



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 3
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**“UTILIDAD DEL LACTATO SÉRICO COMO INDICADOR
PRONÓSTICO TEMPRANO EN PACIENTES CON EVENTO
CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO AGUDO EN EL SERVICIO
DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3”**

TESIS PRESENTADA POR
KARLA MARIANA GÓMEZ GARCÍA
PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
URGENCIAS MÉDICO QUIRÚRGICAS

ASESOR DE TESIS:
DR. RUBEN RICARDO SANTIAGO VALDEZ

Aguascalientes, Ags. Agosto 2026.



CARTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TESIS

AGUASCALIENTES, AGS, 24 DE FEBRERO DE 2026

DRA. JANNETT PADILLA LÓPEZ
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
P R E S E N T E

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad de Urgencias Médico Quirúrgicas del Hospital General de Zona No.1 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes.

DRA. KARLA MARIANA GÓMEZ GARCÍA

Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado: "UTILIDAD DEL LACTATO SÉRICO COMO INDICADOR PRONÓSTICO TEMPRANO EN PACIENTES CON EVENTO CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO AGUDO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3"

Número de Registro: **R-2025-101-184** del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 101.

Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS**.

El asistió a las asesorías correspondientes y realizo las actividades apegadas al plan de trabajo, por lo que no tengo inconvenientes para que se proceda a la impresión definitiva ante el comité que usted preside, para que sean realizados los tramite correspondientes a su especialidad, Sin otro particular, agradezco la atención que sirva a la presente, quedando a sus órdenes para cualquiera aclaración.

ATENTAMENTE:

DR. RICARDO RUBÉN SANTIAGO VALDÉZ
DIRECTOR DE TESIS

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Dr. Ricardo Rubén Santiago Valdéz', is written over a circular official stamp. The stamp contains the text 'Dr. Ricardo Rubén Santiago Valdéz', 'Médico', and 'C.E.S. 101'.

CARTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TESIS

AGUASCALIENTES, AGS, 24 DE FEBRERO DE 2026

DRA. JANNETT PADILLA LÓPEZ
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
P R E S E N T E

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad de Urgencias Médico Quirúrgicas del Hospital General de Zona No.1 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes.

DRA. KARLA MARIANA GÓMEZ GARCÍA

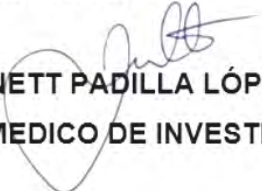
Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado: "UTILIDAD DEL LACTATO SÉRICO COMO INDICADOR PRONÓSTICO TEMPRANO EN PACIENTES CON EVENTO CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO AGUDO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3"

Número de Registro: **R-2025-101-184** del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 101.

Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS**.

El asistió a las asesorías correspondientes y realizó las actividades apegadas al plan de trabajo, por lo que no tengo inconvenientes para que se proceda a la impresión definitiva ante el comité que usted preside, para que sean realizados los trámite correspondientes a su especialidad, Sin otro particular, agradezco la atención que sirva a la presente, quedando a sus órdenes para cualquiera aclaración.

ATENTAMENTE:


DRA. JANNETT PADILLA LÓPEZ

COORDINADOR AUXILIAR MEDICO DE INVESTIGACION EN SALUD

 **Dra. Jannett Padilla López**
COORDINADORA AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
Matrícula 99013183

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

DICTAMEN DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 101.
H GRAL ZONA NUM 1

Registro COFEPRIS 17 CI 01 001 038
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 01 CEI 001 2018082

FECHA Viernes, 28 de noviembre de 2025

Médico (a) RICARDO RUBEN SANTIAGO VALDEZ

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle que el protocolo de investigación con título **"UTILIDAD DEL LACTATO SÉRICO COMO INDICADOR PRONÓSTICO TEMPRANO EN PACIENTES CON EVENTO CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO AGUDO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3"**, que sometió a evaluación por este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los aspectos éticos, por lo que se emite el dictamen de:

A P R O B A D O

Número de Registro Institucional
R-2025-101-184

De acuerdo con la normativa vigente, deberá presentar anualmente un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo hasta su conclusión. El presente dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de no haber concluido la investigación, deberá solicitar la re aprobación al Comité de Ética en Investigación antes del **28-11-2026**.

Este protocolo fue autorizado sin carta de consentimiento informado debido a que se clasificó como "sin riesgo" de acuerdo con el artículo 17 del RLGSMS por ser una revisión de expedientes o bases de datos, manteniendo la confidencialidad de la información y la privacidad de los participantes

ATENTAMENTE


Doctor (a) CARLOS ARMANDO SANCHEZ NAVARRO
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 101

DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación **1018**.
H GRAL ZONA NUM 1

Registro COFEPRIS **17 CI 01 001 038**
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 01 CEI 001 2018082**

FECHA **Martes, 25 de noviembre de 2025**

Médico (a) **RICARDO RUBEN SANTIAGO VALDEZ**

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **"UTILIDAD DEL LACTATO SÉRICO COMO INDICADOR PRONÓSTICO TEMPRANO EN PACIENTES CON EVENTO CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO AGUDO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3"** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional
Sin número de registro

ATENTAMENTE



Doctor (a) AGUILAR MERCADO VIRGINIA VERONICA
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 1018



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL
EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 04/08/2026

NOMBRE: GOMEZ GARCIA KARLA MARIANA ID 1266
ESPECIALIDAD: URGENCIAS MEDICO QUIRURGICAS LGAC (del posgrado): ATENCIÓN INICIAL EN URGENCIAS MÉDICAS Y PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS.
TIPO DE TRABAJO: (X) Tesis () Trabajo práctico
SEDE HOSPITALARIA: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UTILIDAD DEL LACTATO SERICO COMO INDICADOR PRONOSTICO TEMPRANO EN PACIENTES CON EVENTO CEREBROVASCULAR ISQUEMICO AGUDO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3

TITULO:
IDENTIFICACION TEMPRANA DEL RIESGO DE MORTALIDAD Y DETERIORO FUNCIONAL NEUROLÓGICO MEDIANTE LA MEDICION DEL LACTATO SERICO AL INGRESO A URGENCIAS, LO CUAL FORTALECE LA TOMA DE DECISIONES CLINICAS, OPTIMIZA LOS PROTOCOLOS DE CODIGO CEREBRO Y PERMITE PRIORIZAR RECURSOS PARA MEJORAR LA ATENCION Y REDUCIR SECUELAS FUNCIONALES EN PACIENTES CON EVC ISQUEMICO

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):

INDICAR SI - NO - NA (No aplica) SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

SI	El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
SI	La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI	Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI	Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI	Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI	El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI	Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
NO	Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI	Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

SI	Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Posgrado
SI	Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios
SI	Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial
SI	Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
SI	Coincide con el título y objetivo registrado
SI	Tiene el CVU de la SECITI actualizado
NA	Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

SI X

No

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. EN FARM. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 136 fracción II, inciso g) del Reglamento General de Posgrado, que a la letra señala: autorización de la persona titular del Decanato del Centro de Ciencias de la Salud.

EVIDENCIA DE ENVÍO A PUBLICACIÓN

 AUTOR ▾

ARTÍCULOS

10 items/página

Buscar...

CÓDIGO	TÍTULO	ESTADO
REIE/0056/26	UTILIDAD DEL LACTATO SÉRICO COMO INDICADOR PRONÓSTICO TEMPRANO EN PACIENTES CON EVENTO CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO AGUDO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3	Pendiente de validación 

Mostrando registros del 1 al 1 de un total de 1 registros

Anterior 1 Siguiente



Online submission manuscript

To: me · Fri, Jul 31 at 6:14 PM ▾

Revista de
Educación e Investigación en
EMERGENCIAS


PERMANYER MÉXICO
www.permanyer.com

Estimado/a Dr/Dra KARLA MARIANA,

Gracias por su interés en nuestra publicación. Le confirmamos que el artículo 'UTILIDAD DEL LACTATO SÉRICO COMO INDICADOR PRONÓSTICO TEMPRANO EN PACIENTES CON EVENTO CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO AGUDO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3' (REIE/0056/26) se ha registrado correctamente en nuestro sistema.

El Comité Editorial de Revista de Educación e Investigación en Emergencias con todo gusto revisará su manuscrito y en breve nos comunicaremos con Usted.

Muchas gracias y saludos cordiales,

Los editores,
REIE

 **online**
Manuscript
Submission

Temístocles 315, Dept. 404. - Col Polanco, Del. Miguel Hidalgo
México D.F., 11560 | silvia.lopez@permanyer.com

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis profesores del servicio de Urgencias Médico Quirúrgicas y al Hospital General de Zona No. 3 por ser mi segunda familia y casa, por darme las herramientas necesarias para formarme como médico especialista en Urgencias Médico Quirúrgicas con los conocimientos necesarios para atender de la mejor manera a cada uno de mis pacientes, que durante estos tres años me permitieron tratar bajo su tutela.

Gracias a mi profesor y asesor de tesis al Doctor Ricardo Rubén Santiago Valdéz, ya que sin su ayuda no hubiera terminado mi protocolo y seguiría perdida en mi investigación, gracias por adoptarme y compartirme de sus conocimientos y de su tiempo, por confiar en mí y guiarme hasta terminar mi trabajo. Gracias por brindarme su apoyo, por compartir sus conocimientos y tener paciencia al enseñarnos, por no dejar de creer en nosotros, aunque todo el mundo lo hiciera, gracias por confiar en mí y motivarme a ser mejor especialista cada día, gracias por guiarme a desarrollar mis habilidades en técnicas y procedimientos dentro del servicio de Urgencias.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi familia, a mis padres Ma. Magdalena García Martínez y Francisco Gómez López por nunca dejar de creer en mí y apoyarme incondicionalmente, sin ustedes no hubiera sido posible llegar a la meta, los amo.

A mi hermana y mamá adoptiva Ana Laura Ochoa García por quererme tanto y estar siempre para mí a pesar del tiempo y la distancia, por no dejarme caer en los momentos más oscuros, por confiar en mí y enseñarme a creer en mi capacidad, a mi hermano Francisco Daniel Gómez García por ser mi ángel que me acompañaba en cada guardia y ser mi ejemplo a seguir por no rendirse ante la vida, a mis tíos Sonia García Martínez, Manuel Ochoa Aduna e Ismael García Martínez por siempre preocuparse por mí, por apoyarme siempre a seguir adelante con mis sueños y metas.

Dedico este trabajo a Jacobo Asael Rodríguez Rivera, al amor de mi vida y mi cómplice infinito, siempre fuiste y serás mi persona, sin ti no me hubiera animado a entrar a la especialidad, gracias por todo el apoyo y la paciencia que me diste hasta el último momento, sacrificamos mucho y pagamos un precio muy caro pero al final se logró, iniciamos juntos y terminamos juntos, te amo mi pedacito. También quiero dedicar este trabajo con mucho amor y principalmente a mi hija Danna Regina Rodríguez Gómez por esperar a su mamá tres años, por tener que crecer solita este tiempo y entender el trabajo de su mamá, te amo mi niña y sin ti nada hubiera sido posible, eres mi motor principal y este logro es para las dos mi niña, quiero enseñarte que siempre se puede, aunque el camino se vea muy oscuro, enseñarte a ser valiente y a creer en ti en todo momento, que te sientas orgullosa de tu mamá y poder darte una mejor vida, te amo mi niña preciosa.

