



UNIVERSIDAD  
NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO



**DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES.**

**SECRETARIA DE SALUD PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL**

**INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICION**

**“DR. SALVADOR ZUBIRAN”**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO**

**“SEGURIDAD Y EFECTIVIDAD DE UN ALGORITMO  
DE INSULINA EN INFUSION CONTINUA EN LA UNIDAD  
DE CUIDADOS INTENSIVOS”**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO EN LA ESPECIALIDAD DE  
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO**

**PRESENTA**

**DRA. TANYA ELISA ORIZAGA FRANCO**

**ASESOR:**

**DR. BERNARDO GUTIERREZ SOUGARRET**

**MEXICO D.F. FEBRERO 2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

Dr. Luís Federico Uscanga Domínguez  
Director de Enseñanza e Investigación  
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

---

Dr. José Guillermo Domínguez Cherit  
Profesor Titular del curso de Postgrado  
Medicina del Enfermo en Estado Critico  
INCMNSZ

---

Dr. Bernardo Gutiérrez Sougarret  
Profesor Asesor de Tesis  
Profesor Adjunto al curso de Postgrado  
Medicina del Enfermo en Estado Critico.  
INCMNSZ

---

Dr. Eduardo Rivero Sigarroa  
Profesor Adjunto al curso de Postgrado  
Medicina del Enfermo en Estado Critico  
INCMNSZ

## INSTRUCCIONES PARA SUBIR UNA ESCALERA.

*Nadie habrá dejado de observar que con frecuencia el suelo se pliega de manera tal que una parte sube en ángulo recto con el plano del suelo, y luego la parte siguiente se coloca paralela a este plano, para dar paso a una nueva perpendicular, conducta que se repite en espiral o en línea quebrada hasta alturas sumamente variables. Agachándose y poniendo la mano izquierda en una de las partes verticales, y la derecha en la horizontal correspondiente, se está en posesión momentánea de un peldaño o escalón. Cada uno de estos peldaños, formados como se ve por dos elementos, se sitúa un tanto más arriba y adelante que el anterior, principio que da sentido a la escalera, ya que cualquiera otra combinación producirá formas quizá más bellas o pintorescas, pero incapaces de trasladar de una planta baja a un primer piso.*

*Las escaleras se suben de frente, pues hacia atrás o de costado resultan particularmente incómodas. La actitud natural consiste en mantenerse de pie, los brazos colgando sin esfuerzo, la cabeza erguida aunque no tanto que los ojos dejen de ver los peldaños inmediatamente superiores al que se pisa, y respirando lenta y regularmente. Para subir una escalera se comienza por levantar esa parte del cuerpo situada a la derecha abajo, envuelta casi siempre en cuero o gamuza, y que salvo excepciones cabe exactamente en el escalón. Puesta en el primer peldaño dicha parte, que para abreviar llamaremos pie, se recoge la parte equivalente de la izquierda (también llamada pie, pero que no ha de confundirse con el pie antes citado), y llevándola a la altura del pie, se le hace seguir hasta colocarla en el segundo peldaño, con lo cual en éste descansará el pie, y en el primero descansará el pie.*

*(Los primeros peldaños son siempre los más difíciles, hasta adquirir la coordinación necesaria. La coincidencia de nombre entre el pie y el pie hace difícil la explicación. Cuidese especialmente de no levantar al mismo tiempo el pie y el pie).*

*Llegado en esta forma al segundo peldaño, basta repetir alternadamente los movimientos hasta encontrarse con el final de la escalera. Se sale de ella fácilmente, con un ligero golpe de talón que la fija en su sitio, del que no se moverá hasta el momento del descenso.*

*Historias de cronopios y de famas - 1962*

### **Manual de Instrucciones**

**JULIO CORTAZAR**

## AGRADECIMIENTOS.

*Al personal de enfermería de la unidad de cuidados intensivos del Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán por su entusiasmo e interés en el desarrollo de este protocolo.*

*“SEGURIDAD Y EFICACIA DE UN ALGORITMO DE INSULINA  
EN INFUSION CONTINUA EN NUESTRA UNIDAD  
DE CUIDADOS INTENSIVOS”*

*Dra. Orizaga Franco Tanya Elisa\*  
Dr. Gutiérrez Sougarret Bernardo \*\**

*\*Residente 2º. Año Medicina del Enfermo en Estado Critico INCMNSZ*

*\*\* Profesor adjunto Medicina del Enfermo en Estado Critico INCMNSZ Asesor*

*Objetivos.- Se han descrito algunos protocolos para el control glucémico en la unidad de cuidados intensivos, que han demostrado mejoría en el pronóstico de estos pacientes. En nuestra experiencia el mantener euglucémicos a nuestros pacientes ha sido una tarea difícil por lo que se ha adaptado y diseñado un algoritmo de insulina en infusión continua seguro y eficaz con este fin.*

