

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI**



**TRABAJO TERMINAL  
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD DE:  
MEDICINA DE URGENCIAS**

**PRESENTA:  
DR. ÁNGEL RICARDO GARCÍA PULIDO**

**ASESOR DEL TRABAJO TERMINAL:  
DR. DANIEL JESÚS MÁYNEZ ROJAS**

**“NIVELES SÉRICOS DE LACTATO EN PACIENTES CON  
CETOACIDOSIS DIABÉTICA Y SU RELACIÓN CON LA  
SEVERIDAD Y LA EVOLUCIÓN DE LA ENFERMEDAD”**

**MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, ABRIL DE 2025**




**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI**  
**COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**


**CARTA DE DICTAMEN DE LA EVALUACIÓN DE LA FASE ESCRITA DEL TRABAJO TERMINAL**


*Mexicali, B.C., a 03 de abril de 2025.*


Los abajo firmantes, miembros del Jurado Dictaminador del trabajo terminal titulado "Niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad", que, para obtener el Diploma de **Especialidad en Medicina de Urgencias**, presenta el C. Dr. Ángel Ricardo García Pulido, una vez concluida la evaluación correspondiente, hemos resuelto aprobar por unanimidad.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Daniel Jesús Méñez Rojas  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jesús Miguel Miranda Cuevas  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Isaac Miranda Solís  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jorge García González  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Lizbeth Alvarado Peña  
Secretario

**Autorización del Trabajo Terminal**



**Dr. Luis Adán Carrillo Aréchiga**  
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL TIJUANA



**Dr. Francisco Alejandro Gutiérrez Manjarrez**  
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN



**Dr. Jesús Miguel Miranda Cuevas**  
JEFE DEL SERVICIO DE URGENCIAS



**Dra. Lizbeth Alvarado Peña**  
TITULAR DEL CURSO DE MEDICINA DE URGENCIAS



**Dr. Daniel Jesús Máypez Rojas**  
ASESOR DE LA INVESTIGACIÓN



**Dr. Ángel Ricardo García Pulido**  
SUSTENTANTE DEL EXAMEN PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE URGENCIAS.



Gobierno de México



IMSS BIENESTAR  
SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD



ASUNTO: DICTAMEN DE TESIS  
Tijuana, Baja California a 01 de abril 2025

**DICTAMEN DE TESIS**

Título: "Niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad"

Nombre del Residente: **Dr. Ángel Ricardo García Pulido**  
Opta por el grado: Especialidad en Medicina de Urgencias  
Director de Tesis: Dr. Daniel Jesús Máñez Rojas

Después de una evaluación rigurosa por parte de todos los miembros del Comité de Ética en Investigación (CEI) de la tesis antes mencionada, se concluye:

**DICTAMEN:**

SE APRUEBA SIN CORRECCIONES (✓)  
SE APRUEBA CON CORRECCIONES ( )  
NO SE APRUEBA ( )

**COMENTARIOS GENERALES:**

Ninguno

**COMENTARIOS ESPECÍFICOS:**

Se avala esta decisión por parte del Comité de Ética en Investigación y el Departamento de Enseñanza e Investigación del Hospital General de Tijuana.

Atentamente:

  
**Mtra. Alicia Sánchez Ramírez**  
Presidenta del Comité de Ética en Investigación  
Hospital General Tijuana

  
**Dr. Francisco Alejandro Gutiérrez Manjarrez**  
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación  
Hospital General Tijuana



HOSPITAL GENERAL  
DE TIJUANA, B.C.

01 ABR 2025

**APROBADO**  
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACION



2025  
Año de  
La Mujer  
Indígena

Avenida Centenario No. 10857 Zona Río Tijuana C.P. 22160 Tl. 664 684-00-79 ext. 2441

## ÍNDICE

<b>Parte.</b>	<b>Página.</b>
Título.	1
Dictamen	2
Índice.	5
Abreviaturas, siglas y acrónimos.	6
Lista de tablas.	7
Lista de figuras.	8
Resumen.	9
Abstract.	11
Introducción.	13
Marco teórico.	14
Antecedentes.	21
Planteamiento del problema.	24
Justificación.	25
Objetivos.	26
Hipótesis.	26
Material y métodos.	27
Análisis estadístico.	32
Consideraciones éticas.	33
Recursos, financiamiento y factibilidad.	34
Cronograma de actividades.	35
Resultados.	36
Discusión.	42
Conclusión.	45
Referencias.	46
Anexos.	53

## ABREVIATURAS, SIGLAS, Y ACRÓNIMOS

<b><i>Siglas</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>
<b>ACU</b>	Área Bajo las Curvas.
<b>CAD</b>	Cetoacidosis Diabética.
<b>CAD</b>	Cetoacidosis Diabética.
<b>DKA</b>	Diabetic Ketoacidosis.
<b>DM</b>	Diabetes Mellitus.
<b>IAM</b>	Infarto Agudo de Miocardio.
<b>MCS</b>	Soporte Circulatorio Mecánico Temporal.
<b>NAC</b>	Neumonía Adquirida en la Comunidad.
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud.
<b>PCR</b>	Proteína C Reactiva.
<b>PSI</b>	Índice de Gravedad de la Neumonía.
<b>SDRA</b>	Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo.
<b>TEP</b>	Tromboembolia Pulmonar.
<b>TVP</b>	Trombosis Venosa Profunda.
<b>UCI</b>	Unidad De Cuidados Intensivos.
<b>USDSS</b>	Sistema de Vigilancia de la Diabetes de los Estados Unidos.

## ÍNDICE DE TABLAS

<b><i>Tabla</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>	<b><i>Página</i></b>
<b>Tabla 1</b>	Perfil demográfico, comorbilidades de los pacientes con CAD, el tipo de diabetes que padecen y el tiempo de evolución.	37
<b>Tabla 2</b>	Comparación de niveles séricos de lactato y parámetros gasométricos por categorías de severidad de la CAD.	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b>	Desencadenante de la CAD.	38
<b>Figura 2</b>	Manifestaciones clínicas al ingreso de los pacientes con cetoacidosis diabética.	39
<b>Figura 3</b>	Severidad de la CAD.	40
<b>Figura 4</b>	Correlación de los niveles séricos de lactato con la estancia hospitalaria.	
<b>Figura 5</b>	Mortalidad entre los pacientes con cetoacidosis diabética.	42
<b>Figura 6</b>	Comparación de los niveles séricos de lactato entre fallecidos y sobrevivientes.	43

## RESUMEN

### **“Niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad”**

**Antecedentes.** Los niveles séricos de lactato pueden proporcionar información crucial sobre la gravedad y el curso de la enfermedad. La acumulación de lactato está estrechamente asociada con la severidad de la acidosis metabólica, reflejando la intensidad del déficit de perfusión tisular y la hipoperfusión. Además, niveles elevados de lactato pueden indicar una mayor producción de ácidos orgánicos, lo que implica un mayor riesgo de complicaciones graves, como el desarrollo de fracaso orgánico y la acidosis láctica.

**Objetivo.** Conocer los niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad.

**Metodología.** Se realizó un estudio observacional, transversal, analítico, retrospectivo en pacientes con cetoacidosis diabética secundaria a cualquier tipo de diabetes mellitus (tipo 1 o 2) que fueron atendidos en el Hospital General Tijuana en el periodo de marzo de 2022 a febrero de 2024.

Tras la aprobación del protocolo se identificaron los registros que cumplieron criterios de selección y de sus expedientes se tomó la siguiente información de interés: edad, sexo, tipo de diabetes, tiempo de evolución de la diabetes, desencadenante de cetoacidosis diabética, manifestaciones clínicas al ingreso, pH, HCO<sub>3</sub>, glucemia, anión gap, cetonuria positiva, lactato sérico al ingreso, estancia hospitalaria, severidad de la cetoacidosis diabética, mortalidad.

Con esta información, se realizó un análisis estadístico descriptivo e inferencial en el programa SPSS v.26 para Mac con la finalidad de obtener resultados del estudio y evaluar si los niveles séricos de lactato se asocian con la severidad y la evolución

de la enfermedad mediante análisis bivariado y regresión logística. Un valor de  $p < 0.05$  se consideró significativo.

**Resultados.** Se incluyeron 68 pacientes con cetoacidosis diabética (CAD), con edad media de  $36.47 \pm 13.85$  años, predominantemente hombres (52.9%).

La mayoría presentaban DM2 (63.2%) y el resto DM1 con un tiempo de evolución promedio de la enfermedad de  $6.54 \pm 7.25$  años.

El principal desencadenante de la CAD fue la falta de apego al tratamiento (38.2%), seguido del debut diabético (29.4%).

Las manifestaciones clínicas más frecuentes fueron ataque al estado general (41.2%), respiración de Kussmaul (35.3%) y náusea/vómito (30.9%).

La mayoría de los casos fueron clasificados como CAD severa (72.1%). Los niveles de lactato sérico fueron más elevados en CAD severa ( $3.35 \pm 3.54$  mmol/L) comparado con CAD moderada ( $1.66 \pm 1.01$  mmol/L) y leve ( $1.50 \pm 0.35$  mmol/L), aunque sin diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.127$ ).

Se encontró una correlación positiva entre niveles de lactato y estancia hospitalaria ( $r = 0.330$ ,  $p = 0.006$ ).

**Conclusión.** Los niveles elevados de lactato sérico se asocian con mayor severidad de CAD y estancia hospitalaria prolongada, sugiriendo su utilidad como marcador pronóstico.

**Palabras clave** Lactato sérico, cetoacidosis diabética, severidad, estancia hospitalaria y mortalidad

## ABSTRACT

**“Serum lactate levels in patients with diabetic ketoacidosis and their relationship with the severity and progression of the disease”**

**Background.** Serum lactate levels can provide crucial information about the severity and course of the disease. Lactate accumulation is closely associated with the severity of metabolic acidosis, reflecting the intensity of tissue perfusion deficit and hypoperfusion. In addition, elevated lactate levels may indicate increased production of organic acids, which implies a higher risk of serious complications, such as the development of organ failure and lactic acidosis.

**Objective.** To determine serum lactate levels in patients with diabetic ketoacidosis and their relationship with the severity and progression of the disease.

**Methodology.** An observational, cross-sectional, analytical, retrospective study will be carried out in patients with diabetic ketoacidosis secondary to any type of diabetes mellitus (type 1 or 2) who were treated at the Tijuana General Hospital in the period from March 2020 to February 2024.

After approval of the protocol, the records that meet the selection criteria will be identified and the following information of interest will be taken from their files: age, sex, type of diabetes, time of evolution of diabetes, trigger of diabetic ketoacidosis, clinical manifestations on admission, pH, HCO<sub>3</sub>, glycemia, anion gap, positive ketonuria, serum lactate, hospital stay, severity of diabetic ketoacidosis, mortality. With this information, a descriptive and inferential statistical analysis will be carried out in the SPSS v26 program for Mac in order to obtain study results and evaluate whether serum lactate levels are associated with the severity and evolution of the disease. Using bivariate analysis and logistic regression, a p value <0.005 will be considered significant.

**Results.** 68 patients with diabetic ketoacidosis (DKA) were included, with a mean age of  $36.47 \pm 13.85$  years, predominantly men (52.9%). Most had DM2 (63.2%) and the rest DM1 with an average disease evolution time of  $6.54 \pm 7.25$  years.

The main trigger of DKA was lack of adherence to treatment (38.2%), followed by diabetic onset (29.4%).

The most frequent clinical manifestations were general condition impairment (41.2%), Kussmaul's respiration (35.3%) and nausea/vomiting (30.9%). Most cases were classified as severe DKA (72.1%).

Serum lactate levels were higher in severe DKA ( $3.35 \pm 3.54$  mmol/L) compared to moderate ( $1.66 \pm 1.01$  mmol/L) and mild ( $1.50 \pm 0.35$  mmol/L) DKA, although without statistically significant difference ( $p=0.127$ ). A positive correlation was found between lactate levels and hospital stay ( $r=0.330$ ,  $p=0.006$ ).

**Conclusion.** Elevated serum lactate levels are associated with greater severity of DKA, and prolonged hospital stay, suggesting its usefulness as a prognostic marker.

