



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

SECRETARIA DE SALUD  
DEL ESTADO DE HIDALGO

**HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA**

**TRABAJO TERMINAL**

**“RELACIÓN DEL NIVEL DE LACTATO ARTERIAL CON LA MORTALIDAD DE LOS  
PACIENTES CON IAM EN EL PERIODO DE 2020 A 2021”**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN

**MEDICINA DE URGENCIAS**

QUE PRESENTA LA MÉDICO CIRUJANO

**DENISSE SARAHI GARCIA OCHOA**

M.C. ESP. LEONORA PEREA GARCÍA  
**MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS**  
**DIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL**

M.C. ESP. LUIS CARLOS ROMERO QUEZADA  
**CODIRECTOR METODOLÓGICO DEL TRABAJO TERMINAL**

M.C. ESP. Y SUB. ESP. MARÍA TERESA SOSA LOZADA  
**CODIRECTORA METODOLÓGICA DEL TRABAJO TERMINAL**

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, OCTUBRE DEL 2022

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

**"RELACIÓN DEL NIVEL DE LACTATO ARTERIAL CON LA MORTALIDAD DE LOS PACIENTES CON IAM EN EL PERIODO DE 2020 A 2021"**

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

**DENISSE SARAHÍ GARCÍA OCHOA**

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, OCTUBRE DEL 2022

**POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

**DRA. EN PSIC. REBECA MARIA ELENA GUZMÁN SALDAÑA**  
DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**M.C. ESP. LUIS CARLOS ROMERO QUEZADA**  
JEFE DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA  
CODIRECTOR METODOLÓGICO DEL TRABAJO TERMINAL

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. MARÍA TERESA SOSA LOZADA**  
COORDINADORA DE POSGRADO  
CODIRECTORA METODOLÓGICA DEL TRABAJO TERMINAL

**POR EL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA DE LA SECRETARÍA DE SALUD DE HIDALGO**

**M.C. ESP. ANTONIO VAZQUEZ NEGRETE**  
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

**M.C. ESP. SERGIO LÓPEZ DE NAVA Y VILLASANA**  
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

**M.C. ESP. JUAN JOSÉ REYES VALERIO**  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS  
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA DE URGENCIAS

**M.C. ESP. LEONORA PEREA GARCÍA**  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS  
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL





Las manos limpias salvan vidas

Dependencia	Secretaría de Salud
U. Administrativa	Hospital General Pachuca
Área generadora	Departamento de Investigación
No. de Oficio	141/2022

### Asunto: Autorización de Impresión de Trabajo Terminal

Pachuca, Hgo., a 12 de octubre del 2022.

**M. C. Denisse Sarahi Garcia Ochoa**  
Especialidad en Medicina de Urgencias  
P r e s e n t e

Me es grato comunicarle que se ha analizado el informe final del estudio:

#### **Relación del nivel de lactato arterial con la mortalidad de los pacientes con IAM en el periodo de 2020 a 2021**

El cual cumple con los requisitos establecidos por el Comité de Investigación y por el Comité de Ética en Investigación, por lo que se autoriza la **Impresión de Trabajo Terminal**.

Al mismo tiempo, le informo que deberá dejar dos copias del documento impreso y un CD en la Dirección de Enseñanza, Capacitación e Investigación, la cual será enviada a la Biblioteca.

Sin otro particular reciba un cordial saludo.

**Dr. Sergio López de Nava y Villasana**  
Subdirección de Enseñanza, Capacitación e Investigación

Dr. Juan José Reyes Valerio-Profesor Titular de la Especialidad de Medicina de Urgencias.  
Dra. Leonora Perea García.-Especialista en Medicina de Urgencias y Asesora Clínica del Trabajo Terminal.

RECIBI, SERENE  
13/10/22

Pachuca - Tulancingo 101. Col. Ciudad de los Niños.  
Pachuca de Soto, Hgo., C. P. 42070  
Tel.: 01 (771) 713 4649  
www.hidalgo.gob.mx Carr

## ÍNDICE

	Página
Glosario de términos	1
Relación de cuadros, gráficas e ilustraciones	3
Resumen	4
Introducción	6
Antecedentes	7
Marco teórico	12
Justificación	16
Objetivo general y objetivos específicos	17
Planteamiento del problema	18
Hipótesis	19
Material y métodos	20
Resultados	22
Propuesta de solución	31
Análisis	32
Conclusiones	33
Recomendaciones	34
Sugerencias	35
Bibliografía y anexos	36

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**Cardiopatía:** también denominada arteriopatía coronaria, es una enfermedad progresiva del miocardio o músculo cardíaco.

**Gasometria:** técnica de medición respiratoria invasiva que permite, en una muestra de sangre arterial, determinar el pH, las presiones arteriales de oxígeno y dióxido de carbono y la concentración de bicarbonato.

**Hipoperfusión:** Disminución del flujo de sangre que pasa por un órgano y por consiguiente de la oxigenación en el mismo.

**Hipoxemia:** La hipoxemia es una disminución anormal de la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial por debajo de 60 mmhg.

**Infarto agudo al miocardio:** conocido en el lenguaje coloquial como paro cardíaco, ataque cardíaco o infarto, refleja la muerte de células cardíacas provocada por la isquemia resultante del desequilibrio entre la demanda y el aporte de riego sanguíneo por la circulación coronaria.

**Isquemia:** Detención o disminución de la circulación de sangre a través de las arterias de una determinada zona, que comporta un estado de sufrimiento celular por falta de oxígeno y materias nutritivas en la parte afectada.

**Lactato:** Es un metabolito de la glucosa producido por los tejidos corporales en condiciones de suministro insuficiente de oxígeno.

**Mortalidad:** Cantidad de personas que mueren en un lugar y en un período de tiempo determinados en relación con el total de la población.

Perfusión: Aporte o circulación sanguínea, bien sea natural o artificial, a un órgano, tejido o territorio

Piruvato: Es un compuesto muy importante para la célula ya que es un sustrato clave para la producción de energía y de la síntesis de glucosa.