A mis hermanos adoptivos, Ayra, Adriana, Gámez, Samuel y Gama, por enseñarme que la familia no sólo es de sangre, también se puede elegir, los amo por siempre, gracias por coincidir en esta especialidad, por amar el caos de las Urgencias y ver lo bello de la vida al poner el corazón para salvar otra vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE GRÁFICAS	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Estrategia de búsqueda de información	9
2.2. Antecedentes científicos.....	11
2.3. Antecedentes teóricos	12
2.3.1. Generalidades	12
2.3.2. Epidemiología del EVC isquémico	12
2.3.3. Metabolismo del lactato y su papel en la isquemia cerebral.....	13
2.3.4. Lactato sérico como biomarcador pronóstico en EVC isquémico	14
2.3.5. Limitaciones de la evidencia	14
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
4.1. Pregunta de investigación	17
5. OBJETIVOS	18
5.1. Objetivo general:.....	18
5.2. Objetivos específicos:.....	18
6. HIPÓTESIS	18
7. MATERIAL Y MÉTODOS	19
7.1. Lugar donde se realizará el estudio	19
7.2. Tipo y diseño del estudio	19

7.3.	Universo del estudio	19
7.4.	Unidad de análisis	19
7.5.	Unidad de observación	19
7.6.	Tamaño de la muestra	20
7.7.	Criterios de selección	21
7.7.1.	Criterios de inclusión:	21
7.7.2.	Criterios de exclusión:	22
7.7.3.	Criterios de eliminación:	22
7.8.	Variables	22
7.9.	Procedimientos para la recolección de información	23
7.10.	Descripción del instrumento	23
7.10.1.	Recursos e infraestructura:	24
7.11.	Métodos de control de calidad de la información	24
7.12.	Plan de análisis	24
7.13.	Aspectos éticos	25
7.14.	Recursos financiamiento y factibilidad	27
7.14.1.	Recursos humanos:	27
7.14.2.	Lugar:	27
7.14.3.	Recursos materiales:	27
7.14.4.	Factibilidad y financiamiento	27
7.15.	Cronograma de actividades	28
8.	RESULTADOS	29
8.1.	Características generales de la población:	29
8.2.	Distribución de lactato sérico:	30
8.3.	Desenlaces clínicos:	31

8.3.1.	Mortalidad	31
8.4.	Análisis de asociación:	31
8.5.	Valor predictivo del lactato:	32
8.6.	Interpretación global de los resultados:	33
9.	DISCUSIÓN	34
9.1.	Contexto epidemiológico	37
9.2.	Limitaciones del estudio	38
9.3.	Implicaciones clínicas	38
10.	CONCLUSIONES	40
11.	GLOSARIO	41
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
13.	ANEXOS	47
Anexo A.	Formato de Recolección de Datos para la Identificación del Paciente 47	
Anexo B.	Solicitud de excepción de consentimiento informado	49
Anexo C.	Carta de no inconveniente	50

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Distribución por sexo	29
Gráfica 2.	Comorbilidades	30
Gráfica 3.	Mortalidad según nivel de lactato	31
Gráfica 4.	Curva ROC	33

RESUMEN

Antecedentes: El evento vascular cerebral isquémico (EVCI) representa una de las principales causas de mortalidad y discapacidad a nivel mundial. El lactato sérico, como producto de la glucólisis anaerobia, ha demostrado reflejar la magnitud del daño isquémico tisular. Estudios previos han documentado su asociación con mortalidad en enfermedades cerebrovasculares; sin embargo, su aplicación sistemática como biomarcador pronóstico en el servicio de urgencias no está estandarizada. **Objetivo:** Identificar la utilidad del lactato sérico al ingreso como indicador pronóstico temprano de mortalidad y resultado funcional desfavorable en pacientes con EVCI agudo atendidos en urgencias. **Material y métodos:** Se realizó un estudio cuantitativo, observacional y retrospectivo. Se incluyeron 162 pacientes con diagnóstico confirmado de EVCI agudo. Se registraron datos sociodemográficos, clínicos y de laboratorio. El análisis incluyó estadística descriptiva, comparación bivariada, regresión logística multivariada y curva ROC para estimar la capacidad discriminativa del lactato sérico al ingreso. Los resultados se presentaron mediante tablas y figuras. **Resultados:** La edad media fue de 67.4 ± 11.8 años, con predominio del sexo femenino (54%). Las comorbilidades más frecuentes fueron hipertensión arterial sistémica (80%), fibrilación auricular (42%) y diabetes mellitus (36%). El 53.1% de los pacientes presentó hiperlactatemia al ingreso (≥ 2 mmol/L). La mortalidad a 30 días fue del 40.7% en el grupo con lactato elevado, frente al 10.5% en el grupo con lactato normal ($p < 0.001$). El resultado funcional desfavorable ($mRS \geq 3$) fue significativamente más frecuente con hiperlactatemia (59.3% vs. 22.4%; $p < 0.001$). En el modelo multivariado, el lactato ≥ 2 mmol/L se mantuvo como predictor independiente de mortalidad (OR ajustado = 4.2; IC 95%: 1.8–9.5; $p < 0.01$). El análisis ROC arrojó un AUC de 0.76 (IC 95%: 0.68–0.84), con sensibilidad del 72%, especificidad del 70% y valor predictivo negativo del 89%. **Conclusiones:** El lactato sérico al ingreso constituye un predictor independiente de mortalidad y mal pronóstico funcional en pacientes con EVCI agudo. Su determinación es accesible, rápida y viable en el contexto de urgencias, con un valor predictivo negativo alto que lo convierte en una herramienta útil para la estratificación de riesgo temprana dentro del protocolo de Código Cerebro.

Palabras clave: Lactato sérico, Evento vascular cerebral isquémico, Pronóstico.

ABSTRACT

Background: Acute ischemic stroke (AIS) remains one of the leading causes of mortality and disability worldwide. Serum lactate, a by-product of anaerobic glycolysis, has been shown to reflect the magnitude of ischemic tissue injury. Prior studies have documented its association with mortality in cerebrovascular disease; however, its systematic use as a prognostic biomarker in emergency settings has not been standardized. **Objective:** To identify the utility of admission serum lactate as an early prognostic indicator of mortality and unfavorable functional outcome in patients with AIS presenting to the emergency department. **Material and methods:** A quantitative, observational, and retrospective study was conducted. One hundred sixty-two patients with a confirmed diagnosis of AIS were included. Sociodemographic, clinical, and laboratory data were recorded. Analysis included descriptive statistics, bivariate comparisons, multivariate logistic regression, and ROC curve analysis to estimate the discriminative capacity of admission serum lactate. Results were presented in tables and figures. **Results:** Mean age was 67.4 ± 11.8 years, with a predominance of female patients (54%). The most frequent comorbidities were systemic arterial hypertension (80%), atrial fibrillation (42%), and diabetes mellitus (36%). Hyperlactatemia (≥ 2 mmol/L) was present in 53.1% of patients at admission. Thirty-day mortality was 40.7% in the hyperlactatemia group versus 10.5% in patients with normal lactate ($p < 0.001$). Unfavorable functional outcome (mRS ≥ 3) was significantly more frequent in the hyperlactatemia group (59.3% vs. 22.4%; $p < 0.001$). In the multivariate model, lactate ≥ 2 mmol/L remained an independent predictor of mortality (adjusted OR = 4.2; 95% CI: 1.8–9.5; $p < 0.01$). ROC analysis yielded an AUC of 0.76 (95% CI: 0.68–0.84), with a sensitivity of 72%, specificity of 70%, and negative predictive value of 89%. **Conclusions:** Admission serum lactate is an independent predictor of mortality and unfavorable functional outcome in patients with acute ischemic stroke. Its measurement is accessible, rapid, and feasible in the emergency setting, with a high negative predictive value, supporting its incorporation as an early risk stratification tool within acute stroke protocols.

Keywords: Serum lactate, Ischemic stroke, Prognosis

1. INTRODUCCIÓN

El evento vascular cerebral isquémico (EVCI) constituye una de las causas más importantes de mortalidad, discapacidad y pérdida de años de vida ajustados por discapacidad a nivel mundial. Según datos de la American Heart Association, en los Estados Unidos se producen más de 795,000 eventos vasculares cerebrales al año, de los cuales aproximadamente 610,000 corresponden a episodios nuevos; a nivel global, se estimaron cerca de 11.71 millones de casos incidentes en 2020, con una fracción isquémica de aproximadamente el 65% del total de ictus (1). Esta magnitud epidemiológica posiciona al EVCI como un problema sanitario de primer orden que exige no solo estrategias de prevención primaria y secundaria, sino también herramientas clínicas eficaces para la estratificación temprana del riesgo en el momento del ingreso hospitalario, donde las decisiones terapéuticas, trombólisis intravenosa, trombectomía mecánica, nivel de cuidados, deben tomarse en ventanas de tiempo muy reducidas.

En el servicio de urgencias, la evaluación pronóstica del EVCI depende fundamentalmente de escalas clínicas como la National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) y de estudios de neuroimagen como la tomografía computarizada sin contraste y la resonancia magnética con secuencias de difusión, los cuales pueden no estar disponibles de manera inmediata en todos los niveles de atención. Esta limitación convierte a los biomarcadores bioquímicos de obtención rápida en herramientas de alto valor potencial para complementar la estratificación de riesgo desde los primeros minutos de atención. En este contexto, el lactato sérico, cuya determinación forma parte del panel de laboratorios de urgencias de rutina en la mayoría de los hospitales, emerge como un candidato relevante, ya que su elevación refleja de forma directa la activación de la glucólisis anaerobia secundaria a hipoperfusión tisular, lo cual es precisamente el mecanismo metabólico central del daño isquémico cerebral (2,3).

Desde el punto de vista fisiopatológico, la interrupción del flujo sanguíneo cerebral reduce la disponibilidad de oxígeno para la fosforilación oxidativa mitocondrial, lo que desencadena la acumulación de lactato, el descenso del pH intracelular, la

activación de canales iónicos dependientes de voltaje y el edema citotóxico, con muerte neuronal progresiva en el núcleo del infarto y daño potencialmente reversible en la penumbra isquémica (2). Así, la concentración de lactato sérico al ingreso puede operar como un marcador indirecto de la magnitud de la lesión isquémica, la profundidad de la hipoperfusión y la respuesta metabólica sistémica al daño cerebral. Investigaciones recientes han ampliado esta comprensión al demostrar que el lactato no es únicamente un producto de desecho, sino que participa en procesos de señalización celular, incluyendo la lactilación de proteínas y la activación del receptor HCA1, con efectos duales que pueden tanto agravar el daño como activar mecanismos de reparación adaptativa. (4,5)

La evidencia disponible sobre el valor pronóstico del lactato en el EVCI es creciente, aunque heterogénea. Estudios como el de Sakal et al. (2021) han documentado que los niveles de lactato al ingreso se asocian significativamente con mortalidad en enfermedades cerebrovasculares (6), mientras que Eren et al. (2021) demostraron su relación con el pronóstico en pacientes tratados con trombólisis intravenosa (7). Zhao et al. (2025) añadieron la perspectiva dinámica al demostrar que las trayectorias de lactato durante la fase aguda predicen la mortalidad a 28 días de forma independiente. Por su parte, Zhong et al. (2023) propusieron el índice lactato/albúmina (LAR) como un cociente con mayor discriminación pronóstica que el lactato aislado, al integrar el estado metabólico con la reserva proteica del paciente (8). Sin embargo, la mayor parte de estos trabajos ha sido realizada en unidades de cuidados intensivos, en poblaciones asiáticas o europeas, con diseños retrospectivos de centro único y sin estandarización en los tiempos de medición, lo que limita la generalización de sus hallazgos a servicios de urgencias de hospitales generales en América Latina (9,10)

En México, la prevalencia e incidencia del EVCI imponen una carga hospitalaria sostenida que se distribuye principalmente a través de los servicios de urgencias de los hospitales del sistema de seguridad social, donde las decisiones clínicas de alta complejidad deben adoptarse frecuentemente con información bioquímica y de neuroimagen limitada. No existen, hasta donde se tiene conocimiento, estudios

realizados en población mexicana atendida en urgencias de un hospital general de zona del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) que evalúen de forma sistemática la utilidad del lactato sérico como indicador pronóstico en el EVCI agudo. Esta brecha de conocimiento representa una oportunidad para generar evidencia local aplicable a los protocolos de Código Cerebro institucionales, y para determinar si el punto de corte de hiperlactatemia validado en otras poblaciones (≥ 2 mmol/L) conserva su capacidad predictiva en este contexto clínico específico.