**Keywords.** Serum lactate, diabetic ketoacidosis, severity, hospital stay and mortality.

## INTRODUCCIÓN

La cetoacidosis diabética (CAD) es una complicación metabólica aguda asociada principalmente con la diabetes mellitus tipo 1, aunque también puede ocurrir en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (Modi et al, 2017).

Esta condición se caracteriza por niveles elevados de cuerpos cetónicos en sangre, acidosis metabólica y desequilibrio electrolítico, lo que puede provocar un deterioro rápido del estado clínico y poner en riesgo la vida del paciente si no se trata adecuadamente (Gosmonov & Kitabchi, 2021).

Entre los múltiples biomarcadores utilizados para evaluar la gravedad y la evolución de la CAD, los niveles séricos de lactato han surgido como un área de interés clínico en los últimos años. El lactato es un producto intermedio del metabolismo anaeróbico que puede aumentar en situaciones de hipoperfusión tisular y acidosis metabólica, como las observadas en la CAD (Feenstra et al, 2014).

Sin embargo, a pesar de la creciente atención hacia los niveles séricos de lactato en pacientes con CAD, aún existe una necesidad de comprender mejor su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad. Aunque algunos estudios han sugerido una asociación entre niveles elevados de lactato y peores resultados clínicos en pacientes con CAD, la evidencia disponible sigue siendo limitada y heterogénea (Cox et al, 2012a).

Por lo tanto, fue crucial realizar un estudio con la finalidad de saber si los niveles séricos de lactato se relacionan con la severidad y la evolución de la cetoacidosis diabética. Esto permitió una mejor estratificación de riesgos, una identificación más temprana de pacientes de alto riesgo y una optimización de la gestión clínica para mejorar los resultados y reducir la morbimortalidad asociada con esta grave complicación de la diabetes mellitus.

## MARCO TEÓRICO

### **Definición, desencadenantes y fisiopatología de cetoacidosis diabética.**

La cetoacidosis diabética (CAD) constituye una complicación seria asociada con la diabetes, caracterizada por la presencia de deshidratación, niveles elevados de cetonas en la sangre y orina, acidosis metabólica y alteraciones en los niveles de electrolitos. Aunque es más común en pacientes diagnosticados con diabetes tipo 1, también puede manifestarse en casos graves de diabetes tipo 2 (Gosmanov et al, 2021; Lizzo et al, 2023).

La CAD se define como una urgencia médica que surge debido a un déficit absoluto o relativo de insulina, lo que ocasiona un desequilibrio metabólico marcado por la presencia de hiperglucemia, cetosis y acidosis metabólica. Diversos factores pueden desencadenar la aparición de la CAD, entre ellos, la omisión o la insuficiente administración de insulina en pacientes con diabetes tipo 1, infecciones, estrés físico o emocional significativo, abuso de alcohol o drogas, enfermedades agudas como la pancreatitis, embarazo (cetoacidosis diabética gestacional) y falta de cumplimiento del tratamiento o ajuste inadecuado de la medicación en pacientes con diabetes tipo 2 (Diabetic Ketoacidosis, nd; Diabetic Ketoacidosis (DKA), nd; Diabetic Ketoacidosis (DKA) - Endocrine and Metabolic Disorders - MSD Manual Professional Edition, nd).

Desde el punto de vista fisiopatológico, la CAD se origina en un contexto de deficiencia de insulina que obstaculiza la entrada de glucosa en las células para su utilización como fuente de energía o almacenamiento como glucógeno. Ante esta situación, se desencadena la lipólisis, proceso mediante el cual las grasas se descomponen para obtener energía.

Esta lipólisis con lleva a la producción de ácidos grasos libres, los cuales son transformados en cuerpos cetónicos (acetona, acetoacetato y beta-hidroxibutirato)

en el hígado. La acumulación de estos cuerpos cetónicos en la sangre conduce a la acidosis metabólica, ya que son ácidos débiles.

Esta acidosis metabólica resultante provoca una disminución del pH y bicarbonato sanguíneo y desencadena una serie de efectos adversos en el organismo, incluyendo alteraciones en la función cardiovascular, respiratoria y neurológica, que pueden ser potencialmente mortales si no se tratan adecuadamente.

Por ende, es crucial reconocer los síntomas de la CAD, como sed intensa, micción frecuente, fatiga, náuseas, vómitos, dificultad para respirar y confusión, y buscar atención médica de emergencia si se sospecha su presencia. El tratamiento generalmente incluye la administración de insulina, rehidratación y corrección del desequilibrio electrolítico (Gosmanov & Kitabchi, 2018).

### **Epidemiología de cetoacidosis diabética.**

La frecuencia de cetoacidosis diabética varía notablemente, oscilando entre 0 y 56 por cada 1000 personas-año, según revelan diversos estudios realizados en diferentes regiones geográficas. Se observa una prevalencia más elevada de CAD entre las mujeres y las personas de grupos étnicos no blancos. Además, la incidencia tiende a ser mayor en aquellos pacientes que se administran insulina mediante inyecciones en comparación con aquellos que utilizan bombas de infusión subcutánea de insulina (S et al, 2017).

La incidencia de cetoacidosis diabética (CAD) también varía significativamente entre países y grupos demográficos. Por ejemplo, en Nigeria se registró la tasa más baja con 29 casos por cada 100,000 personas, mientras que en Suecia y Finlandia se observaron las tasas más altas con 410 y 374 casos por cada 100000, respectivamente. En los Estados Unidos, un estudio indicó que solo el 07% de los casos de CAD correspondían a residentes de hogares de ancianos, pero la mortalidad se incrementó en estos pacientes.

La tasa de mortalidad supera el 5% en ancianos y aquellos con enfermedades concurrentes graves, aunque rara vez se atribuye únicamente a las complicaciones metabólicas de la hiperglucemia o la CAD. El pronóstico se deteriora especialmente en pacientes extremadamente jóvenes o ancianos, con complicaciones como coma, hipotensión y comorbilidades graves.

En los pacientes urbanos de raza negra, la falta de adherencia a la insulina es una causa principal de CAD, a menudo relacionada con el abuso de sustancias. La obesidad es frecuente entre las personas de raza negra con CAD, y una mejor educación del paciente y un acceso mejorado a la atención médica pueden ayudar a prevenir estas emergencias hiperglucémicas (Umpierrez et al, 1997).

Según el Sistema de Vigilancia de la Diabetes de los Estados Unidos (USDSS) de los CDC, se ha observado un aumento en las tasas de hospitalización por CAD entre 2009 y 2014, especialmente en individuos menores de 45 años. A pesar de una disminución general en la mortalidad por crisis hiperglucémicas en adultos con diabetes en los EUA, hay espacio para mejorar, especialmente en la reducción de las tasas de mortalidad entre hombres negros y la prevención de muertes en el hogar. La población de edad avanzada enfrenta un riesgo particular de desarrollar crisis hiperglucémicas debido a factores como la resistencia a la insulina y la disminución del mecanismo de la sed.

Los adultos mayores son especialmente susceptibles a la hiperglucemia y la deshidratación, componentes críticos de las emergencias hiperglucémicas. Sin embargo, una mayor vigilancia de la diabetes y un tratamiento temprano y agresivo de la hiperglucemia y sus complicaciones pueden reducir significativamente la morbilidad y la mortalidad por crisis diabéticas agudas en esta población (Gaglia et al, 2004; Wang et al, 2006) .

### **Criterios diagnósticos y severidad de la cetoacidosis diabética.**

El diagnóstico de cetoacidosis diabética (CAD) se basa en la presencia de los siguientes criterios:

- **Hiperglucemia:** Se considera un nivel de glucosa en sangre mayor o igual a 250 mg/Dl.
- **Acidosis metabólica:** Determinada por un pH sanguíneo menor de 7.3 o bicarbonato sérico inferior a 18 mEq/L.
- **Presencia de cetonas en sangre o en orina:** Confirmada por la presencia de cetonas en la sangre o en la orina, aunque este último método puede ser menos sensible y específico (Protocolo de Cetoacidosis Diabética y Síndrome Hiperglucémico de Medicina Interna Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, nd).

La presencia de estos tres criterios, junto con los signos y síntomas clínicos, apoya el diagnóstico de cetoacidosis diabética. Mientras tanto, la severidad de la CAD se clasifica comúnmente en función de los siguientes parámetros:

**Leve:** pH sanguíneo entre 7.25 y 7.30, bicarbonato sérico entre 15 y 18 mEq/L y ausencia de alteraciones en el estado mental.

**Moderada:** pH sanguíneo entre 7.0 y 7.24, bicarbonato sérico entre 10 y 15 mEq/L y posible alteración del estado mental, como somnolencia o confusión.

**Grave:** pH sanguíneo menor de 7.0, bicarbonato sérico menor de 10 mEq/L y alteración del estado mental significativa, como estupor o coma (Noble et al, 2022).

### **Tratamiento en urgencias de cetoacidosis diabética.**

El manejo de la cetoacidosis diabética (CAD) en situaciones de emergencia es esencial para estabilizar al paciente y contrarrestar la acidosis metabólica. Se sigue un enfoque integrado que involucra medidas farmacológicas, rehidratación y corrección de desequilibrios electrolíticos (Barski et al, 2023).

En primer lugar, se lleva a cabo la rehidratación, dado que la deshidratación es común en pacientes con CAD debido a la pérdida de líquidos asociada con la hiperglucemia. Se administra líquido intravenoso, preferiblemente solución salina isotónica, para restablecer el volumen sanguíneo y corregir la hipovolemia. La velocidad de administración se adapta según la condición clínica del paciente y la presencia de complicaciones como la insuficiencia cardíaca (Rewers et al, 2021).

La administración de insulina es otro aspecto fundamental del tratamiento. Se emplea insulina de acción rápida por vía intravenosa para favorecer la captación de glucosa por parte de las células y detener la lipólisis, lo que reduce la producción de cuerpos cetónicos. Se inicia una infusión continua de insulina tan pronto como se establece la vía intravenosa, y luego se procede a la transición a insulina subcutánea una vez que se controlan la acidosis y la hiperglucemia (Vitale et al, 2021).

Se vigila estrechamente el balance electrolítico, especialmente los niveles de potasio, dado que los pacientes con CAD pueden presentar hipocalcemia debido a la redistribución intracelular y la excreción renal de potasio. Se administra potasio por vía intravenosa según sea necesario para mantener niveles séricos adecuados y prevenir arritmias cardíacas (Kardalas et al, 2018).

Además, se considera la corrección de la acidosis metabólica. En casos de acidosis grave con pH arterial menor de 7.0, se puede administrar bicarbonato de sodio para corregir la acidemia. Sin embargo, su uso se evalúa cuidadosamente debido al riesgo de complicaciones, como alcalosis, hipopotasemia y disminución de la liberación de oxígeno de la hemoglobina (Adeva-Andany et al, 2014; Adrogué et al, 1982).

Por último, se identifican y tratan las causas desencadenantes de la CAD, como infecciones o enfermedades agudas, para prevenir su exacerbación y evitar recurrencias. Este enfoque integral es crucial para abordar la cetoacidosis diabética de manera efectiva en un entorno de urgencia (Evans, 2019).

### **Estancia hospitalaria, complicaciones y mortalidad en cetoacidosis diabética.**

La permanencia en el hospital de individuos con cetoacidosis diabética (CAD) puede variar en función de diversos factores, como la gravedad del cuadro al momento del ingreso, la respuesta al tratamiento y la presencia de complicaciones. Por lo general, los pacientes con CAD requieren hospitalización para recibir cuidados médicos

intensivos y supervisión constante. La duración de la estancia puede variar desde unos pocos días hasta más de una semana, dependiendo de la recuperación del paciente y la resolución de la CAD (Khan et al, 2023).

Las complicaciones asociadas con la CAD pueden tener un impacto significativo en la estancia hospitalaria y en la recuperación del paciente. Entre estas, se destacan el edema cerebral, que puede resultar potencialmente mortal debido a cambios en la osmolaridad y el volumen intracelular, requiriendo una gestión meticulosa de los líquidos y la administración de terapia hiperosmolar. Asimismo, las arritmias cardíacas, originadas por desequilibrios electrolíticos como la hipopotasemia, pueden demandar monitorización cardíaca continua y corrección electrolítica agresiva (Diabetic Ketoacidosis | Cedars-Sinai, nd; Kabashneh et al, 2020).