Sepsis: síndrome de anomalías fisiológicas, patológicas y bioquímicas potencialmente mortal asociadas a una infección. Estas anomalías son secundarias a una respuesta inmunitaria desmesurada frente a la infección, que termina dañando los tejidos y órganos propios y conduciendo a una disfunción multiorgánica.

Shock: Es una afección potencialmente mortal que se presenta cuando el cuerpo no está recibiendo un flujo de sangre suficiente. La falta de flujo de sangre significa que las células y órganos no reciben suficiente oxígeno y nutrientes para funcionar apropiadamente.

Troponina: La troponina es una proteína globular de gran peso molecular y tres subunidades, presente en el sarcoplasma de las fibras de los músculos estriados, es decir del músculo cardíaco y del músculo esquelético

## RELACIÓN DE CUADROS, GRÁFICAS, E ILUSTRACIONES

Contenido	Página
Gráfica 1. Sexo de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021	22
Gráfica 2. Edad de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021	23
Gráfica 3. Escolaridad de los pacientes masculinos con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021	24
Gráfica 4. Escolaridad de las pacientes femeninas con IAM atendidas en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021	25
Gráfica 5. Estado civil de los pacientes masculinos con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021	26
Gráfica 6. Estado civil de las pacientes femeninas con IAM atendidas en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021	27
Gráfica 7. Mortalidad de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021	28
Gráfica 8. Nivel de lactato de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021	29
Tabla 1. Mortalidad y nivel de lactato sérico de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021	30
Tabla 2. Definición operacional de variables dependientes	42
Tabla 3. Definición operacional de variables independientes	43

## RESUMEN

**Antecedentes:** El infarto agudo de miocardio (IAM) es un padecimiento frecuente y que conlleva una alta mortalidad para los pacientes afectados alrededor del mundo, a pesar de ello aún no se han dilucidado por completo los detalles de su fisiopatología e historia natural de la enfermedad. El lactato es una proteína sérica que se ha relacionado previamente a hipoperfusión tisular y que puede resultar útil para llevar a cabo seguimiento y pronóstico de enfermedades que induzcan dicha condición, sin embargo, existe relativamente poca evidencia concerniente a la relación que existe entre el lactato y la mortalidad producida por IAM.

**Objetivo:** Analizar la relación que existe entre los niveles de lactato arterial y la mortalidad en los pacientes con IAM en el Hospital General de Pachuca en el periodo de 2020 a 2021.

**Material y métodos:** Se realizó un estudio transversal, analítico y retrolectivo, en el que se determinó si existe relación entre la elevación de lactato arterial y la mortalidad de los pacientes con IAM en las primeras 6 horas de estancia hospitalaria en la sala de urgencias del Hospital General de Pachuca durante el periodo de tiempo entre 2020 – 2021 mediante revisión de expedientes y realización de pruebas de T de Student y cálculo de razón de momios.

**Resultados:** La mortalidad en pacientes con lactato menor a 2.5mmol/L fue de 14% (promedio de lactato de 1.85mmol/L), mientras que en pacientes con lactato mayor a 2.5mmol/L fue de 59% (promedio de lactato de 3.86mmol/L). Tras realizar T de student se encontró una diferencia de 5.04mmol/L ( $p < 0.0001$ ). Se obtuvo una razón de momios de 8.7302 ( $p = < 0.0001$ ) para mortalidad de pacientes con lactato mayor a 2.5mmol/L respecto a aquellos con lactato menor a dicho valor.

**Conclusiones:** La elevación del lactato arterial como marcador de hipoperfusión tisular en el contexto del IAM es un parámetro útil para establecer el riesgo de mortalidad del paciente, por lo que se puede usar este método diagnóstico para integrar el pronóstico de los pacientes con IAM y mejorar la comunicación entre profesionales de la salud y con los pacientes y familiares afectados.

**Palabras clave:** Infarto Agudo de Miocardio, lactato, mortalidad, hipoperfusión.



## **ABSTRACT**

**Background:** Acute myocardial infarction is a common condition that carries high mortality for affected patients around the world, despite this, the details of its pathophysiology and natural history of the disease have not yet been fully elucidated. Lactate is a serum protein that has been previously related to tissue hypoperfusion and that may be useful for monitoring diseases that induce this condition and even determine the prognosis of patients. However, there is relatively little evidence on the relationship between lactate and mortality caused by acute myocardial infarction.

**Objective:** To analyze the relationship between arterial lactate levels and mortality in patients with acute myocardial infarction at the General Hospital of Pachuca in the period from 2020 to 2021.

**Material and methods:** A transversal, analytical and retrolective study was carried out, in which it was determined if a relationship between the elevation of arterial lactate in the first 6 hours of hospital stay in the emergency room and the mortality of those with acute myocardial infarction exist in the Hospital General de Pachuca during the period of time between 2020 - 2021 through review of files and the performance of Student's T tests and calculation of odds ratio.

**Results:** Mortality in patients with lactate less than 2.5mmol/L was 14% (mean lactate of 1.85mmol/L), while in patients with lactate greater than 2.5mmol/L it was 59% (mean lactate of 3.86mmol/L). After performing the Student's T test, a difference of 5.04mmol/L ( $p < 0.0001$ ) was found. An odds ratio of 8.7302 ( $p = <0.0001$ ) was obtained for mortality of patients with lactate greater than 2.5mmol/L compared to those with lactate less than that value.

**Conclusions:** The elevation of arterial lactate as a marker of tissue hypoperfusion in the context of acute myocardial infarction is a useful parameter to establish the risk of patient mortality, so this diagnostic method can be used to integrate the prognosis of patients with AMI and improve communication between health professionals and with affected patients and family members.

**Keywords:** acute myocardial infarction, lactate, mortality, hypoperfusion.

## **INTRODUCCIÓN**

El infarto agudo de miocardio es una de las principales causas de muerte a nivel global, por lo que su estudio, así como el de los métodos diagnósticos y de tratamiento empleados durante su atención de vuelve una prioridad para los médicos de los servicios de urgencias en todo el mundo, motivo por el cual se debe de realizar investigación clínica de todos los recursos utilizados en el manejo de estos pacientes para determinar la utilidad de las intervenciones llevadas a cabo en ellos, en ese sentido el estudio del lactato arterial obtenido por medio de gasometría es una herramienta útil que puede servir para obtener información relevante en la obtención de diagnóstico y pronóstico de los pacientes.

