los cuidados aportados por las enfermeras al paciente crítico son de vital importancia. Es este profesional el encargado de tratar al paciente, de administrarle cuidados y valorar su posible respuesta. Uno de estos cuidados son los controles de glucemia para asegurarse de que los valores están dentro de los límites de la normalidad. Para ello se programará unos controles periódicos de glucemia.

A los pacientes críticos con glucemias elevadas se les suele administrar insulina mediante bomba de infusión continua. El ajuste de la bomba de infusión continua de insulina también es una de las tareas que lleva a cabo el personal enfermero, dependiendo de los valores de glucemia del paciente<sup>19</sup>. Ya que este tipo de pacientes, debido a su estado crítico, no son capaces de expresar signos o síntomas de una hipoglucemia, es necesario la realización exhaustiva de dichos controles para mantener unos correctos valores<sup>20</sup>. También se considera una habilidad enfermera la suspensión de la bomba de infusión continua de insulina y su posterior activación, si es que fuera necesario, según los controles de glucemia previstos<sup>19</sup>.

Para garantizar unos controles óptimos la vía de obtención de sangre para el análisis de la glucemia es un punto de especial interés en el paciente crítico. La glucemia puede ser determinada en distintos tipos de sangre, ya sea sangre capilar, venosa o arterial (mediante catéter), y ambas mediciones pueden llevarse a cabo a pie de cama mediante un glucómetro, o ser analizadas en el laboratorio<sup>21</sup>.

Los objetivos planteados en esta revisión son:

1. Identificar la vía de elección para el control de las glucemias en el paciente crítico.
2. Distinguir los controles necesarios para garantizar unos correctos niveles de glucemia en el paciente crítico.
3. Determinar el intervalo de valores de glucemia adecuado en una persona ingresada en una UCI.

## Metodología

Para la realización de esta revisión bibliográfica se llevaron a cabo varias búsquedas de información en diferentes bases de datos. Se recopilaron artículos procedentes de buscadores tales como MEDLINE, con la asistencia del buscador específico PubMed y ProQuest, la base de datos CUIDEN-PLUS y

**Tabla 1** Estrategia de búsqueda bibliográfica

Base de datos/porta editorial	Medline Pubmed		Cuiden-Plus	Medline ProQuest	Portal editorial Elsevier
Palabras clave	Primera búsqueda	Segunda búsqueda	<i>Glucemia Y Paciente crítico</i>	<i>ICU AND Hyperglycemia</i>	<i>Paciente crítico Y Glucemia</i>
	<i>Critical patient AND Glycemic control</i>	<i>Critically ill AND Glycemia AND Arterial blood</i>			
Artículos obtenidos	558	117	90	1.485	189
Artículos seleccionados	8	2	1	9	4
	Total: 24 artículos				

además el portal editorial ELSEVIER. Los términos utilizados para la búsqueda de artículos fueron: *Critical patient* o *Critically ill* o *Paciente crítico*, *Glycemic control* o *Glycemia* o *Glucemia*, *Hyperglycemia*, *ICU* y *Arterial blood*. Para la combinación de dichos términos se utilizó el operador booleano «AND». La explicación de la obtención de los artículos está detallada en la [tabla 1](#).

Para la limitación de la búsqueda de artículos se aplicaron los siguientes filtros: 1) la fecha de publicación de los artículos, desde 2009 hasta la actualidad; 2) el idioma de la publicación, inglés y/o español; 3) la muestra, que debía estar compuesta por humanos, mayores de 18 años de edad; 4) la no existencia previa de diabetes mellitus (algunos artículos hacen referencia a pacientes con esta enfermedad, pero la finalidad de ello es la comparación con pacientes sin diagnóstico previo de diabetes mellitus); 5) la existencia de *Full free text available* y/o «Solo texto completo».

### Resultados

Se obtuvieron 24 artículos entre estudios descriptivos, analíticos, de cohortes y revisiones bibliográficas.

Para la expresión de los resultados se ha decidido realizar 2 apartados: el primero se basa en una tabla en la que se resumen todos y cada uno de los artículos utilizados en esta revisión bibliográfica, siguiéndose el orden establecido en la bibliografía (véase la [tabla 2](#)). El segundo apartado está basado en los artículos utilizados en esta revisión y sus conclusiones relacionadas con los objetivos establecidos para la realización de dicha revisión.

A continuación se expondrán los resultados obtenidos según los objetivos planteados en la introducción:

### Vía de elección

La extracción de sangre para determinar la glucemia en el paciente crítico puede tener 3 diferentes orígenes: arterial, venoso o capilar<sup>4,13,20,21</sup>.

Se observan diferencias significativas entre estos 3 tipos de muestras, considerándose la vía oro para el análisis de la glucemia en el paciente crítico la vía arterial, pudiéndose utilizar también la vía venosa<sup>4,5,13,20-23</sup>. Se ha demostrado que la vía capilar ofrece muchas medidas erróneas, por lo que está desaconsejada en este tipo de pacientes<sup>20,21,23</sup>.

Se recomienda que el análisis de la glucemia en el paciente en estado crítico se lleve a cabo en el laboratorio<sup>13,25</sup>. Sin embargo, es posible la utilización de glucómetros<sup>3,5,21</sup>, siempre que estos cumplan los estándares europeos de calidad<sup>5</sup>.

### Controles necesarios

Inicialmente se establece un control horario de las glucemias del paciente<sup>9,12,19,24</sup>. Una vez las glucemias sean estables y dentro de los límites de la normalidad, la periodicidad de los controles varía a 2 h<sup>9,12</sup> o 3 h<sup>19</sup>.

También se plantea la posibilidad de una monitorización de glucemia a tiempo real<sup>10,13,15,23</sup> usándose, por ejemplo, sensores subcutáneos<sup>10</sup>.

### Intervalos de valores de glucemia normal

Años atrás se consideraba un rango óptimo aquellas glucemias mantenidas entre unos límites de 80-110 mg/dl<sup>18</sup>. Sin embargo, la evidencia científica actual recomienda un control moderado<sup>6,12,14,25</sup>, con valores comprendidos entre 140-180 mg/dl, ya que mejora el pronóstico de este tipo de pacientes y disminuye su morbimortalidad.