La insuficiencia renal aguda constituye otra complicación relevante, derivada de la deshidratación y la hipovolemia, y precisa una gestión adecuada de la hidratación y el control glucémico para prevenir su desarrollo. Por otro lado, en casos graves de CAD, la acidosis metabólica y la hipoxia pueden provocar lesiones pulmonares que desencadenen el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), necesitando soporte respiratorio intensivo.

Además, la inmovilidad durante la hospitalización y los cambios en la coagulación sanguínea pueden aumentar el riesgo de trombosis venosa profunda (TVP) y tromboembolia pulmonar (TEP), requiriendo profilaxis y tratamiento antitrombótico (Ayón-Aguilar et al, 2018; Orban et al, 2014; Severe Acute Renal Failure in a Patient with Diabetic Ketoacidosis - PubMed, nd).

### **Niveles de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética (en general) según la severidad y en fallecidos y sobrevivientes.**

Los niveles de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética (CAD) pueden variar dependiendo de varios factores, incluyendo la gravedad del episodio, la presencia de complicaciones y el estado de salud general del paciente. En general, los niveles de lactato tienden a aumentar en situaciones de estrés metabólico, como es el caso

de la CAD, debido a la hipoxia tisular y la producción aumentada de lactato (J A Bhat et al, 2021).

En pacientes con CAD, los niveles de lactato pueden estar elevados, pero no hay un valor específico que defina la presencia o gravedad de la CAD por sí solo. Los estudios han demostrado que los niveles de lactato pueden ser más altos en pacientes con CAD grave en comparación con casos menos severos. Se ha descubierto que los niveles de lactato predicen la gravedad de la enfermedad en varias enfermedades críticas, incluidas sepsis, quemaduras, infarto de miocardio con elevación del segmento ST, post paro cardíaco y traumatismos (Cox et al, 2012b).

En pacientes en estado crítico (por ejemplo, que padecen un shock o hipoperfusión), el lactato suele presentar niveles altos de más de 2 mmol/L (por encima de 4 mmol/L indican la necesidad de resucitación inmediata e ingreso en la UCI). Además, los niveles elevados de lactato indican un desequilibrio y se asocian a una mayor mortalidad en caso de sepsis (El Lactato Como Ayuda Para El Diagnóstico y Manejo de La Sepsis - Radiometer, nd).

En cuanto a la comparación entre fallecidos y sobrevivientes con CAD, diversos estudios indican que los niveles de lactato tienden a ser más elevados en pacientes que fallecen debido a la CAD en comparación con aquellos que sobreviven. La relación entre la concentración de lactato arterial y la supervivencia en casos de sepsis se correlaciona con el pronóstico en situaciones de hiperlactacidemia en sepsis severa y choque séptico. Se ha observado que un incremento persistente del lactato durante más de 24 horas está vinculado al desarrollo de falla orgánica múltiple, con una tasa de mortalidad que puede alcanzar hasta un 89 %.

No obstante, la asociación entre los niveles de lactato y la mortalidad en pacientes con CAD no está completamente establecida y podría ser influenciada por diversos factores adicionales, tales como la presencia de comorbilidades, la respuesta al tratamiento y la prontitud con la que se busca atención médica (Jasso-Contreras et al, 2015).

## ANTECEDENTES

### **Estudios originales previos sobre asociación de los niveles séricos de lactato con la severidad de la enfermedad y la mortalidad.**

Se han realizado una serie de estudios donde se evalúa la asociación de los niveles séricos de lactato con la severidad de la enfermedad y mortalidad.

Scolari y cols. realizaron un estudio en donde se evaluó el valor pronóstico del lactato sérico máximo y el aclaramiento de lactato en pacientes con shock cardiogénico tratados con soporte circulatorio mecánico temporal (MCS) mediante oxigenación por membrana extracorpórea venosa arterial (VA-ECMO) o Impella CP®. Se examinaron 43 pacientes en cuatro centros de atención terciaria en el sur de Brasil, midiendo lactato sérico y aclaramiento en varios momentos antes y después del tratamiento. Se encontró que los niveles séricos de lactato en diferentes momentos, así como el aclaramiento de lactato después de 6 horas, estuvieron asociados con la mortalidad, destacando que un lactato sérico > 155 mmol/l a las 24 horas fue el mejor predictor de mortalidad a 30 días. La falta de mejora del lactato sérico después de 24 horas se asoció con una mortalidad del 100 %.

En conclusión, el lactato sérico se reveló como un biomarcador pronóstico crucial en el shock cardiogénico tratado con MCS temporal, con especial énfasis en su nivel a las 24 horas como predictor independiente de supervivencia a corto plazo (Scolari et al, 2020).

Mientras que, Filho y cols. realizaron un estudio retrospectivo de cohorte que tuvo como objetivo determinar el valor inicial de lactato en sangre que mejor se correlaciona con la mortalidad a los 28 días en pacientes reanimados con shock séptico. Se incluyeron 443 pacientes de una unidad de cuidados intensivos (UCI) con sepsis grave o shock séptico. Se encontró que un nivel inicial de lactato en sangre superior a 25 mmol/L fue el mejor umbral para predecir la mortalidad a los 28 días, con una sensibilidad del 674%, especificidad del 617% y un valor predictivo

negativo del 942%. Además, se asoció con un mayor riesgo de mortalidad en la regresión de Cox ajustada. Se sugiere que estudios prospectivos futuros examinen el impacto de este umbral en la reanimación de pacientes críticamente enfermos con sepsis grave y shock séptico (Filho et al, 2016).

Bou Chebl y cols. realizaron un estudio de cohorte retrospectivo unicéntrico que tuvo como objetivo determinar si el lactato sérico se asociaba de manera independiente con la mortalidad en pacientes críticos. Se incluyeron pacientes adultos ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) entre enero de 2002 y diciembre de 2017, y se estratificaron en tres grupos según los niveles de lactato sérico. Se observó que los pacientes con niveles intermedios y altos de lactato tenían una mayor mortalidad hospitalaria y en la UCI en comparación con aquellos con niveles normales. Los análisis de regresión logística mostraron que tanto los niveles intermedios como los altos de lactato eran predictores independientes de mortalidad hospitalaria y en la UCI, lo que sugiere que el lactato sérico en la UCI está asociado con un aumento de la mortalidad, independientemente de otros factores como comorbilidades o disfunción orgánica (Chebl et al, 2019).

Por otro lado, Gwak y cols. realizaron un estudio cuyo objetivo fue investigar el valor pronóstico del nivel inicial de lactato sérico en pacientes con neumonía adquirida en la comunidad (NAC). Se recopilaron datos de 397 pacientes hospitalizados entre octubre de 2012 y septiembre de 2013, y se observó que la mortalidad fue del 11,6 %. Se encontró que el nivel de lactato sérico fue significativamente mayor en los no supervivientes que en los supervivientes. En los análisis de regresión logística multivariable, el lactato sérico continuó siendo un factor significativo para la mortalidad, incluso después de ajustar por otras variables como la proteína C reactiva (PCR) y la albúmina, mientras que las variables de laboratorio del índice de gravedad de la neumonía (PSI) no resultaron significativas. Estos hallazgos sugieren que el nivel inicial de lactato sérico puede servir como un indicador independiente de la mortalidad en pacientes con NAC, destacando su importancia

clínica en la evaluación del pronóstico en este grupo de pacientes (Gwak et al, 2015).

Oliveros-Rodriguez y cols. realizaron un estudio que evaluó la utilidad del ácido láctico y su aclaramiento como predictores de mortalidad en pacientes traumatizados ingresados en UCI. Se observó una asociación entre los niveles de lactato y la mortalidad a los siete días, siendo más destacada a las 24 horas, con un punto de corte de 2,35 mEq/L. Aunque los resultados reflejaron un comportamiento consistente con estudios previos, se advierte sobre la posibilidad de causalidad inversa en la interpretación de los hallazgos (Oliveros-Rodríguez et al, 2017).

Finalmente, Li y cols. evaluaron las asociaciones entre el nivel de lactato o el aclaramiento de lactato en diferentes momentos y la mortalidad hospitalaria en pacientes críticos con infarto agudo de miocardio (IAM). Se llevó a cabo un estudio de cohorte utilizando la base de datos del Medical Information mart for Intensive Care III. Participaron 490 pacientes con IAM, y las medidas de resultado primarias fueron la mortalidad hospitalaria. Se observó que los pacientes con niveles altos de lactato a las 24 horas tenían un mayor riesgo de mortalidad hospitalaria, mientras que un aumento en el aclaramiento de lactato a las 24 horas se asoció con una disminución del riesgo de mortalidad. Además, se encontró que el área bajo las curvas (AUC) para el nivel y aclaramiento de lactato a las 24 horas fue superior al nivel de lactato inicial. En conclusión, el estudio sugiere que el aumento del nivel de lactato a las 24 horas está relacionado con un mayor riesgo de mortalidad hospitalaria en pacientes con IAM, mientras que un mayor aclaramiento de lactato se correlaciona con un menor riesgo de mortalidad, independientemente de la edad y el género (Li et al, 2023).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la diabetes mellitus (DM) es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en la sangre que conduce con el tiempo a daños graves en diversos órganos y tejidos como resultado de la resistencia a la insulina y de la elevación crónica de la glucosa (Diabetes, nd). El número de adultos con diabetes en el continente americano se ha más que triplicado en las últimas tres décadas, según un informe de la Organización Panamericana de la Salud (Taylor, 2022). La cetoacidosis diabética (CAD), es la emergencia hiperglucémica aguda más común en personas con diabetes mellitus, tiene una tasa de mortalidad general que oscila entre 02 % y 2 %, y esta condición se presenta con mayor frecuencia en países en desarrollo (Almazrouei et al, 2022; “Diabetic Ketoacidosis,” 2020; Segovia Flores, 2017).

Entre las anormalidades bioquímicas encontradas en el paciente con CAD se encuentran la hiperglucemia, cetonemia, cetonuria y acidosis metabólica, así como deshidratación y elevación del lactato sérico (Feenstra et al, 2014) . El lactato sérico se eleva con frecuencia en la CAD debido a hipovolemia, deshidratación y acidosis metabólica. Esta anormalidad indica una disfunción del metabolismo celular y la perfusión tisular(J Bhat et al, 2021) .

Sin embargo, su valor pronóstico ha sido poco estudiado, por lo que, en este estudio se plantea la siguiente:

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Se relacionan los niveles séricos de lactato con la severidad y la evolución de la cetoacidosis diabética?

## JUSTIFICACIÓN:

**Magnitud e impacto.** La diabetes mellitus es una enfermedad crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en sangre como resultado de la deficiencia de insulina. Una de las principales complicaciones de la diabetes es la cetoacidosis diabética (CAD), la cual es causante del aumento de la morbilidad y mortalidad de los pacientes diabéticos. La CAD se caracteriza por hiperglucemia descontrolada, acidosis metabólica y aumento de la concentración corporal de cetonas. Su incidencia varía de 0 a 56 por 1000 años-persona, según se muestra en diferentes estudios de diferentes áreas geográficas.

**Trascendencia.** El estudio de la relación entre los niveles séricos de lactato la severidad de la cetoacidosis diabética y la evolución de la enfermedad ayudó a comprender mejor los factores que predicen la gravedad de la enfermedad y a identificar a pacientes con mayor riesgo de deterioro clínico y mal pronóstico. También pudo ayudar a identificar a pacientes con riesgo de complicaciones severas como falla orgánica y, por tanto, a saber, qué pacientes requieren de un manejo terapéutico agresivo que incremente las posibilidades de mejores desenlaces. También los resultados de este estudio pudieron difundirse con la comunidad médica, académica y científica y apoyar así, una toma correcta de decisiones en otros hospitales.

**Factibilidad.** El desarrollo del presente trabajo fue altamente factible, ya que se contó con el acceso al número de expedientes necesarios para realizar un análisis adecuado y confiable. Además, no se requirió de la inversión insumos ni de recursos costosos por parte del hospital.

## **HIPÓTESIS:**

### **Hipótesis alterna (Ha).**

Los niveles séricos de lactato son mayores a mayor severidad de la CAD y se correlacionan positivamente con la estancia hospitalaria con un índice de Pearson mayor a 0.300.

### **Hipótesis nula (H0).**

Los niveles séricos de lactato son menores a mayor severidad de la CAD y se correlacionan negativamente con la estancia hospitalaria con un índice de Pearson menor a 0.300.