La disminución de la mortalidad de los pacientes con IAM es una prioridad y solo se puede lograr cuando se entiende la mayor cantidad de fenómenos relacionados a la misma y a la historia natural de la enfermedad, por lo que la determinación del pronóstico de los pacientes es fundamental, y el estudio de factores como el lactato sérico tiene una alta prioridad en la formulación de mejores esquemas de tratamiento que reduzcan la morbimortalidad asociada al IAM.

## **ANTECEDENTES**

Se estima que, en el año 2017, la cardiopatía isquémica afectó a 126 millones de personas a nivel global, equivalente a 1,655 casos por cada 100,000 habitantes, lo cual representa el 1.72% de la población total <sup>21</sup>. En el mismo año, la cardiopatía isquémica provocó nueve millones de muertes en el mundo, colocándola como la principal causa de muerte, posición que ha retenido por más de dos décadas <sup>23</sup>.

Se estima que las enfermedades cardiovasculares en su conjunto provocan un tercio de las muertes a nivel mundial, y dentro de las mismas la cardiopatía isquémica es la más frecuente <sup>24</sup>.

A nivel internacional se ha descrito una alta incidencia de cardiopatía isquémica como causa de morbimortalidad. En el caso de Estados Unidos, se ha afirmado que hasta un 25% de las muertes en el país cada año se relacionan con dicho padecimiento. Se estima que un estadounidense muere por IAM cada 60 segundos<sup>25</sup>.

En México el INEGI informó una muerte cada 4.3 minutos por cardiopatía isquémica, siendo el primer motivo de consulta subsecuente en medicina familiar (más de 16.6 millones) y se conserva como la primera causa de años de vida saludable perdidos por muerte prematura y discapacidad.<sup>26</sup>

En 2020 el total de muertes atribuidas por enfermedades del corazón en México fue de 218,704, con un 56% presentado en hombres y un 44% presentado en mujeres, y han representado la primera causa de muerte en México por varios años, destacando en el grupo de población de mayores de 45 años <sup>27</sup>. Tomando en cuenta el año 2019, se observó un aumento de 62,663 casos para 2020. En 2020 la cardiopatía isquémica representó el 76.3% de las muertes por enfermedades del corazón con 166,874 casos <sup>27</sup>. En 2020 las mayores tasas de mortalidad se presentaron en la Ciudad de México con 22.8 casos por cada 10,000 personas, seguida de Veracruz con 21.8 y Chihuahua con 21.4 casos, en cambio las entidades

con menores tasas fueron Quintana Roo con 6.9 casos por cada 10,000 personas, Aguascalientes con 9.2 casos y Querétaro con 11.2 casos. El estado de Hidalgo se ubica por debajo de la media nacional de 17.3 casos por cada 10,000 personas con un promedio de 16.0 <sup>27</sup>.

En el Hospital General de Pachuca, en el periodo comprendido entre 2020 y 2021 se atendieron un total de 98 casos de pacientes con diagnóstico de IAM.

El lactato ha sido motivo de numerosas investigaciones médicas desde hace varias décadas como sucedió en 1970 en el trabajo de Harry y colaboradores, donde se estudiaron 142 pacientes que presentaron manifestaciones clínicas de shock circulatorio y de los cuales 62 sobrevivieron concluyendo que un aumentó de 2.1 a 8.0mmol/L, la probabilidad estimada de supervivencia disminuyó del 90 al 10% <sup>28</sup>.

En el trabajo de Rincón et al 2013, se estudiaron los niveles de lactato de 433 pacientes de terapia intensiva médico-quirúrgica de los cuales 45% de los pacientes tenían hiperlactatemia y se encontró una relación directa entre niveles de lactato y riesgo de muerte, alcanzando una mortalidad del 17% con concentraciones de lactato entre 2-4mmol/L y de 64% en aquellos con concentraciones mayores a 8 mmol/L. <sup>29</sup>

En este mismo año un estudio por Jansen y colaboradores de 2015 realizado en 338 pacientes con choque séptico e hiperlactatemia al ingreso de unidad de cuidados intensivos reporto que el tratamiento guiado por lactato redujo significativamente la mortalidad hospitalaria lo cual sugiere que el control inicial del lactato tiene un beneficio clínico. <sup>30</sup>

El estudio de Freitas y asociados provenientes de Brasil en el año 2015 sobre politrauma, relaciona el lactato de ingreso y el proceso de aclaramiento del lactato en las primeras 6 horas de admitido el paciente en la sala de urgencias con la

mortalidad. En su estudio reportan que los pacientes que ingresan con niveles elevados de lactato no se relacionan de manera directa con la mortalidad.<sup>31</sup>

El trabajo de Folkert et al en 2014 sobre trauma y lactato ha determinado que los niveles de lactato sérico no se asocian a una mayor necesidad de hemotransfusión temprana o defunciones y no representan el estado de volemia del paciente, además de no funcionar como un indicador de choque hipovolémico.<sup>32</sup>

En el estudio de Lefering et al de 2013 en Alemania, se realizó un estudio donde sí se encontró relación entre los niveles elevados de lactato y la necesidad de soporte ventilatorio, así como una mayor incidencia de falla orgánica múltiple (FOM) en las primeras horas tras el ingreso del paciente a la sala de trauma choque, lo que se relaciona de manera indirecta con la mortalidad y de manera directa los niveles de lactato con el egreso hospitalario, siendo los pacientes con niveles más bajos de lactato al ingreso los que presenta un mayor número de egresos hospitalarios.<sup>33</sup>

En el trabajo de Martínez y colaboradores de 2021, se concluyó que el lactato basal, a las 6 h y el aclaramiento es un predictor independiente para el pronóstico de los pacientes en *shock* cardiogénico asistidos con soporte ventilatorio por membrana extracorpórea, lo que facilita una mejor estratificación del riesgo y tiene una capacidad predictiva superior.<sup>34</sup>