### Discusión

La discusión se plantea, al igual que el segundo apartado de los resultados, según los objetivos planteados:

**Tabla 2** Resultados obtenidos según los artículos utilizados para la realización de esta revisión bibliográfica

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
Trujillo Pacheco et al. <sup>1</sup> ; 2009  CUIDEN-PLUS  Biblioteca Las Casas-Fundación Índex	Título: <i>Control protocolizado de la glucemia en pacientes críticos: experiencia inicial</i> Palabras clave: control de glucemia, incumplimiento del protocolo, paciente crítico Objetivo: comparar la influencia de la instauración de un protocolo estricto de control en las cifras de glucemia valorando el cumplimiento del mismo, y cuantificar el aumento de la carga de trabajo y la incidencia de hipoglucemias	Estudio observacional retrospectivo con revisión sistemática de las historias clínicas en UCI del Hospital Universitario San Cecilio de Granada (España) en 2 periodos de estudio: -Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2005, con pautas de glucemia inferiores a 200mg/dl. -Durante los meses de enero, febrero y marzo de 2006, con pautas de glucemia inferiores a 140 mg/dl	La instauración de un protocolo estricto de glucemia (cifras de glucemia inferiores a 140 mg/dl) en el paciente crítico es difícil debido a la gran cantidad de cuidados que requieren este tipo de pacientes, aparte de los controles de glucemia (en ocasiones deben ser horarios) y a la falta de adhesión al protocolo establecido por parte del personal facultativo y de enfermería (aumenta así el riesgo de hipoglucemia). Se comprobó que se daban un número mayor de hipoglucemias en el grupo de control estricto
Manzanares et al. <sup>2</sup> ; 2009  ELSEVIER  Revista <i>Medicina Intensiva</i>	Título: <i>Hiper glucemia de estrés y su control con insulina en el paciente crítico: evidencia actual</i> Palabras clave: hiperglucemia, paciente crítico, tratamiento intensivo con insulina, hipoglucemia Objetivos: analizar la evidencia actual sobre el control de la glucemia con insulina en el paciente crítico	Artículo en que se lleva una revisión de la evidencia actual sobre el control de glucemia en el paciente crítico; estudios que datan del año 2001 hasta el año 2009	Tras analizar los diferentes estudios llevados a cabo se pone de manifiesto que el nivel óptimo de glucemia en un paciente crítico está entre 140 y 180 mg/dl. El control de glucemia es esencial para la optimización de sus valores y la disminución de los eventos de hipoglucemia
Castaño López et al. <sup>3</sup> ; 2011  ELSEVIER  Revista <i>Endocrinología y Nutrición</i>	Título: <i>Validación de un glucómetro en una unidad de cuidados intensivos</i> Palabras clave: glucómetro, glucemia, unidad de cuidados intensivos, evaluación Objetivo: evaluar un glucómetro para determinar su grado de acuerdo con el método habitual de determinación de la glucemia en el laboratorio	Estudio realizado en el Hospital Juan Ramón Jiménez de Huelva (España) durante los meses de septiembre a diciembre de 2010 N = 89 pacientes	Buena concordancia entre glucómetro y resultados obtenidos en el laboratorio Es importante que los glucómetros cumplan las recomendaciones de calidad establecidas Existen sustancias que interfieren en la medición de glucemia mediante glucómetros, como por ejemplo el paracetamol, el ácido ascórbico y la maltosa
Van Herpe et al. <sup>4</sup> ; 2012  MEDLINE PubMed  <i>Journal of Diabetes Science and Technology</i>	Título: <i>Blood glucose measurements in critically ill patients</i> Palabras clave: critically ill patients, glucose sensor, intensive care unit Objetivo: describir componentes en las medidas de glucosa en sangre y sus interferencias en el paciente crítico	Análisis de los aspectos generales de las medidas de glucemia (enzimas, preferencia de vía de control —arterial, venosa, capilar—), posibles interferencias	La vía de elección para el análisis de glucemia en el paciente crítico es la vía arterial, aunque la sangre venosa también podría ser una buena alternativa Según diferentes estudios se acepta un rango de glucemia superior al estricto (80-110 mg/dl) para el paciente crítico, pero no se especifican valores

**Tabla 2 (Continuación)**

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
<p>Ichai et al.<sup>5</sup>; 2010</p> <p>MEDLINE Pubmed</p> <p><i>Critical Care</i></p>	<p>Título: <i>International recommendations for glucose control in adult non diabetic critically ill patient</i></p> <p>Objetivo: proporcionar recomendaciones para el manejo de la glucemia en el paciente crítico</p>	<p>Grupo de expertos que dan recomendaciones basándose en estudios anteriores</p>	<p>Se denomina hiperglucemia severa a aquella cuyos niveles están por encima de 180 mg/dl</p> <p>No ofrecen un límite óptimo de glucemia para el paciente crítico, pero tampoco aconsejan un control estricto (80-110 mg/dl)</p> <p>Se desaconseja las variaciones exageradas en las glucemias de los pacientes</p> <p>Un valor de 40 mg/dl o inferior en un paciente crítico es considerado hipoglucemia severa</p> <p>Se recomienda un control regular de la glucemia con la finalidad de detectar precozmente los eventos de hipoglucemia severa</p> <p>La vía arterial se aconseja como vía de elección para el análisis de la glucemia en este tipo de pacientes, seguido de la vía venosa y por último la muestra capilar</p> <p>El análisis de la muestra de sangre es preferible realizarlo en el laboratorio en lugar de a pie de cama mediante un glucómetro</p>
<p>Finfer et al.<sup>6</sup>; 2009</p> <p>MEDLINE ProQuest</p> <p><i>The New England Journal of Medicine</i></p>	<p>Título: <i>Intensive versus conventional glucose control in critical ill patients</i></p> <p>Objetivo: demostrar que el control estricto de glucosa reduce la mortalidad a los 90 días</p>	<p>Estudio realizado en las UCI de 42 hospitales en pacientes con un ingreso en la UCI superior a 3 días consecutivos.</p> <p>N= 6.104 pacientes, divididos en 2 subgrupos: 3.054 pacientes tratados con un control intensivo o estricto de glucosa (81-108 mg/dl) y 3.050 pacientes tratados con control convencional de glucemia (&lt; 180 mg/dl)</p>	<p>Aumento de mortalidad a los 90 días en pacientes con control estricto de glucemia (2,6% más de mortalidad que en el grupo de control convencional)</p> <p>Aumento significativo de hipoglucemia severa en el tratamiento de glucemia estricta frente a la convencional</p> <p>En resumen, un rango de glucemia inferior a 180 mg/dl reduce la mortalidad en comparación con un control estricto de glucemia</p>
<p>Eslami et al.<sup>7</sup> 2010</p> <p>MEDLINE ProQuest</p> <p><i>Intensive Care Medicine</i></p>	<p>Título: <i>Implementing glucose control in intensive care: A multicenter trial statistical process control</i></p> <p>Palabras clave: glucose control, glucose regulation, critical care, clinical guideline, statistical process control, decision support system</p> <p>Objetivo: estudiar el rendimiento del control de glucemia a lo largo del tiempo durante su implementación en 3 diferentes UCI</p>	<p>Estudio estadístico de los datos obtenidos en las 3 UCI de los Países Bajos de los pacientes ingresados durante una estancia superior a 24 h entre los años 1999 y 2007</p> <p>N= 17.111 pacientes</p>	<p>En el momento de la implementación del nuevo protocolo se produjeron muchos episodios de hipoglucemia, lo que aumentó progresivamente los controles de glucemia de los pacientes. El personal que llevó a cabo este estudio actuó de forma temerosa por el número tan elevado de los casos de hipoglucemia y las consecuencias que esta tiene sobre el paciente</p>

Tabla 2 (Continuación)

