



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA



HOSPITAL GENERAL PACHUCA

TRABAJO TERMINAL

**“ASOCIACIÓN ENTRE LA ACIDOSIS LÁCTICA Y EL PRONÓSTICO DE
PACIENTES CON CETOACIDOSIS DIABÉTICA ATENDIDOS EN EL SERVICIO
DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA, 2022 - 2024”**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN

MEDICINA DE URGENCIAS

QUE PRESENTA EL MÉDICO CIRUJANO

BRANDON VLADIMIR CORTÉS SOTO

M.C. ESP. JENNY JAZMÍN CUENCA GARCÍA
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS
DIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL

DR. EN E. ARTURO SALAZAR CAMPOS
DOCTOR EN EDUCACIÓN
CODIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO, NOVIEMBRE 2025

DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO INTERNO DE LA COORDINACIÓN DE POSGRADO DEL
ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA, AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO TERMINAL
TITULADO:

**"ASOCIACIÓN ENTRE LA ACIDOSIS LÁCTICA Y EL PRONÓSTICO DE PACIENTES CON
CETOACIDOSIS DIABÉTICA ATENDIDOS EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL
GENERAL PACHUCA, 2022 - 2024"**

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS QUE
SUSTENTA EL MÉDICO CIRUJANO:

BRANDON VLADIMIR CORTÉS SOTO

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, NOVIEMBRE DE 2025

POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

M.C. JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ VERA
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA SALUD

M.C. ESP. ALFONSO REYES GARNICA
JEFE DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA

DR. EN C. OSVALDO ERIK SÁNCHEZ HERNÁNDEZ
COORDINADOR DE LAS ESPECIALIDADES
MÉDICAS

DR. EN E. ARTURO SALAZAR CAMPOS
CODIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL

POR EL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

M.C. ESP. ANTONIO VÁZQUEZ NEGRETE
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

M.C. ESP. ANTONIA GONZÁLEZ RUIZ
SUBDIRECTORA DE ENSEÑANZA,
CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN

M.C. ESP. LEONORA PEREA GARCÍA
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE
MEDICINA DE URGENCIAS

M. C. ESP. JENNY JAZMÍN CUENCA GARCÍA
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS
DIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL



**SERVICIOS DE SALUD
IMSS-BIENESTAR**

Hospital General Pachuca

COORDINACIÓN ESTATAL HIDALGO

SECRETARÍA DE SALUD

Hospital General Pachuca

Coordinación de Enseñanza,
Capacitación e Investigación



Gobierno de
México



IMSS BIENESTAR
SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD



HOSPITAL GENERAL PACHUCA
SUBDIRECCIÓN DE ENSEÑANZA, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN

Pachuca de Soto, Hidalgo, a 21 de octubre de 2025.

Of. N°: HGP-SECI-

7195 -2025

Asunto: Autorización de impresión
de proyecto

M.C. ESP. ALFONSO REYES GARNICA
JEFE DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA (ICSa)
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
PRESENTE

En seguimiento al oficio No. HGP/I-1843/2025 de fecha 06 de octubre del año en curso (anexo al presente copia simple) donde el comité de Ética en Investigación y el comité de Investigación; autoriza la impresión del trabajo terminal del M.C. Brandon Vladimir Cortés Soto médico residente egresado de la especialidad en Medicina de Urgencias, correspondiente al ciclo académico 1° de marzo 2024 a 28 de febrero 2025, cuyo título es "Asociación entre la acidosis láctica y el pronóstico de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General Pachuca, 2022-2024".

Sin más por el momento, me despido de usted enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. ANTONIO VÁZQUEZ NEGRETE
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

M.C. ESP. LEONORA PEREA GARCÍA
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE
MEDICINA DE URGENCIAS

M.C. ESP. JENNY JAZMÍN CUENCA GARCÍA
DIRECTOR DE TESIS

DR. ENF. ARTURO SALAZAR CAMPOS
CODIRECTOR DE TESIS

03 NOV 2025

ESTAMPETA CORRESPONDENCIA
DESPACHADA
COORDINACIÓN DE ENSEÑANZA, CAPACITACIÓN
E INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL PACHUCA

Elaboró:
L.D. Judith Alamilla Hernández
Apoyo Administrativo
Subdirección de Enseñanza

Revisó:
Dra. Antonia González Ruiz
Subdirectora de Enseñanza, Capacitación
e Investigación

Autorizó:
Dra. Antonia González Ruiz
Subdirectora de Enseñanza, Capacitación
e Investigación
Teléfono: 771 71 3 46 49

2025
Año de
La Mujer
Indígena



Carretera Pachuca Tulancingo, Núm. 101, Col. Ciudad de los Niños, Pachuca de Soto, Hgo., C. P. 42070, Teléfono: 771 71 3 46 49 (Ext. 151), Correo Electrónico: dir.hpachuca.jbh@outlook.com.

ÍNDICE	PÁGINA
Resumen	1
Abstrac	2
I. Marco teórico	3
II. Antecedentes	7
III. Justificación	13
IV. Planteamiento del problema	14
IV.1 Pregunta de investigación	15
IV.2 Objetivos	15
IV.3 Hipótesis	16
V Material y métodos	16
V.1 Diseño de investigación	16
V.2 Ubicación espacio-temporal	16
V.2.1 Lugar	16
V.2.2 Tiempo	16
V.2.3 Persona	16
V.3. Selección de la población de estudio	16
V.3.1 Criterios de inclusión	16
V.3.2 Criterios de exclusión	17
V.3.3 Criterios de eliminación	17
V.4 Determinación del tamaño de muestra y muestreo	17
V.4.1 Tamaño de la muestra	17
V.4.2 Muestreo	17
V.5 Definición operacional de las variables	18
V.6 Instrumento de recolección	23
VI. Aspectos éticos	26
VII. Análisis estadístico	26
VIII. Resultados	28
IX. Discusión	39
X. Conclusiones	41
XI. Recomendaciones	41
XII. Referencias	43
XIII. Anexos	49

Índice de figuras

Figura 1. Distribución por sexo de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)	30
Figura 2. Nivel educativo de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)	31
Figura 3. Ocupación de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)	32
Figura 4. Supervivencia de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)	33
Figura 5. Ingreso a unidad de cuidados intensivos en pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)	34
Figura 6. Gravedad clínica de la cetoacidosis diabética en pacientes atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)	34

Índice de tablas

Cuadro 1. Características clínicas y paraclínicas para el diagnóstico de CAD y HHS.	3
Tabla 1. Características clínicas y bioquímicas de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias (Hospital General Pachuca, 2022–2024)	28
Tabla 2. Prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) para variables clínicas y bioquímicas en pacientes con cetoacidosis diabética (n = 119)	29
Tabla 3. Distribución por grupos etarios de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)	30
Tabla 4. Comparación de rangos promedio de lactato sérico según desenlace clínico y gravedad de la cetoacidosis diabética en pacientes atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)	35
Tabla 5. Distribución de comorbilidades e ingreso a UCI según niveles de lactato sérico en pacientes con cetoacidosis diabética	36
Tabla 6. Correlaciones entre variables bioquímicas y estancia hospitalaria en pacientes con cetoacidosis diabética	37
Tabla 7. Asociación entre niveles de lactato sérico y desenlaces clínicos en pacientes con cetoacidosis diabética	38

Abreviaturas

AUC: Área bajo la curva (ROC)

AL: Acidosis láctica

APACHE II: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (escala de gravedad clínica)

B: Base (exceso o déficit de base)

CAD: Cetoacidosis diabética

CL: Aclaramiento de lactato

Cl⁻: Cloruro

DKA: Diabetic Ketoacidosis (equivalente en inglés de CAD)

DM: Diabetes mellitus

GMR: Geometric Mean Ratio (razón de media geométrica)

HCO₃⁻: Bicarbonato sérico

HHS: Estado hiperglucémico hiperosmolar

IC: Intervalo de confianza

ICU: Intensive Care Unit (equivalente en inglés de UCI)

K⁺: Potasio

LA: Lactic Acidosis (equivalente en inglés de AL)

mg/dL: Miligramos por decilitro

mEq/L: Miliequivalentes por litro

mmol/L: Milimoles por litro

mOsm/kg: Miliosmoles por kilogramo

Na⁺: Sodio

OR: Odds Ratio (razón de momios)

pH: Potencial de hidrógeno (acidez)

TRR: Terapia de reemplazo renal

TRS: Tratamiento renal sustitutivo

UCI: Unidad de Cuidados Intensivo

RESUMEN

Antecedentes: La diabetes mellitus (DM) es una de las enfermedades con mayor incidencia en el mundo y que provoca una mayor cantidad de muertes, muchas de ellas atribuibles a complicaciones agudas, de las cuales la cetoacidosis diabética (CAD) es la más frecuente y se cuenta entre las más graves. La CAD tienen una fisiopatología compleja que se refleja en un protocolo de abordaje que debe tener en cuenta alteraciones subyacentes que condicionan la homeostasis del paciente incluyendo casos de acidosis metabólica mixta y acidosis láctica (AL). Si bien la AL se ha estudiado de forma extensiva en la literatura, existe poca evidencia sobre su impacto en el pronóstico de los pacientes con CAD en específico. **Objetivo:** Determinar la asociación entre la acidosis láctica y el pronóstico determinado a partir de la mortalidad, estancia hospitalaria, ingreso a cuidados intensivos y la gravedad de la CAD de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General Pachuca, 2022-2024. **Material y métodos:** Se realizó un estudio transversal y retrolectivo en 119 pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias entre 2022 y 2024. **Resultados:** La edad promedio de los pacientes fue de 42.19 años, con una ligera predominancia masculina (53%). La mayoría presentó cetoacidosis diabética en grado leve (47%) o moderado (36%), mientras que los casos graves representaron el 17% de la muestra. La mortalidad fue baja (1%) y el 30.58% de los pacientes requirió ingreso a la unidad de cuidados intensivos (UCI). Se observó una asociación significativa entre lactato sérico y gravedad clínica ($H = 27.14$; $p < 0.001$). El lactato mostró correlaciones negativas con pH ($r = -0.750$; $p < 0.001$) y bicarbonato ($r = -0.232$; $p = 0.011$), y positivas con glucosa ($r = 0.587$; $p < 0.001$) y estancia hospitalaria ($r = 0.583$; $p < 0.001$). La correlación entre pH y bicarbonato ($r = 0.305$; $p = 0.001$) fue coherente con una recuperación parcial del equilibrio ácido-base. **Conclusiones:** El lactato sérico se asoció con la gravedad de la CAD y con parámetros metabólicos clave, pero no con desenlace clínico ni ingreso a UCI, lo que limita su valor como predictor aislado.

Palabras clave: Cetoacidosis diabética, láctica, metabólica, mixta, mortalidad.