## **OBJETIVOS:**

### **Objetivo general:**

Conocer los niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad.

### **Objetivos específicos:**

1. Conocer el perfil demográfico de los pacientes, el desencadenante de la CAD y las manifestaciones clínicas al ingreso.
2. Comparar los niveles séricos de lactato, el pH, HCO<sub>3</sub>, glucemia, anión gap y la frecuencia de la cetonuria positiva por grados de severidad de la CAD.
3. conocer la correlación entre los niveles séricos de lactato y la estancia hospitalaria.
4. Comparar los niveles séricos de lactato entre fallecidos y sobrevivientes.

## **MATERIAL Y MÉTODOS:**

### **Diseño del estudio.**

Se realizó un estudio observacional, transversal, analítico y retrospectivo.

### **Universo de estudio.**

Expedientes de pacientes adultos mayores de 18 años, de ambos sexos con cetoacidosis diabética secundaria a cualquier tipo de diabetes mellitus (1 o 2) que fueron atendidos en el Hospital General Tijuana.

### **Periodo del estudio.**

Marzo de 2022 a febrero de 2024.

### **Cálculo del tamaño de la muestra.**

El tamaño de muestra fue calculado con la fórmula de correlaciones, esperando un coeficiente de correlación de Pearson mínimo de 0.300 entre el lactato sérico y la estancia hospitalaria, con un poder de 80% y un nivel de confianza de 95%.

La fórmula es la siguiente:

$$n = [(Z\alpha + Z\beta) / C]^2 + 3.$$

*Donde:*

Z $\alpha$  es el valor de puntuación Z a alfa de 005 =1.96.

Z $\beta$  es el valor de puntuación Z a beta 080 =0.842.

C=coeficiente de correlación esperado entre el lactato sérico y la estancia hospitalaria=0.300.

$$n = 90.2 \text{ pacientes.}$$

### **Muestreo.**

Se realizó un muestreo no probabilístico e intencional de pacientes que cumplieron los criterios de selección durante el periodo de marzo del 2022 a febrero de 2024.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **Criterios de inclusión:**

Expediente de pacientes mayores de 18 años de ambos sexos. Con cetoacidosis diabética secundaria a cualquier tipo de diabetes mellitus (1 o 2). Atendidos en el Hospital General Tijuana en el periodo Marzo del 2022 a febrero del 2024.

### **Criterios de exclusión:**

Expedientes de pacientes con hiperglucemia y acidosis metabólica de otra índole que no sea por CAD.

### **Criterios de eliminación:**

Expedientes de pacientes con información requerida incompleta.

### **Descripción del estudio:**

1. Este estudio fue sometido a revisión por los Comités de ética e Investigación del Hospital General Tijuana.
2. Tras su aprobación se identificaron los expedientes de pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos con cetoacidosis diabética secundaria a cualquier tipo de diabetes mellitus (1 o 2) que fueron atendidos en el Hospital General Tijuana durante el periodo de estudio y cumplieron con los criterios de selección.
3. Posteriormente, se solicitaron los expedientes al archivo clínico del hospital y se extrajo la siguiente información de interés de los pacientes: edad, sexo, tipo de diabetes, tiempo de evolución de la diabetes, desencadenante de cetoacidosis diabética, manifestaciones clínicas al ingreso, pH, HCO<sub>3</sub>, glucemia, anión gap, cetonuria positiva, lactato sérico, estancia hospitalaria, severidad de la cetoacidosis diabética y mortalidad.
4. Los datos fueron capturados en SPSS para realizar un análisis estadístico, obtener resultados del estudio y realizar una tesis de especialidad.

## DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO:

A continuación, se definen y operacionalizan las variables de estudio.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Unidades de medición	Tipo de Variable
<b>Edad</b>	Tiempo en años que ha transcurrido desde el nacimiento hasta la inclusión en el estudio	Tiempo de vida del paciente al momento del bloqueo, registrado en el expediente	Años	Cuantitativa discreta
<b>Sexo</b>	Variable genética y biológica que permite denominar al individuo como masculino o femenino	Registro en el expediente de la clasificación del paciente en masculino o femenino	Hombre Mujer	Cualitativa nominal
<b>Tipo de diabetes</b>	La diabetes se clasifica en dos tipos principales: la diabetes tipo 1, que es una enfermedad autoinmune que resulta en la destrucción de las células productoras de insulina en el páncreas, y la diabetes tipo 2, que se caracteriza por resistencia a la insulina y una disminución de la producción de insulina. Ambos tipos pueden tener diferentes implicaciones de manejo y pronóstico.	Registro en el expediente del tipo de diabetes que presenta el paciente	Tipo 1 Tipo 2	Cualitativa nominal
<b>Comorbilidades</b>	Presencia de dos o más enfermedades al mismo tiempo en una persona	Enfermedades adicionales identificadas en el paciente. Se obtendrá del expediente	Diabetes mellitus Hipertensión Asma/EPOC Inmunosupresión Cardiovasculares Enfermedad autoinmune Enfermedad renal crónica Cáncer Otra	Cualitativa nominal
<b>Tiempo de evolución de la diabetes</b>	Período de tiempo que ha transcurrido desde el diagnóstico de la diabetes hasta el momento presente	Registro en el expediente el tiempo de evolución de la diabetes en el paciente	Años	Cuantitativa discreta
<b>Cetoacidosis diabética</b>	Complicación grave de la diabetes	Registro en el expediente de la	Si No	Cualitativa nominal

	caracterizada por un aumento en los niveles de cetonas en sangre, lo que lleva a la acidificación de la sangre	presencia de cetoacidosis diabética en el paciente		
<b>Desencadenante de cetoacidosis diabética</b>	Causa o factor que provoca el inicio o el empeoramiento de esta complicación en personas con diabetes	Registro en el expediente de los desencadenantes de cetoacidosis diabética	Reducción de insulina Infecciones Diagnóstico reciente de diabetes tipo 1 Enfermedades cardiovasculares o respiratorias Trauma o cirugía Embarazo Consumo excesivo de alcohol Omisión de la dieta o exceso de carbohidratos	Cualitativa nominal
<b>Manifestaciones clínicas al ingreso</b>	Signos y síntomas presentes cuando un paciente es admitido en el hospital o la consulta médica	Registro en el expediente de las manifestaciones clínicas que presenta el paciente al ingreso hospitalario	Debilidad o fatiga Sed intensa Aumento de micción Deshidratación Náuseas y vómitos Dolor abdominal Respiración rápida y profunda (Kussmaul) Confusión y alteración en el estado mental Olor acetona en el aliento	Cualitativa nominal
<b>pH</b>	Medida que determina el grado de alcalinidad o acidez en la sangre	Valor de pH de la sangre, que se obtuvo y se registró en su expediente	Adimensional	Cuantitativa continua
<b>HCO<sub>3</sub></b>	Sustancia alcalina que actúa como un tampón para mantener el equilibrio del pH en el cuerpo	Cantidad sérica de HCO <sub>3</sub> registrada en el expediente del paciente	mEq/L	Cuantitativa discreta
<b>Glucemia</b>	Medida de concentración de glucosa libre en la sangre, suero o plasma sanguíneo	Registro de los niveles de glucosa libre en la sangre del paciente	mg/dL	Cuantitativa discreta
<b>Anión gap</b>	Medida calculada que indica la diferencia entre los iones cargados negativamente	Registro en el expediente de la medida anión gap del paciente	mEq/L	Cuantitativa discreta

	(aniones) y los iones cargados positivamente (cationes) presentes en la sangre			
<b>Cetonuria positiva</b>	Presencia de cetonas en la orina	Registro en el expediente de la presencia de cetonas en la orina del paciente	Presente Ausente	Cuantitativa discreta
<b>Lactato sérico</b>	Producto intermedio del metabolismo anaeróbico de la glucosa, y su concentración en la sangre puede aumentar en respuesta a una serie de condiciones, como el ejercicio intenso, la hipoxia tisular, la insuficiencia cardíaca, la sepsis y diversas formas de shock, entre otras	Concentraciones séricas de lactato registradas en el paciente	mg/dL	Cuantitativa continua
<b>Severidad de la cetoacidosis</b>	Gravedad de la cetoacidosis, conforme a los siguientes parámetros: CAD leve: pH venoso < 7.3 o bicarbonato < 15 mmol/L CAD moderada: pH venoso < 7.2 o bicarbonato < 10 mmol/L CAD severa: pH venoso < 7.1 o bicarbonato < 5 mmol/L	Gravedad de la cetoacidosis registrada en el expediente	Leve Moderada Severa	Cualitativa nominal
<b>Estancia hospitalaria</b>	Duración del paciente en el hospital	Días de hospitalización del paciente con CAD	Días	Cuantitativa discreta
<b>Mortalidad</b>	Número de muertes en una población, área geográfica o grupo específico durante un período de tiempo determinado	Fallecimiento del paciente	Si No	Cualitativa nominal

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el paquete estadístico SPSS v 26 para el procesamiento de los datos. En este programa se realizó un análisis estadístico descriptivo y otro inferencial.

Para las variables cualitativas, el análisis descriptivo se realizó con frecuencias y porcentajes.

Para las variables cuantitativas el análisis descriptivo consistió en media y desviación estándar.

Para determinar si existieron diferencias significativas en los niveles séricos de lactato, pH,  $\text{HCO}_3$ , glucemia, anión gap, grado de severidad de la cetoacidosis diabética se emplearon como prueba inferencial la prueba ANOVA. Para determinar si existieron diferencias significativas en los niveles séricos de lactato entre fallecidos y sobrevivientes se empleó la prueba t de Student.

También, se estimó el coeficiente de correlación de Pearson entre los niveles séricos de lactato y la estancia hospitalaria. Un valor de  $p < 0.05$  se consideró significativa.

Se utilizaron tablas y gráficos para presentar la información.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS:

El presente proyecto de investigación se sometió a evaluación por los Comités de ética e investigación del hospital general Tijuana para su valoración y aceptación. Se tomó en consideración el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la salud en su artículo 17, que lo clasifica como **sin riesgo** puesto que se obtuvo la información de registros en expedientes clínicos y es por tanto un estudio retrospectivo.

Este proyecto también se apegó a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Que establece los Principios Éticos para las investigaciones Médicas en Seres Humanos, adaptada por la 18° Asamblea Médica Mundial, Helsinki Finlandia en junio de 1964. Y modificado por la 29° Asamblea General de la AMM, Tokio Japón, octubre de 1975. 36° Asamblea General de la AMM, Venecia, Italia, octubre de 1983. 41° Asamblea General de la AMM, Hong Kong, septiembre de 1989. 48° Asamblea General de la AMM, Somerset West, Republica de Sudáfrica, octubre de 1996. 52° Asamblea General de la AMM, Edimburgo Escocia, octubre del 2000. 53° Asamblea General de la AMM, Washington, DC, EE. UU. Octubre del 2002. 55° Asamblea General de la AMM, Tokio, Japón, octubre del 2004. 59° Asamblea General de la AMM, Seúl, República de Corea, octubre del 2008. 64° Asamblea General de la AMM, Fortaleza, Brasil, octubre del 2013. 75° Asamblea de la AMM, Helsinki, Finlandia, octubre del 2024.

Así como a la última enmienda hecha por la última Asamblea General en octubre 2013, y a la Declaración de Taipéi sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos que complementa oficialmente a la Declaración de Helsinki desde el 2016; de acuerdo con lo reportado por la Asamblea Médica Mundial.

Se hizo uso correcto de los datos y se mantuvo absoluta confidencialidad de estos. Esto de acuerdo con la Ley Federal de Protección de Datos Personales, a la NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico (apartados 54, 55 y 57).

Se solicitó dispensa del consentimiento informado con base en el punto 10 de las pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la investigación en salud con seres humanos, elaboradas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas en colaboración con la Organización Mundial de la Salud.

## **RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD**

### **Recursos materiales:**

Se requirió de impresora, hojas, copias, lápices, borradores y carpetas.

Se necesitó computadora portátil con software de procesamiento de datos.

### **Recursos humanos:**

Investigador principal: Dr. Ángel Ricardo García Pulido.

Tutor de Tesis: Dr. Daniel Jesús Máynez Rojas.

### **Recursos financieros:**

La papelería fue proporcionada por los investigadores y no se requirió inversión financiera adicional por parte de la institución, ya que se emplearon los recursos con los que se cuenta actualmente.