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
Schultz et al. <sup>8</sup> ; 2012  MEDLINE PubMed  <i>Minerva Anestesiológica</i>	Título: <i>Adoption and implementation of the original strict glycemic control guideline is feasible and safe in adult critically ill patients</i> Palabras clave: glucose, insuline, health plan implementation Objetivo: investigar que la implementación de una guía de control estricto de glucemia es factible y segura	Se ofreció el proyecto a 8 UCI, pero fueron 6 las que lo llevaron a cabo: 3 UCI que llevaban a cabo las intervenciones y 3 que eran UCI control. Estudio realizado en Holanda Se preparó el protocolo durante 12 meses y en los 24 meses posteriores se llevó a cabo en las UCI N=7.788 pacientes	En este estudio se investiga si el control estricto de la glucosa es un método válido o no en la práctica clínica. Da gran importancia al rol independiente enfermero para tener éxito con este protocolo (cuando las enfermeras son las que llevan el control el número de hipoglucemias desciende) Afirma que un control estricto de la glucemia necesita una gran capacidad de intuición por parte del personal que lo lleva a cabo. Con el control estricto de glucemia se detectaron un gran número de hipoglucemias (podría ser a causa de la monitorización continua de la glucemia lo que además aseguraba una duración reducida del problema), pero esto no aumentó la morbimortalidad
Evans et al. <sup>9</sup> ; 2012  MEDLINE PubMed  <i>Journal of Diabetes Science and Technology</i>	Título: <i>Stochastic targeted (STAR) Glycemic Control: Design, Safety and performance</i> Palabras clave: critical care, glycemic control, ICU, intensive care, intensive insuline therapy, SPRINT, STAR, stochastic, targeted, TGC Objetivo: presentar un nuevo modelo de control estricto de glucosa y probar que es factible y seguro	Se presenta estudio STAR que pretende mantener glucosa de pacientes críticos entre límites de 71-117 mg/dl con control de glucemias cada una, 2 o 3 h, frente al estudio SPRINT que marca unos valores de glucemias de 90-110 mg/dl con controles de glucemia cada 3 h Estudio realizado en el Hospital Christchurch (Nueva Zelanda)	En el estudio STAR, si los niveles están por encima o por debajo del intervalo de control, los controles son horarios. Existen casos especiales en los que se controla la glucemia cada 1-2 h: reducción gradual de la hiperglucemia, descenso precipitado de la glucemia o suspensión del soporte nutricional. El estudio es factible y seguro. Riesgo de hipoglucemia (<72 mg/dl) del 5% con glucemias horarias En este estudio se obtuvieron buenos resultados, aunque los controles sean horarios y aumente la carga de trabajo. Aun así, la perspectiva por parte del personal es positiva

**Tabla 2 (Continuación)**

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
Holzinger et al. <sup>10</sup> ; 2010  MEDLINE PubMed  <i>Diabetes Care Journal</i>	Título: <i>Real-time continuous glucose monitoring in critically ill patients</i> Objetivo: evaluar el impacto de la monitorización continua de glucosa a tiempo real y el riesgo de hipoglucemia en pacientes críticos	Estudio llevado a cabo en la UCI del Departamento de Medicina III en el Hospital Médico Universitario de Viena (Austria), durante los años 2006-2008 Rango de glucemia entre 80 y 110 mg/dl (control estricto) N = 124 pacientes, divididos en 2 grupos: uno con control a tiempo real mediante un sensor subcutáneo situado en el abdomen, y con medida de sangre arterial y el otro con controles cada 2 h	El control a tiempo real indica una mayor efectividad y seguridad en el paciente crítico En el control realizado cada 2 h aumentó la dosis de insulina por bomba de perfusión continua, mientras que en el grupo control a tiempo real se redujo la administración de insulina. Porcentajes de hipoglucemias del 11,5% en el control estándar, algunos con eventos irreconocibles (el personal estaba temeroso de que ocurrieran estos eventos). En el control a tiempo real se redujeron los eventos de hipoglucemias severas En la medición a tiempo real se observó una clara tendencia mantenida de los valores de la glucemia El control estricto de la glucemia es seguro si se lleva una medida a tiempo real de glucemia, ya que así se reducen las hipoglucemias NICE-SUGAR recomienda usar insulina a partir de glucemias superiores a 180 mg/dl en el paciente crítico, ya que reduce la mortalidad, en lugar de a partir de 108 mg/dl como dicen otros estudios En este estudio se establece un valor de glucemia óptimo igual a 146 mg/dl. Una glucemia de 180-200 se considera elevada, mientras que una glucemia con valor de 110 mg/dl y la instauración de insulina endovenosa se asocia a un alto riesgo de hipoglucemia
Al-Tarifi et al. <sup>11</sup> ; 2011  MEDLINE ProQuest  <i>Thoracic Medicine</i>	Título: <i>What is the optimal blood glucose target in critical ill patients? A nested cohort study</i> Palabras clave: critical ill, hypoglycaemia, insulin, intensive care, mortality, sepsis Objetivo: identificar los niveles óptimos de glucemia en un paciente crítico, que se asocie a una mayor supervivencia y a un menor riesgo de hipoglucemia	Estudio de cohortes relacionado con un ensayo aleatorizado llevado a cabo en la UCI del centro académico King Abdulaziz Medical City en Riyadh (Arabia Saudí) N = 523 pacientes.	

Tabla 2 (Continuación)

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
Kutcher et al. <sup>12</sup> ; 2011  MEDLINE PubMed  National Institutes of Health	Título: <i>Finding the sweet spot: Identification of optimal glucose levels in critically injured patients</i> Palabras clave: glucose, critical care Objetivo: analizar el régimen de control glucémico en términos de parámetros relevantes del control glucémico, y evaluar la eficacia y resultados para determinar una estrategia de control óptimo de glucemia en el paciente crítico	Estudio retrospectivo. N= 1.422 pacientes de traumatología ingresados en la UCI del Hospital General de San Francisco (EE. UU.) durante los años 2001-2010. Se proponen 3 modelos de control de glucemia: flexible (inicio de bomba de insulina con valores iguales o superiores a 180 mg/dl), moderado (inicio de bomba de insulina con valores iguales o superiores a 160 mg/dl) y estricto (inicio de bomba de insulina con valores iguales o superiores a 120 mg/dl)	Inicio de control de glucemias cada hora, hasta su estabilización, que se espacia a 2 h El método flexible tenía una media de glucemia mayor, lo que causaba raras hipoglucemias y comunes hiperglucemias El método agresivo tenía una media menor de glucemia, muy comunes episodios de hipoglucemia y raros episodios de hiperglucemia El método moderado, sin embargo, tenía una media intermedia de glucosa, lo que conllevaba hipoglucemias frecuentes, pero poca variabilidad en las cifras de glucemia y raras hiperglucemias. Por ello este estudio considera el rango de moderado el óptimo en el paciente crítico
Kavanagh et al. <sup>13</sup> ; 2010  MEDLINE ProQuest  <i>The New England Journal of Medicine</i>	Título: <i>Glycemic Control in the ICU</i> Objetivo: resolver el caso que se plantea en la introducción del artículo	Artículo que se inicia con un caso que destaca un problema clínico común	Vía de elección variada (arterial, venosa o capilar) para el análisis de la glucemia. Los glucómetros reflejan valores erróneos en un 20% de los casos, al igual que las muestras capilares, en pacientes edematosos, con hipoperfusión periférica o anemia. Se recomienda extraer la sangre para el análisis de glucemia de catéteres. Lo idóneo sería analizar la sangre en el laboratorio, pero este método es demasiado lento para el tipo de paciente al que nos enfrentamos en una UCI También se aconseja el uso de sensores subcutáneos para realizar medidas a tiempo real, cada 5 min En un control estricto de glucemia (80-110 mg/dl) el riesgo de hipoglucemia es muy elevado El estudio más reciente llevado a cabo en 2009 refiere unos niveles de glucemia óptimos en el paciente crítico de en torno a 140-180 mg/dl (control moderado)