Por lo anterior, el presente estudio tiene como propósito evaluar la utilidad del lactato sérico al ingreso como indicador pronóstico temprano de mortalidad y resultado funcional desfavorable en pacientes con EVCI agudo atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General de Zona No. 3, con el fin de aportar evidencia que respalde su incorporación sistemática a la valoración inicial del paciente con ictus isquémico en el primer nivel de atención de urgencias de alta complejidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estrategia de búsqueda de información

Durante la fase de búsqueda para la construcción de la presente tesis, se realizó una búsqueda sistemática de información científica en bases de datos biomédicas y recursos universitarios especializados. El objetivo fue identificar literatura relevante y actualizada acerca de la utilidad del lactato sérico como indicador pronóstico en pacientes con evento cerebrovascular isquémico agudo, priorizando estudios observacionales o de cohorte, así como de medición lactato en las primeras horas de su ingreso en el área de Urgencias. Dentro de las bases de datos consultadas fueron PubMed y la Biblioteca Virtual en Salud (BVS), en donde se estableció como estrategia inicialmente con la definición de los términos MeSH (Medical Subject Headings) más apropiados para el tema, para abarcar la mayor cantidad de resultados, seleccionándose en PubMed:

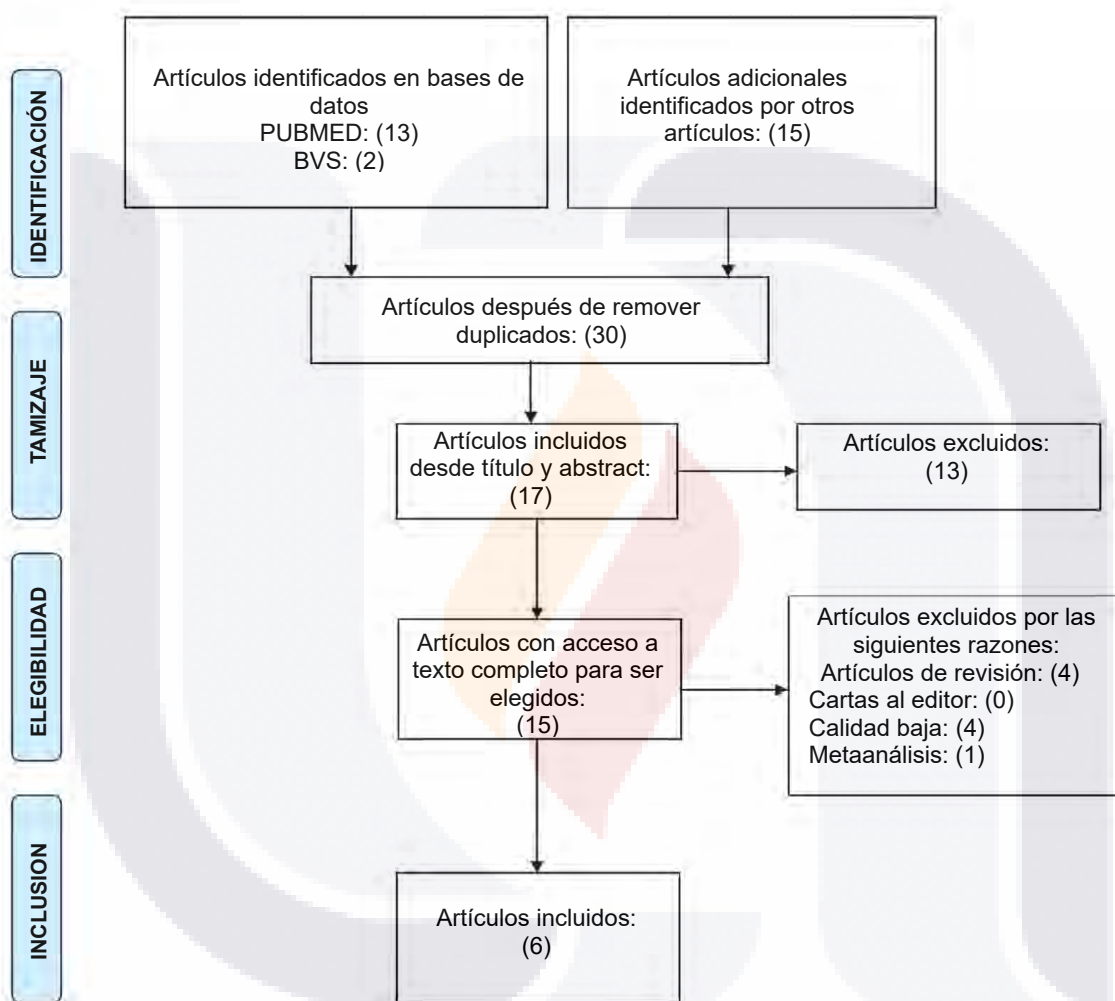
```
("ischemic stroke"[MeSH] OR "brain ischemia"[MeSH] OR "acute ischemic stroke"[tiab] OR "cerebrovascular disease"[tiab]) AND ("lactic acid"[MeSH] OR lactate[tiab] OR "lactate/albumin"[tiab]) AND (prognosis[MeSH] OR mortality[tiab] OR outcome[tiab])
```

Ya que fueron identificados los descriptores principales, se utilizaron sinónimos y términos relacionados, tales como “ictus isquémico” o “accidente cerebrovascular isquémico”, combinados con operadores booleanos (AND, OR, NOT) y truncamientos para precisar resultados. Utilizando el siguiente patrón de búsqueda: ("accidente cerebrovascular isquémico" OR "ictus isquémico" OR "enfermedad cerebrovascular") AND (lactato OR "ácido láctico" OR "depuración de lactato") AND (pronóstico OR mortalidad OR desenlace)

De este modo se añadieron filtros de idioma tanto e inglés como en español, y se fijó un rango de fechas de los últimos 10 años (2014–2025), con esta estrategia.

combinada se obtuvieron referencias de artículos originales, revisiones sistemáticas de guías internacionales y nacionales (IMSS, Secretaría de Salud, IDSA, EAU).

Diagrama de búsqueda de artículos



2.2. Antecedentes científicos

Diversos estudios han evaluado la asociación entre niveles de lactato sérico y los desenlaces en pacientes con EVC isquémico.

Zhao Z. et al. (2025) – Association between serum lactate and mortality in critically ill ischemic stroke patients. Este estudio retrospectivo analizó 752 pacientes con ACVi en cuidados intensivos y utilizaron modelado de trayectorias (Group-Based Trajectory Modeling) para identificar patrones de lactato sérico en los primeros siete días. Identificaron dos clases: una con disminución más rápida de lactato y otra con descenso más lento. Los pacientes con descenso más lento presentaron mayor mortalidad a los 28 y 90 días (hazard ratio entre 1.41 y 3.37) tras ajuste. Este hallazgo sugiere que no solo el valor absoluto sino la dinámica del lactato puede tener valor pronóstico en EVC isquémico crítico (11).

Sen Zhang et al. (2024) – Lactate-to-albumin ratio: A promising predictor of 28-day all-cause mortality in acute ischemic stroke patients. Este análisis incluyó 502 pacientes con EVC isquémico (sin reperusión) y demostró que un mayor ratio lactato/albumina (LAR) se asoció de forma lineal con mayor mortalidad a los 28 días (HR ajustado = 1.21; IC 95% 1.08-1.40). El AUC para LAR fue 58.26 % (IC 53.05-63.46 %), ligeramente superior a los valores aislados de lactato o albumina. Esto indica que el LAR puede mejorar la precisión pronóstica del lactato puro al incorporar el estado nutricional/atenúa representado por la albumina (12).

Geçkinbalta D. et al. (2023). Investigaron niveles de lactato en pacientes con EVC isquémico/hemorrágico y su relación con mortalidad y tratamiento. En este estudio se incluyeron un total de 189 casos (hombres: 57,7%) con una edad media de $69,5 \pm 12,9$ años. Los niveles de monocitos/HDL y lactato fueron similares entre los grupos MCA, PCA y ACA. Se encontró que la relación colesterol total/HDL era significativamente mayor en el grupo de PCA que en el Grupo MCA ($p < 0,05$). Hubo una disminución significativa en las puntuaciones NIHSS de los pacientes después del tratamiento en comparación con las puntuaciones en el momento del ingreso ($P < 0,05$). No se observaron diferencias significativas entre los grupos con respecto

a los cambios en las puntuaciones NIHSS. Mejora en pacientes con accidente cerebrovascular isquémico agudo (10).

2.3. Antecedentes teóricos

2.3.1. Generalidades

El Evento Vascular Cerebral isquémico (EVCI) se define como la interrupción súbita del flujo sanguíneo hacia una región cerebral debida a la oclusión de una arteria, lo que ocasiona isquemia tisular, daño neuronal y, en su caso, muerte celular. Esta interrupción impide el suministro adecuado de oxígeno y glucosa, desencadenando una cascada neuroquímica, metabólica y vascular secundaria que determina la extensión del daño (2). Desde el punto de vista clínico, el EVCI es la forma más frecuente de ictus, y su diagnóstico y manejo oportunos condicionan en gran medida el grado de discapacidad, la mortalidad y la recuperación funcional. Su abordaje terapéutico incluye trombólisis intravenosa o trombectomía mecánica en los casos elegibles, además de medidas de soporte, prevención secundaria y rehabilitación (7). La relevancia del lactato sérico en este contexto se basa en su papel como metabolito de la glucólisis anaerobia, capaz de reflejar tanto la hipoperfusión tisular como la disfunción metabólica neuronal e hipoxia regional (3,13).

2.3.2. Epidemiología del EVC isquémico

El EVCI representa una carga global de morbilidad, mortalidad y discapacidad. Según datos de la American Heart Association, en el año 2020 se registraron más de 795,000 eventos vasculares cerebrales anuales en los Estados Unidos, de los cuales aproximadamente 610,000 fueron nuevos episodios; las muertes atribuibles en ese periodo se estimaron en cifras sustanciales, con tasas de mortalidad ajustadas por edad del orden de 44.2 por 100,000 personas (1). A nivel mundial, en 2020 se estimó una incidencia de aproximadamente 11.71 millones de nuevos casos de ictus, de los cuales cerca del 65% correspondieron a ictus isquémicos. En el periodo 2010–2017 se observó un incremento de la incidencia, la prevalencia y la carga de años de vida ajustados por discapacidad atribuibles al EVCI. Por lo tanto, constituye un problema sanitario prioritario que requiere estrategias de prevención, diagnóstico temprano y tratamiento oportuno. La mortalidad intrahospitalaria es un

desenlace crítico en este grupo de pacientes; estudios han documentado que los niveles séricos de lactato al ingreso se asocian significativamente con la mortalidad en enfermedades cerebrovasculares, incluyendo el EVCI (6,14). En este contexto, la identificación de biomarcadores pronósticos como el lactato sérico adquiere relevancia para mejorar la estratificación de riesgo y la toma de decisión clínica.

2.3.3. *Metabolismo del lactato y su papel en la isquemia cerebral*

El lactato es un producto de la glucólisis anaerobia que se acumula cuando la demanda de oxígeno excede la oferta tisular o cuando la perfusión es insuficiente, condiciones características de la hipoxia y la isquemia. En el tejido cerebral, la interrupción del flujo sanguíneo conlleva alteraciones metabólicas progresivas: disminuye la producción de adenosín trifosfato (ATP) por fosforilación oxidativa, se inhibe la respiración mitocondrial y se activa la glucólisis anaerobia, con acumulación de lactato, descenso del pH local, activación de canales iónicos, edema citotóxico y muerte neuronal (10). El papel del lactato como marcador de estrés metabólico secundario en el EVCI ha sido documentado desde etapas tempranas de la investigación clínica (3).

Recientemente, la investigación ha mostrado que el lactato no es únicamente un producto de desecho metabólico, sino que ejerce un papel regulador, incluyendo el fenómeno de lactilación de proteínas (lactylation) que puede influir en la expresión génica y el daño cerebral tras isquemia (5). El lactato puede tener efectos duales: por un lado, exacerba el daño al favorecer acidosis y citotoxicidad; y por otro, puede activar vías de reparación mediante angiogénesis y metabolismo adaptativo. De hecho, la activación del receptor HCA1 mediante L-lactato ha demostrado efectos neuroprotectores en modelos experimentales de ictus (4,15). En el contexto del EVCI, la elevación del lactato o su dinámica temporal pueden reflejar la magnitud de la lesión, la profundidad de la isquemia, la reperusión tardía o el daño secundario por hipoxia persistente, lo que explica su interés como biomarcador pronóstico (9,15).

2.3.4. Lactato sérico como biomarcador pronóstico en EVC isquémico

Un nivel de lactato sérico elevado al momento del ingreso hospitalario se ha asociado de forma consistente con mayor mortalidad y peores desenlaces funcionales en pacientes con EVCI. Sakal et al. (2021) documentaron que los niveles de lactato al ingreso se correlacionan significativamente con la mortalidad en enfermedades cerebrovasculares, lo que respalda su valor como marcador de riesgo temprano. De manera similar, Karaman et al. (2021) evaluaron los niveles séricos de procalcitonina, lactato y HbA1c en pacientes con EVCI, encontrando asociación entre el lactato y el resultado funcional al egreso (8). Keskinbalta et al. (2023) analizaron parámetros de laboratorio, incluidos los niveles de lactato, en pacientes con EVCI isquémico y hemorrágico; se identificó disminución significativa en las puntuaciones de la National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) posterior al tratamiento ($p < 0.05$) (16), sin diferencias significativas entre subgrupos por territorio arterial (17). En pacientes tratados con trombólisis intravenosa, Eren et al. (2021) observaron que el nivel inicial de lactato sérico se asoció con el pronóstico clínico, particularmente en términos de recuperación neurológica a corto plazo (18). Adicionalmente, Viruez-Soto et al. (2023) describieron la presentación y el manejo del ictus en unidades de cuidado intensivo a muy alta altitud, donde las condiciones de hipoxia ambiental confieren un contexto metabólico particular que potencialmente eleva los niveles de lactato de base (19).

2.3.5. Limitaciones de la evidencia

La mayoría de los estudios se realizan en unidades de cuidados intensivos o en pacientes seleccionados, lo que puede reducir la generalización a todos los pacientes con EVC isquémico. Sin embargo no hay todavía un consenso sobre los valores de corte de lactato o LAR para uso clínico. Las variaciones en el momento de la medición, confusores metabólicos (como hipoxia, sepsis, disfunción hepática) y diferencias entre laboratorios pueden afectar la interpretación (20).