Abstract

Background: Diabetes mellitus (DM) is one of the most prevalent diseases worldwide and a leading cause of death, many of which are attributable to acute complications. Among these, diabetic ketoacidosis (DKA) is the most frequent and one of the most severe. DKA has a complex pathophysiology that requires a management protocol accounting for underlying disturbances affecting patient homeostasis, including cases of mixed metabolic acidosis and lactic acidosis (LA). Although LA has been extensively studied in the literature, there is limited evidence regarding its impact on the prognosis of patients with DKA specifically.

Objective: To determine the association between lactic acidosis and prognosis—defined by mortality, hospital stay, intensive care unit (ICU) admission, and DKA severity—in patients treated for diabetic ketoacidosis in the emergency department of Hospital General Pachuca from 2022 to 2024.

Materials and Methods: A cross-sectional, retrospective study was conducted on 119 patients diagnosed with DKA and treated in the emergency department between 2022 and 2024.

Results: The average patient age was 42.19 years, with a slight male predominance (53%). Most cases were classified as mild (47%) or moderate (36%) DKA, while severe cases accounted for 17% of the sample. Mortality was low (1%), and 30.58% of patients required ICU admission. A significant association was found between serum lactate and clinical severity ($H = 27.14$; $p < 0.001$). Lactate levels showed negative correlations with pH ($r = -0.750$; $p < 0.001$) and bicarbonate ($r = -0.232$; $p = 0.011$), and positive correlations with glucose ($r = 0.587$; $p < 0.001$) and hospital stay ($r = 0.583$; $p < 0.001$). The correlation between pH and bicarbonate ($r = 0.305$; $p = 0.001$) was consistent with partial recovery of acid-base balance.

Conclusions: Serum lactate was associated with DKA severity and key metabolic parameters, but not with clinical outcome or ICU admission, limiting its utility as a standalone prognostic marker.

Keywords: Diabetic ketoacidosis, lactic acidosis, metabolic acidosis, mixed acidosis, mortality.

I. MARCO TEÓRICO

La cetoacidosis diabética es una condición caracterizada por tres síntomas principales: hiperglucemia, cetosis y acidosis, causada por una disminución de insulina y un aumento de hormonas contrarreguladoras¹. Sus síntomas aparecen rápidamente e incluyen poliuria, polidipsia, anorexia, vómitos, dolor abdominal y la respiración de Kussmaul (rápida y profunda), acompañada de un aliento con olor afrutado. Para su diagnóstico, según la Asociación Americana de Diabetes, los criterios incluyen: glucemia >250 mg/dL, pH <7.30 , bicarbonato plasmático <18 mEq/L y presencia de cetonuria o cetonemia. La gravedad se determina por los valores de pH y bicarbonato².

La Asociación Americana de Diabetes^{3,4}, la Sociedad Internacional de Diabetes Pediátrica y Adolescente⁵, y la Sociedad Europea de Endocrinología Pediátrica y la Sociedad de Endocrinología Pediátrica Lawson Wilkins⁶ acordaron en conjunto definir la CAD como una tríada de: hiperglucemia, es decir, glucosa plasmática >250 mg/dL, acidemia, es decir, pH venoso $<7,3$ y/o bicarbonato <15 mmol/L y niveles moderados o grandes de cetonas en orina o sangre. En el cuadro 1 se resumen las características clínicas y paraclínicas presentes en CAD⁷.

Cuadro 1. Características clínicas y paraclínicas para el diagnóstico de CAD y HHS.

	CAD			HHS
	Leve	Moderada	Grave	
Glucosa	>250 mg/dl	>250 mg/dl	>250 mg/dl	>600 mg/dl
pH	7.25–7.30	7.00 a <7.24	<7.00	>7.30
HCO ₃ ⁻ sérico	15-18	10 a <15	<10	>18
Cetonas en orina	Positivas	Positivas	Positivas	Mínimo
Cetonas séricas	Positivas	Positivas	Positivas	Mínimo

Osmolaridad efectiva sérica	Variable	Variable	Variable	>320 mOsm/kg
Anión gap	>10	>12	>12	Variable
Estado mental	Alerta	Alerta o somnoliento	Estupor o coma	Estupor o coma

Fuente: Abbas K, Umpierrez G, et al., 2009.⁷

Fisiopatología

La cetoacidosis diabética (CAD) es una condición que surge por una deficiencia absoluta o relativa de insulina, combinada con un aumento en las hormonas contrarreguladoras como el glucagón, las catecolaminas, el cortisol y la hormona del crecimiento⁸. Este desequilibrio genera una serie de procesos interrelacionados que afectan profundamente al organismo.

La insuficiencia de insulina impide que la glucosa entre en las células para ser utilizada como fuente de energía, lo que provoca un aumento significativo de glucosa en el torrente sanguíneo. A la par, las hormonas contrarreguladoras intensifican la producción de glucosa en el hígado mediante la gluconeogénesis y la glucogenólisis, agravando la hiperglucemia^{8,9}.

Por otro lado, la carencia de insulina también fomenta la lipólisis, o descomposición de grasas, lo que libera ácidos grasos al torrente sanguíneo. En el hígado, estos ácidos grasos se convierten en cuerpos cetónicos a través de un proceso llamado cetogénesis. Sin embargo, cuando se producen más cuerpos cetónicos de los que los tejidos periféricos pueden utilizar o los riñones pueden excretar, estos se acumulan en la sangre, dando lugar a hipercetonemia y cetonuria. Debido a su naturaleza ácida, los cuerpos cetónicos disminuyen el pH sanguíneo y generan acidosis metabólica. Cuando la producción aumentada de cetoácidos excede la capacidad amortiguadora, se desarrolla una acidosis metabólica con brecha aniónica alta¹⁰. La brecha aniónica se refiere a la diferencia entre cationes medidos (iones cargados positivamente como Na⁺ y K⁺) y aniones medidos (iones cargados negativamente como Cl⁻ y HCO₃⁻)¹¹. Su aplicación más común es clasificar los casos de acidosis metabólica, en concreto, clasificarlos entre los que sí los tienen y

los que no tienen aniones no medidos en el plasma¹¹. Una acidosis metabólica con brecha aniónica elevada puede ser causada por toxicidad por salicilatos, CAD, AL y uremia¹².

Además, la hiperglucemia severa ocasiona una pérdida excesiva de agua y electrolitos a través de la orina, fenómeno conocido como diuresis osmótica. Esto conlleva una deshidratación importante y desequilibrios en los niveles de sodio y potasio, conocidos como hiponatremia e hipopotasemia, respectivamente^{3,13}.

Acidosis metabólica

La acidosis metabólica es un trastorno caracterizado por una disminución del potencial de hidrogeniones, reflejada en un pH inferior a 7.35. Asimismo, se presenta una reducción en los niveles de bicarbonato (HCO_3^- menor a 22 mEq/L) o de la base (B menor a -2 mEq/L). Para intentar compensar este desequilibrio, se produce un descenso en la presión de dióxido de carbono¹⁴.

El desarrollo de la acidosis metabólica implica varios factores importantes. En primer lugar, se destacan la carga de ácidos endógenos y exógenos, la pérdida de bicarbonato y una acidificación renal deteriorada^{15,16}.

En el contexto de la CAD, los principales ácidos endógenos implicados son los cuerpos cetónicos (acetoacetato y beta-hidroxibutirato) y el ácido láctico, que desempeñan papeles relevantes en el desequilibrio ácido-base característico de esta condición. La CAD se caracteriza por la deficiencia de insulina y el posterior aumento de las hormonas contrarreguladoras resultan en la estimulación de la lipólisis y la liberación de ácidos grasos libres que luego se convierten en cuerpos cetónicos, principalmente acetoacetato y beta hidroxibutirato, en el hígado. Estos cuerpos cetónicos se acumulan en el organismo, generando una acidosis metabólica con anión gap elevado¹⁶.

La definición estándar de acidosis láctica es un pH < 7.35 con concentraciones de lactato que exceden 4 mmol/L en una gasometría arterial o venosa^{17,18,19}.

La AL es un subtipo de acidosis metabólica, es un hallazgo común en la CAD. Varios mecanismos fisiopatológicos son responsables de los valores extremadamente altos de lactato que a veces se encuentran en pacientes con cetoacidosis. Originalmente, se pensaba que los valores elevados de lactato en pacientes con CAD eran el resultado de una perfusión y oxigenación tisular inadecuadas²⁰, sin embargo, recientemente se ha propuesto que existe una correlación positiva entre los niveles de glucosa y los niveles de cetonas (β -hidroxibutirato), por un lado, y los niveles de lactato, por otro²¹.

Estudios previos han indicado que niveles elevados de lactato pueden ser indicativos de un peor pronóstico para el paciente dada la asociación de este a alteraciones homeostáticas severas tales como hipoperfusión tisular en condiciones tan diversas como sepsis²², trauma²³ y síndromes coronarios agudos²⁴.

Según estudios previos en poblaciones sin cetoacidosis diabética (CAD), los niveles elevados de lactato suelen estar relacionados con peores resultados clínicos, como un aumento en la mortalidad²¹.

II. ANTECEDENTES

La CAD es una complicación aguda grave de la diabetes mellitus, con una incidencia variable a nivel global. A nivel mundial, las tasas de incidencia de CAD oscilan entre 4.6 y 8 episodios por cada 1,000 pacientes con diabetes tipo 1 al año, dependiendo de la región y el acceso a la atención médica. En países desarrollados, la mortalidad asociada a la CAD es baja, generalmente menor al 5%. Sin embargo, en países en desarrollo o con limitaciones en los sistemas de salud, estas tasas pueden ser considerablemente más altas debido al diagnóstico tardío y a un manejo inadecuado. Por ejemplo, en Brasil, se ha reportado que el 32.8% de los pacientes presentan CAD al momento del diagnóstico de diabetes tipo 1, una cifra que refleja retos específicos de esa región²⁵.

En México, la CAD es una causa común de hospitalización en pacientes diabéticos, con un impacto significativo en los servicios de urgencias y cuidados intensivos. Estudios locales estiman que hasta el 30% de las hospitalizaciones por complicaciones agudas de diabetes están relacionadas con la CAD. En un centro hospitalario en el Estado de México, el 33% de las admisiones por complicaciones agudas de diabetes involucraron CAD. La mortalidad en México puede ser mayor que en los países desarrollados debido a factores como diagnóstico tardío, acceso limitado a servicios de salud y un control deficiente de la glucosa^{26,27}.

En Hidalgo, México, la diabetes es un problema de salud pública significativo. Según un estudio de Martínez-Hernández D realizado en el 2017, la diabetes es la principal causa de muerte en el estado, con un aumento en la tasa de mortalidad del 22% entre 2004 y 2014. Además, factores como el descontrol glucémico son comunes, afectando al 66.9% de los pacientes con diabetes tipo 2 en ciertas jurisdicciones del estado^{28,29}.

Se ha observado que los pacientes con CAD frecuentemente presentan acidosis láctica, lo que añade complejidad al desequilibrio ácido-base característico de esta condición²⁵.