### **Factibilidad:**

Este estudio se pudo llevar a cabo porque se tuvo el acceso a pacientes en volumen suficiente, se requirió de inversión mínima, y se tuvo la capacidad técnica para llevarlo a cabo.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma de actividades.

Cronograma de actividades															
	Enero 2024			Febrero a abril 2024			Mayo-junio 2024			Julio-noviembre 2024			Diciembre 2024- enero 2025		
<b>1- Búsqueda bibliográfica</b>	R	R	R												
<b>2- Diseño del protocolo</b>				R	R	R									
<b>3- Aprobación del protocolo</b>							R	R	R						
<b>4- Ejecución del protocolo y recolección de datos</b>										R	R	R			
<b>5- Análisis de datos y elaboración de tesis</b>													R	R	R

R= Realizado.

P= Pendiente.

## RESULTADOS

### Perfil demográfico, comorbilidades de los pacientes con cetoacidosis diabética, el tipo de diabetes que padecen y el tiempo de evolución

En este estudio se incluyeron 68 pacientes con cetoacidosis diabética (CAD), cuya edad media fue de  $36.47 \pm 13.85$  años (rango 18-70). El 52.9% de los pacientes eran hombres y el 47.1% mujeres.

El 17.6% de los pacientes no tenían ninguna comorbilidad y, entre las comorbilidades se encontraron infecciosas en el 1.5%, complicaciones de la DM en el 1.5%, toxicomanías en el 8.8%, neurológicas en el 2.9%, renales en el 2.9% y cardiovasculares en el 17.6%.

El tipo de DM que presentaban los pacientes fue DM1 en el 36.8% y DM2 en el 63.2% y el tiempo de evolución de la DM fue de  $6.54 \pm 7.25$  años. Estos datos se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Perfil demográfico, comorbilidades de los pacientes con CAD, el tipo de diabetes que padecen y el tiempo de evolución (n=68).**

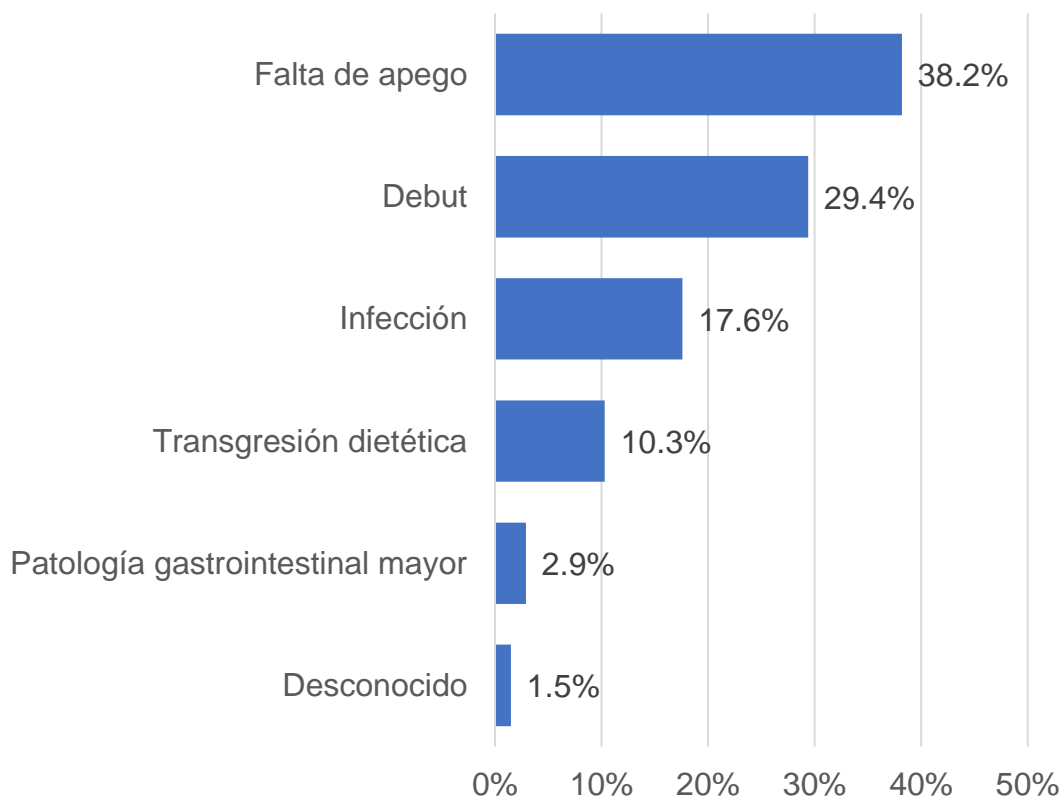
	Valores
<b>Edad (años), media<math>\pm</math>DE</b>	36.47 $\pm$ 13.85
<b>Sexo, n (%)</b>	
<b>Masculino</b>	36(52.9)
<b>Femenino</b>	32(47.1)
<b>Comorbilidades, n (%)</b>	
<b>Ninguna</b>	12(17.6)
<b>Infecciosas</b>	1(1.5)
<b>Complicaciones de DM</b>	1(1.5)
<b>Pulmonares</b>	0(0.0)
<b>Toxicomanías</b>	6(8.8)
<b>Neurológicas</b>	2(2.9)
<b>Renales</b>	2(2.9)

<b>Cardiovasculares</b>	12(17.6)
<b>Otras</b>	0(0.0)
<b>Tipo de DM, n (%)</b>	
<b>DM tipo 1</b>	25(36.8)
<b>DM tipo 2</b>	43(63.2)
<b>Tiempo de evolución de la DM (años), media±DE</b>	6.54±7.25

DM: diabetes mellitus; DE: desviación estándar

### Desencadenante de la cetoacidosis diabética

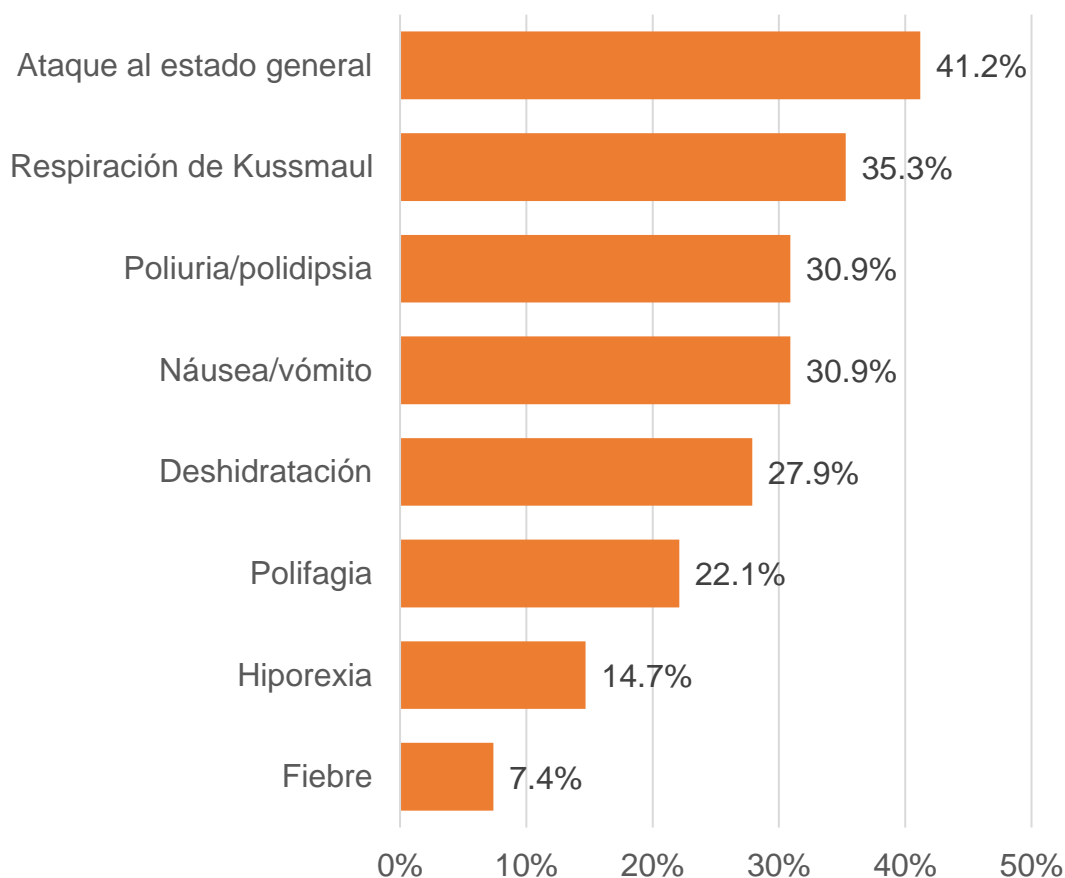
El factor desencadenante de la CAD en los pacientes fue la falta de apego en el 38.2%, de debut en el 29.4%, infección en el 17.6%, transgresión dietética en el 10.3%, patología gastrointestinal mayor en el 2.9% y desconocido en el 1.5% [Figura 1].



**Figura 1.** Desencadenante de la CAD (n=68).

## Manifestaciones clínicas al ingreso de los pacientes con cetoacidosis diabética.

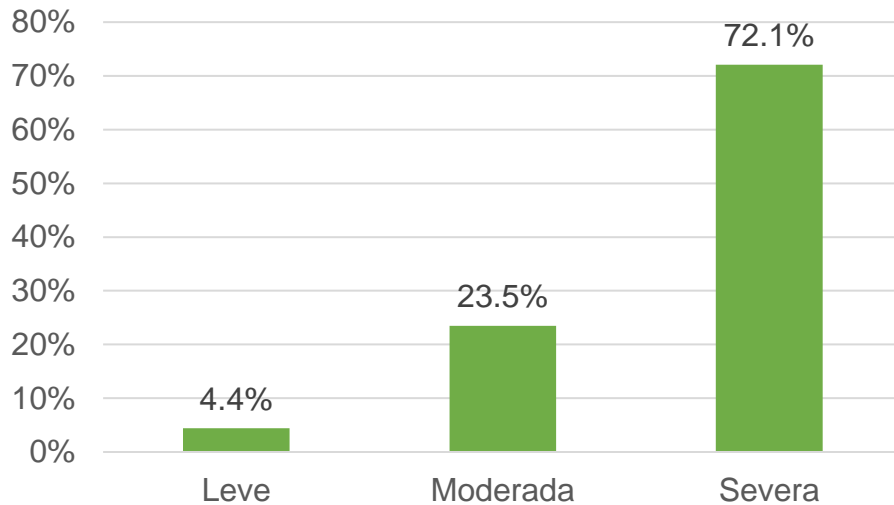
Las manifestaciones clínicas al ingreso de los pacientes con CAD fueron ataque al estado general en el 41.2%, respiración de Kussmaul en el 35.3%, náusea/vómito en el 30.9%, poliuria/polidipsia en el 30.9%, deshidratación en el 27.9%, polifagia en el 22.1%, hiporexia en el 14.7% y fiebre en el 7.4%, como se observa en la Figura 2.



**Figura 2.** Manifestaciones clínicas al ingreso de los pacientes con cetoacidosis diabética (n=68).

## Severidad de la cetoacidosis diabética

Con respecto a la severidad de la CAD, el 4.4% tenía CAD leve, el 23.5% moderada y el 72.1% severa, como se observa en la Figura 3.