*MATERIAL Y METODOS.- Estudio de casos y controles.*

*Se estudiaron 24 pacientes hiperglucémicos de manera prospectiva que cumplieron con los criterios de inclusión y en quienes se aplicó el algoritmo de insulina en infusión continua del mes de Agosto a Septiembre del 2006 y se compararon con un grupo control histórico de 27 pacientes Abril y Mayo del 2006 que habían recibido insulina en infusión continua sin un protocolo establecido, las características demográficas de los dos grupos resultaron similares, así como las escalas de gravedad Apache y Sofa. Se compararon además las mismas variables como fue dosis total de insulina, tiempo de infusión de insulina, tiempo en que se logró el control glucémico, glucosa media, complicaciones, y errores sobre el algoritmo en el grupo prospectivo, también se analizó la necesidad de aminas presoras, sustitución renal, estadio de la sepsis, días de ventilación mecánica, días de estancia en la UCI.*

*RESULTADOS.- Se estudiaron un total de 51 pacientes médicos y quirúrgicos divididos en 2 grupos, un grupo prospectivo de estudio en el que se aplicó el algoritmo conformado por 24 pacientes, y un grupo control histórico sin algoritmo protocolizado conformado por 27 pacientes, respecto a las variables demográficas, pronósticas y de gravedad, no existió diferencia estadísticamente significativa, con una edad de  $58.5 \pm 17$  años para el grupo de estudio vs.  $54.2 \pm 19$  años para el grupo control, 9 hombres y 15 mujeres en el caso de estudio contra 16 hombres y 11 mujeres en el grupo control. Respecto a las escalas pronósticas Apache  $19.5 \pm 7$  para el grupo de estudio, y  $19.1 \pm 6$  en el grupo control  $p=0.82$ , Delta Sofa  $2.17 \pm 3.1$  en el grupo de estudio Vs  $2.93 \pm 3.1$  en el grupo control.*

*Respecto a las variables independientes como la evolución de la sepsis existió una tendencia a mayor desarrollo de choque séptico y uso de aminas presoras en el grupo control  $p=.07$ , sin ser estadísticamente significativa. Dentro de las variables de interés se encontró significancia estadística en la monitorización  $p=.002$ , suspensión de la infusión de insulina por control glucémico en el grupo de estudio vs suspensión por hipoglucemia en el grupo control  $p=.034$ , mayor tendencia a complicaciones graves como hipoglucemia con manifestaciones clínicas en el grupo control 3 vs 0 en el grupo de estudio sin alcanzar relevancia estadística con una  $p=.14$ . También se analizó dentro del grupo de estudio la relación de las complicaciones con los errores cometidos sobre el algoritmo encontrando  $p=0.045$  para hiperglucemia  $>150$  mg/dl por 24 hrs. con no seguimiento del algoritmo, y  $p=.013$  para glucosa  $<70$  mg/dl con monitoreo inadecuado.*

**CONCLUSIONES.**

*Nuestro algoritmo de insulina en infusión continua implementado para ser manejado por el staff de enfermería mostró ser seguro y efectivo para el control glucémico de nuestros pacientes críticamente enfermos.*

	<i>INDICE</i>	<i>PAGINA</i>
<i>I.- ANTECEDENTES</i>	_____	<i>2</i>
<i>II.-JUSTIFICACION</i>		
<i>III.-OBJETIVOS</i>		
<i>IIIA.- Objetivo General</i>	_____	<i>3</i>
<i>IIIB.-Objetivos específicos</i>		
<i>IV.- HIPOTESIS</i>		
<i>V.-MATERIAL Y METODOS</i>		
<i>A)Definición de la Población Objetivo</i>		
<i>B)Ubicación espacio temporal</i>	_____	<i>4</i>
<i>VI.-DISEÑO DEL ESTUDIO</i>		
<i>A)INTERVENCIONES</i>		
<i>B)POBLACION MUESTRA</i>	_____	<i>5</i>
<i>1)Criterios de Inclusión</i>		
<i>2)Criterios de Exclusión</i>		
<i>3)Criterios de Eliminación</i>		
<i>VII.- ANALISIS ESTADISTICO</i>	_____	<i>6</i>
<i>RESULTADOS</i>	_____	<i>7</i>
<i>DISCUSION</i>	_____	<i>8</i>
<i>CONCLUSIONES</i>	_____	<i>9</i>
<i>VIII.- ANEXOS</i>	_____	<i>10</i>
<i>DEFINICIONES OPERACIONALES</i>	_____	<i>17</i>
<i>REFERENCIAS</i>	_____	<i>18</i>

## SEGURIDAD Y EFICACIA DE UN ALGORITMO DE INSULINA EN INFUSION CONTINUA EN LA UCI.

### I.-ANTECEDENTES

*La hiperglucemia es un factor de riesgo independiente en el enfermo críticamente enfermo y un predictor de morbilidad aumentada en estos pacientes. Se estima que 10-20% de los pacientes admitidos a las UCIs quirúrgicas se conocen diabéticos y 90% de todos los pacientes admitidos desarrollan valores de glucosa >110 mg/dl durante su enfermedad crítica.(1)*

*Existe una creciente cantidad de literatura que describe las consecuencias clínicas adversas asociadas con la hiperglicemia en el paciente críticamente enfermo.*

*Las situaciones clínicas en las que el mal control metabólico se ha asociado con peor pronóstico incluyen infarto miocárdico y síndromes coronarios agudos (1,2,3), stroke,(4,5) infección de heridas post quirúrgicas (6,7), trauma(8).*