Se ha sugerido que los niveles elevados de lactato en la CAD no solo reflejan hipoxia tisular, sino que también están relacionados con alteraciones metabólicas inducidas por la hiperglucemia y la acumulación de cuerpos cetónicos. Esta correlación positiva entre lactato, glucosa y cetonas subraya la importancia de monitorear los niveles de lactato en pacientes con CAD para identificar complicaciones críticas y guiar intervenciones terapéuticas más efectivas^{26,30}.

En el estudio de Masharani del año de 2021 se determinó la prevalencia y nivel de elevación de ácido láctico en pacientes con CAD en 79 pacientes, en los que se determinó un nivel medio de lactato de 3.05mmol/L, y se encontró que un 65% de los pacientes tuvieron un nivel de lactato de >2 mmol/L. mediante un modelo de regresión multivariada lineal se encontró que niveles elevados de lactato se relacionaban con una mayor concentración de ión hidrógeno, nivel más alto de glucosa sérica, y disminución de la tasa de filtración glomerular³¹.

En el estudio de Bhat y colaboradores, publicado en 2021, se analizó la prevalencia e implicaciones clínicas de la AL en pacientes con diagnóstico de CAD. Se tomaron en cuenta 62 pacientes con CAD, en el 55% de los casos se encontró acidosis láctica (definida como un nivel de ácido láctico ≥ 2.5 mmol/l) mientras que una elevación significativa del ácido láctico se encontró en el 16% de los pacientes (ácido láctico 5 mmol/l). La elevación del lactato sérico se relacionó con un nivel más alto de glucosa plasmática inicial, un nivel más bajo de bicarbonato y una duración de DM más larga. No se observaron diferencias en la mortalidad de los pacientes sin elevación significativa de lactato sérico comparados con los que si la presentaron³².

En el estudio de Kumar y colaboradores publicado en 2023 se evaluó la incidencia de hiperlactatemia entre pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos con CAD y el efecto sobre la mortalidad hospitalaria encontrando que la hiperlactatemia se asoció con la mortalidad hospitalaria (Odds Ratio [OR] 1,785 (intervalo de confianza [IC] 95 % 1,122–2,841, $p = 0,014$), estancia hospitalaria (razón de media geométrica [GMR] 1,063, IC 95 % 1,025–1,103, $p = 0,001$) , estancia en UCI (GMR 1,057, IC 95 % 1,026–1,09. $p < 0,001$), TRR (OR 2,198, IC

95 % 1,449–3,334, $p < 0,001$) e inotrópicos (OR 1,578, IC 95 % 1,311–1,899, $p < 0,001$)³³.

En el estudio de Aliskan a Kilic publicado en 2022 se realizó una cohorte retrospectiva en un hospital de tercer nivel, específicamente en el servicio de urgencias para determinar la asociación del nivel de lactato al ingreso y los resultados clínicos de los pacientes con CAD. Se incluyeron 95 pacientes, con una mortalidad del 23.2%, tras el análisis estadístico se encontró que los niveles de lactato fueron estadísticamente significativos en la predicción de pacientes con enfermedad crítica, tras el análisis de característica de funcionamiento del receptor se encontró que un nivel de 2.6mmol/L era predictor de enfermedad crítica con una sensibilidad del 71.4% y especificidad del 69.8%³⁴.

El estudio realizado por S. Cao y S. Cao en una institución de Estados Unidos entre 2018 y 2020 fue publicado en 2023 en *The Journal of Emergency Medicine*. Este trabajo tuvo como objetivo analizar las diferentes presentaciones clínicas ácido-base de la cetoacidosis diabética (CAD) y la prevalencia de una variante conocida como cetoalcalosis diabética. En un análisis de 259 casos de pacientes adultos con CAD, se evaluaron 227 con análisis ácido-base disponibles. Los resultados mostraron que la CAD puede presentarse en tres formas principales: CAD acidémica tradicional (48,9% de los casos), CAD con acidemia leve (27,8%) y cetoalcalosis diabética (23,3%). En esta última, se identificaron frecuentemente trastornos mixtos ácido-base, incluyendo alcalosis metabólica (47,2%), alcalosis respiratoria (81,1%) y acidosis respiratoria (11,3%). Además, el 34% de los casos de cetoalcalosis diabética presentaron cetoacidosis grave, caracterizada por niveles elevados de ácido beta-hidroxibutírico (≥ 3 mmol/L). El estudio concluyó que la cetoalcalosis diabética es una variante común pero fácilmente pasada por alto, que presenta características severas similares a la CAD tradicional y requiere el mismo tratamiento. Este trabajo resalta la importancia de identificar estos trastornos mixtos ácido-base para un manejo clínico efectivo³⁵.

El estudio realizado por Kumar, A., Doola, R. E., y colaboradores en 2023, llevado a cabo en Australia y Nueva Zelanda, tuvo como objetivo evaluar la aparición de

hiperlactatemia en pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) con cetoacidosis diabética (CAD) y su efecto en la mortalidad hospitalaria. Este fue un estudio de cohorte retrospectivo multicéntrico que analizó 9061 pacientes adultos con diagnóstico primario de CAD. Se clasificaron en grupos de normolactatemia (lactato $<2,0$ mmol/L) e hiperlactatemia (lactato $\geq 2,0$ mmol/L). Los resultados mostraron que la hiperlactatemia estaba asociada con mayor mortalidad hospitalaria, mayores tiempos de estancia en la UCI y en el hospital, y un aumento en la necesidad de ventilación mecánica, tratamiento renal sustitutivo (TRS) y uso de inotrópicos. Estas asociaciones fueron significativas en pacientes con diabetes tipo 2, pero no en los de tipo 1. El estudio concluye que la hiperlactatemia en pacientes con CAD está relacionada con peores resultados clínicos, lo que subraya la necesidad de un monitoreo y manejo cuidadoso en estos casos³⁶.

Morgan, T. J., Scott, P. H., y colaboradores en 2021, en Australia, investigaron la hiperlactatemia en pacientes con cetoacidosis diabética (CAD) y su respuesta durante el tratamiento. Analizaron 25 ingresos en la UCI, evaluando niveles de lactato y electrolitos durante 24 horas desde la admisión. La hiperlactatemia (>2 mmol/L) estuvo presente en el 88% de los casos (22 de 25), con una concentración media de 3,2 mmol/L. En el 72% de los pacientes (18 casos), los niveles de lactato se normalizaron en $\leq 2,6$ horas ($t_{1/2} = 2,29$ h). Sin embargo, en el 28% restante (7 casos), los niveles elevados persistieron >12 horas, asociándose significativamente a mujeres ($P = 0,04$), anemia relativa (hemoglobina 131 vs 155 g/L, $P = 0,004$) y niveles más bajos de glucosa en el nadir (5,2 vs 8,0 mmol/L, $P = 0,003$). Además, estos pacientes mostraron una reducción inicial más rápida en la glucosa (42 vs 29 mmol/L) y una menor asíntota final (8 vs 11 mmol/L).

A pesar de estas diferencias, ambos grupos mostraron una resolución equivalente de la acidosis metabólica y una estancia hospitalaria similar. Los investigadores concluyeron que la hiperlactatemia es común en la CAD, con una resolución generalmente rápida, pero que puede prolongarse en ciertos subgrupos, como las mujeres con correcciones agresivas de glucosa. Sugieren limitar la corrección inicial de la glucosa a ≥ 11 mmol/L para reducir riesgos³⁷.

El estudio fue realizado por Ibrahim, A., Bayramoglu, y colaboradores en Turquía, publicado en 2021. Su propósito principal fue evaluar si el aclaramiento de lactato (CL) durante las dos primeras horas tras el ingreso hospitalario podría ser un biomarcador útil para predecir la mortalidad a los 30 días en pacientes con cetoacidosis diabética. Se llevó a cabo un estudio retrospectivo y observacional en pacientes ingresados entre enero de 2014 y enero de 2019. La CL se calculó a partir de mediciones de gasometría al momento del ingreso y dos horas después, comparando grupos según mortalidad y duración de estancia hospitalaria. La tasa de mortalidad fue del 7.54%. Variables como la edad, el pH, la osmolaridad, el bicarbonato (HCO_3^-), los niveles de sodio y de lactato, así como el CL, mostraron diferencias significativas entre los grupos. El valor de corte para CL fue de 18.6441, con un área bajo la curva de 0.711. El aclaramiento de lactato en las primeras dos horas se identificó como útil para predecir la mortalidad en pacientes con cetoacidosis diabética³⁸.

El estudio realizado por Taşkın G., y colaboradores en Turquía, publicado en 2021, investigó la relevancia clínica de la cinética del lactato en pacientes admitidos en unidades de cuidados intensivos (UCI) debido a cetoacidosis diabética (CAD). Diseñaron un estudio retrospectivo que recopiló mediciones seriadas de lactato desde el ingreso hospitalario hasta las 48 horas de estancia en la UCI entre noviembre de 2016 y diciembre de 2020. Se incluyeron 40 pacientes, de los cuales el 85% presentaban niveles elevados de lactato al ingreso. Aunque no se encontraron diferencias significativas en mortalidad, estancia en UCI o estancia hospitalaria entre los grupos con alto y bajo lactato inicial, los pacientes con una reducción menor al 40% en los niveles de lactato entre el ingreso hospitalario y la UCI presentaron mayores puntuaciones en la escala APACHE II, estancias más largas en UCI y mayores tasas de mortalidad. Además, los niveles de lactato al ingreso hospitalario y a la UCI fueron significativamente más altos en los no supervivientes. Aunque el nivel inicial de lactato no predijo directamente la mortalidad, la cinética del lactato en las primeras etapas del tratamiento mostró

utilidad para identificar a pacientes con mayor riesgo de mortalidad y orientar decisiones sobre el nivel de atención en UCI³⁹.

Cetin, M., Kilic, T. Y., y colaboradores en 2022, Turquía realizaron un estudio retrospectivo con el objetivo de evaluar el lactato sérico y su utilidad clínica en la gravedad de la cetoacidosis diabética (CAD) en pacientes adultos ingresados a urgencias. El estudio incluyó a 230 pacientes con CAD, clasificados en leves (82), moderados (126) y graves (22). La mediana de edad fue de 44 años, con una distribución equilibrada de género (50,4% hombres). Se encontró que, aunque la edad ($p=0,27$), el sexo ($p=0,63$) y los niveles de glucosa en sangre ($p=0,69$) no estuvieron asociados con la gravedad de la CAD, esta se correlacionó de manera moderada y negativa con el pH ($r=-0,44$, $p<0,001$) y débilmente negativa con el HCO_3 ($r=-0,25$, $p<0,001$). Además, se observó una correlación moderada y positiva con los niveles séricos de lactato ($r=0,41$, $p<0,001$). Los niveles séricos de lactato mostraron una correlación significativa con la gravedad moderada de la CAD, lo que sugiere que su monitoreo durante el tratamiento podría ser un marcador útil para evaluar la eficiencia en el departamento de emergencias⁴⁰.