**Figura 3.** Severidad de la CAD (n=68).

**Comparación de niveles séricos de lactato y parámetros gasométricos por categorías de severidad de la cetoacidosis diabética.**

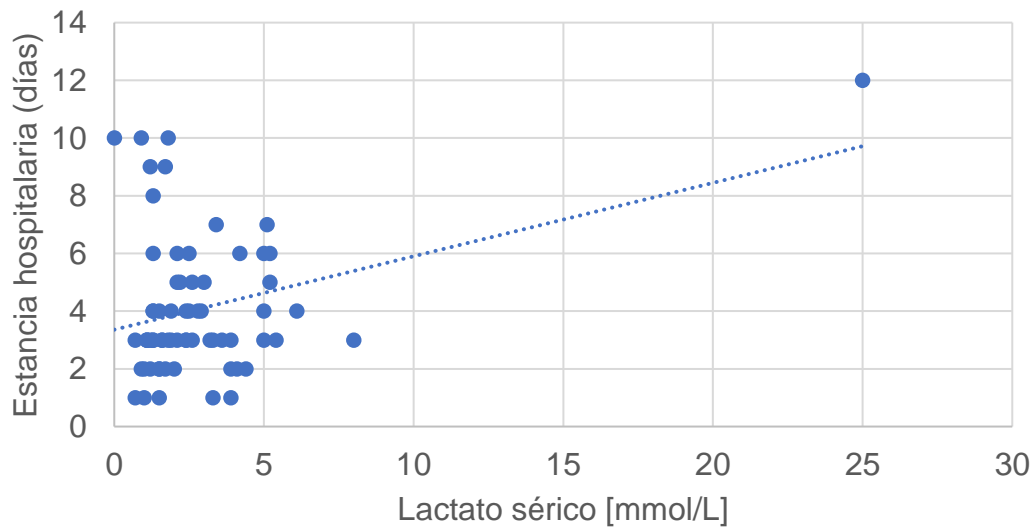
En el análisis, se compararon los niveles séricos de lactato y parámetros gasométricos por categorías de severidad de la CAD mediante un análisis de varianzas ANOVA. El pH de los pacientes con CAD leve fue de  $7.31 \pm 0.01$ , de los pacientes con CAD moderada fue de  $7.22 \pm 0.08$  y de los pacientes con CAD severa fue de  $7.01 \pm 0.13$ , lo cual tuvo diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ). Los niveles de  $\text{HCO}_3^-$  fueron de CAD leve  $15.13 \pm 2.89$  mEq/L, CAD moderada  $11.17 \pm 2.18$  mEq/L y CAD severa  $3.99 \pm 2.50$  mEq/L, respectivamente ( $p < 0.001$ ). La glucemia sérica fue de  $228.00 \pm 75.32$  mg/dL en los pacientes con CAD leve,  $333.81 \pm 106.13$  mg/dL en aquellos con CAD moderada y  $458.69 \pm 129.71$  mg/dL en aquellos con CAD severa, lo cual fue estadísticamente significativo ( $p < 0.001$ ). El anion gap fue de  $22.57 \pm 8.46$  en pacientes con CAD leve,  $24.27 \pm 5.88$  en aquellos con CAD moderada y  $31.93 \pm 7.64$  en aquellos con CAD severa, lo cual tuvo diferencias significativas ( $p = 0.001$ ). Finalmente, los niveles de lactato sérico fueron de  $1.50 \pm 0.35$  mmol/L en leve,  $1.66 \pm 1.01$  mmol/L en moderada y  $3.35 \pm 3.54$  mmol/L en severa, respectivamente ( $p = 0.127$ ) [Tabla 2].

**Tabla 2. Comparación de niveles séricos de lactato y parámetros gasométricos por categorías de severidad de la CAD (n=68).**

	Leve (n=3)	Moderada (n=16)	Severa (n=49)	Valor de p
pH, media±DE	7.31±0.01	7.22±0.08	7.01±0.13	<0.001
HCO <sub>3</sub> (mEq/L), media±DE	15.13±2.8	11.17±2.1	3.99±2.5	<0.001
Glucemia sérica (mg/dL), media±DE	228.00±75.3	333.81±106.1	458.69±129.7	<0.001
Anión gap, media±DE	22.57±8.5	24.27±5.9	31.93±7.6	0.001
Lactato sérico al ingreso (mmol/L), media±DE	1.50±0.3	1.66±1.0	3.35±3.5	0.127

**Correlación los niveles séricos de lactato con la estancia hospitalaria.**

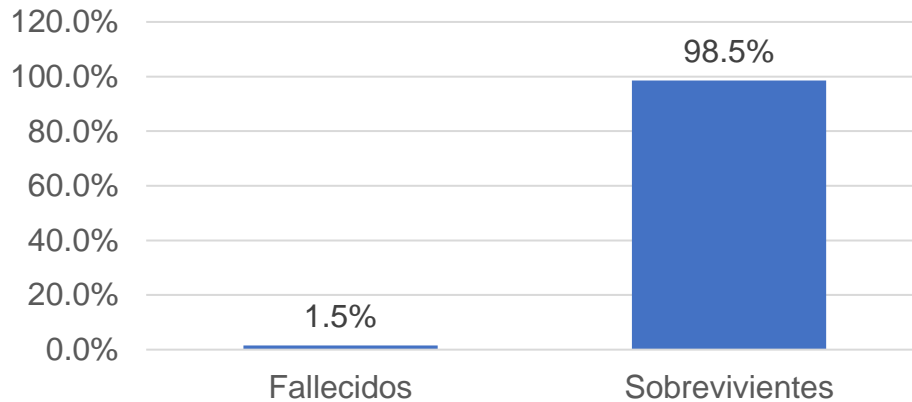
Al evaluar la correlación de Pearson de los niveles séricos de lactato con la estancia hospitalaria, encontramos una  $r=0.330$  [Figura 4].



**Figura 4.** Correlación de los niveles séricos de lactato con la estancia hospitalaria (p=0.006).

### Mortalidad entre los pacientes con cetoacidosis diabética.

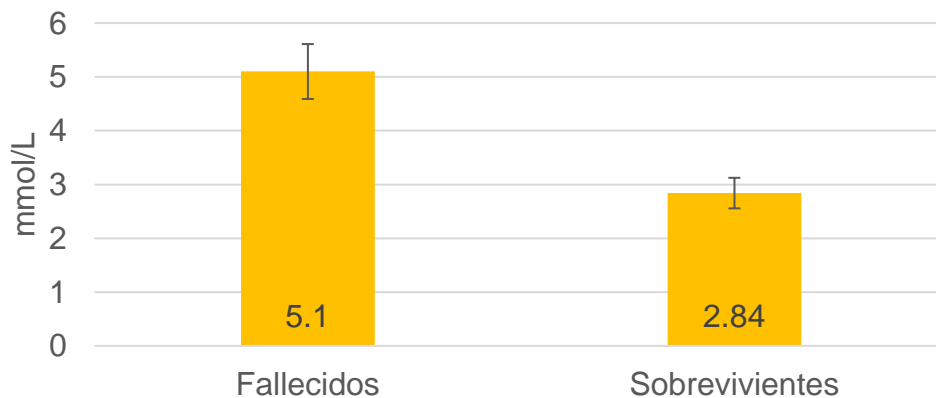
Se estimó también la mortalidad entre los pacientes con cetoacidosis diabética, encontrando que solo falleció un paciente, es decir, la mortalidad fue de 1.5% [Figura 5].



**Figura 5.** Mortalidad entre los pacientes con cetoacidosis diabética (p=0.478).

### Comparación de los niveles séricos de lactato entre fallecidos y sobrevivientes.

Finalmente, se compararon los niveles séricos de lactato entre fallecidos y sobrevivientes. Los pacientes fallecidos (n=1) tuvieron un nivel de lactato sérico de  $5.1 \pm 0.0$  mmol/L, mientras que los sobrevivientes tuvieron un nivel de  $2.84 \pm 3.15$  mmol/L (p=0.478), como se observa en la Figura 6.



**Figura 6.** Comparación de los niveles séricos de lactato entre fallecidos y sobrevivientes (p=0.478).

## DISCUSIÓN

La cetoacidosis diabética (CAD) representa una de las complicaciones más severas de la diabetes mellitus que es altamente frecuente y se asocia con importante morbimortalidad, y que amerita un evaluación y tratamiento oportunos(Virdi et al., 2023); por ello, en este estudio se evalúa la utilidad del lactato sérico como marcador pronóstico en pacientes con CAD. A continuación, se analizan los principales hallazgos de este estudio.

**Primero**, el perfil demográfico observado en nuestra población muestra que la edad media de los pacientes fue 36.47 años y los individuos afectados son predominantemente adultos jóvenes en edad productiva. Este hallazgo tiene implicaciones socioeconómicas importantes, ya que la CAD no solo representa un riesgo para la salud, sino que también puede tener un impacto significativo en la productividad laboral, la calidad de vida de los pacientes y se asocia con tasas de mortalidad no despreciables(Dhatariya et al., 2020).

**Segundo**, un hallazgo particularmente notable es la predominancia de pacientes con DM2 (63.2%) sobre aquellos con DM1 (36.8%). Este dato contrasta con la percepción tradicional de la CAD como una complicación principalmente asociada con DM1. De hecho, en un estudio de Ata y cols. el 52% de los pacientes tenían DM1 y el 48% DM2, lo que contrasta con los hallazgos de nuestro estudio(Ata et al., 2023). Esta distribución podría explicarse por varios factores: primero, el aumento en la prevalencia de DM2 en poblaciones cada vez más jóvenes; segundo, la existencia de pacientes con deficiencia severa a la insulina; tercero, la elevada proporción de pacientes con debut de la diabetes(Gallagher & Siu, 2020).

**Tercero**, el análisis de los factores desencadenantes revela que la falta de apego al tratamiento es la causa principal (38.2%), seguida por el debut diabético (29.4%). Esto señala una clara oportunidad para la intervención preventiva a través de programas educativos más efectivos y estrategias para mejorar la adherencia al tratamiento. El alto porcentaje de casos de debut también sugiere la necesidad de

fortalecer los programas de detección temprana de diabetes en la comunidad (Timm et al., 2020).

**Cuarto**, las manifestaciones clínicas observadas siguen el patrón clásico de la CAD, con predominio de ataque al estado general (41.2%) y respiración de Kussmaul (35.3%). Aunque, en otros estudios se ha reportado que la deshidratación, la polidipsia, la poliuria, emesis y alteración del estado sensorial (Sierra-Vargas et al., 2021). En otro estudio se reportó que las manifestaciones clínicas más frecuentes fueron: poliuria y polidipsia seguida de pérdida de peso, fatiga y disnea. De esta manera la presentación clínica es heterogénea (pediatra Centro Médico Siraní Santa & Pablo Hayes Dorado, 2015).

**Quinto**, es preocupante que la mayoría de los casos (72.1%) presentaran CAD severa, lo que sugiere un retraso significativo en la búsqueda de atención médica. Por lo que, es necesario implementar programas educativos dirigidos al paciente y su familia para reconocimiento de signos y síntomas de alarma de forma temprana y facilitar el acceso a servicios de salud para toda la población con diabetes (Reinhart, 2019).

**Sexto**, dado que uno de los objetivos fue conocer los niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad, se evaluó la relación entre los niveles de lactato y la severidad de la CAD, encontrando una tendencia a mayores niveles de lactato sérico entre los pacientes con mayor severidad. Esta tendencia, junto con la correlación positiva entre lactato y estancia hospitalaria ( $r=0.330$ ,  $p=0.006$ ), sugiere que el lactato podría ser un marcador útil para la estratificación de riesgo y la predicción de resultados clínicos. Estudios previos como el realizado por Scolari y cols. han encontrado que los niveles séricos de lactato eran predictores de mortalidad (Scolari et al, 2020). Filho y cols. por su parte que un nivel inicial de lactato en sangre superior a 25 mmol/L fue útil para predecir la mortalidad a 28 días (Filho et al, 2016). Bou Chebl y cols. también reportaron que el lactato sérico elevado se asoció con un aumento de la mortalidad, independientemente de otros factores como comorbilidades o

disfunción orgánica (Chebl et al, 2019). Sin embargo, en nuestro estudio dado que solo hubo una muerte, no se pudo determinar si el lactato sérico era un predictor de mortalidad.

**Séptimo**, parámetros gasométricos como pH y anión gap mostraron diferencias significativas entre los grupos de severidad siendo menor el pH a mayor severidad y mayor anión gap a mayor severidad de la CAD. Estos hallazgos confirman la utilidad de estos parámetros en la clasificación de la CAD y en la toma de decisiones terapéuticas. Esto ha sido reportado previamente y tanto el anion gap como el pH son indicadores de severidad conocidos de cetoacidosis diabética (Guisado-Vasco et al., 2015; Paul et al., 2024).

**Octavo**, un hallazgo que merece atención es la correlación positiva entre los niveles de lactato y la duración de la estancia hospitalaria. Lo que puede explicarse por el hecho a que, a mayor severidad, la estancia hospitalaria es mayor.

Finalmente, en cuanto a la mortalidad, solo se registró un fallecimiento entre nuestros pacientes (1.5%), lo que indica que la mortalidad fue muy baja comparada con la reportada en otros centros. Paul y cols. reportaron una mortalidad de 11.59%, una cifra muy superior a la de nuestro estudio(Paul et al., 2024).