*En un estudio reciente en donde se analizaron 1826 pacientes admitidos a una Unidad de Cuidados intensivos medico-quirúrgica, mostró que la mortalidad se asociaba fuertemente con el control glucémico durante su estancia en la misma.(4). Información importante acerca del tratamiento del descontrol glucémico en el paciente críticamente enfermo ha sido publicada por la Dra. Gret Van den Berghe et al,(9) Trato a pacientes post quirúrgicos, mecánicamente ventilados con un protocolo de control glucémico intensivo para mantener euglucemia, esta estrategia resulto en una reducción del 34% en la mortalidad durante la hospitalización, y disminución de 40-50% en disfunción orgánica, así como la necesidad de sustitución renal, transfusión de glóbulos rojos, y poli neuropatía del enfermo en estado crítico. Posteriormente estudio a 1200 pacientes en una unidad de cuidados intensivos medica, que permanecieron en ella por mas de 3 días, basándose en la observación de su estudio previo de la mejoría en la mortalidad en estos pacientes, en este ultimo estudio la diferencia en la mortalidad no fue estadísticamente significativa, pero se observo beneficio del tratamiento en pacientes que permanecieron por al menos 3 días en la unidad.(10)*

*Furnary et al. También recientemente reviso su experiencia con el uso de insulina intravenosa en infusión continua en pacientes diabéticos a los que se realizo Bypass aortocoronario, reporto disminución en la mortalidad del 50% comparándolo con series de su misma institución en años anteriores tratados con esquema de insulina subcutáneo solamente. (11).*

*En base a toda esta evidencia clínica emergente, existe un esfuerzo mundial, para mantener el control glucémico estricto en el paciente crítico, pero para lograr esta meta se requiere un gran esfuerzo del equipo de enfermería, que incluye el monitoreo frecuente de la glucosa capilar, y la implementación de algoritmos complejos, que pueden no ser muy bien aceptados por una ocupada enfermera de cuidados críticos.*

*Además de enfrentarnos a un temor prevalente al desarrollo de hipoglucemia, esto ha dificultado la implementación de estos estrictos algoritmos.*

*En el mundo entero médicos intensivistas, y endocrinólogos, nos encontramos en búsqueda de métodos estandarizados para el control glucémico de nuestros pacientes, que sea seguro, efectivo, suficientemente complejo para lograr el control glucémico, y suficientemente práctico para ser implementado por el staff de enfermería con mínimas intervenciones del personal médico y necesidad de desviarse del algoritmo. En este trabajo describiremos nuestra experiencia en la utilización de un algoritmo de insulina en infusión continua en nuestros pacientes.*

## **II.- JUSTIFICACION.-**

*El control estricto de la glucemia en el paciente críticamente se ha asociado con disminución en la morbilidad y mortalidad, así como costos secundarios a menor estancia en la UCI, días ventilación mecánica, requerimientos de hemoderivados, e infecciones emergentes. Por ello consideramos necesario la implementación de un algoritmo que sea utilizado en el control de la glicemia, en forma protocolizada, y segura por el departamento de enfermería de nuestra Unidad de Cuidados Intensivos.*

## **III.-OBJETIVOS**

### **III.A.-OBJETIVO GENERAL.**

*Valorar la seguridad y eficacia de un algoritmo de insulina en infusión continua diseñado, en nuestra Unidad de Cuidados intensivos.*

### **III.B Objetivos específicos.-**

*A.-Diseño de un algoritmo para control de la glucemia.*

*B.-Evaluar el tiempo de control glucémico con este algoritmo.*

*C.-Evaluar la seguridad del algoritmo, minimizando la posibilidad de complicaciones graves.*

*D.-Evaluar el uso del algoritmo por el departamento de enfermería*

## **IV.-HIPOTESIS.**

*El control glucémico estricto en nuestros pacientes críticos puede ser logrado con la institución de un algoritmo de insulina en infusión continua, preciso, efectivo y seguro que sea manejado por el staff de enfermería con intervenciones mínimas del personal médico.*



## V.-MATERIAL Y METODOS.

### A) DEFINICION DE POBLACION OBJETIVO.

*Pacientes críticamente enfermos médicos y quirúrgicos con descontrol glucémico definido como glucosa sérica > 150 mg/dl en dos mediciones continuas y que permanezcan por más de 24 hrs. en la UCI.*

### B) Ubicación espacio temporal

*UCI y Unidad de cuidados intermedios del INCMNSZ México, D.F., de Marzo del 2006 a Octubre de 2006.*

## VI.-DISEÑO DEL ESTUDIO.

### ESTUDIO DE CASOS Y CONTROLES.

#### A) Intervenciones:

*\*Introducción de algoritmo para control de glicemia.*

*Con base en el algoritmo modificado de Goldberg y cols.(12) se diseñó un esquema de control de la glucosa para utilizar en nuestra terapia intensiva, dicho protocolo se aplicó a un grupo de 24 pacientes consecutivos prospectivos que reunían los criterios de inclusión. Capturando en ellos, variables fisiológicas, demográficas, y de laboratorio (Fig. 1). en los cuales se inició el algoritmo cuando el personal de enfermería identificó 2 mediciones consecutivas mayores a 150 mg/dl, después del ingreso a la UCI.*