III. JUSTIFICACIÓN

La CAD es una emergencia médica que afecta profundamente la vida de los pacientes y sus familias, además de representar un reto importante para los servicios de salud. Para los pacientes, esta condición puede poner en riesgo su vida si no es atendida adecuadamente. Para sus familias, supone una fuente de estrés emocional y reorganización en la dinámica diaria. A nivel hospitalario, la CAD demanda una atención exhaustiva en los servicios de urgencias, lo que conlleva un uso intensivo de los recursos disponibles.

En este contexto, el Hospital General Pachuca es una institución que atiende a un volumen significativo de pacientes con este tipo de complicaciones. Realizar un estudio sobre el impacto de la acidosis láctica en el pronóstico de los pacientes con CAD contribuirá directamente al entendimiento de esta condición en la población atendida en el hospital. Esto permitirá ajustar y mejorar los protocolos actuales de atención en el servicio de urgencias, optimizando el manejo de recursos y garantizando un mejor tratamiento para los pacientes. Además, los resultados de esta investigación podrían beneficiar a la comunidad médica del hospital, brindando información útil para la formación de su personal y fortaleciendo la atención diaria. De esta manera, esta investigación tiene un valor práctico y concreto, enfocado en mejorar la calidad de atención dentro de la institución y en beneficiar a los pacientes que forman parte de su población atendida.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La CAD es una complicación aguda severa que presenta un gran desafío en el manejo clínico, tanto para los pacientes como para los sistemas de salud. Su incidencia y pronóstico varían considerablemente según el acceso a los servicios médicos y la calidad de los mismos, lo que resulta en desigualdades significativas entre regiones. Mientras que en los países desarrollados la mortalidad por CAD se mantiene baja gracias a diagnósticos tempranos y tratamientos oportunos, en los países en desarrollo, factores como el diagnóstico tardío, el control deficiente de la glucemia y las limitaciones en el sistema sanitario contribuyen a una mayor mortalidad y prevalencia.

En el caso específico de México, la CAD se ha identificado como una causa frecuente de hospitalización en pacientes diabéticos, generando una demanda importante sobre los servicios de urgencias y cuidados intensivos. Aunque no se cuentan con datos epidemiológicos actualizados en todas las regiones, existe una preocupación por el impacto que tiene la falta de detección oportuna y el manejo subóptimo de la diabetes en el desarrollo de esta complicación.

Dentro de las características clínicas de la CAD, se observa con frecuencia la presencia de acidosis láctica, la cual complica aún más el desequilibrio ácido-base característico de esta condición. La acumulación de cuerpos cetónicos y ácido láctico refleja un desbalance metabólico severo que requiere intervenciones específicas y un monitoreo estrecho. Además, los niveles elevados de lactato han sido vinculados a peores resultados clínicos en diversas condiciones agudas, lo que subraya su importancia como marcador pronóstico.

Esta problemática pone de manifiesto la necesidad de estudios adicionales que exploren tanto los mecanismos subyacentes como los factores pronósticos asociados a la CAD en contextos locales. En particular, investigar el papel del lactato como indicador de gravedad y resultado clínico en poblaciones atendidas en instituciones como el Hospital General Pachuca podría ofrecer información valiosa

para optimizar los enfoques terapéuticos y mejorar los resultados en pacientes con esta condición.

IV.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la asociación entre la acidosis láctica y el pronóstico de pacientes determinado a partir de la mortalidad, estancia hospitalaria, ingreso a cuidados intensivos y la gravedad de la CAD, con cetoacidosis diabética?

IV.2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la asociación entre la acidosis láctica y el pronóstico de pacientes determinado a partir de la mortalidad, estancia hospitalaria, ingreso a cuidados intensivos y la gravedad de la CAD, con cetoacidosis diabética.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Caracterizar a la población de estudio, en base a variables sociodemográficas y clínicas de los pacientes con diagnóstico de cetoacidosis diabética (clasificada en leve, moderada y grave).
2. Identificar a los pacientes que presentaron acidosis láctica (nivel de lactato >2 mmol/L) en pacientes con cetoacidosis diabética de acuerdo a sus grados de gravedad.
3. Evaluar la asociación entre los niveles de acidosis láctica (nivel de lactato >2 mmol/L) y el pronóstico determinado por los desenlaces clínicos en pacientes con cetoacidosis diabética, incluyendo la relación de los niveles de lactato sérico con la gravedad de la cetoacidosis diabética (clasificada en leve, moderada y grave y definida por los parámetros clínicos de pH y bicarbonato), estancia hospitalaria, necesidad de cuidados intensivos y mortalidad.

IV.3. HIPÓTESIS

Hipótesis alterna (H_1): Existe una asociación entre la acidosis láctica y el pronóstico de los pacientes determinado a partir de la mortalidad, estancia hospitalaria, ingreso a cuidados intensivos y la gravedad de la CAD, con cetoacidosis diabética.

Hipótesis nula (H_0): No existe una asociación entre la acidosis láctica y el pronóstico de los pacientes determinado a partir de la mortalidad, estancia hospitalaria, ingreso a cuidados intensivos y la gravedad de la CAD, con cetoacidosis diabética.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

V.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó un estudio transversal, analítico y retrolectivo.

V.2. UBICACIÓN ESPACIO-TEMPORAL

V.2.1. Lugar:

El servicio de Urgencias del Hospital General Pachuca.

V.2.2. Tiempo:

Periodo comprendido entre los años 2022 y 2024.

V.2.3. Persona:

Pacientes que se ingresaron con el diagnóstico de CAD.

V.3. SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

V.3.1. Criterios de inclusión

- 1) Expedientes de pacientes ingresados al servicio de Urgencias del Hospital General Pachuca con diagnóstico de cetoacidosis diabética, de enero del 2022 a diciembre del 2024.

- 2) Expedientes de pacientes mayores de 18 años.
- 3) Expedientes de pacientes de ambos sexos.

V.3.2. Criterios de exclusión

- 1) Expedientes de pacientes con condiciones críticas ajenas a la CAD (por ejemplo, sepsis o insuficiencia cardíaca severa) que podrían interferir en la interpretación de los resultados.

V.3.3. Criterios de eliminación

- 1) Expedientes de pacientes cuyos registros clínicos tengan errores significativos o inconsistencias que imposibiliten el análisis confiable de los datos.
- 2) Expedientes de pacientes que sean transferidos a otra institución, dificultando la recopilación de datos completos.

V.4. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO

V.4.1. Tamaño de la muestra

En este estudio, no se procedió al cálculo del tamaño de la muestra, ya que se analizaron todos los casos de cetoacidosis diabética registrados durante el período de 2022 a 2024 en el servicio de urgencias del Hospital General de Pachuca. Durante ese tiempo, se atendieron 119 pacientes con diagnóstico de CAD, lo que permitió que los resultados reflejaran fielmente la totalidad de los casos disponibles en la población atendida.

V.4.2. Muestreo:

No se realizó un muestreo en este estudio, ya que se analizaron todos los casos registrados de cetoacidosis diabética atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General de Pachuca durante el periodo de 2022 a 2024.

V.5. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES

VARIABLES DEPENDIENTES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente
Mortalidad	En el ámbito de la estadística, se refiere a la muerte por cualquier causa	Defunción del paciente durante el internamiento primario.	Cualitativa nominal dicotómica 1: Muerte del paciente 2: Supervivencia del paciente	Expediente clínico
Estancia intrahospitalaria	Periodo de tiempo que permanece un paciente en una unidad médica desde su ingreso hasta alta por cualquier motivo	Días que pasa el paciente internado desde su ingreso en el servicio de Urgencias	Cuantitativa discreta (días)	Expediente clínico
Ingreso a cuidados intensivos	Necesidad de atención especializada en una Unidad de	Registro de ingreso del paciente a cuidados intensivos	Cualitativa nominal dicotómica 1.SI 2.NO	Expediente clínico

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente
	Cuidados Intensivos debido a la gravedad del estado clínico	durante su internamiento		
Gravedad de la CAD	Nivel de severidad de la cetoacidosis diabética, clasificada como leve, moderada o grave según parámetros clínicos	Clasificación basada en parámetros como pH, bicarbonato sérico y anión gap	Cualitativa ordinal 1. Leve 2. Moderada 3. Grave	Expediente clínico

VARIABLES INDEPENDIENTES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente
Sexo	Conjunto de características biológicas que definen a las personas en	Categoría biológica y social en la que se identifica a	Cualitativa nominal dicotómica 1: femenino 2: masculino	Expediente clínico

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente
	masculino o femenino.	los pacientes a su ingreso.		
Edad	Periodo entre el nacimiento de una persona hasta la actualidad.	Años desde el nacimiento del paciente hasta su ingreso por CAD.	Cuantitativa discreta.	Expediente clínico
Escolaridad	Grado de estudios máximo que alcanza un paciente en un sistema educativo	Último grado de estudios que cursa el paciente al momento de su ingreso por CAD.	Cualitativa nominal	Expediente clínico
Ocupación	Actividad económica o laboral que lleva a cabo una persona en la sociedad.	Actividad que lleva a cabo un paciente de forma habitual y que representa su fuente de ingresos u ocupación principal.	Cualitativa nominal categórica. 1. Desempleado. 2. Estudiante 3. Obrero 4. Profesionista 5. Hogar	Expediente clínico
Nivel de lactato (mmol/L)	Nivel de lactato sérico medido en el paciente	Determinación de lactato sérico	Cuantitativa continua	Expediente clínico

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente
	en un momento dado	mediante gasometría		
pH	Medida del nivel de acidez o alcalinidad en la sangre.	Valor de pH registrado en una gasometría del paciente.	Cuantitativa continua	
Niveles de bicarbonato	Concentración de bicarbonato en el suero del paciente.	Resultado del bicarbonato sérico obtenido a través de estudios laboratoriales.	Cuantitativa continua	
Glucosa plasmática	Cantidad de glucosa en la sangre medida al momento del ingreso.	Concentración de glucosa en plasma, registrada en mg/dL.	Cuantitativa continua	Expediente clínico
Comorbilidades	Presencia de enfermedades adicionales en el paciente.	Registro de enfermedades preexistentes diagnosticadas en el paciente.	Cualitativa dicotómica 1.SI 2.NO	Expediente clínico
Hipertensión arterial	Aumento persistente de la presión arterial sistólica	Diagnóstico registrado de hipertensión arterial en el	Cualitativa dicotómica 1.SI 2.NO	Expediente clínico