Sin embargo los estudios sobre el papel del lactato en enfermedades cardiacas agudas son escasos o poco significativos, en el 2019 el estudio de Vermeulen propuso que el valor de lactato sérico puede ser predictor de complicaciones, morbilidad intrahospitalaria y mortalidad en pacientes con infarto de miocardio con elevación del segmento ST, sin embargo el tamaño del estudio no supera los 70 pacientes.<sup>35</sup>

El estudio de Grunde y colaboradores de 2018, en donde se evalúa a 1260 pacientes, concluyó que en pacientes con datos de insuficiencia cardiaca (clase killip y kimbal III Y IV) con infarto agudo a miocardio que presentan un nivel de

lactato de 2.5 mmol/L obtenido de catéter angiográfico puede asociarse con mayor muerte a corto plazo, no es totalmente concluyente, y los mismos autores dejan la opción para invitar a la comunidad médica científica a profundizar de este tema.<sup>36</sup> En el estudio de Chertoff de 2015 se demostró que la hiperlactatemia persistente en el paciente con sepsis pues se asocia a un aumento de la mortalidad<sup>37</sup>. En el trabajo de Dettmer y colaboradores en 2015 se asoció una disminución del lactato sérico y su aclaramiento del 50% como buen predictor de supervivencia y de egreso hospitalario y se estableció como un buen predictor de mortalidad dentro de las primeras 6 horas posteriores al diagnóstico inicial una elevación permanente del lactato tomando como límite 24 horas para que haya una normalización de dichos niveles<sup>38</sup>.

En el estudio de Park y colaboradores de 2021, se investigó la significancia clínica del lactato en infarto agudo de miocardio en 360 pacientes con dicha enfermedad, los cuales se dividieron en grupos de lactato bajo y alto, con valores de 1.6 +/- 0.5mmol/L y 4.3 +/- 2.5mmol/L respectivamente, y se encontró un mayor valor de la cuenta leucocitaria así como de ck-mb en el grupo de mayor lactato, asimismo se correlacionó el aumento del nivel de lactato con una mayor afectación del IAM demostrada por resonancia magnética<sup>39</sup>.

En el estudio de Desmoulin y colaboradores de 2013, se realizó un estudio prospectivo con 126 pacientes en la unidad de cuidados intensivos tomando en cuenta la mortalidad por insuficiencia cardíaca y supervivencia a los 30 días, y se encontró que el lactato y colesterol son los metabolitos que más utilidad muestran como predictores de mortalidad, al observarse un incremento de la misma con pacientes que mostraban aumento de lactato y disminución de colesterol total al ingreso, siendo posible incluso realizar una tasa de lactato y colesterol la cual en caso de ser mayor a 0.4 mostró una sensibilidad del 82% y una especificidad del 64% para la predicción de mortalidad a 30 días<sup>40</sup>.

En el estudio de Shinozaki et al de 2011 se analizó el nivel de urea así como lactato en pacientes con IAM acontecido fuera del ámbito hospitalario, con un total de 98 pacientes. Se realizó medición de estos dos marcadores en los pacientes en quienes había ocurrido IAM, en el caso del lactato se encontró un nivel medio de 12.1mmol/L, el cual resultó ser 2.9mmol/L mayor que en los pacientes en quienes no se desarrolló IAM, asimismo el análisis estadístico arrojó que el nivel de lactato de 12mmol/L o menor se relaciona con una mejora en el pronóstico del paciente con un área bajo la curva de 0.735, una especificidad del 52.3% y una sensibilidad del 90% <sup>41</sup>.

Estudios anteriores sobre el lactato en sangre han demostrado su papel en estratificación de riesgo con respecto a los pacientes que necesitan cuidados intensivos, mostrando que este desempeña un papel clave en cuanto la reanimación y tratamiento, sin embargo, en pacientes que sufren de enfermedad coronaria, los datos han sido más inconsistentes. <sup>42</sup>

## **MARCO TEÓRICO**

El lactato es un producto del metabolismo anaerobio, en el cual el piruvato que proviene de la glucólisis no ingresa al ciclo de Krebs, como normalmente ocurre en condiciones aeróbicas, en su lugar pasa a convertirse en ácido láctico a través de la enzima lactato deshidrogenasa, por estímulo del factor inducible por hipoxia tipo 1, que a su vez inhibe la enzima piruvato deshidrogenasa. Durante la gluconeogénesis el lactato es convertido nuevamente a piruvato por la reversión de esta reacción química para después convertirse en glucosa <sup>1,2</sup>. Este es el mecanismo por el cual se produce energía en condiciones carentes de oxígeno ya que durante este proceso se generan 2 moléculas de ATP, de modo que la formación del lactato por medio de la enzima lactato deshidrogenasa es una fuente de energía para el organismo <sup>3</sup>.

Monitorizar el lactato es una forma de evaluar el metabolismo anaerobio; se toma en cuenta que el lactato arterial normal es de aproximadamente 0,620 mmol/L mientras que el venoso es de 0,997 mmol/L. Actualmente se sabe que la concentración plasmática normal varía en un rango de 0,3-1,3 mmol/L pero en general los valores obtenidos por gasometría en condiciones fisiológicas son menores a 2 mmol/L, independientemente de si es venosa o arterial<sup>4</sup>.

La gasometría arterial es un estudio de laboratorio que consiste en la toma de sangre arterial para el análisis del nivel de oxígeno y dióxido de carbono, entre otros, de la misma. Se trata de uno de los estudios más comúnmente utilizados en los servicios de urgencias y terapia intensiva, y su estudio permite interpretar la mayoría de los desórdenes respiratorios, circulatorios y metabólicos de los pacientes críticos<sup>5</sup>.

La ocurrencia de alteraciones metabólicas de índole energética causadas por hipoxemia tisular se manifiesta de distintas formas en la gasometría arterial que son resultado de un cambio del metabolismo aerobio normal a uno anaerobio ante la falta de oxígeno, e incluyen disminución del valor de pH, aumento del exceso de base, aumento del nivel de dióxido de carbono y aumento del valor de lactato<sup>5</sup>.