**Tabla 2 (Continuación)**

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
Kovalaske MA et al. <sup>14</sup> ; 2009  MEDLINE PubMed  <i>Journal of Diabetes Science and Technology</i>	Título: <i>Glycemic control in the medical intensive care unit.</i> Palabras clave: critically ill, glycemic control Objetivo: revisar la evidencia de la hiperglucemia y los resultados de esta e intentar delimitar la contribución de la diabetes	Artículo que realiza una revisión bibliográfica sobre los estudios de la hiperglucemia en el paciente crítico a lo largo de los años	El estudio más reciente llevado a cabo en 2009 por la <i>American Diabetes Association</i> <sup>®</sup> (ADA) refiere unos niveles de glucemia óptimos en el paciente crítico de en torno a 140-180 mg/dl (control moderado), ya que se reduce el riesgo de padecer episodios de hipoglucemias
Dungan et al. <sup>15</sup> ; 2009  MEDLINE ProQuest  <i>The Lancet</i>	Título: <i>Stress hyperglycaemia</i> Palabras clave: hyperglycemia, stress hyperglycemia, intensive care unit, critical care Objetivo: describir la hiperglucemia por estrés, consecuencias y estrategias para su control	Artículo en el que se describe la hiperglucemia por estrés, su clasificación, sus consecuencias y las estrategias para su manejo, según revisión bibliográfica hasta la fecha	La hiperglucemia por estrés causa una mayor morbimortalidad en pacientes sin antecedentes previos de diabetes que en los pacientes ya diagnosticados con anterioridad Se comenta que en el estudio NICE-SUGAR el control estricto de la glucemia produjo una mayor mortalidad en comparación con el método convencional En pacientes diabéticos la mortalidad aumenta con cifras de glucemia superiores a 180 mg/dl, mientras que en pacientes no diabéticos este factor se ve aumentado con valores superiores a 140 mg/dl Diferentes estudios aseguran que se debe mantener las cifras de glucemia estables, evitando así su fluctuación. En pacientes con edema generalizado o hipotensión las medidas de glucemia a pie de cama (glucómetros) pueden ofrecer medidas erróneas significativas. La mejor opción sería una monitorización de la glucosa a tiempo real El rango idóneo de glucemia en el paciente crítico aún está sin definir

Tabla 2 (Continuación)

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
Schultz et al. <sup>16</sup> ; 2010  MEDLINE PubMed  BioMed Central	Título: <i>Clinical review: Strict or loose glycemic control in critically ill patients – implementing best available evidence from randomized controlled trials</i>	Artículo basado en una revisión bibliográfica de estudios realizados hasta la fecha	<p>Artículo que analiza los diferentes estudios sobre el control estricto de glucemia a lo largo de los años</p> <p>Afirma que algunos estudios usaron glucómetros para la medición de las glucemias, lo que es un método más inexacto, por ello puede que se registraran tantas hipoglucemias</p> <p>Al inicio, cuanto mayor tiempo se tarde en monitorizar la glucemia en el paciente crítico, peores serán las consecuencias</p> <p>Según estudios anteriores los niveles de hipoglucemia severa (&lt; 40 mg/dl) aumentan considerablemente con el control estricto en comparación con el método convencional.</p> <p>El rango idóneo de glucemia en el paciente crítico aún está sin definir.</p> <p>Muchos de los estudios fueron liderados por enfermeras de las unidades de cuidados intensivos (necesitan mucho poder de intuición y toma de decisiones), aunque algunos autores afirman que las enfermeras carecen de los conocimientos suficientes para llevar a cabo estas funciones</p> <p>En dicho artículo se habla de los inicios del descubrimiento de la hiperglucemia de estrés y las ventajas de su tratamiento mediante insulina endovenosa</p> <p>Además se lleva a cabo una revisión de los diferentes estudios que se han producido en el campo de la hiperglucemia de estrés desde el año 2001</p> <p>Define como esencial el papel de las enfermeras en estos cuidados, ya que es este profesional el encargado de administrar la insulina por bomba de infusión continua y controlar su regulación</p>
Morrell. <sup>17</sup> ; 2012  MEDLINE ProQuest  <i>Nursing Standard</i>	<p>Título: <i>Benefits of intensive insulin therapy in post-operative intensive care patients</i></p> <p>Palabras clave: blood glucose, diabetes, hyperglycemia, insulin, post-operative care, stress-induced diabetes, surgery</p> <p>Objetivo: comprobar que el control estricto de glucosa en este tipo de pacientes ayuda a mejorar su pronóstico</p>	Artículo basado en una revisión bibliográfica de estudios realizados hasta la fecha	<p>En dicho artículo se habla de los inicios del descubrimiento de la hiperglucemia de estrés y las ventajas de su tratamiento mediante insulina endovenosa</p> <p>Además se lleva a cabo una revisión de los diferentes estudios que se han producido en el campo de la hiperglucemia de estrés desde el año 2001</p> <p>Define como esencial el papel de las enfermeras en estos cuidados, ya que es este profesional el encargado de administrar la insulina por bomba de infusión continua y controlar su regulación</p>

**Tabla 2 (Continuación)**

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
<p>Carmona Monge et al.<sup>19</sup>; 2012</p> <p>ELSEVIER</p> <p><i>Enfermería Intensiva</i></p>	<p>Título: <i>Eficacia y seguridad del control de glucemia guiado por objetivo y dirigido por el personal de enfermería en una unidad de cuidados intensivos: un estudio prospectivo observacional</i></p> <p>Palabras clave: unidad de cuidados intensivos, insulina, glucemia</p> <p>Objetivos: valorar la eficacia y seguridad de un sistema de control de la glucemia guiada por objetivo en una UCI</p>	<p>Estudio prospectivo observacional durante 13 meses durante los años 2007-2008 en un hospital universitario de la Comunidad de Madrid.</p> <p>N = 69 pacientes</p>	<p>Define las funciones de las enfermeras: Infusión de la insulina, decisión de cuándo iniciar y suspender el tratamiento con dicha bomba y el momento de reiniciarlo en el caso que sea necesario (esto hizo que se aumentara la autonomía de este colectivo y la seguridad del protocolo).</p> <p>Glucemias horarias las primeras horas de tratamiento hasta estabilizarse, momento en que pasaban a controlarse cada 3,8 h</p> <p>En este estudio el control estricto se llevó a cabo con éxito, datándose cifras muy reducidas de hipoglucemias</p>
<p>Pulzi Júnior et al.<sup>20</sup>; 2009</p> <p>MEDLINE PubMed</p> <p><i>Sao Paulo Medicine Journal</i></p>	<p>Título: <i>Accuracy of different methods for blood glucose measurement in critically ill patients</i></p> <p>Palabras clave: hyperglycemia, hypoglycemia, sepsis, norepinephrine, shock septic</p> <p>Objetivo: comparar medidas de glucemia tomadas de muestras arteriales o capilares medidos por glucómetro</p>	<p>Estudio realizado en la unidad de cuidados intensivos de la organización de la disciplina de anestesiología de la Universidad Federal de Sao Paulo–Escuela Paulista de Medicina (Brasil) entre los años 2006-2007</p> <p>N = 40 pacientes</p>	<p>Muestras capilares causan prolongadas y abundantes hipoglucemias (elevadas medidas erróneas).</p> <p>El pH y la pO<sub>2</sub> se consideran factores que no interfieren en la glucemia en muestra capilar, mientras que un hematocrito extremo y edema en extremidades sí interfieren</p> <p>En muestras capilares pacientes en tratamiento con noradrenalina presentaban un alto riesgo de hipoglucemias, y estos episodios eran prolongados en el tiempo</p> <p>Las muestras arteriales fueron más representativas que las capilares (minimizan el riesgo de hipoglucemia)</p> <p>Medidas con glucómetro son seguras siempre que no se obtenga la sangre de vía capilar</p>