*Se analizó un segundo grupo de 27 pacientes control en forma retrospectiva en los cuales se registraron las mismas variables. En este grupo no estuvo protocolizado el control glucémico, y los ajustes en la velocidad de infusión de insulina se realizó por indicación médica.*

*Para la implementación del algoritmo inicialmente se instruyó al departamento de enfermería sobre el funcionamiento del mismo, con pláticas 2 veces por semana por turno, y se sometió a un periodo de prueba de 3 meses antes de dar por iniciado este estudio, durante este periodo se hicieron las modificaciones pertinentes del algoritmo.*

## **B) POBLACION MUESTRA.**

### *Criterios de inclusión*

- 1) *Pacientes críticamente enfermos*
- 2) *Glucosa >150 mg/dl*
- 3) *Estancia >48 hrs.*

### *Criterios de exclusión*

- 1) *Cetoacidosis diabética*
- 2) *coma hiperosmolar no cetocico.*

### *Criterios de eliminación*

- 1) *Alta de UCI antes de 48 hrs.*
- 2) *Fallecimiento del paciente antes de 48 hrs.*

## **C) ALGORITMO UTILIZADO.**

*Se utilizo el algoritmo modificado de Goldberg y cols (12), como se menciono ya, se sometió a un periodo de aprendizaje al personal de enfermería con platicas teórico practicas 2 veces por semana, durante este periodo comprendido de Marzo 2006 – Julio 2006, se realizaron los ajustes necesarios al algoritmo a fin de adaptarlo a las necesidades del personal y las características de nuestros pacientes.*

*Se inicio la recolección de datos prospectivos durante los meses de Agosto y Septiembre del 2006, cuando el personal de enfermería estuvo familiarizado con el algoritmo y se había ajustado este a las necesidades de la unidad. (Algoritmo Anexo Fig. # 2).*

*La meta del control glucemico se fijo entre 100-140 mg/dl, las instrucciones para inicio de la infusión, precauciones antes de iniciar, monitorización, que hacer en caso de hipoglucemia, situaciones especiales, como traslado a procedimientos cortos, o en caso de ayuno pre quirúrgico o pre procedimiento invasivo etcétera se muestran en Fig #2. Los cambios en la velocidad de infusión se basan en la velocidad de disminución en la glucosa serica. Se tuvo especial cuidado en mantener la hoja de instrucciones siempre visible.*

*El medico investigador principal fue el encargado de aclarar las dudas al personal y en consenso con los médicos del staff realizar los ajustes necesarios al algoritmo.*

## ANALISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se expresan en media y desviación estándar. La comparación de medias se realizó por prueba T de student, Chi cuadrada, y prueba exacta de Fisher. Se tomó como significativa una  $p < 0.05$  se calcularon intervalos de confianza al 95%.

Inicialmente se exploró la similitud de las variables demográficas y de interés clínico, de ambos grupos, obteniéndose los resultados anotados en la Tabla 1 y 2; la comparación de las variables continuas se hizo mediante prueba de T para muestras independientes y la comparación de las variables categóricas con prueba de chi cuadrada.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables exploradas.

Enseguida se analizaron las variables clínicas de interés utilizando una prueba de T para muestras independientes asumiendo varianzas desiguales para las variables continuas y una prueba exacta de Fisher para las variables categóricas.

Finalmente, se hizo una comparación entre las complicaciones observadas en el grupo experimental y los siguientes factores: monitorización inadecuada, no seguimiento del algoritmo, hoja de control del algoritmo no visible y la no administración de glucosa, utilizando una prueba de Chi cuadrada.

## RESULTADOS.

Se estudiaron 51 pacientes divididos en dos grupos, el primero en el que se aplicó de manera prospectiva el algoritmo de insulina en infusión continua durante el periodo de tiempo comprendido entre agosto y septiembre del 2006, compuesto por 24 pacientes, y el segundo de 27 pacientes controles históricos del periodo de tiempo comprendido entre abril y mayo del 2006, a los que se administró en algún momento durante su estancia en la unidad, insulina en infusión continua sin un algoritmo de seguimiento protocolizado. En cuanto a las variables demográficas de edad y sexo no hubo diferencia estadísticamente significativa encontrándose edad  $58 \pm 17$  años en el grupo de estudio (1), y  $54.2 \pm 19.2$  en el grupo control (2), En cuanto a las escalas de gravedad y pronóstico se encontró en el grupo 1 un Apache de  $19.5 \pm 7$ , y de  $19.1 \pm 6$  en el grupo 2 con una  $p=0.82$ , y un sofa al ingreso y delta sofa como sigue para el grupo 1 de  $7.7 \pm 3.3$  y en el grupo 2 de  $8.1 \pm 3.1$  y respecto al delta sofa en el grupo 1 fue de  $2.1 \pm 3.1$  y de  $2.9 \pm 3.1$  para el grupo 2. También se analizaron días de ventilación mecánica y días de estancia en UCI. Todas estas variables sin diferencia estadísticamente significativa con  $p > .05$  analizadas por prueba de T para variables independientes. (ver tabla 1), Chi cuadrada y prueba exacta de Fisher para variables categóricas. (tabla 2). En estas últimas, deterioro renal que requirió sustitución por hemodiálisis, defunciones, DM II, uso de esteroides no hubo diferencia estadísticamente significativa.