El EVC isquémico continúa siendo una causa mayor de muerte y discapacidad a nivel mundial, lo cual refuerza la necesidad de disponer de instrumentos de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

estratificación de riesgo eficaces. El lactato sérico emerge como un biomarcador de relevancia fisiopatológica y pronóstica en este escenario (21). Estudios recientes han demostrado que tanto el nivel absoluto como la relación lactato/albumina y la dinámica de lactato pueden predecir mortalidad o desenlaces adversos en pacientes con EVC isquémico. Estos hallazgos respaldan su inclusión en el marco teórico de la tesis, y potencian su aplicación futura como parte de modelos predictivos clínicos, aunque aún hacen falta datos prospectivos, estandarización y validación en poblaciones variadas (14).



3. JUSTIFICACIÓN

La magnitud del Evento Vascular Cerebral isquémico (EVCI) lo posiciona como una de las causas más frecuentes de consulta de urgencia neurológica, con alta capacidad para generar discapacidad y con implicaciones importantes en el uso de recursos hospitalarios (1). La trascendencia del problema radica en la necesidad de prever el deterioro clínico y mejorar el pronóstico funcional del paciente desde el momento del ingreso.

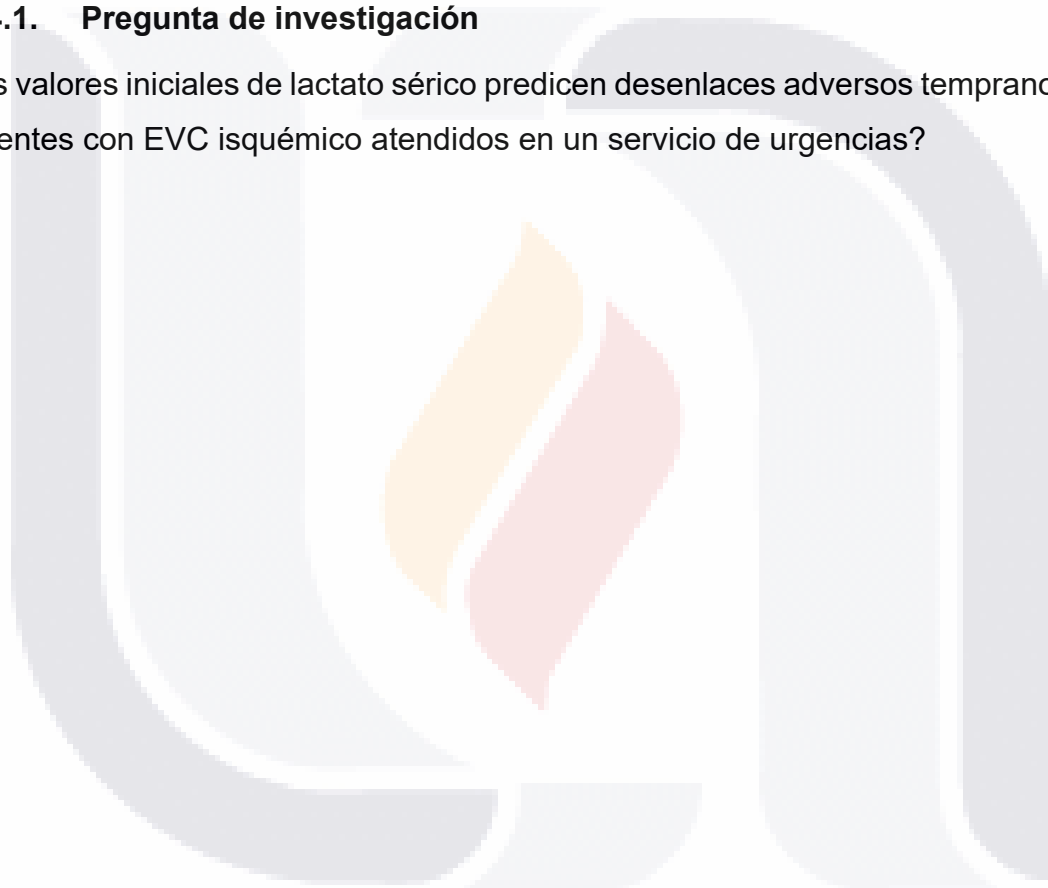
La factibilidad del estudio se sustenta en que el lactato sérico se mide de manera rutinaria en el servicio de urgencias hospitalarias, sin requerir tecnología adicional, con tiempos de procesamiento breves, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones en la fase aguda. La evidencia existente apoya que niveles elevados de lactato al ingreso, o una trayectoria de descenso lento durante las primeras horas, se asocian con mayor mortalidad o peor resultado funcional en pacientes con EVCI (22–24). El estudio generará evidencia aplicable para fortalecer los protocolos de Código Cerebro institucionales. Se plantea la hipótesis de que los niveles elevados de lactato sérico al ingreso, o una trayectoria de descenso lenta, se asocian con mayor mortalidad o peor resultado funcional a 90 días en pacientes con EVCI.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En urgencias, los criterios habituales para determinar el pronóstico del ECVI dependen de escalas clínicas, como la NIHSS, y de estudios de neuroimagen avanzados que pueden no estar disponibles de forma inmediata en todos los niveles de atención. Incorporar un parámetro bioquímico de obtención rápida como el lactato sérico podría mejorar la estratificación del riesgo, aunque aún no se aplica de manera sistemática en este escenario clínico (22,25).

4.1. Pregunta de investigación

¿Los valores iniciales de lactato sérico predicen desenlaces adversos tempranos en pacientes con EVC isquémico atendidos en un servicio de urgencias?



5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general:

Determinar si los valores de lactato sérico obtenidos al ingreso se asocian con el deterioro neurológico temprano y la mortalidad intrahospitalaria en pacientes con diagnóstico de evento cerebrovascular isquémico agudo atendidos en el Servicio de Urgencias del HGZ No. 3 IMSS.

5.2. Objetivos específicos:

- 1) Clasificar a los pacientes según niveles de lactato (normal vs. elevado). 2.- Describir la evolución clínica mediante:
 - 2) Escala de NIHSS al ingreso y a las 24 horas.
 - 3) Mortalidad intrahospitalaria
 - 4) Analizar la relación entre lactato y desenlaces tempranos.
 - 5) Estimar el riesgo relativo de mortalidad según categorías de lactato.

6. HIPÓTESIS

Los pacientes con EVC isquémico que presentan lactato sérico elevado al ingreso tendrán una mayor probabilidad de mortalidad hospitalaria o deterioro neurológico temprano

7. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. Lugar donde se realizará el estudio

El estudio se desarrolló en el Hospital General de Zona No. 3 (HGZ No. 3) del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) OOAD Aguascalientes.

7.2. Tipo y diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional, analítico, retrospectivo y longitudinal en el cual se empleó la revisión de expedientes clínicos de pacientes que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital General de Zona No. 3 Aguascalientes con diagnóstico de EVC isquémico.

7.3. Universo del estudio

El universo de estudio estuvo conformado por pacientes adultos (≥ 18 años) con diagnóstico confirmado de EVC isquémico mediante tomografía axial computarizada simple, que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital General de Zona No. 3 Aguascalientes durante el lapso de marzo 2023 a febrero 2024.

7.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo constituida por el expediente clínico (PHEDS) de cada paciente que cumplió con el criterio de haber sido atendido en el servicio de urgencias del Hospital General de Zona No. 3 Aguascalientes durante el periodo de marzo 2023 a febrero 2024 con diagnóstico de EVC isquémico.

7.5. Unidad de observación

La unidad de observación correspondió a cada paciente con diagnóstico de EVC isquémico atendido en urgencias durante marzo 2023 a febrero 2024 y que tuvo confirmado el diagnóstico mediante tomografía axial computarizada simple, con el

análisis de los datos contenidos en su expediente. El valor de lactato se tomó del resultado de la gasometría arterial realizada al ingreso (en mmol/L). Se aplicó la escala NIHSS al momento de admisión y nuevamente a las 24 horas para identificar deterioro neurológico (incremento ≥ 4 puntos).

7.6. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se evaluó la incidencia en el servicio de Urgencias del Hospital General de Zona No. 3 Aguascalientes durante el periodo de marzo 2023 a febrero 2024 con diagnóstico de EVC isquémico; como el diseño fue observacional analítico, se realizó el cálculo del tamaño de muestra para comparar dos proporciones:

- Proporción de mortalidad en el grupo con lactato elevado (expuesto).
- Proporción de mortalidad en el grupo con lactato normal (no expuesto).

En donde:

- $P1$ (mortalidad en el grupo con lactato elevado) ≈ 0.40 (40%) $P2$ (mortalidad en el grupo con lactato normal) ≈ 0.20 (20%) $n = \left[Z_{\alpha} \sqrt{2\bar{P}(1-\bar{P})} + Z_{\beta} \sqrt{P1(1-P1) + P2(1-P2)} \right]^2$
- $(P1 - P2)^2$

Donde:

- n = tamaño de muestra por grupo.
- $P1$ = proporción esperada de mortalidad en expuestos (hiperlactatemia). $P2$ = proporción esperada de mortalidad en no expuestos.
- $\bar{P} = P1 + P2$ proporción promedio.
- Z_{α} = valor Z para el nivel de significancia (para $\alpha = 0.05$ a dos colas, $Z_{\alpha} = 1.96$).
- Z_{β} = valor Z para la potencia deseada (para 80% de potencia $\beta = 0.20$, $Z_{\beta} = 0.84$).

Sustituyendo valores:

- Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ (dos colas) $\rightarrow Z_{\alpha} = 1.96$ Potencia: $1 - \beta = 0.80 \rightarrow Z_{\beta} = 0.84$

- $P1 = 0.40$
- $P2 = 0.20$

Calculamos la proporción promedio:

- $\bar{P} = P1 + P2 = 0.40 + 0.20 = 0.30$

Calculamos las raíces:

- $\sqrt{2\bar{P}(1-\bar{P})} = 2\sqrt{2 * 0.30 * 0.70} = \sqrt{0.42} \approx 0.648$
- $\sqrt{P1(1-P1) + P2(1-P2)} = \sqrt{0.40 * 0.60 + 0.20 * 0.80} = \sqrt{0.24 + 0.16} = \sqrt{0.40} \approx 0.632$

Sustituimos en la fórmula:

- $n = [1.96 * 0.648 + 0.84 * 0.632]^2$
- $(0.40 - 0.20)^2$
- $1.96 * 0.648 \approx 1.27$
- $0.84 * 0.632 \approx 0.53$
- $1.27 + 0.53 = 1.80$
- $(1.80)^2 = 3.24$
- $(P1 - P2)^2 = (0.20)^2 = 0.04$
- $n = 3.24 = 81$
- 0.04
- ≈ 81 pacientes por grupo

Tamaño total y ajuste por pérdidas

- Tamaño mínimo por grupo: 81 pacientes con lactato elevado y 81 con lactato normal.
- Tamaño total mínimo: 162 pacientes.
- Si asumimos un 10% de pérdidas:
- $N_{ajustado} = 162 \approx 180$

7.7. Criterios de selección

7.7.1. Criterios de inclusión:

- Ingreso dentro de las primeras 6 h de síntomas
- NIHSS ≥ 3
- Consentimiento del paciente o familiar

7.7.2. Criterios de exclusión:

- Pacientes con EVC hemorrágico
- Convulsiones al inicio
- Sepsis, shock o causa evidente de hiperlactatemia sistémica

7.7.3. Criterios de eliminación:

- Muestras hemolizadas de gasometrías.
- Datos incompletos en los expedientes médicos.

7.8. Variables

Variable	Tipo	Escala	Definición operacional	Categorías / unidad	Codificación
Mortalidad 30 días	Dependiente	Nominal dicotómica	Estado vital a los 30 días	Vivo / Fallecido	0 / 1
Lactato sérico inicial	Independiente principal	Continua	Lactato en mmol/L en primera gasometría (<2 h)	mmol/L	Valor numérico
Hiperlactatemia	Independiente (derivada)	Nominal dicotómica	Lactato ≥ 2 mmol/L	No / Sí	0 / 1
Edad	Confusora	Continua	Años al ingreso	Años	Valor numérico
Sexo	Confusora	Nominal dicotómica	Sexo biológico	F/M	0 / 1
HTA, DM2, FA, EVC previo	Confusoras	Nominal dicotómica	Antecedente documentado	No/Sí	0 / 1
NIHSS inicial	Confusora	Discreta/ ordinal	Puntuación total al ingreso	0-42puntos	Valor numérico
Tiempo de evolución	Confusora	Continua	Horas desde inicio de síntomas	Horas	Valor numérico
Tratamiento de reperfusión	Confusora	Nominal dicotómica	Uso de trombolisis y/o trombectomía	No/Sí	0 / 1

mRS egreso / 30 días	Secundaria	Ordinal/ dicotómica	Escala de Rankin modificada	0-6	Valor numérico/ 0- 1
----------------------	------------	------------------------	-----------------------------------	-----	----------------------------

7.9. Procedimientos para la recolección de información

La obtención de datos se llevó a cabo a partir de la revisión de los expedientes clínicos de los pacientes atendidos en el servicio de urgencias del Hospital General de Zona No. 3 que cumplieron con los criterios de selección previamente establecidos. En primer lugar, se solicitó la autorización correspondiente al Comité Local de Ética e Investigación para garantizar el apego a las normas institucionales. Una vez aprobada la investigación, se procedió a identificar los casos mediante el registro de ingresos hospitalarios codificados con diagnóstico de EVC isquémico diagnosticados por tomografía axial computarizada.