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente
	y diastólica por encima de valores normales.	expediente clínico.		
Enfermedad cardiovascular	Patologías relacionadas con el corazón o vasos sanguíneos.	Presencia de enfermedades cardiovasculares registradas en el expediente clínico.	Cualitativa dicotómica 1.SI 2.NO	Expediente clínico
Enfermedad renal crónica	Deterioro progresivo e irreversible de la función renal.	Diagnóstico registrado de enfermedad renal crónica en el expediente.	Cualitativa dicotómica 1.SI 2.NO	Expediente clínico
Enfermedades hepáticas	Condiciones que afectan el funcionamiento del hígado.	Registro de enfermedades hepáticas preexistentes.	Cualitativa dicotómica 1.SI 2.NO	Expediente clínico
Enfermedad pulmonar	Enfermedades que afectan la función respiratoria	Presencia de diagnóstico de enfermedad pulmonar en el expediente clínico.	Cualitativa dicotómica 1.SI 2.NO	Expediente clínico

V.6 Instrumento de recolección



Gobierno de
México



IMSS BIENESTAR
SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD



**Secretaría de Salud de Hidalgo
Hospital General de Pachuca
Subdirección de Enseñanza, Capacitación e
Investigación
Departamento de Investigación**

Formulario de recolección de datos

1. Datos generales

Número de expediente: _____

Sexo:

1. ☐ Femenino

2. ☐ Masculino

Edad(años)_____

Escolaridad

☐ Sin estudios

☐ Primaria

☐ Primaria incompleta

☐ Secundaria

☐ Secundaria incompleta

☐ Preparatoria

☐ Preparatoria incompleta

☐ Universidad

☐ Universidad incompleta

☐ Otro (especificar): _____

Ocupación:

☐ Desempleado

☐ Estudiante

☐ Obrero

☐ Profesionista

☐ Hogar ☐ Otro (especificar): _____
2. Informacion clínica Nivel de lactato sérico (mmol/L): _____ pH: _____ Niveles de bicarbonato (mmol/L): _____ Glucosa plasmática (mg/dL): _____
3. Comorbilidades Comorbilidades presentes: ☐ Sí ☐ No Si la respuesta es "Sí", especificar: _____ Hipertensión arterial: ☐ Sí ☐ No Enfermedad cardiovascular: ☐ Sí ☐ No Enfermedad renal crónica: ☐ Sí ☐ No Enfermedades hepáticas: ☐ Sí ☐ No Enfermedad pulmonar: ☐ Sí ☐ No
4. Evolucion del paciente Mortalidad durante el internamiento:

☐ Muerte del paciente

☐ Supervivencia del paciente

Estancia intrahospitalaria (días): _____

Ingreso a cuidados intensivos:

☐ Sí

☐ No

Gravedad de la CAD:

☐ Leve

☐ Moderada

☐ Grave

VI. ASPECTOS ÉTICOS

Marco legal

Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud.

ARTÍCULO 16.- En las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándose sólo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.

ARTÍCULO 17.- Se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de este reglamento, la investigación a realizar se clasifica como investigación sin riesgo.

Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: Cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

Se mantendrá la confidencialidad del paciente

Se garantizará la información verídica

No a la falsificación de la información

Se realizó consentimiento informado (anexo 1)

VII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

1) Análisis univariado

El análisis univariado realizado en este estudio describió individualmente cada variable clave, incluyendo el nivel de lactato sérico, la clasificación de gravedad de la CAD (leve, moderada y grave), la edad, el sexo y los parámetros clínicos como pH, bicarbonato y glucosa. Se emplearon medidas descriptivas como frecuencias,

porcentajes, medias, medianas y rangos para analizar la distribución y el comportamiento de cada variable dentro de la población estudiada. Este análisis inicial permitió caracterizar la muestra y establecer una base sólida para los análisis posteriores.

2) Análisis bivariado

En este estudio, se analizó la relación entre los niveles de lactato sérico y diversos aspectos de la cetoacidosis diabética. Para ello, se definieron diferentes grupos de estudio, organizados según la gravedad de la enfermedad y los desenlaces clínicos observados en los pacientes.

Los pacientes fueron clasificados en tres grupos según la severidad de la CAD: leve, moderada y grave. Esta categorización permitió comparar los niveles de lactato sérico entre los grupos y evaluar su asociación con la evolución clínica.

Para realizar el análisis, se emplearon herramientas estadísticas adecuadas según el tipo de variable. Se aplicaron pruebas de Kruskal-Wallis para comparar los niveles de lactato entre los grupos de gravedad de CAD y la mortalidad. La prueba chi-cuadrado fue utilizada para identificar significancia estadística entre los niveles de lactato y desenlaces categóricos como el ingreso a cuidados intensivos. Finalmente, para variables continuas como pH y bicarbonato, se calcularon correlaciones de Spearman.

VIII. RESULTADOS

Se incluyeron 119 pacientes con diagnóstico de cetoacidosis diabética (CAD) atendidos entre 2022 y 2024. La edad promedio fue de 42 años, predominando adultos jóvenes. Los valores de lactato, pH y bicarbonato reflejaron acidosis metabólica moderada con compensación variable. La glucosa plasmática mostró hiperglucemia marcada en todos los casos. La estancia hospitalaria tuvo una mediana de 7 días. Para detalles completos, consultar la Tabla 1.

Tabla 1. Características clínicas y bioquímicas de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias (Hospital General Pachuca, 2022–2024)

Variable	Media	Mediana	Desv. típica	Mínimo	Máximo
Edad	42.19	41	13.69	18	80
Lactato sérico (mmol/L)	3.10	2.7	1.40	1.24	6.81
pH	7.32	7.33	0.050	7.18	7.42
Bicarbonato (mmol/L)	23.08	23	2.07	17.80	28
Glucosa (mg/dL)	502.70	499	48.03	334	662
Estancia intrahospitalaria (días)	7.65	7	2.88	2	17

Fuente: Expediente clínico

Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para evaluar la distribución de las variables clínicas y bioquímicas incluidas en el estudio.

Los resultados indican que las variables edad, lactato sérico, pH y estancia intrahospitalaria presentan distribuciones significativamente diferentes a la normal ($p < 0.05$). En particular, el lactato sérico mostró una desviación marcada respecto a la normalidad ($K-S = 0.195$; $p < 0.001$), mientras que el pH ($K-S = 0.085$; $p = 0.033$)

evidenció una distribución no normal, en concordancia con los desequilibrios ácido-base característicos de la cetoacidosis diabética. La estancia intrahospitalaria también presentó una distribución no normal (K-S = 0.127; p = 0.002), posiblemente relacionada con la variabilidad clínica en la evolución de los casos.

La variable edad mostró una distribución no normal (K-S = 0.079; p = 0.0147), lo que podría reflejar una concentración de casos en determinados grupos etarios. En contraste, las variables bicarbonato (K-S = 0.041; p = 0.200) y glucosa plasmática (K-S = 0.052; p = 0.200) no presentaron diferencias significativas respecto a la normalidad, lo que sugiere una distribución más homogénea en la muestra analizada.

Tabla 2. Prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) para variables clínicas y bioquímicas en pacientes con cetoacidosis diabética (n = 119)

Variable	K-S	p valor
Estadístico		
Edad	0.079	0.0147
Lactato sérico (mmol/L)	0.195	0.000
pH	0.085	0.033
Bicarbonato (mmol/L)	0.041	0.200
Glucosa (mg/dL)	0.052	0.200
Estancia intrahospitalaria (días)	0.127	0.002

Fuente: Expediente clínico

La distribución por edad de los 119 pacientes muestra una concentración predominante en adultos jóvenes y de mediana edad, especialmente en los grupos de 28 a 47 años, que representan más de la mitad de la muestra. La presencia de

casos en edades avanzadas fue limitada. Para detalles completos, véase la Tabla 3.

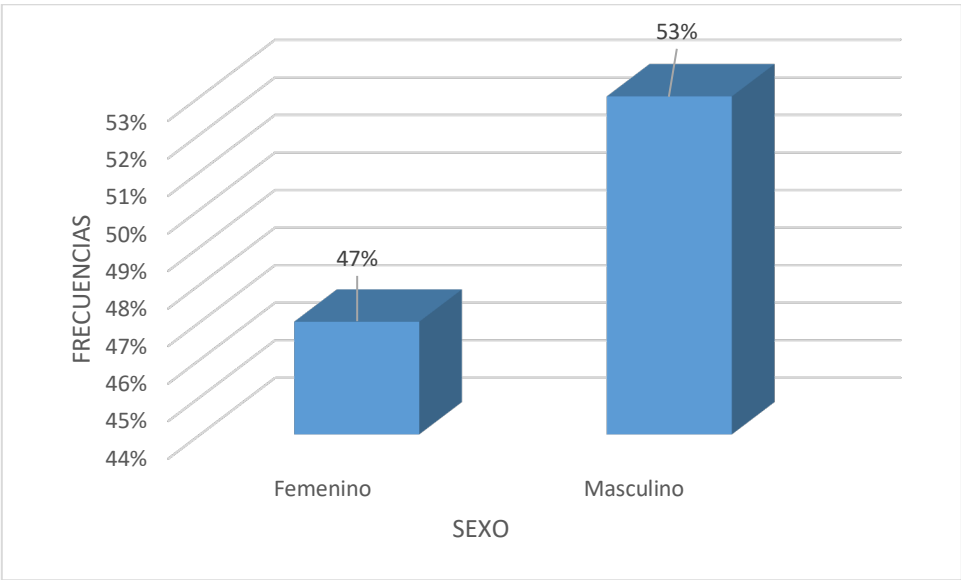
Tabla 3. Distribución por grupos etarios de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)

Edad (años)	Frecuencia (no)	Porcentaje (%)
18 – 27	16	13
28 – 37	32	27
38 – 47	37	31
48 – 57	16	13
58 – 67	13	11
68 – 77	4	4
78 – 87	1	1
Total	119	100

Fuente: Expediente clínico

La Figura 1 presenta la distribución por sexo de los 119 pacientes, con una ligera predominancia masculina (53%).

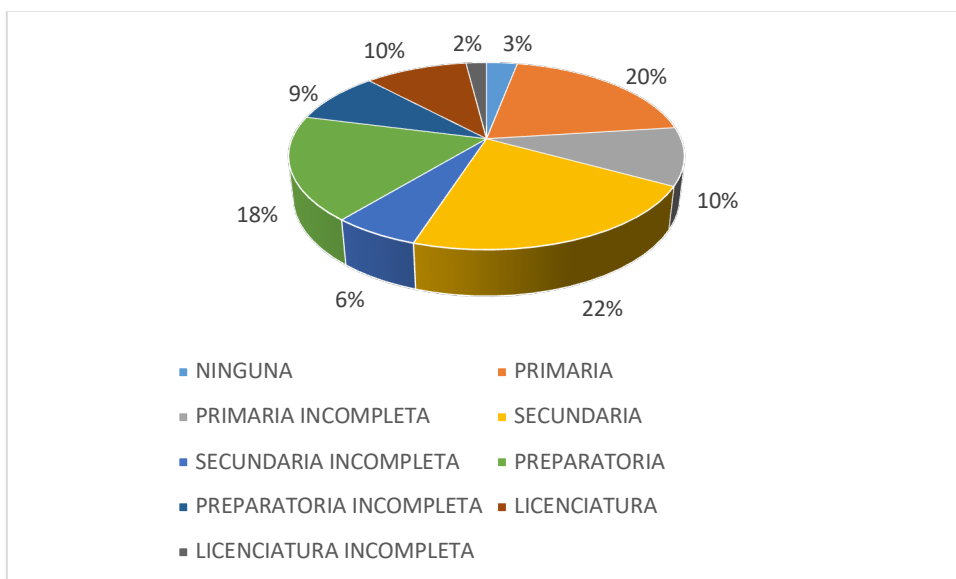
Figura 1. Distribución por sexo de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)



Fuente: Expediente clínico

La Figura 2 muestra la distribución del nivel educativo entre los pacientes incluidos. Predominan los niveles de secundaria (22%; n = 26) y primaria (20%; n = 24), seguidos por preparatoria (18%; n = 21).