## DISCUSIÓN.

*En este trabajo se refleja nuestra experiencia con un algoritmo de insulina en infusión continua diseñado en nuestra unidad, para ser manejado por el personal de enfermería con mínimas intervenciones medicas, la base de la inquietud para realizar este trabajo, resulta de la necesidad de mantener control metabólico, bajo la gran cantidad de evidencia actual que muestra disminución en la morbi-mortalidad de los pacientes críticamente enfermos que se controlan metabólicamente. Un reto muy importante ha representado la adaptación de un algoritmo de insulina en infusión continua, a las características de nuestra unidad, tomando en cuenta el numero de recursos humanos en el área de enfermería, si bien se ha reportado un índice de 2 enfermeras por paciente en trabajos originales con este tipo de estrategia, en nuestra unidad la cantidad de personal paramédico es mas escasa, 1 enfermera por 2 pacientes + 1 auxiliar, Por tanto la inquietud fue ¿Es posible implementar un algoritmo de insulina en infusión continua, manejado por el personal de enfermería, con mínimas complicaciones, y que sea efectivo para el control glucemico de nuestra población de pacientes críticos? Si bien y a pesar de la carga de trabajo de nuestras enfermeras criticas, fue tomado con mucho entusiasmo y se pudo llevar acabo sin problemas, es importante notar que el perfeccionamiento en el empleo de este algoritmo llevara tiempo. Los resultado arrojados a este respecto que se encuentran en las tablas 4,5 y 6 muestran que el manejo del algoritmo fue adecuado y cuando se presentaron errores en el manejo del mismo se correlacionaron significativamente con las complicaciones asociadas a la infusión continua de insulina, lo que muestra que con el tiempo las complicaciones serán mínimas, otro punto importante es que la complicación mas grave monitorizada que fue hipoglucemia con consecuencia clínica no se presento en los casos de estudio, aun que sin significancia estadística, asociándose a esto una monitorización mas intensiva tabla 3 .*

*Otro punto a destacar en cuanto al control glucemico fue que con nuestro algoritmo el tiempo en que se logro control fue menor que en los casos sin llegar a ser estadísticamente significativo. Mas la interrupción de la infusión se relaciono mas a control glucemico que a complicaciones comparado con el grupo control de manera estadísticamente significativa. Es importante mencionar que el grupo control de este trabajo tubo infusión de insulina, no protocolizado y en estos pacientes los cambios en la velocidad de infusión se realizaban en base a otros algoritmos, y por indicación medica no adaptados a nuestra unidad lo que puede explicar que no haya diferencia en la glucemia media medida.*

*En resumen aun con las limitaciones de nuestro trabajo y al tamaño de la población el algoritmo demostró ser seguro y eficaz para el control metabólico de nuestros pacientes.*

## CONCLUSIONES

- 1) *nuestro algoritmo de insulina en infusión continua es seguro y eficaz para el control glucémico en nuestra unidad de cuidados intensivos.*
- 2) *El tiempo en el que se logró el control glucémico presentó tendencia a ser menor en el grupo de estudio que en el control sin diferencia estadísticamente significativa.*
- 3) *La incidencia de complicaciones graves con el uso del algoritmo fue nula pero al compararla con los casos controles no presentó diferencia estadísticamente significativa.*
- 4) *La suspensión del algoritmo en los casos de estudio se debió principalmente a control glucémico, esto presentó diferencia estadísticamente significativa.*
- 5) *La monitorización durante la utilización del algoritmo fue significativamente más intensiva.*
- 6) *Las complicaciones y la falla del algoritmo se asoció significativamente con los errores cometidos en el grupo de estudio.*

ANEXOS.

Tabla 1.

<b>VARIABLES DEMOGRAFICAS Y PRONOSTICAS</b>	<b>Caso o control</b>	<b>Media y desviación estandar</b>	<b>Valor de P</b>
<b>Edad del paciente</b>	Control	54.2 ± 19	<b>0.41</b>
	Caso	58.5± 17	
<b>Días de estancia en UCI</b>	Control	17.4±17	<b>0.70</b>
	Caso	15.8±12	
<b>Días de ventilación mecánica</b>	Control	14.7±17.8	<b>0.45</b>
	Caso	11.4±12.8	
<b>Calificación APACHE II</b>	Control	19.1±6	<b>0.82</b>
	Caso	19.5±7.7	
<b>Sofa al ingreso</b>	Control	8.07±3	<b>0.71</b>
	Caso	7.7±3.3	
<b>Delta sofa</b>	Control	2.9±3.1	<b>0.39</b>
	Caso	2.1±3.1	