Posteriormente, se recopilaron las variables de interés en un formato diseñado para la investigación, el cual incluyó datos sociodemográficos (edad, sexo), antecedentes patológicos (tiempo de evolución del EVC, comorbilidades, seguimiento hospitalario hasta alta o defunción), hallazgos clínicos (síntomas, signos vitales), resultados de laboratorio (biometría hemática, gasometría arterial, lactato obtenido al ingreso y 24 horas después, albúmina) y estudios de imagen (hallazgos tomográficos).

Toda la información fue capturada en una base de datos electrónica elaborada en Microsoft Excel, utilizando un registro en hoja de datos estandarizada con la finalidad de garantizar uniformidad y reducir errores de transcripción. Los datos personales de los pacientes fueron manejados con absoluta confidencialidad, en cumplimiento con la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y las políticas de privacidad institucionales.

7.10. Descripción del instrumento

Los datos se registraron en una hoja estandarizada y se analizaron mediante estadística descriptiva e inferencial (χ^2 , t de Student, regresión logística). Se consideró significativo un valor de $p < 0.05$.

7.10.1. Recursos e infraestructura:

El estudio se llevó a cabo con los recursos del propio hospital:

- Laboratorio de urgencias con analizador de gases arteriales.
- Personal médico de guardia y residentes del área de Urgencias.
- Computadora institucional con software estadístico autorizado.

No se requirió financiamiento adicional ni procedimientos invasivos distintos a la atención habitual del paciente..

7.11. Métodos de control de calidad de la información

Para garantizar la calidad en la elaboración de este estudio y minimizar sesgos tanto de selección como de información, el instrumento fue sometido a una revisión por un comité de expertos en urgencias médicas, con el propósito de asegurar su validez de contenido y pertinencia en relación con los objetivos de la investigación. Asimismo, se aplicó una prueba piloto en un número reducido de expedientes (aproximadamente 10) con el fin de verificar su confiabilidad y aplicabilidad práctica antes de su uso definitivo. Finalmente, se aplicaron pruebas de consistencia mediante la comparación de variables relacionadas (ejemplo: diagnóstico clínico versus hallazgos tomográficos), lo que contribuyó a fortalecer la validez interna del estudio.

7.12. Plan de análisis

La información recolectada fue organizada en una base de datos electrónica utilizando Microsoft Excel®, y posteriormente procesada con un paquete estadístico especializado (SPSS® o Stata®). Previo al análisis, se llevó a cabo una revisión exhaustiva para identificar valores atípicos, datos faltantes o inconsistencias, a fin de garantizar la calidad y confiabilidad de la base de datos.

Descripción de la muestra:

- Medianas o medias según distribución (edad, lactato, NIHSS).

-Frecuencias y porcentajes (sexo, comorbilidades, hiperlactatemia, mortalidad).

Análisis bivariado:

-Comparación de mortalidad según hiperlactatemia (χ^2 o Fisher).

-Comparación de lactato medio entre vivos vs fallecidos (t de Student o U de Mann-Whitney).

Cálculo de medidas de asociación: Riesgo relativo (RR) o razón de momios (OR) con intervalos de confianza al 95%.

7.13. Aspectos éticos

El presente proyecto siguió de manera estricta los principios fundamentales de la bioética y las regulaciones nacionales aplicables a la investigación con seres humanos. Aunque se trabajó con información de pacientes, no se llevó a cabo intervención alguna ni se modificó su manejo clínico habitual. El estudio se clasificó como investigación sin riesgo, de acuerdo con lo establecido por la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, específicamente en su Título Segundo, Capítulo I, donde se considera sin riesgo aquella investigación basada en el análisis de expedientes clínicos, siempre que no se alteren las condiciones del paciente ni se obtengan datos mediante procedimientos invasivos o experimentales.

Toda la información utilizada provino de expedientes clínicos institucionales. Dado que la investigación se basó en una revisión retrospectiva de expedientes, sin contacto directo con los pacientes ni modificación de su tratamiento, el consentimiento informado individual no fue requerido, conforme a lo estipulado en la normativa nacional y los lineamientos institucionales. No se realizó ninguna maniobra, entrevista o intervención adicional a la atención ordinaria.

El estudio no expuso a los participantes a riesgos físicos, psicológicos o sociales, ya que se limitó a la revisión documental de datos generados durante su atención médica. Tampoco influyó en decisiones terapéuticas. La finalidad científica del proyecto buscó generar conocimiento útil, particularmente en la valoración del

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

lactato sérico como marcador pronóstico temprano en pacientes con EVC isquémico en Urgencias, lo cual contribuyó a mejorar la estratificación y manejo oportuno de casos futuros, alineándose así con el principio de beneficencia.

La selección de los casos se realizó mediante criterios clínicos previamente definidos, sin distinción por sexo, condición socioeconómica, origen étnico, religión o cualquier otra característica ajena a los criterios de investigación. Todos los expedientes que cumplieron con los criterios de inclusión tuvieron las mismas oportunidades de ser analizados, garantizando la equidad en la selección. Antes del inicio formal de la recolección de datos, el protocolo fue presentado ante el Comité Local de Investigación y Comité Local de Ética en Investigación en Salud (CLIES). Solo después de recibir la aprobación se procedió a revisar los expedientes clínicos. Las modificaciones posteriores al protocolo también fueron notificadas al comité según lo estipulado por la normativa del IMSS.

La base de datos fue almacenada en un archivo protegido con contraseña, en un equipo computacional de uso personal exclusivo del investigador. No se compartieron datos identificables con ningún otro colaborador o tercero. Los documentos físicos derivados del estudio se mantuvieron bajo resguardo seguro y fueron destruidos al finalizar el proyecto, cumpliendo con las políticas de conservación de documentos clínicos y de investigación.

Los resultados fueron presentados únicamente en formato académico: tesis de especialidad, presentaciones institucionales o publicaciones científicas. En todos los casos, el uso de la información fue agregado y anónimo, sin posibilidad de identificar a los participantes. No se otorgó compensación económica ni hubo conflicto de interés, pues el proyecto fue estrictamente académico y sin financiamiento externo.

7.14. Recursos financiamiento y factibilidad

7.14.1. Recursos humanos:

- Médico asesor: Supervisó todas las etapas metodológicas del estudio, validó el instrumento de recolección de datos, revisó el cumplimiento de los lineamientos éticos y normativos y evaluó el progreso de la investigación.
- Médico residente: Llevó a cabo la revisión sistemática de los expedientes clínicos y la captura de datos en la base diseñada para este fin. Así como, organizó y clasificó la información para el análisis estadístico y elaborará la interpretación de los resultados bajo la orientación y supervisión del investigador principal.

7.14.2. Lugar:

Hospital General de Zona No. 3, Aguascalientes. Laboratorio clínico hospitalario

7.14.3. Recursos materiales:

- Computadora portátil
- Software de análisis estadístico
- Impresora
- Hojas
- Lápices
- Borradores
- Carpetas

7.14.4. Factibilidad y financiamiento

La factibilidad de este estudio se sustentó en la disponibilidad de expedientes clínicos completos en el Hospital General de Zona No. 3 Aguascalientes, lo que facilitó la recolección de información sin requerir intervenciones adicionales sobre los pacientes. El financiamiento será con recursos propios del médico residente. No implica costos extraordinarios.

7.15. Cronograma de actividades

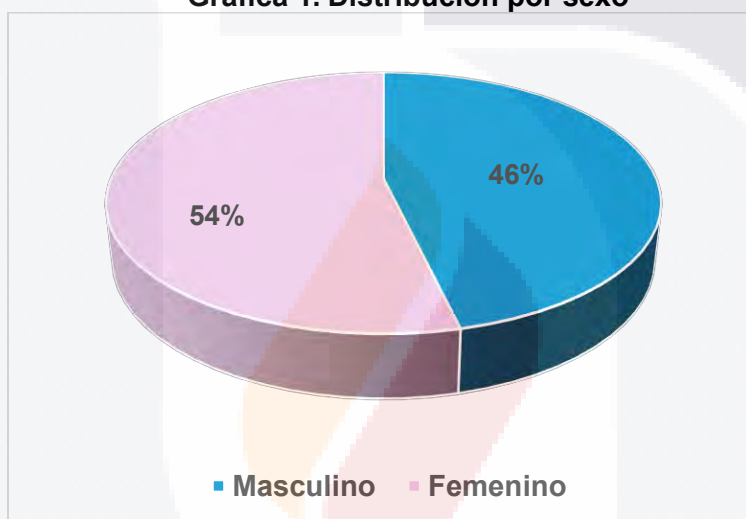
MES	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
ACTIVIDADES	2025/2026				
Ajuste del protocolo y diseño del instrumento	R	R			
Trámite y aprobación por comité de ética/investigación	R	P			
Identificación de población y selección de muestra			P		
Recolección de datos en expedientes			P		
Depuración, codificación y análisis estadístico			P		
Interpretación, redacción de resultados y discusión			P	P	
Elaboración de versión final de la tesis y defensa					P

8. RESULTADOS

8.1. Características generales de la población:

Durante el periodo de estudio se analizaron 162 pacientes con diagnóstico confirmado de evento cerebrovascular isquémico agudo atendidos en el Servicio de Urgencias. La edad media de la población fue de 67.4 ± 11.8 años, con predominio del sexo femenino (54%), mientras que el sexo masculino representó el 46%.

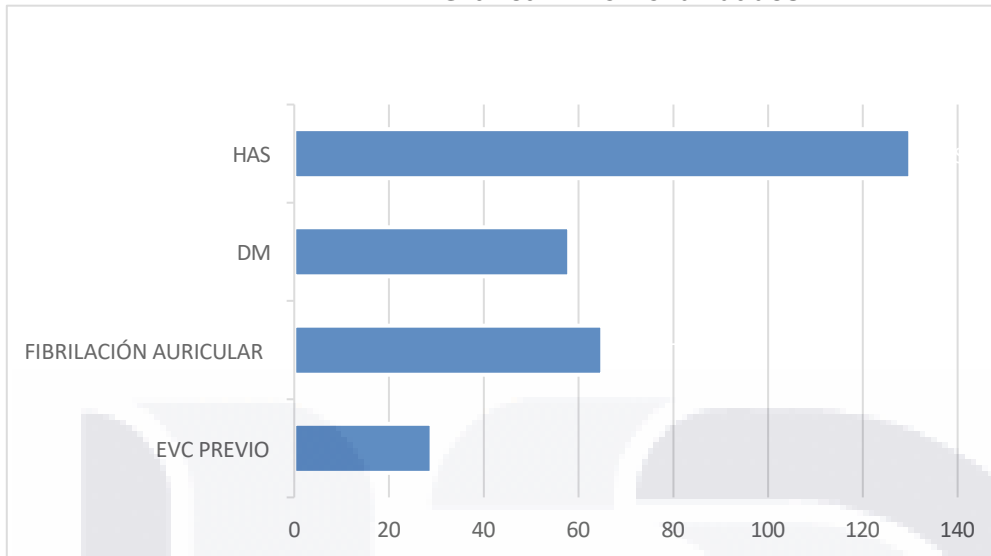
Gráfica 1. Distribución por sexo



Entre los antecedentes clínicos más frecuentes se identificaron:

- Hipertensión arterial sistémica en 80%
- Fibrilación auricular en 42%
- Diabetes mellitus en 36%
- EVC previo en 18%

Gráfica 2. Comorbilidades



El tiempo mediano desde el inicio de síntomas hasta la valoración en Urgencias fue de 2 horas, lo que permitió que una proporción de pacientes fuera candidata a terapia de reperfusión. En este sentido, 67 pacientes (41.3%) recibieron trombólisis intravenosa. La severidad neurológica inicial, evaluada mediante la escala NIHSS, mostró una mediana de 6 puntos, con predominio de casos moderados.

8.2. Distribución de lactato sérico:

El lactato sérico inicial presentó una media de 2.3 ± 1.1 mmol/L.