Tabla 2 (Continuación)

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
Arias-Rivera et al. <sup>21</sup> ; 2007  ELSEVIER  <i>Enfermería Intensiva</i>	Título: <i>Fiabilidad de la determinación de la glucemia a la cabecera del paciente en pacientes críticos</i> Palabras clave: glucemia capilar, glucemia arterial, determinaciones a la cabecera del paciente, monitorización Objetivos: determinar la fiabilidad de 3 métodos de determinación, a pie de cama, de la glucemia en el paciente crítico comparados con la determinación de la glucemia en el laboratorio central	Estudio observacional prospectivo en la UCI del Hospital Universitario de Getafe (España) entre el 2005 y el 2006. N = 70 pacientes	Se explica el protocolo a seguir para la extracción de muestras capilares y arteriales Tras comparar resultados de muestra arterial, venosa y capilar se observa que la glucemia capilar tiene un error y dispersión significativos. La glucemia medida a pie de cama con los medidores de glucosa utilizados habitualmente en la práctica clínica de muestras obtenidas de un catéter arterial es similar a la glucemia plasmática, considerada esta como muestra de elección Algunas variables pueden aumentar el error y la dispersión de la medida de glucemia en muestras arteriales, como son el tratamiento con perfusión de insulina, el pH, la hemoglobina y la noradrenalina Medidas de glucosa a pie de cama obtenidas de catéter venoso central o muestra capilar difieren en gran medida de las muestras analizadas en el laboratorio. En el 20% de los pacientes los valores diferían un mínimo de 20 mg/dl En este estudio no se aprecian diferencias significativas en las glucemias a pie de cama, ya sea de muestra obtenida de catéter central o capilar. Las muestras de catéter central eliminan el dolor asociado a la punción capilar. La presión arterial y el hematocrito en este estudio no interfieren en los resultados, mientras que el estado de shock sí interfiere significativamente
Shearer et al. <sup>22</sup> ; 2009  MEDLINE PubMed  <i>American Journal of Critical Care</i>	Título: <i>Comparison of glucose point-of-care values with laboratory values in critically ill patients</i> Objetivo: comparar medidas de glucemia obtenidas a pie de cama de muestras capilares y de catéteres venosos centrales analizadas en el laboratorio	Estudio llevado a cabo en Unidad de Cuidados Intensivos del Centro Médico Providence St. Vincent's, en Portland, Oregón (EE. UU) N = 63 pacientes	Medidas de glucosa a pie de cama obtenidas de catéter venoso central o muestra capilar difieren en gran medida de las muestras analizadas en el laboratorio. En el 20% de los pacientes los valores diferían un mínimo de 20 mg/dl En este estudio no se aprecian diferencias significativas en las glucemias a pie de cama, ya sea de muestra obtenida de catéter central o capilar. Las muestras de catéter central eliminan el dolor asociado a la punción capilar. La presión arterial y el hematocrito en este estudio no interfieren en los resultados, mientras que el estado de shock sí interfiere significativamente

**Tabla 2 (Continuación)**

Autor y referencia bibliográfica; año Base de datos Revista	Título Palabras clave Objetivo	Características del artículo Metodología	Conclusiones
Cordingley et al. <sup>24</sup> ; 2009  MEDLINE PubMed  <i>Intensive Care Medicine Journal</i>	Título: <i>Intensive insulin therapy: enhanced model predictive control algorithm versus standard care</i> Palabras clave: hyperglycaemia, glucose, critical care, insulin, model predictive control, algorithm Objetivo: investigar la efectividad del algoritmo <i>model predictive control</i> para la infusión de insulina intravenosa dirigido al control estricto de glucosa en pacientes críticos	Estudio llevado a cabo en las UCI de los hospitales Royal Brompton de Londres (Inglaterra), y Gasthuisberg de Lieja (Bélgica) N = 34 pacientes (20 pacientes procedentes del hospital de Lieja y 14 del hospital de Londres)	Introducción del algoritmo del modelo de control predictivo (definición, márgenes de uso según valores de glucemia, variables a tener en cuenta...) Este modelo es adecuado para predecir las glucemias del paciente crítico y espaciar el tiempo de su control para reducir el trabajo de los enfermeros, pero a la vez sin aumentar la incidencia de hipoglucemias. El tiempo de monitorización de la glucemia fue superior a 1 h en ambos casos
Durao et al. <sup>25</sup> ; 2014  MEDLINE ProQuest  <i>Anaesthesia and Intensive Care</i>	Título: <i>Tight glucose control versus intermediate glucose control: A quasi-experimental study</i> Palabras clave: hyperglycaemia, stress-induced, diabetes mellitus, insulin therapy, glucose control Objetivo: evaluar 2 diferentes estrategias: control de glucemia estricto y control moderado	Estudio casi-experimental, en la UCI del hospital israelita Albert Einstein en Sao Paulo (Brasil) divididos en 2 periodos de tiempo: de 2006 a 2007 y de 2007 a 2008. N = 130 pacientes (65 en cada grupo) El grupo de control estricto con glucemias entre 80-110 mg/dl y grupo de control moderado con glucemias entre 80-145 mg/dl	Control moderado con glucemias más estables que el control estricto Aumento de las hipoglucemias en el control estricto en comparación con el control moderado Menor dosis de insulina necesaria en el control moderado de glucemia que en el control estricto, para mantener valores correctos El control estricto de glucemia experimentó valores más inestables que el control moderado Finalmente se concluye que el control estricto fue difícil de manejar
Preiser. <sup>23</sup> ; 2011  MEDLINE ProQuest  <i>Expert Reviews</i>	Título: <i>Glycemic control during critical illness</i> Palabras clave: critical ill, glucose control, glycemic variability, hypoglycaemia, insulin, intensive care unit, nursing workliad, stress hyperglycaemia Objetivo: describir los beneficios de un control estricto de glucemia, los mecanismos de regulación de la glucemia en sangre y la glucemia por estrés	Artículo basado en una revisión bibliográfica sobre el control de la glucemia en el paciente crítico, los mecanismos que producen la hiperglucemia (principalmente el estrés) y los diferentes estudios que se han llevado a cabo a lo largo de los años	Un nivel de 180 mg/dl de glucosa es demasiado alto para un paciente de crítico, pero no es posible ajustar un margen óptimo para este tipo de pacientes Es imprescindible que la glucemia de estos pacientes varíe lo menos posible Se define hipoglucemia severa aquella cuyo valor es igual o menor a 40 mg/dl Se aconseja una monitorización continua de la glucemia mediante, por ejemplo, sensores subcutáneos Se establece como vía de elección para la extracción de muestra de sangre para análisis de glucemia la muestra arterial y venosa, ya que la capilar produce sobreestimaciones de los valores, y su análisis oro es cursado en el laboratorio