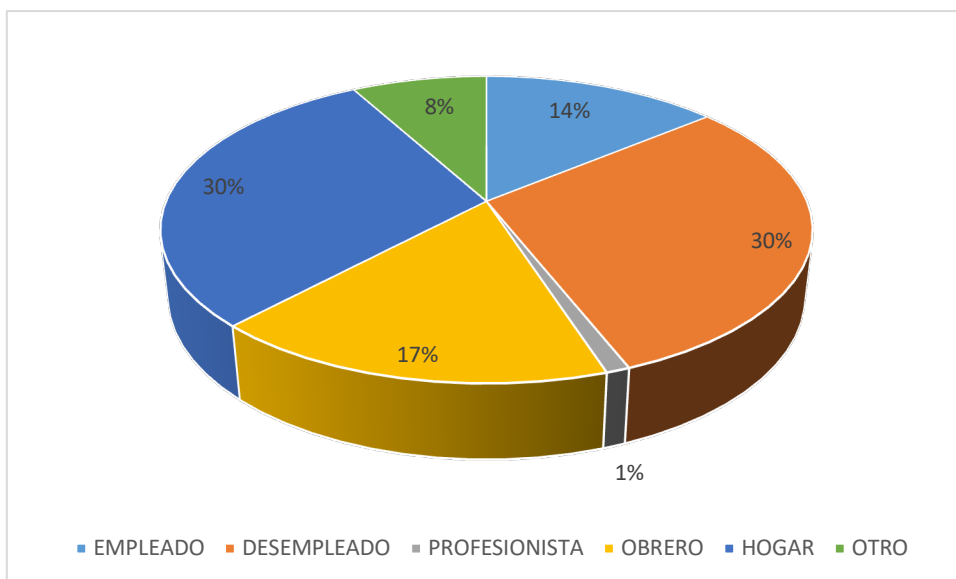
Figura 2. Nivel educativo de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)



Fuente: Expediente clínico

La Figura 3 muestra la distribución ocupacional de los pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias. Predominaron los casos en situación de desempleo (30%; n = 36) y ocupaciones no formales, como obreros (30%; n = 36).

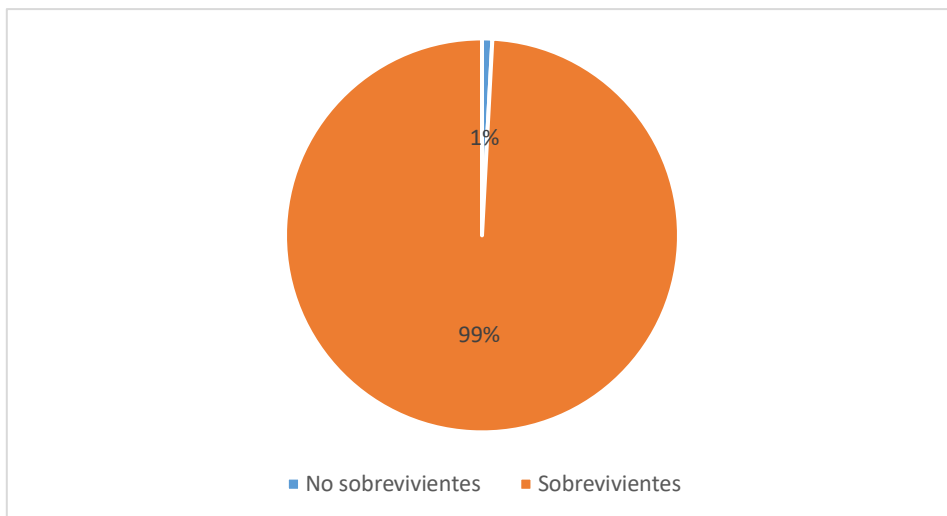
Figura 3. Ocupación de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)



Fuente: Expediente clínico

La Figura 4 presenta la proporción de pacientes que sobrevivieron durante su atención hospitalaria por cetoacidosis diabética. La gran mayoría (99%; n = 118) tuvo evolución favorable.

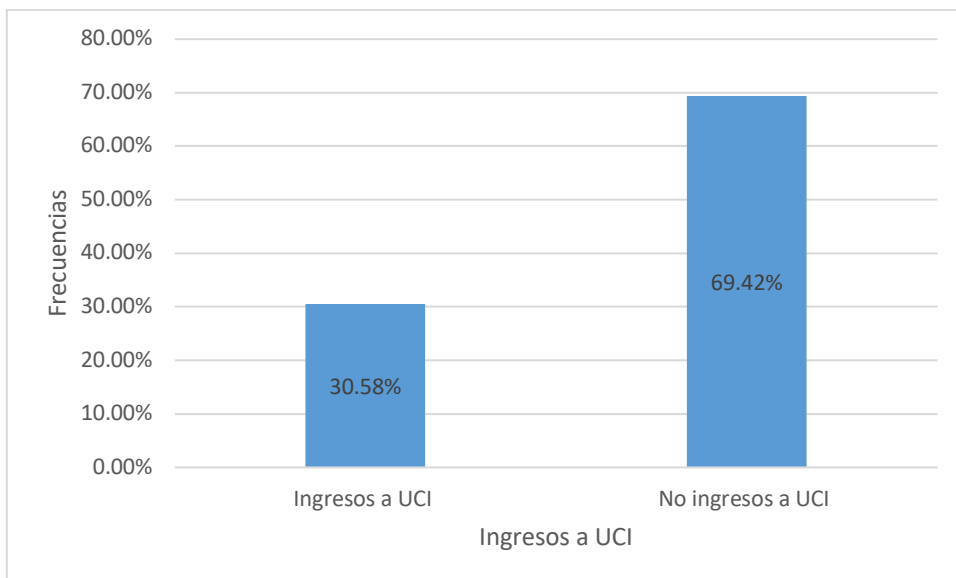
Figura 4. Supervivencia de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)



Fuente: Expediente clínico

La Figura 5 presenta la proporción de pacientes que requirieron ingreso a la unidad de cuidados intensivos (UCI) durante su atención por cetoacidosis diabética. Aproximadamente un tercio de los casos (30.6%; n = 36) recibió manejo en UCI.

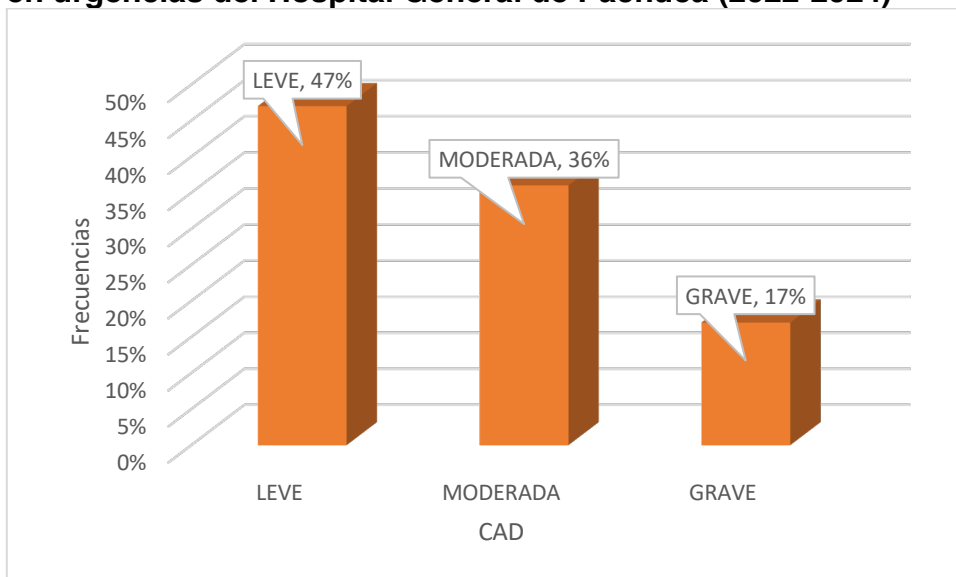
Figura 5. Ingreso a unidad de cuidados intensivos en pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)



Fuente: Expediente clínico

La Figura 6 presenta la clasificación de gravedad de la cetoacidosis diabética al ingreso. Predominaron los casos leves (47%; $n = 56$), seguidos por CAD moderada (36%; $n = 43$).

Figura 6. Gravedad clínica de la cetoacidosis diabética en pacientes atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)



Fuente: Expediente clínico

Análisis comparativo de rangos promedio de lactato sérico según desenlace clínico y gravedad de la CAD

La Tabla 4 presenta el análisis de rangos promedio de lactato sérico según desenlace clínico y gravedad de la CAD. No se observaron diferencias significativas entre sobrevivientes y no sobrevivientes ($H = 0.69$; $p = 0.407$). En cambio, se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grados de gravedad ($H = 27.14$; $p = 0.000$), con rangos crecientes en los casos moderados y graves. Para valores completos, consultar la Tabla 4.

Tabla 4. Comparación de rangos promedio de lactato sérico según desenlace clínico y gravedad de la cetoacidosis diabética en pacientes atendidos en urgencias del Hospital General de Pachuca (2022-2024)

Variable de agrupación	de	N casos	Rango promedio de lactato sérico	p valor
Muerte	Sobrevivientes	118	60.24	0.407
	No sobrevivientes	1	31.50	
Gravedad de la CAD	Leve	56	35.44	0.000
	Moderada	43	68.97	
	Grave	20	109.50	

Fuente: Expediente clínico

La Tabla 5 presenta la comparación entre grupos de pacientes según niveles de lactato sérico. Se observó mayor frecuencia de hipertensión arterial sistémica y mayor proporción de ingresos a cuidados intensivos en el grupo con lactato ≥ 2.10 mmol/L, aunque sin significancia estadística. Para frecuencias completas y valores de prueba, consultar la Tabla 5.