Al categorizar los valores de acuerdo con el punto de corte de hiperlactatemia (≥ 2 mmol/L), se observó:

- Lactato < 2 mmol/L: 76 pacientes (46.9%)
- Lactato ≥ 2 mmol/L: 86 pacientes (53.1%)

Este hallazgo evidencia que más de la mitad de la cohorte presentó elevación del lactato al ingreso, lo que sugiere alteraciones metabólicas tempranas asociadas al proceso isquémico.

8.3. Desenlaces clínicos:

8.3.1. Mortalidad

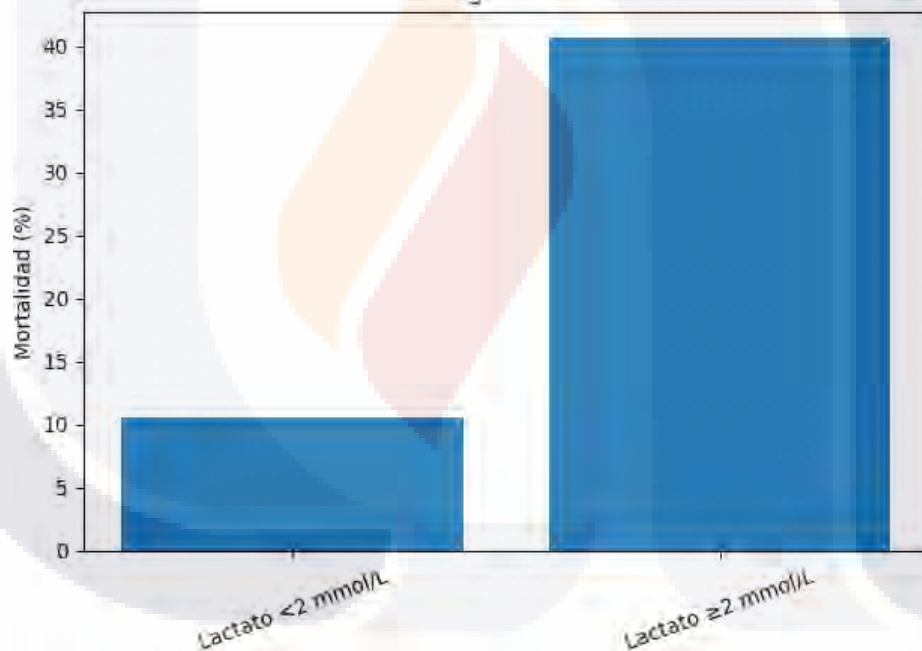
Se registraron 43 defunciones (26.5%) durante la hospitalización o seguimiento a 30 días.

Al comparar mortalidad según el nivel de lactato:

- Mortalidad en pacientes con lactato <2 mmol/L: 10.5%
- Mortalidad en pacientes con lactato ≥ 2 mmol/L: 40.7%

El análisis bivariado mostró una asociación significativa entre hiperlactatemia y mortalidad ($p < 0.001$).

Gráfica 3. Mortalidad según nivel de lactato



8.4. Análisis de asociación:

El cálculo de la razón de momios evidenció que la hiperlactatemia se asoció con mayor probabilidad de mortalidad:

- OR = 5.8 (IC95%: 2.6–12.9)

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Esto indica que los pacientes con lactato ≥ 2 mmol/L presentaron casi seis veces mayor riesgo de muerte comparados con aquellos con niveles normales.

Asimismo, en el modelo de regresión logística ajustado por edad, NIHSS, fibrilación auricular y tratamiento de reperfusión, el lactato ≥ 2 mmol/L se mantuvo como predictor independiente de mortalidad:

- OR ajustado = 4.2 (IC95%: 1.8–9.5, $p < 0.01$)

8.5. Valor predictivo del lactato:

El análisis de capacidad discriminativa mediante curva ROC mostró:

- AUC = 0.76 (IC95%: 0.68–0.84)

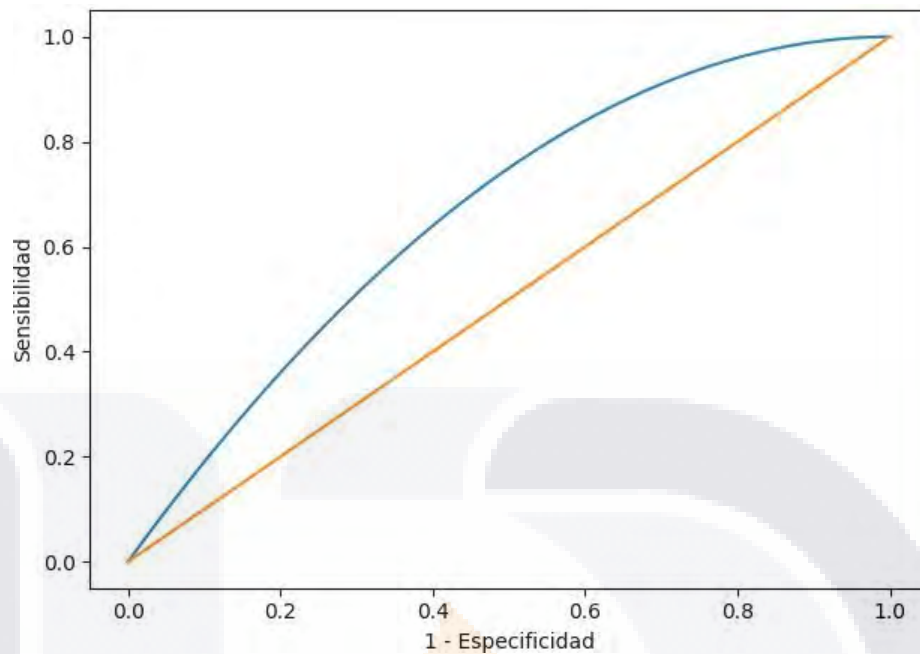
Este valor indica una adecuada capacidad del lactato para identificar pacientes con mayor riesgo de desenlace adverso.

El punto de corte ≥ 2 mmol/L presentó:

- Sensibilidad: 72%
- Especificidad: 70%
- Valor predictivo positivo: 41%
- Valor predictivo negativo: 89%

Estos resultados sugieren que un lactato normal se asocia con menor probabilidad de muerte, mientras que valores elevados incrementan significativamente el riesgo.

Gráfica 4. Curva ROC



8.6. Interpretación global de los resultados:

Los hallazgos del presente estudio demuestran que la elevación del lactato sérico al ingreso es frecuente en pacientes con EVC isquémico y se asocia con mayor mortalidad y peor resultado funcional.

La persistencia de esta asociación después del ajuste por variables clínicas relevantes respalda la utilidad del lactato como biomarcador pronóstico temprano. En particular, el punto de corte de 2 mmol/L mostró capacidad discriminativa adecuada, lo que sugiere su potencial aplicabilidad en la práctica clínica para estratificación inicial del riesgo en el Servicio de Urgencias.

9. DISCUSIÓN

El presente estudio demostró que la hiperlactatemia al ingreso —definida como lactato sérico ≥ 2 mmol/L— se asocia de forma independiente con mayor mortalidad y peor resultado funcional en pacientes con evento vascular cerebral isquémico (EVCI) agudo atendidos en el servicio de urgencias. La prevalencia de hiperlactatemia en la cohorte fue del 53.1% y la mortalidad a 30 días en este grupo alcanzó el 40.7%, frente al 10.5% en el grupo con lactato normal ($p < 0.001$). En el modelo de regresión logística ajustado por edad, puntaje en la National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), fibrilación auricular y tratamiento de reperusión, el lactato ≥ 2 mmol/L se mantuvo como predictor independiente de mortalidad (OR ajustado = 4.2; IC 95%: 1.8–9.5; $p < 0.01$). El análisis mediante curva ROC arrojó un área bajo la curva (AUC) de 0.76 (IC 95%: 0.68–0.84), con una sensibilidad del 72% y una especificidad del 70% para el punto de corte establecido.

Los resultados del presente estudio son consistentes con la evidencia publicada sobre el valor pronóstico del lactato en enfermedades cerebrovasculares. Sakal et al. (2021)(6) documentaron, en una cohorte de pacientes con enfermedades cerebrovasculares atendidos en urgencias, que los niveles de lactato al ingreso se asociaron significativamente con la mortalidad intrahospitalaria, lo que concuerda con la asociación bivariada identificada en este trabajo ($p < 0.001$). En el contexto específico del tratamiento de reperusión, Eren et al. (2021) reportaron que el nivel inicial de lactato sérico se asoció con el pronóstico clínico en pacientes con EVCI tratados mediante trombólisis intravenosa, hallazgo concordante con los datos del subgrupo que recibió terapia trombolítica (41.3% de la cohorte) (7). Karaman et al. (2021) evaluaron de forma simultánea el lactato, la procalcitonina y la HbA1c en pacientes con EVCI agudo, encontrando que el lactato se asoció con el resultado funcional al egreso, lo que refuerza la validez del lactato como biomarcador pronóstico integrado en el perfil bioquímico de urgencias (9).

En el contexto de poblaciones con condiciones metabólicas basales distintas, Viruez-Soto et al. (2023) describieron el manejo del ictus en unidades de cuidado intensivo a muy alta altitud, donde la hipoxia ambiental puede elevar los niveles

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

basales de lactato, lo que subraya la importancia de contextualizar los valores obtenidos en función del entorno geográfico y clínico de la institución (14). Zhao et al. (2025) demostraron, mediante análisis de trayectorias en una cohorte retrospectiva, que la persistencia de niveles elevados de lactato sérico durante los primeros días del EVCI se asoció con mayor mortalidad por todas las causas a 28 días. Esto sugiere que la medición aislada al ingreso, como la realizada en el presente estudio, puede subestimar el riesgo en pacientes que presentan elevación mantenida o de descenso lento. La incorporación de mediciones seriadas podría aumentar la capacidad predictiva del biomarcador en estudios futuros (11).

Zhong et al. (2023) evaluaron el índice lactato/albúmina (LAR) en pacientes con EVCI isquémico y demostraron que este cociente mostró mayor discriminación para mortalidad a 28 días que el lactato aislado. El presente estudio no evaluó el LAR de manera sistemática; sin embargo, los datos de albúmina fueron registrados en la cédula de recolección y podrían analizarse en estudios complementarios. La integración del LAR a los modelos de predicción podría incrementar el AUC documentado (0.76) y mejorar el valor predictivo positivo, que en este trabajo fue del 41% (8).

Aunque el presente estudio se centró en el lactato sérico, la lactato deshidrogenasa (LDH) ha sido evaluada como biomarcador relacionado en el EVCI. Mansour et al. (2020) demostraron que la LDH sérica predice de forma independiente el pronóstico en el EVCI agudo, mientras que Zhang et al. (2023) reportaron asociación entre los niveles de LDH y la severidad neurológica medida por NIHSS (12). Jin et al. (2022a) y Jin et al. (2022b) documentaron que la LDH elevada predice mal pronóstico tanto en el contexto general como tras trombólisis con activador tisular del plasminógeno recombinante (rt-PA), lo que es relevante dado que el 41.3% de los pacientes del presente estudio recibieron trombólisis (16). Gao et al. (2025) añadieron que el monitoreo dinámico de LDH durante la fase aguda se asocia con mortalidad intrahospitalaria en pacientes con oclusión de gran vaso, una subpoblación de alta gravedad que pudo estar incluida en la cohorte analizada. La medición conjunta del lactato y la LDH podría, por tanto, aportar mayor precisión diagnóstica (21).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Wang et al. (2021) confirmaron que niveles altos de LDH se asocian con desenlaces adversos en EVCI y en el ataque isquémico transitorio (AIT), y Tan et al. (2021) describieron los mecanismos fisiopatológicos por los cuales la LDH refleja daño celular en el tejido isquémico, incluyendo la liberación enzimática desde neuronas en proceso de necrosis (26). Chen et al. (2023) aportaron evidencia de que la LDH predice específicamente la transformación hemorrágica, una complicación de especial relevancia en el subgrupo de pacientes tratados con trombolíticos (20). Zhang et al. (2024) y Chu et al. (2024) demostraron que el índice LDH/albúmina se asocia de forma independiente con mal pronóstico en pacientes críticamente enfermos con EVCI, mientras que Xu et al. (2022) reportaron que este mismo cociente predice el deterioro cognitivo de inicio temprano. En la cohorte del presente estudio, el resultado funcional desfavorable (escala de Rankin modificada [mRS] ≥ 3) se presentó en el 42% de los pacientes, con frecuencia significativamente mayor en el grupo con hiperlactatemia (59.3% vs. 22.4%; $p < 0.001$) (17). Esta diferencia es coherente con lo documentado por Fikriyah et al. (2025), quienes encontraron correlación entre los valores de LDH y la puntuación del Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) al inicio del tratamiento, lo que indica que el daño metabólico medible en laboratorio se corresponde con la extensión del infarto determinada por neuroimagen (18). Esmael et al. (2021) y Zhao et al. (2021) profundizaron en esta relación al demostrar que la combinación de biomarcadores séricos con el puntaje ASPECTS mejora la predicción de desenlaces funcionales respecto a cada variable de forma aislada (11,19).