Este estudio tiene algunas limitaciones de nuestro estudio incluyen su naturaleza unicéntrica y el tamaño relativamente pequeño de la muestra, particularmente en el grupo de CAD leve y el bajo número de pacientes fallecidos. Además, la falta de seguimiento a largo plazo impide evaluar el impacto de los niveles de lactato en los resultados a largo plazo.

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la práctica clínica y la investigación futura. Sugieren que el lactato sérico podría ser un marcador útil para la estratificación de riesgo en pacientes con CAD. Sin embargo, se necesitan estudios más grandes y multicéntricos para confirmar estos hallazgos y establecer puntos de corte óptimos para el uso del lactato como marcador pronóstico.

## CONCLUSIÓN

Se encontró una tendencia hacia niveles más elevados de lactato sérico en casos severos y una correlación positiva significativa del lactato sérico con la duración de la estancia hospitalaria. Por tanto, el estudio revela la importancia del lactato sérico como potencial marcador pronóstico en pacientes con CAD.

La predominancia de DM2 y la falta de apego al tratamiento como principales desencadenantes de cetoacidosis diabética sugieren la necesidad de fortalecer las estrategias de educación y seguimiento en estos pacientes.

La alta prevalencia de CAD severa (72.1%) indica que muchos pacientes buscan atención médica tardíamente, lo que podría explicar la marcada alteración en los parámetros metabólicos observados.

Por tanto, los hallazgos de este estudio revelan la importancia de la prevención primaria y la necesidad de implementar programas más efectivos de control y seguimiento para pacientes diabéticos, con especial atención en la adherencia al tratamiento.

## REFERENCIAS:

- Adeva-Andany, M. M., Fernández-Fernández, C., Mouriño-Bayolo, D., Castro-Quintela, E., & Domínguez-Montero, A. (2014). Sodium Bicarbonate Therapy in Patients with Metabolic Acidosis. *The Scientific World Journal*, 2014, 627673. <https://doi.org/10.1155/2014/627673>
- Adrogué, H. J., Wilson, H., Boyd, A. E., Suki, W. N., & Eknoyan, G. (1982). Plasma acid-base patterns in diabetic ketoacidosis. *The New England Journal of Medicine*, 307(26), 1603–1610. <https://doi.org/10.1056/NEJM198212233072603>
- Almazrouei, R., Siddiqua, A. R., Alnuaimi, M., Al-Shamsi, S., & Govender, R. (2022). Clinical and biochemical characteristics of diabetic ketoacidosis in adults with type 1 or type 2 diabetes at a tertiary hospital in the United Arab Emirates. *Frontiers in Clinical Diabetes and Healthcare*, 3, 918253. <https://doi.org/10.3389/FCDHC.2022.918253>
- Ata, F., Khan, A. A., Khamees, I., Mohammed, B. Z. M., Barjas, H. H., Muthanna, B., Bashir, M., & Kartha, A. (2023). Differential evolution of diabetic ketoacidosis in adults with pre-existent versus newly diagnosed type 1 and type 2 diabetes mellitus. *BMC Endocrine Disorders*, 23(1), 193. <https://doi.org/10.1186/S12902-023-01446-8>
- Ayón-Aguilar, J., Valladares-Villalobos, J., Santos-López, G., & -Martínez, S. M. (2018). Diabetic ketoacidosis complicated by supraventricular tachycardia in a young adult: a case report. *Investigación Clínica*, 59(2), 155–155.
- Barski, L., Golbets, E., Jotkowitz, A., & Schwarzfuchs, D. (2023). Management of diabetic ketoacidosis. *European Journal of Internal Medicine*, 117, 38–44. <https://doi.org/10.1016/J.EJIM.2023.07.005>
- Bhat, J. A., Masoodi, S. R., Bhat, M. H., Bhat, H., Ahmad, P. O., & Sood, M. (2021). Lactic Acidosis in Diabetic Ketoacidosis: A Marker of Severity or Alternate Substrate for Metabolism. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 25(1), 66. [https://doi.org/10.4103/IJEM.IJEM\\_753\\_20](https://doi.org/10.4103/IJEM.IJEM_753_20)

- Bhat, J., Masoodi, S., Bhat, M., Bhat, H., Ahmad, P., & Sood, M. (2021). Lactic acidosis in diabetic ketoacidosis: A marker of severity or alternate substrate for metabolism. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 25(1), 59. [https://doi.org/10.4103/IJEM.IJEM\\_753\\_20](https://doi.org/10.4103/IJEM.IJEM_753_20)
- Chebl, R. B., Tamim, H., Dagher, G. A., Sadat, M., Enezi, F. Al, & Arabi, Y. M. (2019). Serum Lactate as an Independent Predictor of In-Hospital Mortality in Intensive Care Patients. <https://doi.org/10.1177/0885066619854355>, 35(11), 1257–1264. <https://doi.org/10.1177/0885066619854355>
- Cox, K., Cocchi, M. N., Saliccioli, J. D., Carney, E., Howell, M., & Donnino, M. W. (2012a). Prevalence and significance of lactic acidosis in diabetic ketoacidosis. *Journal of Critical Care*, 27(2), 132. <https://doi.org/10.1016/J.JCRC.2011.07.071>
- Cox, K., Cocchi, M. N., Saliccioli, J. D., Carney, E., Howell, M., & Donnino, M. W. (2012b). Prevalence and significance of lactic acidosis in diabetic ketoacidosis. *Journal of Critical Care*, 27(2), 137. <https://doi.org/10.1016/J.JCRC.2011.07.071>
- Dhatariya, K. K., Glaser, N. S., Codner, E., & Umpierrez, G. E. (2020). Diabetic ketoacidosis. *Nature Reviews Disease Primers* 2020 6:1, 6(1), 1–20. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0165-1>
- Diabetes*. (n.d.). Retrieved July 27, 2023, from [https://www.who.int/health-topics/diabetes#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/diabetes#tab=tab_1)
- Diabetic ketoacidosis*. (n.d.). Retrieved March 6, 2024, from [https://profketandhatariya.com/publications/editorials/2020/2020\\_05/Nature%20Reviews%20Disease%20Primers%202020.pdf](https://profketandhatariya.com/publications/editorials/2020/2020_05/Nature%20Reviews%20Disease%20Primers%202020.pdf)
- Diabetic ketoacidosis. (2020). *Nature Reviews Disease Primers*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0180-2>
- Diabetic Ketoacidosis | Cedars-Sinai*. (n.d.). Retrieved March 6, 2024, from <https://www.cedars-sinai.org/health-library/diseases-and-conditions/d/diabetic-ketoacidosis.html>
- Diabetic Ketoacidosis (DKA)*. (n.d.). Retrieved March 6, 2024, from <https://emedicine.medscape.com/article/118361-overview?form=fpf>

- Diabetic Ketoacidosis (DKA) - Endocrine and Metabolic Disorders - MSD Manual Professional Edition.* (n.d.). Retrieved March 6, 2024, from <https://www.msmanuals.com/professional/endocrine-and-metabolic-disorders/diabetes-mellitus-and-disorders-of-carbohydrate-metabolism/diabetic-ketoacidosis-dka>
- El lactato como ayuda para el diagnóstico y manejo de la sepsis - Radiometer.* (n.d.). Retrieved March 6, 2024, from <https://www.radiometer.es/es-es/diagn%C3%B3stico/detecci%C3%B3n-de-la-sepsis/lactato>
- Evans, K. (2019). Diabetic ketoacidosis: Update on management. *Clinical Medicine, Journal of the Royal College of Physicians of London*, 19(5), 396–398. <https://doi.org/10.7861/CLINMED.2019-0284>
- Feenstra, R. A., Kiewiet, M. K. P., Boerma, E. C., & Ter Avest, E. (2014). Case Report: Lactic acidosis in diabetic ketoacidosis. *BMJ Case Reports*, 2014. <https://doi.org/10.1136/BCR-2014-203594>
- Filho, R. R., Rocha, L. L., Corrêa, T. D., Souza Pessoa, C. M., Colombo, G., & Cesar Assuncao, M. S. (2016). Blood lactate levels cutoff and mortality prediction in sepsis - Time for a reappraisal? A retrospective cohort study. *Shock*, 46(5), 480–485. <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000000667>
- Gaglia, J. L., Wyckoff, J., & Abrahamson, M. J. (2004). Acute hyperglycemic crisis in the elderly. *Medical Clinics of North America*, 88(4), 1063–1084. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2004.04.010>
- Gallagher, E., & Siu, H. Y. H. (2020). Diabetic ketoacidosis as first presentation of type 1 diabetes mellitus in a young child: Important differential diagnosis for respiratory distress. *Canadian Family Physician*, 66(6), 425. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7292523/>
- Gosmanov, A. R., Gosmanova, E. O., & Kitabchi, A. E. (2021). Hyperglycemic Crises: Diabetic Ketoacidosis and Hyperglycemic Hyperosmolar State. *Acute Endocrinology*, 119–147. [https://doi.org/10.1007/978-1-60327-177-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-60327-177-6_6)
- Gosmanov, A. R., & Kitabchi, A. E. (2018). Diabetic Ketoacidosis. *Endotext*.
- Gosmonov, A., & Kitabchi, A. (2021). *Diabetic ketoacidosis* (First). Endotext.

- Guisado-Vasco, P., Cano-Megías, M., Carrasco-de la Fuente, M., Corres-González, J., Matei, A. M., & González-Albarrán, O. (2015). Clinical features, mortality, hospital admission, and length of stay of a cohort of adult patients with diabetic ketoacidosis attending the emergency room of a tertiary hospital in Spain. *Endocrinología y Nutrición (English Edition)*, 62(6), 277–284. <https://doi.org/10.1016/J.ENDOEN.2015.06.007>
- Gwak, M. H., Jo, S., Jeong, T., Lee, J. B., Jin, Y. H., Yoon, J., & Park, B. (2015). Initial serum lactate level is associated with inpatient mortality in patients with community-acquired pneumonia. *The American Journal of Emergency Medicine*, 33(5), 685–690. <https://doi.org/10.1016/J.AJEM.2015.03.002>
- Jasso-Contreras, G., Bello-Aguilar, L., González-Velázquez, F., García-Carrillo, A., Muñoz-Rodríguez, M. R., & Pereda-Torales, L. (2015). Niveles de lactato como predictor de mortalidad en pacientes con choque séptico. *Revista Médica Del IMSS*, 53(3).
- Kabashneh, S., Al-Sagri, Z., Alkassis, S., Shanah, L., & Ali, H. (2020). Diabetic Ketoacidosis Complicated by a Brain Death. *Cureus*, 12(6). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.8903>
- Kardalas, E., Paschou, S. A., Anagnostis, P., Muscogiuri, G., Siasos, G., & Vryonidou, A. (2018). Hypokalemia: a clinical update. *Endocrine Connections*, 7(4), R146. <https://doi.org/10.1530/EC-18-0109>
- Khan, A. A., Ata, F., Iqbal, P., Bashir, M., & Kartha, A. (2023). Clinical and biochemical predictors of intensive care unit admission among patients with diabetic ketoacidosis. *World Journal of Diabetes*, 14(3), 278. <https://doi.org/10.4239/WJD.V14.I3.271>
- Li, H., Chen, J., Xing, X., & Lou, D. (2023). Association of lactate detection with in-hospital mortality in critically ill patients with acute myocardial infarction: a retrospective cohort study. *BMJ Open*, 13(4), e069129. <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2022-069129>
- Lizzo, J. M., Goyal, A., & Gupta, V. (2023). Adult Diabetic Ketoacidosis. *StatPearls*.