**Tabla 2.-**

<b>VARIABLES CLINICAS</b>			
	<i>Control</i>	<i>Caso</i>	<i>Valor de P</i>
<i>Sexo del paciente</i>			
<i>Hombre</i>	16	9	0.164
<i>Mujer</i>	11	15	
<i>Hemodiálisis</i>	6	5	0.58
<i>Dieta</i>			
<i>NET</i>	16	12	
<i>NPT</i>	7	4	0.27
<i>AYUNO</i>	4	8	
<b>ESTADIO DE LA SEPSIS</b>			
<i>NADA</i>		3	
<i>SIRS</i>	1	6	
<i>SEPSIS</i>	1	0	<b>0.07</b>
<i>SEPSIS GRAVE</i>	9	7	
<b>CHOQUE SEPTICO</b>	15	8	
<b>Uso de Aminas</b>	18	10	<b>0.065</b>
<i>Defunciones</i>	6	6	0.537
<i>Diabetes Mellitus tipo 2</i>	12	10	0.53
<i>Uso de Esteroides</i>	18	12	0.178
<i>Tipo de paciente</i>			
<i>Medico</i>	14	11	0.44
<i>Quirúrgico</i>	13	13	

**VARIABLES DE INTERES.**

**Tabla 3.-**

	<b>CONTROL</b>	<b>CASO</b>	<b>Valor de P</b>
<b>Horas infusión insulina</b>	158 ± 158	134 ± 126	0.55
<b>Tiempo control glucemia</b>	32 ± 37	20 ± 26	<b>0.17</b>
<b>Dosis total Insulina</b>	473 ± 719	403 ± 753	0.73
<b>Glucosa Promedio</b>	140 ± 28	138 ± 27	0.79
<b>Monitorización tomas de Glucemia capilar</b>	6.3 ± 1.2	8.4 ± 1.8	<b>0.002</b>

**Tabla 4.-**

	<b>CONTROL</b>	<b>CASO</b>	<b>VALOR DE p</b>
<b>Motivo de suspensión de infusión de insulina</b>			
Control	11	18	<b>.034</b>
Hipoglucemia	8	4	
Otro	8	2	



**Tabla 5.-**

COMPLICACIONES RELACIONADAS A LA INFUSION DE INSULINA.

	CONTROL	CASO	VALOR DE p
<b>Glucosa &lt;70mg/dl</b>	14	10	0.57
<b>Hipokalemia &lt;2.5</b>	1	1	1.0
<b>Hiper glucemia &gt;150mg/dl por mas de 24 hrs.</b>	16	9	<b>0.16</b>
<b>Hipoglucemia con consecuencias clinicas.</b>	3	0	<b>0.14</b>

**Tabla 6.-**

<b>CORRELACION COMPLICACIONES Y ERRORES SOBRE EL ALGORITMO EN EL GRUPO DE ESTUDIO.</b>				
		No	Si	Valor de p
Hiper glucemia mayor de 150 por más de 24 horas	No seguimiento del algoritmo	2	7	<b>0.045</b>
Hiper glucemia mayor de 150 por más de 24 horas	Hoja no visible	7	2	0.13
Hiper glucemia mayor de 150 por más de 24 horas	Monitoreo inadecuado	2	7	0.14
Hipoglucemia menor de 70	Monitoreo inadecuado	1	9	<b>0.013</b>
Hipoglucemia menor de 70	No aporte de glucosa	8	2	1.0

(FIG.-1)

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

# paciente:\_\_\_ Registro:\_\_\_\_\_ Nombre:\_\_\_\_\_

Sexo:\_\_\_ Edad:\_\_\_\_\_ Talla:\_\_\_ Peso:\_\_\_\_\_ Fecha de ingreso\_\_\_\_\_ Egreso:\_\_\_\_\_

Diagnostico\_\_\_\_\_ Diagnosticos adicionales:\_\_\_\_\_

Vent. Mecánica SI NO QUIRURGICO SI NO APACHE II:\_\_\_\_\_ SOFA:\_\_\_\_\_

Falleció SI NO Falleció en la UCI SI NO Causa:\_\_\_\_\_

Inicio de infusión:\_\_\_\_\_ Suspensión:\_\_\_\_\_

Reinicio SI NO DM SI NO USO DE ESTEROIDES DOSIS:\_\_\_\_\_

Fecha de muestras																			
Dosis insulina																			
Glucosa 1																			
Glucosa ½																			
No. Tomas																			
Complicaciones																			
Tiempo control																			
Tiempo infusión																			
PaO2/FiO2																			
Plaquetas																			
Bilirrubinas																			
PAM																			
Dopa<5 dobuta																			
Dopa>5, Norepi <0.1																			
Dopa>15, norepi >0.1																			
Glasgow																			
Creatinina																			
EGO																			
Ventilación Mecánica																			
SOFA																			
SIRS																			
SEPSIS																			
SEPSIS GRAVE																			
CHOQUE SEP																			
SUST. RENAL																			

Nutrición :

Errores :

FIG. 2.-

## PROTOCOLO PARA EL CONTROL DE GLUCEMIA CON INFUSIÓN DE INSULINA

### I.- ANTES DE INICIAR

- El objetivo es mantener la glucemia entre 100 – 140mg/dl.
- No se aplica a pacientes con estado hiperosmolar ni a cetoacidosis diabética.
- Verificar que el paciente tenga un aporte de glucosa. Si su glucemia capilar es menor a 250mg/dL iniciar una infusión de glucosada al 10% a 20 ml/h
- Verificar que la concentración de potasio sérico no sea menor a 3.5 mEq/l e informar al médico.