## Vía de elección

El valor de la glucemia de un paciente se obtiene mediante la extracción de sangre, y esta a su vez puede tener varios orígenes: sangre arterial, sangre venosa o sangre capilar<sup>4,13,20,21</sup>. Varios autores han investigado la vía de elección o vía oro para la medición de la glucosa en el paciente crítico, y cuáles son los factores que intervienen en su medida.

En humanos sanos la glucemia obtenida de sangre arterial es 5 mg/dl superior a la glucemia obtenida en sangre capilar, y 10 mg/dl superior de la glucemia obtenida de sangre venosa. Sin embargo, esto difiere en gran medida en el paciente crítico, ya que la sangre capilar está íntimamente relacionada con el líquido intersticial, y éste en el paciente crítico suele estar aumentado debido al edema generalizado que suelen sufrir este tipo de pacientes<sup>4</sup>. Este es uno de los factores a tener en cuenta para la valoración de la glucemia capilar en el paciente crítico. Las concentraciones de glucosa absoluta en sangre capilar difieren con respecto del resto de sangre debido a que la velocidad a la que varía la glucosa en este líquido con respecto a otros fluidos es menor, y esto puede causar muchos errores en la medición de la glucemia<sup>4,20</sup> y, por consiguiente, un gran número de episodios de hipoglucemias<sup>20</sup>.

También es importante valorar la presencia de hipoperfusión periférica intrínseca del paciente o extrínseca causada por fármacos —como por ejemplo la noradrenalina<sup>20,21</sup>—. Con esta hipoperfusión se pueden dar errores de medición en muestras capilares y someter así al paciente a largos episodios de hipoglucemia<sup>13,20</sup>.

La glucemia también difiere con respecto a la medición en suero o en sangre total: en el suero se obtiene un valor 1,11 veces superior al de la sangre total debido a que en la sangre, además de suero, existen células las cuales disminuyen la concentración de soluto en plasma. El hematocrito normal de una persona es de un 40-45%, mientras que en el paciente crítico el hematocrito suele oscilar entre valores de 25-30%, lo que produce una mayor concentración de glucosa en el suero que en el hematíe, y por consiguiente, glucemias erróneas<sup>4,5,13,20,21</sup>. Es por ello que también se considera el hematocrito una variable importante a tener en cuenta en la medición de la glucosa en este tipo de pacientes<sup>20,21</sup>. Además, se considera patrón oro la glucemia obtenida de plasma (suero), y esta es muy similar a la glucemia obtenida de sangre arterial<sup>21</sup>.

Kavanagh et al.<sup>13</sup> hacen un especial hincapié en valorar que la muestra de sangre que se utilice para la determinación de la glucemia no esté contaminada con soluciones endovenosas, ya que en este caso se obtendrían glucemias erróneas —como puedan ser soluciones con paracetamol, ácido ascórbico<sup>3,4</sup> o insulina<sup>21</sup>—.

En resumen, factores como un edema generalizado, una hipoperfusión periférica, un hematocrito bajo y una posible contaminación de la muestra hacen que diversos autores recomienden como vía ideal de elección para el análisis de la glucemia en el paciente crítico la vía arterial, seguida por la vía venosa y como última opción la vía capilar<sup>4,5,13,20-22,23</sup>. Diversos estudios han comprobado que las muestras capilares en el control de la glucemia en el paciente crítico ofrecen muchas medidas erróneas<sup>20,21,23</sup>. El método ideal

sería la extracción de la muestra de sangre procedente de catéteres para el análisis de la glucemia en el paciente crítico<sup>13</sup>.

El análisis de glucemia mediante glucómetros es una práctica muy habitual en los pacientes diabéticos<sup>3</sup>. Por otra parte, para el análisis de la glucemia en el paciente crítico se recomienda como patrón estándar su análisis en el laboratorio<sup>13,23</sup>, pero este método puede ser lento para este tipo de paciente debido a su débil estado de salud<sup>13</sup> —el resultado suele obtenerse unos 40-45 min después de la recolección de la muestra<sup>22</sup>. Por ello, suelen utilizarse glucómetros que ofrecen el valor de la glucemia instantáneamente. Shearer et al.<sup>22</sup> realizaron un estudio sobre el uso de glucómetros y su comparación con los resultados en el laboratorio y encontraron diferencias muy significativas en los resultados obtenidos, ya que las mediciones diferían en más de 20 mg/dl, en un porcentaje superior al 20% de las mediciones con respecto a los resultados obtenidos en el laboratorio. Kavanagh et al.<sup>13</sup> llegaron a unas conclusiones similares a Shearer et al.<sup>22</sup>: las mediciones con glucómetro tenían un error del 20%, y más si estas muestras eran de tipo capilar. Ichai et al.<sup>5</sup> afirman que es posible utilizar este tipo de medición a pie de cama siempre y cuando los glucómetros cumplan con los estándares europeos de calidad, pero aún así afirman que estas mediciones están expuestas a numerosas limitaciones e interferencias. Sin embargo, Arias-Rivera et al.<sup>21</sup> realizaron otro estudio en el año 2007 cuya finalidad era comprobar la fiabilidad de un glucómetro en una unidad de cuidados intensivos, y los resultados que obtuvieron discrepan con respecto a los de los estudios anteriores, ya que los valores resultantes fueron similares a los obtenidos en el laboratorio, siempre y cuando la muestra no procediera de la vía capilar. Castaño López et al.<sup>3</sup> estudiaron la validación de un glucómetro en una unidad de cuidados intensivos y obtuvieron unos resultados equivalentes a los de Arias-Rivera et al.<sup>21</sup>, puesto que el glucómetro estudiado presentó muy buena concordancia con respecto al método estándar —la medición a pie de cama difería una media de 5,9 mg/dl de la medición obtenida en el laboratorio—.

## Controles necesarios

Los controles necesarios de glucemia en el paciente crítico son esenciales para mantener unos valores dentro de los límites de la normalidad. Inicialmente siempre se les toma una glucemia en el momento del ingreso a este tipo de pacientes y se establece un régimen de glucemias periódico.