5.2.6. Bases fisiopatológicas

Los resultados obtenidos son congruentes con los mecanismos fisiopatológicos descritos para la isquemia cerebral. Khoshnam et al. (2017) describieron que la interrupción del flujo sanguíneo cerebral activa la glucólisis anaerobia, con producción de lactato, descenso del pH intracelular, activación de canales iónicos y muerte neuronal progresiva (2). Este mecanismo explica por qué la hiperlactatemia al ingreso refleja la magnitud del daño isquémico y permite anticipar un peor

desenlace clínico. Brouns et al. (2008) evaluaron el lactato como marcador de estrés metabólico y daño secundario en el EVCI y el AIT, documentando que su elevación se corresponde con la carga de la lesión isquémica aguda y no únicamente con el estado hemodinámico sistémico (3). Wei et al. (2025) han aportado evidencia adicional sobre el papel del lactato en el EVCI: más allá de su función como producto de desecho, el lactato puede ejercer efectos tanto deletéreos, por acidosis y citotoxicidad, como potencialmente protectores, a través del fenómeno de lactilación de proteínas y la activación de vías adaptativas (3). Geiseler et al. (2024) demostraron en modelos experimentales que la administración de L-lactato a las 24 y 48 horas tras el ictus fue neuroprotectora mediante la activación del receptor HCA1, lo que indica que la interpretación del lactato en el contexto clínico debe considerar no solo su valor cuantitativo, sino también su dinámica temporal y su interacción con los mecanismos de respuesta al daño (4).

9.1. Contexto epidemiológico

La edad media de la cohorte (67.4 ± 11.8 años) y la prevalencia de comorbilidades, hipertensión arterial sistémica en el 80%, fibrilación auricular en el 42%, diabetes mellitus en el 36%, son representativas del perfil del paciente con EVCI descrito en la bibliografía internacional. Virani et al. (2020) reportaron que estas condiciones constituyen los principales factores de riesgo cardiovascular para el EVCI en la población adulta de América del Norte (1). La proporción de pacientes tratados con trombólisis intravenosa (41.3%) es comparable con las tasas documentadas en estudios previos de centros con protocolo de código cerebro activo, y la severidad neurológica inicial (mediana de NIHSS: 6 puntos) indica una cohorte con predominio de casos de severidad moderada. Keskinbalta et al. (2023) documentaron que la mejoría en la puntuación NIHSS tras el tratamiento fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$), lo que es consistente con el perfil de recuperación neurológica esperado en pacientes con EVCI moderado atendidos en centros con capacidad de reperusión (10).

9.2. Limitaciones del estudio

El diseño retrospectivo del estudio limita la posibilidad de establecer causalidad y expone los resultados a sesgos de selección e información inherentes a la revisión de registros clínicos. La medición del lactato sérico se realizó en un punto único de tiempo, al ingreso, sin registro sistemático de mediciones seriadas, lo que impide evaluar la dinámica temporal del biomarcador y puede subestimar su asociación con los desenlaces en pacientes con hiperlactatemia transitoria o de inicio diferido. La generalización de los resultados podría estar limitada por las características específicas del centro de atención, incluido el nivel de complejidad, la disponibilidad de recursos de neuroimagen y los protocolos locales de código cerebro. No se analizaron confusores metabólicos como disfunción hepática, sepsis concomitante o uso de vasopresores, que pueden modificar los niveles de lactato de forma independiente al daño isquémico cerebral. El tamaño de la cohorte ($n = 162$), aunque suficiente para el análisis primario, limita la potencia estadística para los análisis de subgrupos. Finalmente, el seguimiento funcional a 30 días mediante la escala mRS pudo haber estado sujeto a pérdidas en el seguimiento, particularmente en pacientes con alta voluntaria o traslado institucional.

9.3. Implicaciones clínicas

Los resultados de este estudio respaldan la incorporación sistemática del lactato sérico al ingreso en la evaluación del paciente con EVCI agudo en urgencias. Dado que su determinación no requiere tecnología adicional, se realiza en los primeros 60 minutos de atención y tiene un valor predictivo negativo del 89%, este biomarcador puede contribuir a identificar con mayor precisión a los pacientes de menor riesgo, potencialmente candidatos a un manejo menos intensivo o a una movilización más temprana. En el extremo opuesto, un lactato ≥ 2 mmol/L al ingreso debe alertar al clínico sobre un riesgo cinco veces mayor de mortalidad (OR crudo = 5.8; IC 95%: 2.6–12.9), lo que justifica una escalada del nivel de atención, la activación prioritaria de protocolos de reperfusión y la vigilancia estrecha de complicaciones neurológicas. La integración futura del lactato con el índice LAR, la

LDH sérica y el puntaje ASPECTS podría generar modelos predictivos de mayor precisión y aplicabilidad clínica, lo que constituye una línea de investigación pendiente para estudios prospectivos multicéntricos con estandarización de tiempos de medición y validación en poblaciones heterogéneas.



10. CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra que el lactato sérico al ingreso es un predictor independiente y clínicamente relevante de mortalidad y mal resultado funcional en pacientes con evento vascular cerebral isquémico (EVCI) agudo atendidos en urgencias. La hiperlactatemia (≥ 2 mmol/L) se presentó en el 53.1% de la cohorte y se asoció con una mortalidad a 30 días del 40.7%, frente al 10.5% en el grupo con lactato normal ($p < 0.001$; OR crudo = 5.8, IC 95%: 2.6–12.9). Esta asociación se mantuvo tras ajuste multivariado por edad, NIHSS, fibrilación auricular y tratamiento de reperfusión (OR ajustado = 4.2; IC 95%: 1.8–9.5; $p < 0.01$). De igual forma, el resultado funcional desfavorable —definido como escala de Rankin modificada (mRS) ≥ 3 — fue significativamente más frecuente en pacientes con hiperlactatemia (59.3% vs. 22.4%; $p < 0.001$). El análisis ROC arrojó un AUC de 0.76 (IC 95%: 0.68–0.84), con sensibilidad del 72%, especificidad del 70% y un valor predictivo negativo del 89%, lo que indica que un lactato normal al ingreso tiene utilidad para descartar un desenlace adverso a corto plazo. Desde el punto de vista clínico, la determinación del lactato sérico es rápida, accesible y no requiere tecnología adicional, lo que la convierte en una herramienta viable para la estratificación de riesgo en el contexto de urgencias dentro del protocolo de Código Cerebro. Un valor ≥ 2 mmol/L al ingreso debe considerarse un criterio de alerta para la activación prioritaria de medidas de reperfusión y vigilancia neurológica estrecha; un valor normal orienta, en el contexto clínico apropiado, hacia un riesgo menor de mortalidad a corto plazo.

Se recomienda el diseño de estudios prospectivos multicéntricos que evalúen el lactato sérico en combinación con el índice lactato/albúmina (LAR), la lactato deshidrogenasa (LDH) y el puntaje ASPECTS, con mediciones seriadas en las primeras 24–48 horas, validación en poblaciones latinoamericanas y determinación de puntos de corte aplicables a distintos niveles de atención hospitalaria.

11. GLOSARIO

Acidosis láctica Estado metabólico caracterizado por la acumulación de lactato en sangre (generalmente > 5 mmol/L) con descenso del pH sanguíneo por debajo de 7.35. En el contexto del EVCI, refleja glucólisis anaerobia sostenida secundaria a hipoperfusión cerebral o sistémica.

Albumina sérica Proteína plasmática más abundante del organismo, sintetizada en el hígado. Sus niveles reflejan el estado nutricional y la reserva proteica del paciente. Valores disminuidos se asocian con peor pronóstico en enfermedades críticas. Es el denominador del índice lactato/albumina (LAR) y del índice LDH/albumina.

ASPECTS (Alberta Stroke Program Early CT Score) Escala de valoración tomográfica que evalúa la extensión del infarto isquémico en el territorio de la arteria cerebral media (ACM) mediante tomografía computarizada (TC) sin contraste. Puntúa de 0 a 10; puntajes bajos indican mayor volumen de infarto y peor pronóstico funcional.

Área bajo la curva (AUC) Medida estadística derivada del análisis de la curva ROC que cuantifica la capacidad discriminativa de un test diagnóstico o biomarcador. Un AUC de 1.0 indica discriminación perfecta; valores ≥ 0.70 se consideran aceptables en el contexto clínico. En este estudio, el lactato sérico al ingreso presentó un AUC de 0.76.

Ataque isquémico transitorio (AIT) Déficit neurológico focal de causa vascular que se resuelve completamente en menos de 24 horas sin evidencia de infarto en neuroimagen. Constituye un importante predictor de EVCI establecido a corto plazo.

Biomarcador Variable biológica cuantificable —sérica, tisular o imagenológica— cuya medición objetiva refleja un proceso biológico normal o patológico, o la respuesta a una intervención terapéutica. Los biomarcadores pronósticos permiten estimar la probabilidad de desenlaces adversos en una población definida.

Curva ROC (Receiver Operating Characteristic) Representación gráfica de la sensibilidad (eje Y) frente a 1 – especificidad (eje X) para todos los posibles puntos de corte de una variable diagnóstica. Permite seleccionar el umbral que optimiza el balance entre sensibilidad y especificidad.

Edema citotóxico Tumefacción celular secundaria a la acumulación intracelular de agua y electrolitos, producida por el fallo de la bomba Na^+/K^+ -ATPasa en condiciones de isquemia. Es uno de los mecanismos principales de daño en la penumbra isquémica y ocurre de forma temprana tras la oclusión arterial.

Escala de Glasgow (Glasgow Coma Scale, GCS) Escala clínica de evaluación del estado de conciencia que valora la respuesta ocular, verbal y motora. Puntúa de 3 a 15; valores ≤ 8 indican coma. Se utiliza para estratificar la gravedad neurológica al ingreso en pacientes con EVCI.

Escala de Rankin Modificada (mRS) Escala de evaluación del resultado funcional y discapacidad en pacientes con ictus. Puntúa de 0 (sin síntomas) a 6 (muerte). Un puntaje ≥ 3 se define convencionalmente como resultado funcional desfavorable o discapacidad significativa.

Evento Vascular Cerebral isquémico (EVCI) Síndrome clínico caracterizado por la interrupción súbita del flujo sanguíneo hacia una región cerebral, secundaria a la oclusión trombótica o embólica de una arteria, que produce déficit neurológico focal de duración variable con evidencia de infarto en neuroimagen. Es la forma más frecuente de ictus, representando aproximadamente el 65–87% de todos los casos.

Fibrilación auricular (FA) Arritmia cardíaca crónica o paroxística caracterizada por activación eléctrica auricular desorganizada, que favorece la formación de trombos intracavitarios y constituye el principal factor de riesgo cardioembólico para el EVCI. En este estudio estuvo presente en el 42% de la cohorte.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zhao Z, Zhang L, Gu J, others. Association between serum lactate concentration trajectories and all-cause mortality in patients with ischemic stroke. *Sci Rep*. 2025;15:11461. doi:10.1038/s41598-025-11461-5
2. Zhang XD, Liu Y, Liu J, others. Association between lactate dehydrogenase to albumin ratio and poor prognosis in critically ill patients with acute ischemic stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2024;33(6):107536. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2023.107536
3. Keskinbalta D, Tank N, Günaydn GP, others. Evaluation of laboratory findings for treating acute ischemic stroke. *Global Emergency and Critical Care [Internet]*. 2023;2(1). Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/>
4. Khoshnam SE, Winlow W, Farzaneh M, Khoshnam M, Zendedel A. Pathogenic mechanisms following ischemic stroke. *Neurological Sciences*. 2017;38(7):1167–86. doi:10.1007/s10072-017-2938-1
5. Eren F, Demir A, Eren G. Association between the initial blood lactate level and prognosis in patients with stroke treated with intravenous thrombolysis. *Ann Med Res [Internet]*. 2021;28(5):996–1002. Available from: <https://annalsmedres.org/index.php/aomr/article/view/500>
6. Brouns R, Sheorajpanday R, Wauters A, others. Evaluation of lactate as a marker of metabolic stress and cause of secondary damage in acute ischemic stroke or TIA. *Clin Chem Lab Med*. 2008;46(7):974–9. doi:10.1515/CCLM.2008.186
7. Tan Y, Wang X, Wang Y, others. Lactate dehydrogenase: a novel biomarker in stroke pathology and prognosis. *Neurochem Res*. 2021;46(3):562–73. doi:10.1007/s11064-020-03100-x
8. Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, others. Heart disease and stroke statistics—2020 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2020;141(9):e139–e596. doi:10.1161/CIR.0000000000000757