Previamente se ha estudiado el papel de los niveles de otros marcadores serológicos para estimar la gravedad de los cuadros de cardiopatía isquémica. La asociación de los niveles de troponina con la mortalidad en el caso de infarto agudo de miocardio ha sido establecida previamente y se ha recomendado como marcador para el diagnóstico del mismo de acuerdo a guías internacionales<sup>6</sup>.

En 2019 se realizó un estudio de 14,061 pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST, en los que se midió el nivel de troponina para analizar si existía relación entre el mismo y la mortalidad de los pacientes. Se encontró que el nivel de troponina al ingreso fue un predictor independiente de mortalidad intrahospitalaria, y que cualquier valor por encima del nivel de referencia se asociaba con un aumento de la mortalidad (1.8% contra 5.1%, con diferencia estandarizada de 18.2%). Los pacientes sin aumento de troponina demostraron consistentemente una mortalidad más baja de lo previsto basado en su perfil de riesgo clínico y demográfico<sup>7</sup>.

La gasometría arterial es un estudio que se realiza de forma rutinaria en las unidades médicas de segundo y tercer nivel, muchas veces, como en el caso del Hospital General de Pachuca, sin costo adicional para el paciente, a diferencia del uso de marcadores como troponinas, las cuales requieren de la contratación de servicios externos que ofrecen precios de hasta \$2,000 mexicanos.

El lactato, al ser incapaz de ser metabolizado por oxidación y usarse en el ciclo de Krebs, inicia su acumulación, lo que recibe el nombre de hiperlactacidemia refiriéndose a una acumulación de lactato que va de 2 a 5 mmol/L y se llama acidosis láctica si es mayor a 5 mmol/L.<sup>8</sup>

La acidosis láctica es una alteración metabólica grave y frecuente en pacientes en situación de bajo gasto cardiaco, determinada por un desequilibrio entre el aporte y la demanda de oxígeno a los tejidos, secundario a hipoperfusión tisular<sup>9</sup>.

Una patología frecuente en la que existe un aporte entre la demanda de oxígeno y el aporte, es el infarto cardiaco ya que los cardiomiocitos de la zona afectada no captan glucosa por la falta de flujo sanguíneo, dichas células contienen glucógeno, el cual se cataboliza a glucosa 1-fosfato, que se isomeriza a glucosa 6-fosfato, y es a partir de este metabolito que se lleva a cabo la glucólisis. La generación de lactato asociada a la glucólisis anaeróbica trae consigo la liberación de hidrogeniones al medio, lo cual determina un efecto acidificante en la zona infartada difícil de neutralizar debido a la estasis a que se encuentra sometido el flujo sanguíneo.<sup>10,11</sup>

Tanta es la relevancia del lactato en las patologías carentes de oxígeno que se convierte en un indicador sensible de hipoperfusión tisular, así como un indicador de la severidad del metabolismo anaerobio.<sup>12</sup> Un ejemplo claro es la cirugía cardiaca, donde los principales factores que conducen a una posible disoxia, la cual se define como un déficit en la producción de ATP aeróbico en relación con los requerimientos energéticos celulares <sup>13</sup>, al momento de emplear la circulación extracorpórea son el grado de hemodilución y un bajo aporte de oxígeno tisular; ambos han sido asociados con la morbilidad postoperatoria. En la actualidad, la mayoría de los autores tienden a atribuir la naturaleza de la hiperlactatemia asociadas a las operaciones cardíacas con hipoxia tisular tipo A.<sup>14</sup>

Los niveles séricos de lactato han sido motivo de estudio en los pacientes críticos, aquellos con patologías como la sepsis, traumatismo craneoencefálico, estado de choque, cardiopatías congénitas incluso cirugía, ya que en la práctica médica es el elemento medible más usado para intentar cuantificar la magnitud del proceso disóxico que ocurre en el organismo. <sup>15, 16.</sup>

El valor del lactato sérico ha sido postulado como predictor de complicaciones, morbilidad intrahospitalaria y mortalidad en pacientes con infarto de miocardio con elevación del segmento ST <sup>17.</sup>

De acuerdo a la cuarta definición universal de infarto, IAM se define como el daño miocárdico agudo más evidencia clínica de isquemia miocárdica y detección de

aumento o caída de troponina I de al menos 1 valor por encima del límite superior de referencia del p99 y al menos uno de los siguientes criterios: síntomas de isquemia miocárdica, nuevos cambios indicativos de isquemia en el ECG, aparición de ondas Q patológicas en el ECG, evidencia por imagen de pérdida de miocardio viable o una nueva anomalía regional en la motilidad de la pared coherente con un patrón de etiología isquémica y detección de un trombo coronario mediante angiografía <sup>18</sup>.

El infarto de miocardio refleja ruptura o erosión de una placa aterosclerótica con oclusión trombótica de una arteria coronaria epicárdica, lo cual genera isquemia transmural. La cantidad de tejido afectado y por tanto la gravedad del infarto de miocardio se determinan por el área isquémica que se nutre por el vaso afectado, así como la duración o intermitencia de la oclusión vascular y la magnitud del aporte vascular colateral <sup>19</sup>.

Dada la fisiopatología del lactato y la facilidad con la que se puede realizar su determinación en muestras de sangre arterial, se ha propuesto a éste como un marcador pronóstico de pacientes con varias formas de choque <sup>20</sup>.

El lactato es un combustible importante para el corazón en situaciones de estrés. Durante el ejercicio físico, así como con la estimulación beta y el choque, el uso de lactato aumenta considerablemente en el tejido cardíaco, representando el lactato hasta el 60% de los sustratos oxidativos cardíacos <sup>21</sup>. Su rol en el estado de choque se ha demostrado en estudios animales en los que su depleción se ha asociado a un aumento de la mortalidad, asimismo su infusión se ha asociado a una mejora del desempeño cardíaco <sup>22</sup>.