### II.- INICIO DE LA INFUSIÓN

- Inicie cuando la glucosa sea mayor a 150 mg/dl.
- Mezclar 100 U de insulina de acción rápida en 100 ml de sol. salina 0.9%
- Inicio de la infusión:  
Administrar un bolo de \_\_\_\_\_ ml y continuar con infusión a \_\_\_\_\_ ml/h

Ejemplos:

325 mg/dl ÷ 100 = 3.25: bolo 3.5 U + infusión 3.5 U/hra.

174 mg/dl ÷ 100 = 1.74: bolo 1.5 U + infusión 1.5 U/hra.

### III.- MONITORIZACIÓN

1. Medir la glucemia capilar cada hora hasta que se mantenga estable en 3 mediciones consecutivas, en este caso medir cada 4 h.
2. Si se mantiene estable por 12 h medir cada 6 hrs.
3. Medir cada 1 hora en los siguientes casos:
  - a) Cualquier cambio en la velocidad de infusión de insulina.
  - b) Inicio o suspensión de aminos o esteroides.
  - c) Inicio o suspensión de hemodiálisis, diálisis peritoneal o hemodiálisis continua.
  - d) Inicio, suspensión o cambios en la velocidad del aporte nutricional (NET o NPT).
4. Si se utiliza norepinefrina o epinefrina > 1µg/kg/min medir glucemia del catéter central o línea arterial.

### IV.- HIPOGLUCEMIA O HIPERGLUCEMIA

INFORME AL MEDICO SI LA GLUCEMIA ES MENOR A 50 O MAYOR A 300.

Glucemia menor a 50 mg/dl: SUSPENDER LA INFUSIÓN DE INSULINA

1. Administrar 1 frasco de 50 ml de solución glucosada al 50% IV
2. Medir cada 15 minutos y administrar 1 frasco de glucosa al 50% IV, hasta que sea mayor a 100 mg/dl.

\*Cuando la glucemia sea mayor a 100 mg/dl, espere una hora y reinicie la infusión a la mitad de la velocidad previa.

Glucemia entre 50-74mg/dl: SUSPENDER LA INFUSIÓN DE INSULINA

- Pacientes con datos de hipoglucemia o paciente dormido: Administrar 1 frasco de 50 ml de sol. glucosa al 50% IV y medir en 15 minutos. Repetir bolos de glucosa al 50% en la misma cantidad cada 15 minutos hasta que la glucemia sea mayor a 100mg/dl.
- Asintomático o paciente alerta: Administrar ½ frasco de 50 ml de glucosa al 50% y medir la glucemia en 15 minutos. Repetir bolos en la misma cantidad, hasta que la glucemia sea mayor a 100 mg/dl.

\*Cuando la glucemia sea >100 mg/dl, espere una hora y reinicie la infusión a la mitad de la velocidad previa.

### V.- SITUACIONES ESPECIALES.

1.-Si se suspende la alimentación por mas de 2 horas, mantenga la infusión de insulina a 0.5 ml/h e inicie sol. glucosada al 10% a 20 ml/h, y reinicie la monitorización cada hora y ajuste la infusión de insulina según sea necesario.

2.-En caso de procedimientos fuera de la UCI cuya duración sea menor de 2 horas, suspender aporte de glucosa e infusión de insulina; al regresar del procedimiento reinicie monitorización y ajuste según sea necesario.

**ALGORITMO DE LA VELOCIDAD DE INFUSION DE INSULINA.**

**Paso 1:**  
Localice en que intervalo se encuentra la glucemia actual.

**Paso 2:** Determine el cambio de glucosa por hora:  
( Obtenga la diferencia entre las 2 ultimas mediciones y divida el

Nivel de Glucosa deseada < 140 mg/dL				
75-99 mg/dl	100-140 mg/dl	141-199 mg/dl	>200 mg/dl	Nivel de Ajuste
*	*	Aumento > 50 mg/dL	Aumento	A
*	↑ > 25 mg	↑ 1-50 sin cambio	Sin cambio ↓ 1-25 mg/dL	B
Aumento de La glucosa	↑ de 1-25 mg o Sin cambio o ↓ de 1-25 mg	↓ de 1-50 mg	↓ de 26-75 mg/dL	C
Sin cambio o ↓ De 1-25 mg	↓ de 26-50 mg	↓ entre 51-75 mg	↓ entre 76-100 mg	D
↓ > 25 mg/dL	↓ > 50 mg/dL	↓ > 75 mg/dL	↓ > 100 mg	Interrumpa la infusión Por 30 minutos y reinicie en la columna E