Tabla 5. Distribución de comorbilidades e ingreso a UCI según niveles de lactato sérico en pacientes con cetoacidosis diabética

Variable	Casos (≤ 2.00 mmol/L)	Casos (2.1+ (mmol/L))	Chi ² de Pearson	Valor p
Hipertensión arterial sistémica	5	38	1.291	0.256
Enfermedad cardiovascular	1	4	0.038	0.845
Enfermedad renal crónica	3	15	0.000	0.986
Enfermedad hepática	1	2	0.601	0.438
Enfermedad pulmonar	3	5	2.627	0.105
Ingreso a cuidados intensivos	3	33	2.906	0.088

Fuente: Expediente clínico

La Tabla 6 presenta los coeficientes de Spearman obtenidos al comparar variables bioquímicas clave (lactato sérico, pH, bicarbonato, glucosa) y la estancia hospitalaria en pacientes con cetoacidosis diabética. Esta prueba no paramétrica fue utilizada debido a la falta de normalidad en varias de las variables analizadas.

- Lactato sérico vs. pH: Se observó una correlación negativa y significativa ($r = -0.750$; $p < 0.001$), lo que indica que, a mayor concentración de lactato sérico, menor valor de pH, en concordancia con el perfil fisiopatológico de la acidosis metabólica.

- Lactato sérico vs. bicarbonato: La correlación fue también negativa y significativa ($r = -0.232$; $p = 0.011$), lo que sugiere que el aumento del lactato se asocia con una reducción moderada en los niveles de bicarbonato.
- Lactato sérico vs. estancia hospitalaria: Se identificó una correlación positiva y significativa ($r = 0.583$; $p < 0.001$), lo que indica que mayores niveles de lactato sérico se relacionaron con una mayor duración de la hospitalización.
- Lactato sérico vs. glucosa: La correlación fue positiva y significativa ($r = 0.587$; $p < 0.001$), lo que sugiere que el incremento del lactato sérico se asoció con niveles más altos de glucosa plasmática.
- pH vs. bicarbonato: Se observó una correlación positiva y significativa ($r = 0.305$; $p = 0.001$), lo que refleja una relación fisiológica esperada: a medida que el pH aumenta, el bicarbonato tiende a elevarse, indicando una recuperación parcial del equilibrio ácido-base.

Tabla 6. Correlaciones entre variables bioquímicas y estancia hospitalaria en pacientes con cetoacidosis diabética

Variables comparadas	Coef. Spearman	Valor p
Lactato sérico vs. pH	-0.750	0.000
Lactato sérico vs. Bicarbonato	-0.232	0.011
Lactato sérico vs. Estancia hospitalaria	0.583	0.000
Lactato sérico vs. Glucosa	0.587	0.000
pH vs. Bicarbonato	0.305	0.001

Fuente: Expediente clínico

Los pacientes con lactato sérico ≥ 2.10 mmol/L mostraron mayor frecuencia de estancia hospitalaria prolongada, ingreso a UCI y mortalidad, aunque solo esta última presentó un intervalo de confianza estrecho. Ninguna de las asociaciones alcanzó significancia estadística concluyente, consultar tabla 7.

Tabla 7. Asociación entre niveles de lactato sérico y desenlaces clínicos en pacientes con cetoacidosis diabética.

Variable	Categoría	Lactato ≤ 2.00 (n=28)	Lactato ≥ 2.10 (n=91)	OR	IC 95%
Estancia intrahospitalaria	≤ 3 días	1	3	1.086	0.109–10.878
	≥ 4 días	27	88		
Gravedad de CAD	Leve	12	44	0.801	0.341–1.882
	Moderada a grave	16	47		
Ingreso a UCI	No	16	66	0.505	0.210–1.216
	Si	12	25		
Mortalidad	No	28	90	0.763	0.690–0.843
	SI	0	1		

Fuente: Expediente clínico

IX. DISCUSION

El lactato sérico ha sido ampliamente propuesto como marcador de severidad en la cetoacidosis diabética, dado que su elevación puede reflejar hipoxia tisular, estrés metabólico por hiperglucemia y acumulación de cuerpos cetónicos^{26, 30}. En la muestra analizada, los niveles de lactato fueron elevados en la mayoría de los pacientes, lo que coincide con lo reportado por Masharani³¹ y Bhat et al.³², quienes documentaron prevalencias altas de acidosis láctica en pacientes con CAD.

La distribución por gravedad clínica mostró que casi la mitad de los casos fueron clasificados como CAD leve, mientras que un tercio correspondió a CAD moderada y el resto a formas graves. Esta predominancia de casos leves podría explicar la baja mortalidad observada y la limitada proporción de ingresos a cuidados intensivos, en contraste con estudios multicéntricos como el de Kumar et al.³³, donde la hiperlactatemia se asoció con desenlaces adversos como mayor mortalidad, estancia prolongada en UCI, necesidad de ventilación mecánica y tratamiento renal sustitutivo.

En el análisis comparativo por gravedad clínica, se identificaron diferencias estadísticamente significativas en los rangos promedio de lactato sérico, lo que sugiere una asociación directa entre el nivel de lactato y la clasificación clínica de severidad. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Cetin et al.⁴⁰, quienes evidenciaron una correlación positiva entre lactato sérico y gravedad clínica de la CAD. Sin embargo, en esta muestra, esta asociación no se tradujo en diferencias significativas en el desenlace clínico ni en el ingreso a UCI, lo que podría reflejar una compensación metabólica efectiva o una intervención médica oportuna.

Respecto a las comorbilidades, no se identificaron diferencias significativas entre los grupos de lactato bajo y elevado, lo que contrasta con estudios que han vinculado la hiperlactatemia con mayor carga comórbida³³. Esta discrepancia podría explicarse por el tamaño muestral, el perfil clínico de los pacientes o el momento de toma de muestra. Por ejemplo, Aliskan y Kilic³⁴ propusieron puntos de corte específicos de lactato como predictores de enfermedad crítica, mientras que Taşkın

et al.³⁹ y otros autores³⁸ han destacado la importancia del aclaramiento de lactato en las primeras horas como indicador pronóstico más sensible que el valor inicial.

En cuanto a las correlaciones bioquímicas, se observó una relación negativa y significativa entre lactato sérico y pH, así como con bicarbonato, lo que respalda la fisiopatología esperada en la CAD: a mayor acumulación de lactato, mayor acidosis metabólica. Además, se identificaron correlaciones positivas entre lactato sérico y glucosa, así como con la estancia hospitalaria, lo que sugiere que el lactato podría reflejar no solo la severidad metabólica sino también la complejidad clínica y el tiempo requerido para la estabilización del paciente.

Por otro lado, la correlación positiva entre pH y bicarbonato indica una recuperación parcial del equilibrio ácido-base en algunos casos, aunque la presencia de variantes ácido-base como la cetoalcalosis diabética descrita por Cao et al.³⁵ podría alterar la interpretación de estos parámetros. Esta condición, caracterizada por alcalosis metabólica o respiratoria coexistente con cetoacidosis, puede explicar la ausencia de correlaciones esperadas en ciertos subgrupos.

Finalmente, Morgan et al.³⁷ demostraron que la hiperlactatemia puede resolverse rápidamente en la mayoría de los casos, aunque persiste en ciertos perfiles clínicos, como mujeres con correcciones agresivas de glucosa. Este comportamiento dinámico del lactato podría depender de factores terapéuticos, hormonales o fisiológicos que no se captan en mediciones aisladas, lo que refuerza la necesidad de estudios longitudinales que evalúen la cinética del lactato durante el tratamiento.

X. CONCLUSIONES

1. La mayoría de los pacientes atendidos por cetoacidosis diabética correspondieron a adultos jóvenes, con predominancia de casos leves y moderados. Esto sugiere que, en este entorno hospitalario, la CAD se presenta con frecuencia en formas tratables y con baja mortalidad.
2. Los niveles de lactato sérico fueron elevados en la mayoría de los casos, lo que respalda su papel como marcador metabólico relevante en CAD. Sin embargo, su comportamiento no se asoció directamente con desenlace clínico ni con ingreso a cuidados intensivos, lo que indica que su utilidad como predictor aislado podría ser limitada.
3. Se identificó una relación significativa entre el nivel de lactato sérico y la clasificación clínica de gravedad de la CAD. Esto refuerza su valor como indicador de descompensación metabólica, aunque no necesariamente como predictor de complicaciones mayores.
4. El lactato sérico mostró asociaciones significativas con pH, bicarbonato, glucosa y duración de la hospitalización. Estas correlaciones reflejan la interacción fisiopatológica entre los marcadores de acidosis y el estado metabólico del paciente, y sugieren que el lactato podría integrarse como parte de un perfil clínico más amplio para evaluar la evolución.
5. No se observaron diferencias significativas en la distribución de comorbilidades ni en el ingreso a UCI entre los grupos de lactato bajo y elevado. Esto indica que el lactato, aunque útil como marcador bioquímico, no discrimina por sí solo la complejidad clínica ni la necesidad de atención intensiva.

XI. RECOMENDACIONES

Para investigaciones futuras se recomienda:

- Diseños prospectivos y multicéntricos: Incorporar seguimiento dinámico del lactato sérico para evaluar su comportamiento en distintas fases del tratamiento y su relación con desenlaces clínicos.

- Modelos multivariados: Analizar el lactato junto con otros marcadores bioquímicos y clínicos para identificar patrones predictivos más robustos de gravedad y pronóstico.
- Subgrupos clínicos diferenciados: Evaluar el impacto del lactato en poblaciones específicas, como pacientes con diabetes tipo 2, comorbilidades cardiovasculares o alteraciones ácido-base mixtas.
- Valoración seriada del lactato: Estudiar el aclaramiento de lactato como indicador dinámico de respuesta terapéutica y su asociación con recuperación metabólica y reducción de complicaciones.
- Integración con escalas clínicas: Explorar la utilidad del lactato en combinación con herramientas como APACHE II o SOFA para mejorar la estratificación de riesgo en CAD.

XII. REFERENCIAS

1. Andrade-Castellanos CA, Colunga-Lozano LE. Systematic review with meta-analysis: Subcutaneous insulin glargine coadministration for diabetic ketoacidosis. *Gac Med Mex.* 2016; 152:761-769.
2. Kitabchi AE, Umpierrez GE, Miles JM, Fisher JN, et al. Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. *Diabetes Care* 2009; 32: 1335-1343. doi: 10.2337/dc09-9032.
3. Wolfsdorf J, Glaser N, Sperling M. American Diabetes Association: Diabetic ketoacidosis in infants, children, and adolescents: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2006; 29:1150–1159.
4. Kitabchi A, Umpierrez G, Murphy M, Kreisberg R. Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care,* 2006; 29:2739–2748.
5. Wolfsdorf J, Allgrove J, Craig M, Edge J, Glaser N, Jain V, et al. International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes: ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014. Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar state. *Pediatr Diabetes.* 2014;15(Suppl 20):154–179.
6. Dunger D, Sperling M, Acerini C, Bohn D, Daneman D, Danne T, et al. ESPE; LWPES: ESPE/LWPES consensus statement on diabetic ketoacidosis in children and adolescents. *Arch Dis Child.* 2004; 89:188–194.
7. Abbas K, Umpierrez G, Miles J, Fisher J. Hyperglycemic Crises in Adult Patients with Diabetes. *Diabetes Care.* 2009; 32 (7): 1335–1343.
8. Ramírez LA, Gago PM, Jaimet MC. Análisis de las variables involucradas en el tiempo de resolución de los parámetros metabólicos en adultos con cetoacidosis diabética. [Analysis of the variables involved in the time to resolution of metabolic

parameters in adults with diabetic ketoacidosis]. Rev Fac Cien Med Univ Nac Córdoba [Internet]. 2022;79(3):223-227. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9590827/>

9. Correa J, Bello JD, Betancurt RG, Arrieta LR, Castellanos AA, Dueñas C. Cetoacidosis diabética. Acta Colombiana de Cuidado Intensivo. 2024;24, (3): 145–152. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-acta-colombiana-cuidado-intensivo-101-avance-resumen-cetoacidosis-diabetica-S0122726224000326>

10. Lizzo J, Goyal A, Gupta V. Adult Diabetic Ketoacidosis. In: StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; 2024. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560723/>

11. Pandey D, Sharma S. Biochemistry, Anion Gap. In: StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; 2024. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539757/9>.