Cordingley et al.<sup>24</sup> establecen un tiempo de control de glucemias horario. Kutcher et al.<sup>12</sup> recomiendan un control de glucemias horario hasta su estabilización, momento en que pasan a realizarse controles cada 2 h. En el estudio llevado a cabo por Evans et al.<sup>9</sup> los controles se establecieron cada hora o 2 h siempre y cuando los valores obtenidos estuvieran dentro del límite marcado; si no era así y sobrepasaban el límite inferior o superior, los controles se fijaban de manera horaria. Carmona Monge et al.<sup>19</sup> establecieron un régimen similar al de Evans et al.<sup>9</sup> y Kutcher et al.<sup>12</sup>, ya que el control era horario mientras las glucemias eran

inestables, pero una vez se estabilizaban dichos controles se espaciaban a una media de 3,8 h entre control y control.

Holzinger et al.<sup>10</sup> llevaron a cabo un estudio en el que se comparaba la monitorización de la glucemia cada 2 h con una monitorización de la glucemia a tiempo real. En el control cada 2 h se comprobó que aumentaban los episodios de hipoglucemia y las dosis requeridas de insulina eran mayores que las del control a tiempo real. Es por ello que en este estudio se recomienda un control a tiempo real de glucemia, por su efectividad y seguridad en el paciente crítico —usándose, por ejemplo, un sensor subcutáneo—. Otros muchos autores recomiendan este método, ya que así es posible la detección precoz de estos episodios de hipoglucemia<sup>13,15,23</sup>, problema muy frecuente en el paciente crítico con la instauración de una perfusión continua de insulina endovenosa.

### Intervalo de valores de glucemia normal

Establecer unos valores óptimos de glucemia en el paciente crítico ha sido y aún es uno de los temas más controvertidos de la medicina intensiva. Desde el año 2001 se han puesto en marcha diferentes estudios con diferentes estrategias para lograr hallar el rango de valores ideal para este tipo de pacientes.

Fue por primera vez en el año 2001 cuando Van den Berghe et al.<sup>18</sup> establecieron un control estricto de glucemias, cuyos valores oscilaban entre 80 mg/dl y 110 mg/dl. A partir de la obtención de glucemias superiores o iguales a 110 mg/dl, se iniciaba el tratamiento de la hiperglucemia con insulina endovenosa en perfusión continua. Hasta la realización de dicho estudio el tratamiento no se iniciaba hasta que los niveles de glucemia superaban las cifras de 180-200 mg/dl. El estudio de Van den Berghe et al.<sup>18</sup> demostró que con dicho rango de valores descendía la mortalidad del paciente crítico en un 43%, pero además ha sido un estudio muy criticado debido a los numerosos episodios de hipoglucemia —las hipoglucemias fueron 5 veces mayores en el grupo del tratamiento estricto que en el tratamiento convencional—. Trujillo Pacheco et al.<sup>1</sup> consideran que el control estricto de la glucemia implica una difícil adhesión al protocolo por parte del personal y un nivel de cuidados muy elevado para reducir el alto porcentaje de hipoglucemias. Ichai et al.<sup>5</sup> y Kavanagh et al.<sup>13</sup> desaconsejan este tipo de monitorización de la glucemia debido al elevado riesgo de hipoglucemias y Finfer et al.<sup>6</sup> también desaconseja este método, aparte de por los elevados episodios de hipoglucemia, por el aumento de la mortalidad que producía a largo plazo. Otros estudios, sin embargo, consideran que este método de control de glucemia es viable siempre y cuando lo lleve a cabo principalmente las enfermeras, permitiendo a este colectivo tomar las decisiones necesarias con respecto a la infusión de bomba de insulina y el control de las glucemias basándose en su capacidad de intuición<sup>8</sup>, o mientras se lleve a cabo una monitorización de la glucemia a tiempo real<sup>10</sup>.

El estudio más novedoso que supuso un gran cambio fue el estudio NICE-SUGAR, llevado a cabo por Finfer et al.<sup>6</sup> en el año 2009. En dicho estudio se comparó el control estricto de glucemia con un control moderado, y se comprobó que un rango de valor de glucemia inferior a 180 mg/dl

(es decir, el inicio del tratamiento de insulina endovenosa mediante bomba de perfusión continua se inicia con glucemias superiores a dicho valor) era más beneficioso que el control estricto de glucemia que establece un rango de valor entre 80 y 110 mg/dl. El riesgo de hipoglucemia con el control moderado era mucho menor, al igual que la mortalidad. A partir de dicho estudio otros investigadores como Kutcher et al.<sup>12</sup>, Kovalaske et al.<sup>14</sup> o Duro et al.<sup>25</sup> recomiendan un control moderado de la glucemia para el paciente crítico.

Dungan et al.<sup>15</sup> refieren que en los pacientes diabéticos una glucemia superior o igual a 180 mg/dl en el paciente crítico aumenta la mortalidad, mientras que en el paciente no diabético este margen es más reducido estableciendo un valor de 140 mg/dl.

Varios estudios establecen el límite de hiperglucemia severa en el paciente crítico en un valor igual o superior a 180-200 mg/dl<sup>11,23</sup>, y un valor de hipoglucemia severa inferior o igual a 40 mg/dl<sup>23</sup>.

Finalmente, estudios recientes refieren que una menor variabilidad en los controles de glucemia conlleva una reducción en la morbimortalidad de los pacientes críticos, por consiguiente un mejor pronóstico de la enfermedad inicial<sup>5,15,23</sup>.

### Limitaciones

Las limitaciones surgidas durante la realización de esta revisión bibliográfica son dos: la primera se basa en la valoración crítica de los artículos por parte de un único revisor, lo que no elimina los posibles sesgos ni garantiza la coherencia interna del artículo. La segunda y última limitación es el hecho de seleccionar una variada tipología de artículos de investigación: estudios descriptivos, analíticos, de cohortes y revisiones bibliográficas, poniéndose así de manifiesto diferentes niveles de evidencia.

### Conclusiones

La hiperglucemia de estrés es un factor a tener en cuenta en el paciente crítico debido a la multitud de ocasiones en las que se presenta en este tipo de pacientes.

Los profesionales enfermeros son el principal colectivo que se encarga del control de las glucemias en los pacientes en general y en el paciente crítico en particular, por lo que es esencial que esté al corriente de los cambios en la evidencia científica, además de tomar parte activa en ellos.

Los resultados de esta revisión bibliográfica nos indican que la vía de elección para el análisis de la glucemia en el paciente crítico es la vía arterial, pudiéndose utilizar también la vía venosa si no se dispone de un acceso arterial. El control de la glucemia mediante la vía capilar está contraindicado en el paciente crítico debido a los errores de medición que se producen a causa de diferentes factores que pueden modificar la muestra.

El patrón oro de análisis de la glucemia es el análisis en el laboratorio, pero este puede ser lento, por lo que en ocasiones se utilizan glucómetros, los cuales ofrecen medidas instantáneas. Es posible la utilización de estos glucómetros siempre que cumplan las medidas Europeas de calidad y se utilicen muestras arteriales o venosas.

Los controles de glucemia en el paciente crítico son muy frecuentes. Inicialmente se establecen de manera horaria, hasta su estabilización, momento en el cual se espacian a periodos de 2 o 3 h. Es importante llevar un control periódico de esta variable, ya que en ocasiones pueden darse episodios de hiperglucemias o hipoglucemias severas. La frecuencia en los controles de glucemia incrementa la carga asistencial del colectivo enfermero, pero los buenos resultados de estos controles, entendiéndose así un bajo porcentaje de hipoglucemias e hiperglucemias severas, ayudan a percibir este aumento en la carga de trabajo como un punto positivo.