## **JUSTIFICACIÓN**

Las cardiopatías, especialmente la cardiopatía isquémica, son un problema de salud pública de alto impacto en la sociedad ya que ocupan el primer lugar de mortalidad a nivel mundial y nacional, por lo que se debe insistir en la importancia que tiene el estudio de estas enfermedades para lograr el mejor tratamiento posible y la

disminución de la morbimortalidad asociada a las mismas en cada población en particular.

Si bien la cardiopatía isquémica es un trastorno frecuente y de alto impacto, aún existen áreas de oportunidad en investigación en cuanto a la fisiopatología, seguimiento y tratamiento de la misma, tal es el caso del papel del lactato arterial como factor pronóstico para mortalidad en casos de pacientes con IAM. Aclarar si el lactato muestra una asociación con la mortalidad de los pacientes con IAM en el Hospital General de Pachuca, puede mejorar el tratamiento que se le da a los mismos al aportar información valiosa sobre la evolución de los individuos y el pronóstico que presentan, lo anterior debido a la facilidad para la toma de la muestra, la velocidad para obtener los resultados, ya que estos se otorgan en solo 90 segundos si se realiza mediante gasometría, lo económico que resulta en comparación con monitorización mediante enzimas cardíacas, la facilidad para su lectura comparado con la interpretación de un electrocardiograma además que las gasometrías arrojan valores numéricos establecidos de manera internacional que no dependen del operador como pasa con el ultrasonido.

## **OBJETIVOS**

**Objetivo general:**

Analizar la relación que existe entre los niveles de lactato arterial y la mortalidad en los pacientes con IAM en el Hospital General de Pachuca en el periodo de 2020 a 2021.

**Objetivos específicos:**

1. Caracterizar a la población de estudio de acuerdo a sus variables clínicas y sociodemográficas.
2. Analizar el nivel de lactato arterial en los pacientes con IAM y supervivencia tras el mismo.
3. Analizar el nivel de lactato arterial en los pacientes con IAM y mortalidad tras el mismo.
4. Comparar el nivel de lactato arterial en los pacientes con IAM y que sobreviven al evento con aquellos que fallecen durante estancia intrahospitalaria.

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El infarto agudo al miocardio actualmente es la primera causa de muerte en México, y es el médico de urgencias quien debe realizar un diagnóstico, brindar tratamiento

efectivo y de calidad lo más rápido posible, todo esto con las herramientas con que cuenta en su espacio de trabajo, ante esta situación tener elementos disponibles que le permitan guiar objetivamente su tratamiento y la toma de decisiones de manera oportuna se traduce en una mejor evolución para el paciente.

En el infarto agudo al miocardio consensos internacionales sugieren la identificación de biomarcadores, preferiblemente troponina I, la cual se eleva después de las 4 hrs, pero esto es solo para el diagnóstico y los costos de dicha determinación oscila entre los 1000-2000 pesos m/N. Por otra parte el tratamiento de primera elección es el intervencionismo coronario percutáneo (ICP), sin embargo, algunos hospitales de México no cuentan con los recursos financieros o humanos necesarios para realizar las acciones antes descritas en el tiempo indicado, lo que implica un desafío para mantener al paciente en las mejores condiciones clínicas durante el lapso de tiempo entre el diagnóstico y el acceso al tratamiento definitivo.

El estudio del paciente con infarto agudo de miocardio debe ser lo más meticuloso posible dado el impacto que llega a tener esta enfermedad en la población, por lo que la individualización de cada caso y la aplicación de las mejores herramientas terapéuticas resultan indispensables para mejorar la atención de los afectados. Es en este contexto que el estudio de los niveles de lactato, a través de la gasometría arterial con el fin de analizar la relación de los mismos con el pronóstico de los pacientes puede proveer de información valiosa para dictar un mejor tratamiento.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe relación entre el nivel de lactato arterial y la mortalidad en pacientes con diagnóstico de IAM?

## **HIPÓTESIS**

De acuerdo a trabajos previos que analizaron la relación del nivel de lactato con mortalidad en pacientes críticos, existió un aumento del 17% al 64% en la mortalidad cuando existió un aumento de 4mmol/L a 8mmol/L en el nivel de lactato <sup>29</sup>. Se

espera que se encuentre una relación similar a dicho hallazgo en la población del presente estudio.

### **Hipótesis nula**

El nivel de lactato mayor a 4mmol/L no tiene relación con la mortalidad de los pacientes con IAM al ingreso y en las primeras 6 horas de estancia intrahospitalaria.

### **Hipótesis alternativa**

El nivel de lactato mayor a 4mmol/L tiene relación con la mortalidad de los pacientes con IAM al ingreso y en las primeras 6 horas de estancia intrahospitalaria.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Transversal, analítico y retrolectivo.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN**

Se tomó en cuenta un punto de corte de lactato de 2.5mmol/L de acuerdo a evidencia científica previa sobre el nivel de lactato y mortalidad en pacientes con IAM<sup>36</sup>. Se tomó en cuenta el valor del lactato en los pacientes incluidos en el estudio para determinar la diferencia de dicho valor mediante la prueba de T de Student. Se determinó si existe una mayor razón de momios en el grupo de pacientes con lactato elevado. Los cálculos se realizaron mediante el programa estadístico SPSS.

## **SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL ESTUDIO**

### **Criterios de inclusión:**

- Expedientes de pacientes con diagnóstico de IAM atendidos en el lugar y tiempo señalados previamente.
- Expedientes de pacientes mayores de 18 años.



- Expedientes de pacientes de sexos tanto femenino como masculino.
- Expedientes de pacientes en quienes se haya realizado gasometría arterial durante las primeras 6 horas de estancia intrahospitalaria.

#### **Criterios de exclusión:**

- Expedientes de pacientes con enfermedades o condiciones concomitantes que produzcan por sí mismos una alteración del lactato arterial, tales como hepatopatía crónica, choque séptico, cetoacidosis diabética, intoxicación farmacológica, tumores malignos, convulsiones previas o quemaduras.
- Expedientes de pacientes defunción por otro padecimiento o alta de otro tipo.