- Modi, A., Agrawal, A., & Morgan, F. (2017). Euglycemic Diabetic Ketoacidosis: A Review. *Current Diabetes Reviews*, 13(3), 315–321. <https://doi.org/10.2174/1573399812666160421121307>
- Noble, P. M. G., Jaimet, M. C., & Stieben, L. A. R. (2022). Análisis de las variables involucradas en el tiempo de resolución de los parámetros metabólicos en adultos con cetoacidosis diabética. *Revista de La Facultad de Ciencias Médicas*, 79(3), 227. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.V79.N3.34968>
- Oliveros-Rodríguez, H., Estupiñán-López, R., & Rodríguez-Gómez, J. (2017). Lactate serial measurements and predictive validity of early mortality in trauma patients admitted to the intensive care unit. *Colombian Journal of Anesthesiology*, 45(3), 166–172. <https://doi.org/10.1016/J.RCAE.2017.06.002>
- Orban, J. C., Maizière, E. M., Ghaddab, A., Van Obberghen, E., & Ichai, C. (2014). Incidence and Characteristics of Acute Kidney Injury in Severe Diabetic Ketoacidosis. *PLoS ONE*, 9(10). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0110925>
- Paul, S., Debnath, S., Singh, A. K., Mishra, S., Rajotiya, S., Singh, M., Parashar, R., Pal, P., & Kumar, S. (2024). Epidemiologic pattern and factors associated with adverse outcomes of diabetic ketoacidosis in medical intensive care units of a tertiary care centre in India. *Endocrine and Metabolic Science*, 16, 100204. <https://doi.org/10.1016/J.ENDMTS.2024.100204>
- pediatra Centro Médico Siraní Santa, M., & Pablo Hayes Dorado, J. (2015). Cetoacidosis diabética: evaluación y tratamiento. *Revista de La Sociedad Boliviana de Pediatría*, 54(1), 18–23. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-06752015000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752015000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Protocolo de Cetoacidosis diabética y síndrome hiperglucémico de Medicina Interna. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete.* (n.d.). Retrieved March 5, 2024, from [https://www.chospab.es/area\\_medica/medicinainterna/PROTOCOLOS/cetoacidosis.htm](https://www.chospab.es/area_medica/medicinainterna/PROTOCOLOS/cetoacidosis.htm)

- Reinhart, J. (2019). Early Detection of Diabetic Ketoacidosis by Breathalyzer in a Sailor Reporting for Duty. *Military Medicine*, 184(11–12), e951–e952. <https://doi.org/10.1093/MILMED/USZ127>
- Rewers, A., Kuppermann, N., Stoner, M. J., Garro, A., Bennett, J. E., Quayle, K. S., Schunk, J. E., Myers, S. R., McManemy, J. K., Nigrovic, L. E., Trainor, J. L., Tzimenatos, L., Kwok, M. Y., Brown, K. M., Olsen, C. S., Casper, T. C., Ghetti, S., & Glaser, N. S. (2021). Effects of Fluid Rehydration Strategy on Correction of Acidosis and Electrolyte Abnormalities in Children With Diabetic Ketoacidosis. *Diabetes Care*, 44(9), 2068. <https://doi.org/10.2337/DC20-3113>
- S, F. F., K, B., N, S., J, M., E, W., & BA, M. (2017). Incidence and prevalence of diabetic ketoacidosis (DKA) among adults with type 1 diabetes mellitus (T1D): a systematic literature review. *BMJ Open*, 7(7). <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2017-016587>
- Scolari, F. L., Schneider, D., Fogazzi, D. V., Gus, M., Rover, M. M., Bonatto, M. G., de Araújo, G. N., Zimerman, A., Sganzerla, D., Goldraich, L. A., Teixeira, C., Friedman, G., Polanczyk, C. A., Rohde, L. E., Rosa, R. G., & Wainstein, R. V. (2020). Association between serum lactate levels and mortality in patients with cardiogenic shock receiving mechanical circulatory support: a multicenter retrospective cohort study. *BMC Cardiovascular Disorders*, 20(1), 496. <https://doi.org/10.1186/S12872-020-01785-7>
- Segovia Flores, Y. D. P. (2017). *Factores de riesgo asociados a cetoacidosis diabética en diabetes mellitus 2, emergencia del Hospital San José, 2014–2015*.
- Severe acute renal failure in a patient with diabetic ketoacidosis - PubMed*. (n.d.). Retrieved March 6, 2024, from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19736483/>
- Sierra-Vargas, E. C., Muñoz-Mejía, Ó. A., Zamudio-Burbano, M. Á., Gómez-Corrales, J. D., Builes-Barrera, C. A., Román-González, A., Sierra-Vargas, E. C., Muñoz-Mejía, Ó. A., Zamudio-Burbano, M. Á., Gómez-Corrales, J. D., Builes-Barrera, C. A., & Román-González, A. (2021). Cetoacidosis diabética: características epidemiológicas y letalidad en adultos atendidos en un hospital

universitario en Colombia. *Iatreia*, 34(1), 7–14.  
<https://doi.org/10.17533/UDEA.IATREIA.63>

Taylor, L. (2022). Diabetes prevalence in Americas tripled in 30 years. *BMJ*, 379, o2868. <https://doi.org/10.1136/BMJ.O2868>

Timm, L., Harcke, K., Karlsson, I., Sidney Annerstedt, K., Alvesson, H. M., Stattin, N. S., Forsberg, B. C., Östenson, C. G., & Daivadanam, M. (2020). Early detection of type 2 diabetes in socioeconomically disadvantaged areas in Stockholm – comparing reach of community and facility-based screening. *Global Health Action*, 13(1), 1795439. <https://doi.org/10.1080/16549716.2020.1795439>

Umpierrez, G. E., Kelly, J. P., Navarrete, J. E., Casals, M. M. C., & Kitabchi, A. E. (1997). Hyperglycemic Crises in Urban Blacks. *Archives of Internal Medicine*, 157(6), 669–675. <https://doi.org/10.1001/ARCHINTE.1997.00440270117011>

Virdi, N., Poon, Y., Abaniel, R., & Bergenstal, R. M. (2023). Prevalence, Cost, and Burden of Diabetic Ketoacidosis. <https://Home.Liebertpub.Com/Dia>, 25, S75–S84. <https://doi.org/10.1089/DIA.2023.0149>

Vitale, R. J., Valtis, Y. K., McDonnell, M. E., Palermo, N. E., & Fisher, N. D. L. (2021). Euglycemic Diabetic Ketoacidosis With COVID-19 Infection in Patients With Type 2 Diabetes Taking SGLT2 Inhibitors. *AACE Clinical Case Reports*, 7(1), 10–13. <https://doi.org/10.1016/j.aace.2020.11.019>

Wang, J., Williams, D. E., Narayan, K. M. V., & Geiss, L. S. (2006). Declining death rates from hyperglycemic crisis among adults with diabetes, U.S., 1985-2002. *Diabetes Care*, 29(9), 2018–2022. <https://doi.org/10.2337/DC06-0311>

## ANEXO A: Acta de aprobación del Comité de Ética en Investigación.



ENTIDAD: IMSS BIENESTAR BAJA CALIFORNIA  
SECCIÓN: HOSPITAL GENERAL TIJUANA.  
SUBSECCIÓN: COMITÉ DE INVESTIGACIÓN



Tijuana, B.C. a jueves 10 de octubre de 2024  
Asunto: Dictamen Comité de Investigación

**DRA. ANGEL RICARDO GARCÍA PULIDO**  
Investigador principal

Por este conducto informamos a Usted (es) que, posterior a una revisión detallada de la documentación relacionada con el trabajo de investigación **“Niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad”** (V.2) el Comité de Investigación del Hospital General Tijuana emitió el siguiente dictamen durante la sesión efectuada el 04 de octubre de 2024.

### DICTAMINACIÓN: APROBADO

En este sentido, se le informa que, los documentos aprobados fueron los siguientes:

1. Protocolo en extenso **“Niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad”** (Versión 2 en español)

Dicho lo anterior, se remite su proyecto al Comité de Ética en Investigación del Hospital General Tijuana, para su respectiva revisión y dictaminación. Una vez que se cuente con dictamen aprobatorio por ambos comités, podrá continuar con su investigación.

**ATENTAMENTE**

**Dr. Clemente Humberto Zúñiga Gil**  
Presidente Comité de Investigación  
Hospital General Tijuana

c.c.p. Minutario Comité de Investigación  
c.c.p. Comité de Ética en Investigación



ENTIDAD: IMSS BIENESTAR BAJA CALIFORNIA  
SECCIÓN: HOSPITAL GENERAL TIJUANA.  
SUBSECCIÓN: COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



**ASUNTO: Dictamen CEI**

Tijuana, Baja California a lunes 28 de octubre de 2024

**DR. ANGEL RICARDO GARCÍA PULIDO**  
Investigador principal

Por este conducto informamos a Usted que, posterior a una revisión detallada de la documentación relacionada con el protocolo de investigación "Niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad", el Comité de Ética en Investigación del Hospital General Tijuana -con registro: CONBIOÉTICA-02-CEI-001-20170526-, emitió el siguiente dictamen durante la sesión efectuada el 25 de octubre 2024.

**DICTAMINACIÓN: APROBADO**  
**Código/Número de protocolo: IR/2024-U2**

En este sentido, se le informa que, los documentos aprobados fueron los siguientes:

1. Protocolo en extenso "Niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad", Versión 1 en español

Adicionalmente, se recomienda ajustar el cronograma a partir del periodo de aprobación.

Dada la presente aprobación, usted se compromete a notificar oportunamente en caso de realizar modificaciones o enmiendas a los documentos previamente aprobados, así como ante cualquier circunstancia significativa respecto a la seguridad de los sujetos de estudio en cualquier momento de la investigación.

Quedaremos en espera de presentación de informes parcial y/o final.



HOSPITAL GENERAL  
DE TIJUANA, B.C.

28 OCT 2024

  
**Mtra. Alicia Sánchez Ramírez**  
**Presidenta del Comité de Ética en Investigación**  
**Hospital General Tijuana**

**APROBADO**  
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

C.c.p. CEI



**“Niveles séricos de lactato en pacientes con cetoacidosis diabética y su relación con la severidad y la evolución de la enfermedad”**

Folio: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años.

<p><b>Sexo</b>  <input type="checkbox"/> Femenino  <input type="checkbox"/> Masculino</p> <p><b>Tipo de diabetes</b>  <input type="checkbox"/> Tipo 1  <input type="checkbox"/> Tipo 2</p> <p><b>Comorbilidades</b>  <input type="checkbox"/> Diabetes mellitus  <input type="checkbox"/> Hipertensión  <input type="checkbox"/> Asma/EPOC  <input type="checkbox"/> Inmunosupresión  <input type="checkbox"/> Cardiovasculares  <input type="checkbox"/> Enfermedad autoinmune  <input type="checkbox"/> Enfermedad renal crónica  <input type="checkbox"/> Cáncer  <input type="checkbox"/> Otra: _____</p> <p><b>Severidad de la cetoacidosis diabética</b>  <input type="checkbox"/> Leve  <input type="checkbox"/> Moderada  <input type="checkbox"/> Severa</p> <p><b>Desencadenantes de cetoacidosis diabética</b>  <input type="checkbox"/> Reducción de insulina  <input type="checkbox"/> Infecciones  <input type="checkbox"/> Diagnóstico reciente de diabetes tipo 1  <input type="checkbox"/> Enfermedades cardiovasculares o respiratorias  <input type="checkbox"/> Trauma o cirugía  <input type="checkbox"/> Embarazo  <input type="checkbox"/> Consumo excesivo de alcohol  <input type="checkbox"/> Omisión de la dieta o exceso de carbohidratos  <input type="checkbox"/> Otra: _____</p>	<p><b>Manifestaciones clínicas al ingreso</b>  <input type="checkbox"/> Debilidad o fatiga  <input type="checkbox"/> Sed intensa  <input type="checkbox"/> Aumento de micción  <input type="checkbox"/> Deshidratación  <input type="checkbox"/> Náuseas y vómitos  <input type="checkbox"/> Dolor abdominal  <input type="checkbox"/> Respiración rápida y profunda (Kussmaul)  <input type="checkbox"/> Confusión y alteración en el estado mental  <input type="checkbox"/> Olor acetona en el aliento  <input type="checkbox"/> Otra: _____</p> <p><b>pH</b> _____</p> <p><b>HCO<sub>3</sub></b> _____ Meq/L</p> <p><b>Glucemia</b> _____ mg/dL</p> <p><b>Anión gap</b> _____ mEq/L</p> <p><b>Cetonuria positiva</b>  <input type="checkbox"/> Presencia  <input type="checkbox"/> Ausencia</p> <p><b>Lactato sérico</b> _____ mg/dL</p> <p><b>Estancia hospitalaria</b> _____ días.</p> <p><b>Mortalidad</b>  <input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p>
---	---