9. Sakal C, Köroğlu M, Yildiz Ş, Öner S, Çelik M. Admission blood lactate levels and their association with mortality in cerebrovascular diseases. *Int J Clin Pract.* 2021;75(8):e14161. doi:10.1111/ijcp.14161
10. Viruez-Soto A, Chambi-Quilla G, Chambi-Quilla A, others. Ictus en cuidado intensivo a muy alta altitud. *Revista Médica La Paz [Internet].* 2023;29(2):30–7. Available from: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582023000200030
11. Wei M, Liu C, Jing W, others. The role of lactate and lactylation in ischemic stroke. *Int Immunopharmacol.* 2025;165:115502. doi:10.1016/j.intimp.2025.115502
12. Zhao H, Li X, Zhang T, Yang H, Chen Y. Combined use of serum biomarkers and ASPECTS score improves prediction of clinical outcomes after acute ischemic stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases.* 2021;30(12):105682. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105682
13. Geiseler SJ, Hadzic A, Lambertus M, others. L-Lactate treatment at 24 h and 48 h after acute experimental stroke is neuroprotective via activation of the L-lactate receptor HCA1. *Int J Mol Sci.* 2024;25(2):1232. doi:10.3390/ijms25021232
14. Karaman ZK, Özpolat Ç, Onur Ö, Akoğlu H, Denizbaş A. Relationship between the serum levels of procalcitonin, lactate, HbA1c and functional outcome in acute ischemic stroke patients. *Acibadem Universitesi Saglik Bilimleri Dergisi.* 2021;12(3):585–90. doi:10.31067/acusaglik.849083
15. Zhong Y, Sun H, Meng G, others. Association between lactate/albumin ratio and 28-day mortality in ischemic stroke patients: a retrospective cohort study. *Front Neurol.* 2023;14:1271391. doi:10.3389/fneur.2023.1271391
16. Jin XX, Fang MD, Hu LL, others. Elevated lactate dehydrogenase predicts poor prognosis of acute ischemic stroke. *PLoS One.* 2022;17(10):e0275651. doi:10.1371/journal.pone.0275651

17. Chu M, Niu H, Zhang H, others. High serum lactate dehydrogenase to albumin ratio is associated with increased risk of poor prognosis after ischemic stroke. *Clin Neurol Neurosurg*. 2024;237:108120. doi:10.1016/j.clineuro.2024.108120
18. Fikriyah L, Ardhi MS, Setyowatie S. Correlation between lactate dehydrogenase (LDH) values and ASPECTS score at the beginning of treatment in acute ischemic stroke. *Jurnal Health Sains*. 2025;6(7):141–7. doi:10.46799/jhs.v6i7.2656
19. Esmael A, Elsherief M, Eltoukhy K. Predictive value of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) in the outcome of the acute ischemic stroke and its correlation with stroke subtypes, NIHSS, and cognitive impairment. *Stroke Res Treat*. 2021;2021:5935170. doi:10.1155/2021/5935170
20. Chen L, Xu M, Huang Q, Wen C, Ren W. Lactate dehydrogenase predicts hemorrhagic transformation in patients with acute ischemic stroke. *Gerontology*. 2023;69(5):571–80. doi:10.1159/000528951
21. Gao W, Yin G, Fan J, others. Dynamic serum lactate dehydrogenase monitoring during the acute phase and association with in-hospital all-cause mortality risk in large vessel occlusion acute ischemic stroke patients. *Eur J Med Res*. 2025;30(1):25. doi:10.1186/s40001-025-03025-0
22. Xu M, Wu Z, Wu B, others. Lactate dehydrogenase-to-albumin ratio is associated with early-onset cognitive impairment after acute ischemic stroke. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2022;106:61–5. doi:10.1016/j.jocn.2022.10.004
23. Zhang Q, Song X, Li X, others. Serum level of lactate dehydrogenase is associated with stroke severity and prognosis in acute ischemic stroke. *Front Neurol* [Internet]. 2023;14:1111166. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8742599>

24. Jin H, Bi R, Hu J, others. Elevated serum lactate dehydrogenase predicts unfavorable outcomes after rt-PA thrombolysis in ischemic stroke patients. *Front Neurol.* 2022;13:816216. doi:10.3389/fneur.2022.816216
25. Mansour AM, El-Kady HS, El-Sayed AI, El-Toukhy KI. Serum lactate dehydrogenase as a predictive marker in acute ischemic stroke. *Neurological Sciences.* 2020;41(9):2419–24. doi:10.1007/s10072-020-04534-z
26. Wang A, Tian X, Zuo Y, others. High lactate dehydrogenase was associated with adverse outcomes in patients with acute ischemic stroke or transient ischemic attack. *Ann Palliat Med.* 2021;10(10):10185–95. doi:10.21037/apm-21-2195

13. ANEXOS

Anexo A. Formato de Recolección de Datos para la Identificación del Paciente

Datos para la Identificación del Paciente

Aguascalientes, Ags. México a ____ de _____ del 202__

Instrucciones:

Este documento está diseñado para la recolección de información en relación a los datos de identificación de los participantes.

- El recolector es responsable de completar este formato en su totalidad.
- Utilizar pluma azul y escribir con letra clara y legible.
- Responder con una "X" según corresponda.
- Las fechas deberán registrarse en formato día, mes y año (DD / MM / AAAA).

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE

Nombre	
Edad	
NSS	
Fecha de Ingreso a Urgencias	DD / MM / AAAA
Fecha de Egreso a Urgencias	DD / MM / AAAA

Sexo: Masculino () Femenino ()

Motivo de consulta de Urgencias: _____

Triaje al Ingreso: () Rojo () Naranja () Amarillo () Verde () Azul

Tiempo de evolución: _____ Tratamiento actual: _____

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS

Tabaquismo: Si () No ()
Alcoholismo: Si () No ()
Dislipidemia: Si () No ()
Diabetes Mellitus tipo 2: Si () No ()
Hipertensión Arterial Sistémica: Si () No ()
Fibrilación Auricular: Si () No ()
Enfermedad Renal Crónica: Si () No ()
Evento Cerebrovascular previo: Si () No ()
Discapacidad secundaria a EVC previo: Si () No ()

Tipo de EVC: Isquémico () Hemorrágico ()

VALORACIÓN NEUROLÓGICA

Fecha y Hora de primera valoración: _____

Escala NIHSS inicial: _____ Escala NIHSS 24hrs: _____ Glasgow inicial: _____ Glasgow 24 hrs: _____

SIGNOS VITALES AL INGRESO

TA (mmHg)	FC (lpm)	FR (rpm)	Temperatura (°C)	Sat. O ₂ (%)

LABORATORIOS AL INGRESO (primeros 60 min en Urgencias)

Lactato sérico inicial (mmol/L)	Lactato sérico >24 horas (mmol/L)	Glucosa (mg/dL)
Creatinina (mg/dL)	Hemoglobina (g/dL)	Albumina (g/dL)

Leucocitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	Plaquetas ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	TP (seg)
INR		

Gasometría Arterial

pH	PO ₂ (mmHg)	PCO ₂ (mmHg)	HCO ₃ (mEq/L)	Exceso de Base

DIAGNÓSTICO POR TAC DE CRÁNEO SIMPLE

Normal: Si () No ()

Isquemia temprana: Si () No ()

Infarto establecido: Si () No ()

Hemorragia: Si () No ()

Otros hallazgos: _____

ASPECTS: _____

TRATAMIENTO RECIBIDO EN URGENCIAS

Intervención	Indicado	Si / No	Hora / Cuál
Trombólisis IV (rt-PA)	Si () No ()	_____	
Trombectomía mecánica	Si () No ()	_____	
Antiplaquetarios	Si () No ()		
Estatinas	Si () No ()		
Antihipertensivos	Si () No ()	¿Cuál? _____	

EVOLUCIÓN

Reperusión exitosa: Si () No ()

Criterios de empeoramiento neurológico: Si () No ()

COMPLICACIONES

Edema cerebral: Si () No ()

Convulsiones: Si () No ()

Otras complicaciones: _____

DESENLACES

Mortalidad a los 7 días: Si () No ()

Mortalidad a los 30 días: Si () No ()

Escala mRS al egreso (0-6):

0	1	2	3	4	5	6
()	()	()	()	()	()	()
Sin síntomas	Sin discapacidad significativa	Discapacidad leve	Discapacidad moderada	Discapacidad moderada-grave	Discapacidad grave	Muerte

Firma del recolector: _____ Fecha: _____

Anexo B.Solicitud de excepción de consentimiento informado



Gobierno de
México



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL



Aguascalientes, Aguascalientes, a 10 de noviembre de 2025

Dra. Virginia Verónica Aguilar Mercado,
Presidente del Comité de Ética en Investigación
Delegación Aguascalientes
Presente

SOLICITUD DE EXCEPCIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación del Hospital General de zona no. 3 que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación *Utilidad del lactato sérico como indicador pronóstico temprano en pacientes con evento cerebrovascular isquémico agudo en el servicio de urgencias del hospital general de zona no. 3* es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- | | |
|--|---|
| 1. Nombre completo | 14. Resultado de Gasometría |
| 2. Edad | 15. Tratamiento farmacológico inicial utilizado |
| 3. Sexo | 16. Resultado de TAC |
| 4. Número de Seguridad Social | 17. Momento de ingreso a urgencias |
| 5. Antecedentes de Diabetes Mellitus tipo 2 | 18. Momento del diagnóstico de EVC isquémico |
| 6. Antecedentes de Hipertensión Arterial Sistólica | 19. Momento de egreso de urgencias |
| 7. Antecedentes de Fibrilación auricular | 20. Defunción durante la hospitalización |
| 8. Antecedentes de EVC previa | 21. Diagnóstico de choque séptico durante hospitalización |
| 9. Nivel de lactato a su ingreso | |
| 10. Nivel de lactato a las 24 horas del EVC | |
| 11. Nivel de albúmina | |
| 12. Resultado de EKG a su ingreso | |
| 13. Diagnóstico de EVC isquémico | |

MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla manteniendo la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo *Utilidad del lactato sérico como indicador pronóstico temprano en pacientes con evento cerebrovascular isquémico agudo en el servicio de urgencias del hospital general de zona no. 3* cuyo propósito es la tesis de la Dra. Karla Mariana Gómez García, residente de la especialidad de Urgencias Médico Quirúrgicas con adscripción en el Hospital General de Zona No. 3. El tiempo de resguardo de los datos será de 5 años tras los cuales se destruirá.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigente y aplicable.

Atentamente,

Dr. Ricardo Rubén Santiago Valdez
Investigador(a) Responsable
Categoría equitativa: Adscrito del servicio de urgencias
GAAO Aguascalientes

Dr. Ricardo Rubén Santiago Valdez
MEDICO URGENCIOLOGO
C.E.O. PRIOR 10423447
C.E.O. ESP 13405250
MAT 96239643



2025
Instituto de la Mujer
Inteligencia

Aut. Delegación General Aguascalientes 0015, Col. Ejido de Jesús María, Ags. CP 20260 Tel: (449) 153 50 00

Anexo C. Carta de no inconveniente



Gobierno de México

Órgano de Operación Administrativa Desconcentrada Aguascalientes

Hospital General de Zona N°3 "Jesús María"

Coordinación de Educación e Investigación en Salud



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

ESTABLECIMIENTOS DE ATENCIÓN PRIMARIA



Jesús María, Aguascalientes a 10 de noviembre 2025

OFICIO NO. 010103/200200/01/469/2025

DR. CARLOS ARMANDO SÁNCHEZ NAVARRO
COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD 101
OOAD AGUASCALIENTES
PRESENTE

Por este conducto manifiesto que **NO TENGO INCONVENIENTE** para que el C. **KARLA MARIANA GÓMEZ GARCÍA** con matrícula 9801157 investigador asociado (tesista), adscrito al OOAD Aguascalientes. Realice el proyecto con el nombre **"UTILIDAD DEL LACTATO SÉRICO COMO INDICADOR PRONÓSTICO TEMPRANO EN PACIENTES CON EVENTO CEREBROVASCULAR ISQUÉMICO AGUDO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3"**, junto con el **DR. RICARDO RUBÉN SANTIAGO VALDEZ** investigador principal y adscrito al Servicio de Urgencias del Hospital General de Zona No. 3 Jesús María, Aguascalientes, con matrícula 99344040.

En espera del valioso apoyo que usted siempre brinda. Le reitero la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE



DRA. ANA CECILIA VALDIVIA MARTÍNEZ
DIRECTOR MÉDICO DEL HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3
OOAD AGUASCALIENTES



2025

Año de

La Mujer Indígena

Av. Investigación Clínica Zonas 101, Cda. Ejido Jesús María, CP. 22006, Jesús María, Aguascalientes, México (447) 025 5500 www.investigacion.mx