12. Burger M, Schaller D. Metabolic Acidosis. In: Stat Pearls [Internet]. Stat Pearls Publishing; 2024. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482146/>

13. Sierra EC, Muñoz ÓA, Zamudio MÁ, Gómez JD, Builes CAI, Román A. Cetoacidosis diabética: características epidemiológicas y letalidad en adultos atendidos en un hospital universitario en Colombia. Iatreia. 2021;34(1):7-14. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932021000100007&lng=en.

14. Sánchez-Díaz JS, Martínez-Rodríguez EA, Méndez-Rubio LP, Peniche-Moguel K, et al. Equilibrio ácido-base. Puesta al día. Teoría de Henderson-Hasselbalch. *Med Int Mex*. 2016;32(6):792–802.

15. Kraut JA, Madias NE. Metabolic acidosis: pathophysiology, diagnosis and management. *Nat Rev Nephrol* 2010; 6: 274 285. doi: 10.1038/nrneph.2010.33.

16. Morris CG, Low J. Metabolic acidosis in the critically ill: Part 1. Classification and pathophysiology. *Anaesthesia* 2008; 63: 294-301. doi: 10.1111/j.1365-2044.2007.05370. x.
17. Kraut JA, Madias NE. Lactic acidosis. *N Engl J Med*. 2014;371(24):2309–2319. doi:10.1056/NEJMr1309483
18. Lalau J. Lactic acidosis induced by metformin. *Drug Saf* 2010; 33 (9): 727-740. doi:10.2165/11536790-000000000-00000-
19. Calello DP, Liu KD, Wiegand TJ, Roberts D, et al. Ex tracorporeal treatment for metformin poisoning. *Crit Care Med* 2015; 43 (8): 1716-1730. doi:10.1097/ccm.0000000000001002.
20. Feenstra R, Kiewiet M, Boerma E, ter Avest E. Lactic acidosis in diabetic ketoacidosis. *BMJ Case Rep*. 2014;2014:bcr2014203594. doi:10.1136/bcr-2014-203594. Disponible en: <https://casereports.bmj.com/content/2014/bcr-2014-203594>.
21. Cox K, Cocchi M, Saliccioli J, et al. Prevalence and significance of lactic acidosis in diabetic ketoacidosis. *J Crit Care* 2012; 27:132–7
22. Lee SG, Song J, Park DW, Moon S, Cho HJ, Kim JY, Park J, Cha JH. Prognostic value of lactate levels and lactate clearance in sepsis and septic shock with initial hyperlactatemia: A retrospective cohort study according to the Sepsis-3 definitions. *Medicine (Baltimore)*. 2021 Feb 19;100(7): e24835.
23. Jyoti D, Kumar A, Halim T, Hai AA. The Association Between Serum Lactate Concentration, Base Deficit, and Mortality in Polytrauma Patients as a Prognostic Factor: An Observational Study. *Cureus*. 2022 Aug 20;14(8): e28200.
24. Park IH, Cho HK, Oh JH, Chun WJ, Park YH, Lee M, Kim MS, Choi KH, Kim J, Song YB, Hahn JY, Choi SH, Lee SC, Gwon HC, Choe YH, Jang WJ. Clinical

Significance of Serum Lactate in Acute Myocardial Infarction: A Cardiac Magnetic Resonance Imaging Study. *J Clin Med*. 2021 Nov 13;10(22):5278.

25. Umpierrez GE, Korytkowski M. Diabetic ketoacidosis: etiology, diagnosis, and management. *Diabetes Spectr*. 2016;29(3):157-162.

26. Kitabchi AE, Umpierrez GE, Miles JM, Fisher JN. Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. *Diabetes Care*. 2009 jul;32(7):1335-43.

27. Comisión Nacional de Protección Social en Salud (México). Análisis sobre la mortalidad por diabetes mellitus en México. México: Secretaría de Salud; 2020.

28. Martínez-Hernández D, López-Gutiérrez J, Pérez-Sánchez G. Descontrol glucémico en pacientes con diabetes tipo 2 en Hidalgo: prevalencia y factores asociados. *Rev Mex Endocrinol Metab*. 2017;15(4):223-230

29. Secretaría de Salud de Hidalgo. Informe sobre las principales causas de mortalidad en Hidalgo, México, 2004-2014. Pachuca: Secretaría de Salud de Hidalgo; 2015.

30. Morgan TJ, Scott PH, Anstey CM, Bowling FG. Hyperlactatemia in diabetic ketoacidosis is common and can be prolonged: lactate time-series from 25 intensive care admissions. *J Clin Monit Comput*. 2021; 35:757-764.

31. Masharani U, Strycker L, Lazar A, Wu K, Brooks G. Hyperlactatemia in diabetic ketoacidosis. *Diabet Med*. 2022;39(4): e14723. doi:10.1111/dme.14723

32. Bhat J, Masoodi S, Bhat M, Bhat H, Ahmad P, Ovais S. Lactic acidosis in diabetic ketoacidosis. A marker of severity or alternate substrate for metabolism. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2021; 25(1): p 59-66.

33. Kumar A, Doola R, Zahumensky A, Shaikh A, Tabah A, Laupland K, et al. Association between elevated lactate and clinical outcomes in adults with diabetic ketoacidosis. *Journal of Critical Care*. 2023; 78.
34. Aliksan H, Kilic M. The relationship between initial lactate levels and outcomes in patients diagnosed with diabetic ketoacidosis in the emergency department. *J Surg Med*. 2022;6(12):991-993.
35. Cao, S., & Cao, S. Diabetic ketoalkalosis: a common yet easily overlooked alkalemic variant of diabetic ketoacidosis associated with mixed acid-base disorders. *The Journal of Emergency Medicine*, 2023;64(3), 282-288.
36. Kumar, A., Doola, R. E., Zahumensky, A., Shaikh, A., Tabah, A., Laupland, K. B., & Ramanan, M. Asociación entre el lactato elevado y los resultados clínicos en adultos con cetoacidosis diabética. *Revista de cuidados críticos*, 2023;78, 154377.
37. Morgan, T. J., Scott, P. H., Anstey, C. M., & Bowling, F. G. Hyperlactatemia in diabetic ketoacidosis is common and can be prolonged: lactate time-series from 25 intensive care admissions. *Journal of clinical monitoring and computing*, 2021;35, 757-764.
38. Ibrahim, A., Bayramoglu, B., Hokenek, N. M., & Tekyol, D. Lactate clearance during the first 2 hours after hospital admission: A useful biomarker for predicting 30-day mortality in patients with diabetic ketoacidosis. *International Journal of Clinical Practice*, 2021;75(7), e14204.
39. Taşkın G, Yılmaz M, Yılmaz S, Şirin H, Sapmaz H, Taşlıgil S, Güneş İS, Yamanel L. Lactate kinetics in intensive care unit admissions due to diabetic ketoacidosis. *Gulhane Med J*. 2021 Sep;63(3):212-217. doi: 10.4274/gulhane.galenos.2021.29290.

40. Cetin M, Kilic TY, Yesilaras M, Uz I. Clinical utility of serum lactate levels in diabetic ketoacidosis in adult patients admitted to emergency department. *Am J Emerg Med*. 2022; 56:46–50. doi: 10.1016/j.ajem.2022.03.015

XIII. ANEXOS

Anexo 1



Gobierno de
México

IMSS BIENESTAR
SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD



**Secretaría de Salud de Hidalgo
Hospital General de Pachuca
Subdirección de Enseñanza, Capacitación e
Investigación
Departamento de Investigación**

Consentimiento informado

Asociación entre la acidosis láctica y el pronóstico de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General Pachuca, 2022-2024

Pachuca, Hidalgo, a _____

Yo, _____, por medio del presente acepto participar en el estudio de investigación.

Se me ha preguntado si quiero participar en este estudio de investigación, mi decisión es libre y voluntaria. Si no deseo ingresar al estudio, mi negativa no me causará consecuencia alguna.

La siguiente información describe el estudio y la forma en que participaré como voluntario. Tomaré el tiempo necesario para hacer las preguntas que requiera acerca del estudio.

Por favor, lea cuidadosamente este documento.

El objetivo del estudio es determinar la asociación entre la acidosis láctica y el pronóstico de pacientes con cetoacidosis diabética atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General Pachuca, 2022-2024

Como voluntario tendré las siguientes responsabilidades:

Proporcionar autorización para el uso de los datos contenidos en mi expediente clínico.

En cuanto a los riesgos, no existe ningún riesgo ya que se trabajará en expedientes clínicos.

Estoy en conocimiento de que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución económica por la participación en este estudio. No obstante, esta información puede contribuir de manera indirecta y significativa al bienestar de la sociedad, al ayudar a generar mejoras en el abordaje y tratamiento de la cetoacidosis diabética.

Como voluntario, iniciaré el estudio sin ninguna clase de presión y podré abandonarlo en el momento en que lo considere necesario, de forma libre y voluntaria.

El Hospital General Pachuca garantiza la estricta confidencialidad de la información médica obtenida en este estudio, incluyendo los datos personales y de identificación de los participantes. Solo el personal autorizado del IMSS Bienestar, los auditores, y los miembros de las Comisiones de Ética e Investigación del Hospital General Pachuca y del IMSS Bienestar podrán revisar mi información médica y la obtenida durante el estudio, únicamente cuando sea necesario.

En caso de que se publiquen los resultados de este estudio, se mantendrá en todo momento la confidencialidad de mis datos personales y de identificación.

Dudas o aclaraciones: Ante cualquier duda, puedo comunicarme vía telefónica con:

El director del proyecto de investigación, Dr. Brandon Vladimir Cortes Soto, teléfono: 775 138 8161. La presidenta del Comité de Ética en Investigación, Dra. Maricela Soto Ríos, teléfono: 771 713 4649.

Nombre y firma del participante

Nombre y firma del testigo

Nombre y firma del testigo