**Paso 3:**  
Identifique la columna a la que corresponde el cambio

NUEVO CAMBIO EN VELOCIDAD Unidades / hora.					
Velocidad de Infusión Actual	A	B	C	D	E
0.5	1.5	1.0	0.5	SUSPENDER	SUSPENDER
1.0	Avisar	Avisar	1.0	1.5	1.0
1.5	19.5	Avisar	19.5	15.5	12
2.0	2.5	2.0	1.5	1	1
2.5	3	2.5	2	1.5	1
3.0	3.5	3	2.5	2	1.5
3.5	4	3.5	3	2.5	2
4.0	4.5	4	3.5	3	2
4.5	5	4.5	4	3	2.5
5.0	5.5	5	4.5	3.5	3
5.5	6	5.5	5	4	3
6.0	6.5	6	5.5	4.5	3.5
6.5	7	6.5	6	5	3.5
7.0	7.5	7	6.5	5.5	4
7.5	8	7.5	7	6	4
8.0	8.5	8	7.5	6.5	4.5
8.5	9	8.5	8	7	5
9.0	9.5	9	8.5	7.5	5
9.5	10	9.5	9	8	5.5
10.0	10.5	10	9.5	8.5	6
10.5	11	10.5	10	9	6
11.0	11.5	11	10.5	9.5	6.5
11.5	12	11.5	11	10	6.5
12.0	12.5	12	11.5	10.5	7
12.5	13	12.5	12	11	7
13.0	13.5	13	12.5	11.5	7.5
13.5	14	13.5	13	12	8
14.0	14.5	14	13.5	12.5	8
14.5	15	14.5	14	13	8.5
15.0	15.5	15	14.5	13.5	9
15.5	16	15.5	15	14	9
16.0	Avisar	16	15.5	14.5	9.5
16.5	Avisar	16.5	16	15	9.5
17.0	Avisar	17	16.5	15.5	10
17.5	Avisar	17.5	17	16	10
18.0	Avisar	18	17.5	16.5	10.5
18.5	Avisar	18.5	18	17	11
			18.5	17.5	11

**Paso 4:** Encuentre la letra del paso 3 y cruce con la velocidad de infusión actual para encontrar la nueva velocidad de infusión (ml/h)

## **DEFINICIONES OPERACIONALES.**

### **COMPLICACIONES:**

- 1) *Hipoglucemia glucosa < 70 mg/dl*
- 2) *Hipoglucemia con consecuencia clínica.*
- 3) *Hipokalemia < 2.5*

### **ERRORES:**

- 1) *No aporte de glucosa*
- 2) *monitorización inadecuada*
- 3) *Falta de seguimiento*
- 4) *hoja no visible*

*\*Se define como falla del algoritmo glucosa >150 mg/dl en 24 hrs con insulina en infusión continua.*

*\*Se define como control glucemico 100-140 mg/dl.*

## REFERENCIAS.

- 1.-Matthias Turina, MD; Donald E. Fry, MD; Hiram C. Polk Jr, MD. Acute hyperglucemia and the innate immune system: Clinical, cellular, and molecular aspects: *Crit Care Med* 2005 Vol.33, No.7 pag 1624-1633.
- 2.-Malmberg K, Norhammar A, Wedel H, et al: long- term results from the Diabetes and Insulin-Glucose Infusion in Acute Myocardial Infarction (DIGAMI) study. *Circulation* 1999;99:2626-2632.
- 3.-Malmberg K: Role of insulin-glucose infusion in outcomes after acute myocardial infarction: The Diabetes and Insulin-Glucose Infusion in Acute Myocardial Infarction (DIGAMI) study. *Endocr Pract* 2004; 10(Suppl 2):13-16.
- 4.-James Stephen Krinsley, MD. Effect of an Intensive Glucose Management Protocol on the Mortality of Critically ill Adult patients. *Mayo Clin Proc.*2004;79(8):992-1000.
- 5.-Bruno A, Levine SR, Frankel MR, et al, NINDS rt-PA Stroke Study Group. Admission glucose level and clinical outcomes in the NINDS rt-PA Stroke Trial. *Neurology.* 2002;59:669-674.
- 6.-Estrada CA, Young JA, Nifung LW, Outcomes and perioperative hyperglycemia in patients with or without Diabetes Mellitus undergoing coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.*2003;75:1392-1399.
- 7.-Golden SH, Peart-Vigilance C, Kao WH; perioperative glicemic control and the risk of infectious complications in a cohort of adults with diabetes. *Diabetes Care.*1999;22:1408-1414.
- 8.-Yendamuri S, Fulda GJ, Tinkoff GH. Admission hyperglycemia as a prognostic indicator in trauma. *J Trauma.*2003;55:33-38.
- 9.-Greet Van Den Berghe, MD, Pieter Wouters, MD, Frank Weekers, MD; Intensive Insulin Therapy in critically ill patients. *N Engl J Med* 2001; Vol.345: No. 19:1359-67.
- 10.-Greet Van Den Berghe, MD., Alexander Wilmer, MD, Greet Hermans, MD. Intensive Insulin Therapy in the Medical ICU. *N Engl J Med* 2006;354:449-61.
- 11.-Anthony P. Furnary, MD, Guangqiang Gao, MD, Gary L. Grunkemeier, MD. Continuous insulin infusion reduces mortality in patients with diabetes undergoing coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg;*2003;125:1007-21.
- 12.-Philip A. Goldberg, MD, Mark D Siegel, MD, Roberts Sherwin, MD. Implementation of a safe and Effective Insulin Infusion Protocol in a Medical Intensive Care Unit. *Diabetes Care* 27:461-467,2004.
- 13.-Elise Whitley and Jonathan Ball. Statistics review 3: Hypothesis testing and P Values. *Critical Care;* 6:222-225.