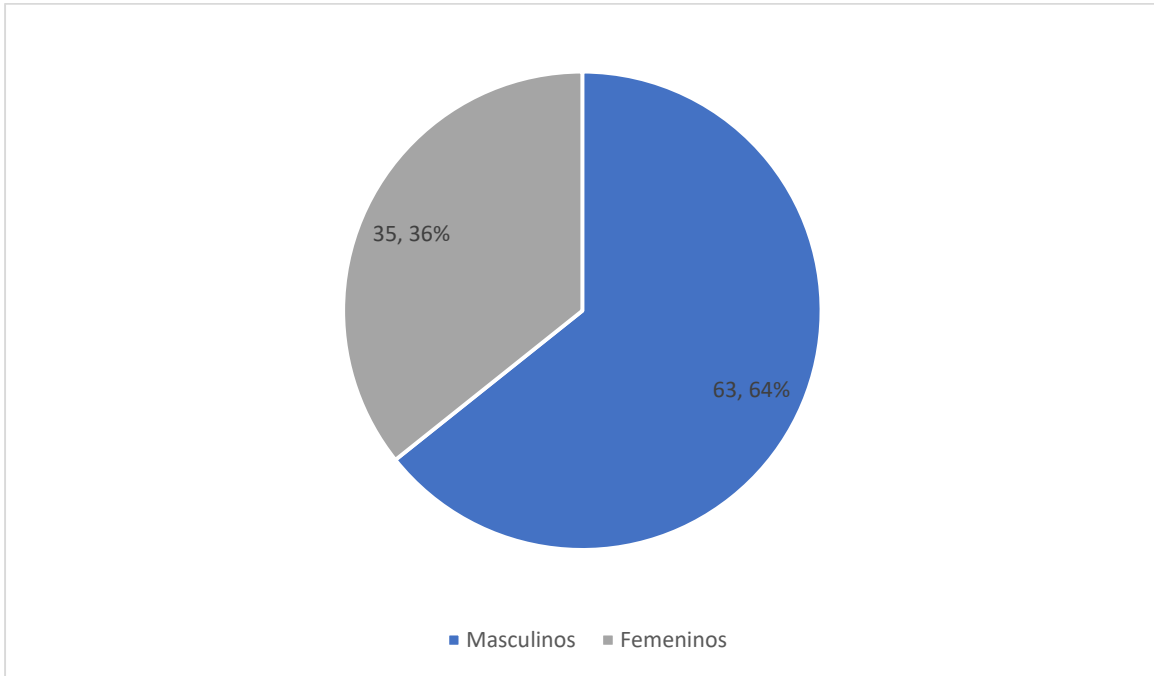
#### **Criterios de eliminación:**

- Expedientes de pacientes que se encuentren incompletos en cuanto a notas médicas o estudios de laboratorio, lo cual imposibilita la obtención de datos.

## **RESULTADOS**

En el estudio se tomaron en cuenta 98 pacientes, de los cuales se registraron 63 pacientes masculinos (64% de los casos) y 35 pacientes femeninos, (36% de los casos). En la siguiente gráfica se muestra la distribución por sexos.

Gráfica 1. Sexo de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021

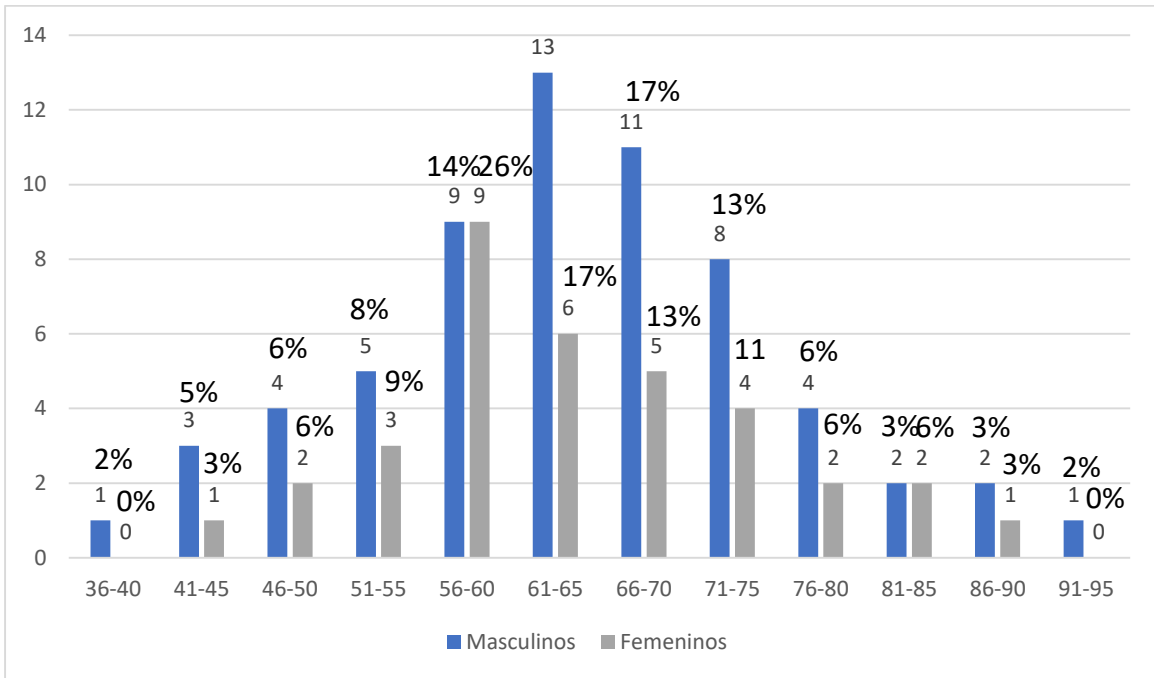


Fuente: expedientes clínicos

La edad de los 98 pacientes del estudio se situó entre los 39 y los 92 años. El grupo de edad más frecuentemente encontrado en los pacientes masculinos fue el de los 61 a 65 años con 13 pacientes, correspondiente al 21% de los mismos, mientras que en el caso de las pacientes femeninas fue el de los 56 a 60 años con 9 pacientes, correspondientes al 26% de las mismas. En la siguiente gráfica se muestra la distribución por edad y dividida por sexos.