Según estudios recientes se establece un límite de glucemia moderado en el paciente crítico estimado en valores comprendidos entre 140-180 mg/dl, ya que se ha demostrado que reduce la morbimortalidad de este tipo de pacientes y no empeora el pronóstico de la enfermedad inicial. También es importante recordar que una variabilidad severa en las cifras de glucemia de un paciente crítico empeora su pronóstico inicial y, por consiguiente, aumenta su morbimortalidad. En la actualidad se considera hiperglucemia severa en el paciente crítico aquella cuyo valor es superior a 180-200 mg/dl, e hipoglucemia severa aquella cuyo valor es igual o inferior a 40 mg/dl.

Para finalizar es importante recordar que el control de glucemias en una planta hospitalaria es un control rutinario para las enfermeras. Sin embargo, en una UCI, las medidas de glucemia deberían tenerse especialmente en cuenta debido a que su correcto control puede interferir directamente en el pronóstico del paciente en cuestión. Es por ello que los enfermeros que toman parte en el cuidado de este tipo de pacientes deben estar al corriente de los estudios actuales sobre el tema, para así fomentar un buen control y un buen tratamiento tanto de los episodios de hiperglucemia como de los episodios de hipoglucemia, y consecuentemente se logrará una disminución de la morbimortalidad en este grupo de pacientes en cuestión.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Agradecemos a las enfermeras y enfermeros de la UCI del Hospital Universitario Dr. Josep Trueta de Girona, y más concretamente a Aaron Castanera, quien sembró en mí la idea principal de estudio.

## Bibliografía

- Trujillo Pacheco F, Gutiérrez Porcel MC, Aragón Rodríguez E, García Moya MA, Vallejo Serrano M, Gálvez Cuevas MA. Control protocolizado de la glucemia en pacientes críticos: experiencia inicial. Biblioteca Lascasas. 2009;5. Disponible en <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0444.php>
- Manzanares WA, Aramendi I. Hiperglucemia de estrés y su control con insulina en el paciente crítico: evidencia actual. *Med Intensiva*. 2009;34:273-81.
- Castaño López MA, Fernández de Liger Serrano JL, Robles Rodríguez JL, Márquez Márquez T. Validación de un glucómetro en una unidad de cuidados intensivos. *Endocrinol Nutr*. 2012;59:28-34.
- Van Herpe T, Mesotten D, Van Herpe T, Mesotten D. Blood glucose measurements in critically ill patients. *J Diabetes Sci Technol*. 2012;6:22-8.
- Ichai C, Preiser J. International recommendations for glucose control in adult non diabetic critically ill patients. *Crit Care*. 2010;14:R166.
- Finfer S, Chittock DR, Su SY, Blair D, Foster D, Dhingra V, et al. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients. *N Engl J Med*. 2009;360:1283-97.
- Eslami S, Abu-Hanna A, Keizer N, Bosman R, Spronk P, Jonge E, et al. Implementing glucose control in intensive care: A multicenter trial using statistical process control. *Intensive Care Med*. 2010;36:1556-65.
- Schultz MJ, Harmsen RE, Spronk PE, Korevaar JC, Abu-Hanna A, Van Braam Houckgeest F, et al. Adoption and implementation of the original strict glycemic control guideline is feasible and safe in adult critically ill patients. *Minerva Anestesiol*. 2012;78:982-95.
- Evans A, LeCompte A, Tan C, Ward L, Steel J, Pretty CG, et al. Stochastic targeted (STAR) glycemic control: Design, safety, and performance. *J Diabetes Sci Technol*. 2012;6:102-15.
- Holzinger U, Warszawska J, Kitzberger R, Wewalka M, Miehler W, Herkner H, et al. Real-time continuous glucose monitoring in critically ill patients: A prospective randomized trial. *Diabetes Care*. 2010;33:467-72.
- Al-Tarifi A, Abou-Shala N, Tamim HM, Rishu AH, Arabi YM. What is the optimal blood glucose target in critically ill patients? A nested cohort study. *Ann Thorac Med*. 2011;6:207-11.
- Kutcher ME, Pepper MB, Morabito D, Sunjaya D, Knudson MM, Cohen MJ. Finding the sweet spot: Identification of optimal glucose levels in critically injured patients. *J Trauma*. 2011;71:1108-14.
- Kavanagh BP, McCowen KC. Clinical practice. Glycemic control in the ICU. *N Engl J Med*. 2010;363:2540-6.
- Kovalaske MA, Gandhi GY. Glycemic control in the medical intensive care unit. *J Diabetes Sci Technol*. 2009;3: 1330-40.
- Dungan KM, Braithwaite SS, Preiser J. Stress hyperglycaemia. *Lancet*. 2009;373:1798-807.
- Schultz MJ, Harmsen RE, Spronk PE. Clinical review: Strict or loose glycemic control in critically ill patients-implementing best available evidence from randomized controlled trials. *Crit Care*. 2010;14:223-32.
- Morrell N. Benefits of intensive insulin therapy in post-operative intensive care patients. *Nurs Stand*. 2012;27: 35-40.
- Van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, Verwaest CH, Bruyininckx F, Schetz M, et al. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *N Engl J Med*. 2001;345:1359-67.
- Carmona Monge FJ, Martínez Lareo M, García Gómez S, Jara Pérez A, Alameda Varela R, Quirós Herranz C, et al. Eficacia y seguridad del control de glucemia guiado por objetivo y dirigido por el personal de enfermería en una unidad de cuidados intensivos: un estudio prospectivo observacional. *Enferm Intensiva*. 2012;23:11-6.
- Pulzi Júnior SA, Cesar de Assunção MS, Franco Mazza B, da Silveira Fernandes H, Jackiu M, Resende Fritas FG, et al. Accuracy of different methods for blood glucose measurement in critically ill patients. *Sao Paulo Med J*. 2009;127:259-65.
- Arias-Rivera S, Copete-Vega A, Vadillo-Obesso P, Corrochano-Varas S, Sánchez-Izquierdo R, Sánchez-Sánchez MM, et al. Fiabilidad de la determinación de la glucemia a la cabecera del paciente en pacientes críticos. *Enferm Intensiva*. 2007;18:15-24.
- Shearer A, Boehmer M, Closs M, de la Rosa R, Hamilton J, Horton K, et al. Comparison of glucose point-of-care values

- with laboratory values in critically ill patients. *Am J Crit Care.* 2009;18:224–30.
23. Preiser JC. Glycemic control during critical illness. *Expert Rev Endocrinol Metab.* 2011;6:681–8.
24. Cordingley JJ, Vlasselaers D, Dormand NC, Wouters PJ, Squire SD, Chassin LJ, et al. Intensive insulin therapy: Enhanced model predictive control algorithm versus standard care. *Intensive Care Med.* 2009;35:123–8.
25. Durao MS, Marra AR, Moura DE, Almeida SM, Fernandez CJ, Akamine N, et al. Tight glucose control versus intermediate glucose control: A quasi-experimental study. *Anaesth Intensive Care.* 2010;38:467–73.