Gráfica 2. Edad de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021

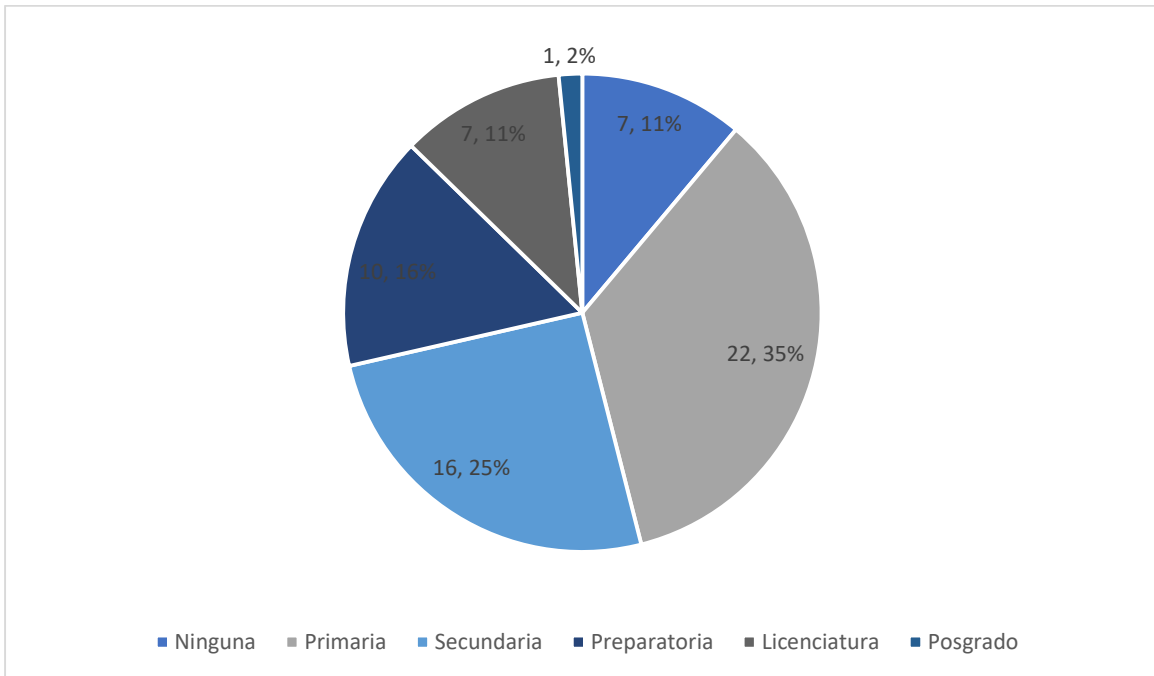
21%



Fuente: expedientes clínicos

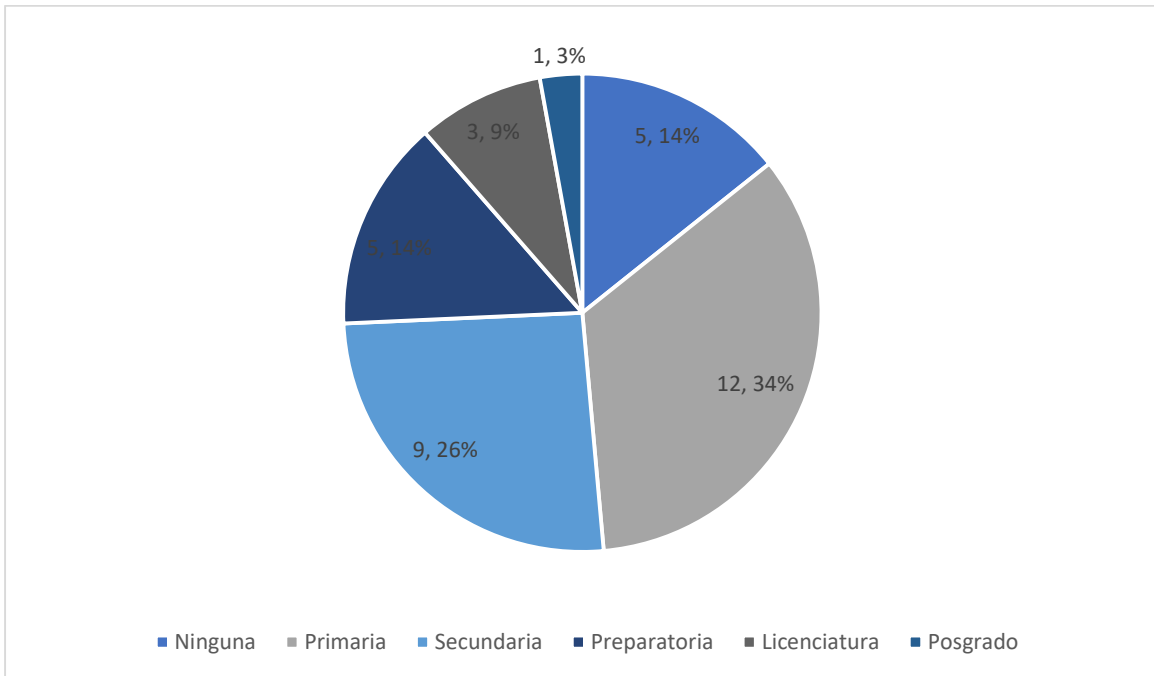
La escolaridad de los pacientes del estudio se registró de acuerdo al último grado de estudios alcanzado. En el caso de ambos sexos la escolaridad más frecuentemente reportada fue la primaria, con 22 casos para los pacientes masculinos correspondientes al 35% del total, mientras que, en el caso de las pacientes femeninas, se encontraron 12 pacientes con dicha escolaridad, correspondiente a 34% del total. En las siguientes gráficas se muestra la escolaridad de acuerdo al sexo de los pacientes incluidos en el estudio.

Gráfica 3. Escolaridad de los pacientes masculinos con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021



Fuente: expedientes clínicos

Gráfica 4. Escolaridad de las pacientes femeninas con IAM atendidas en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021

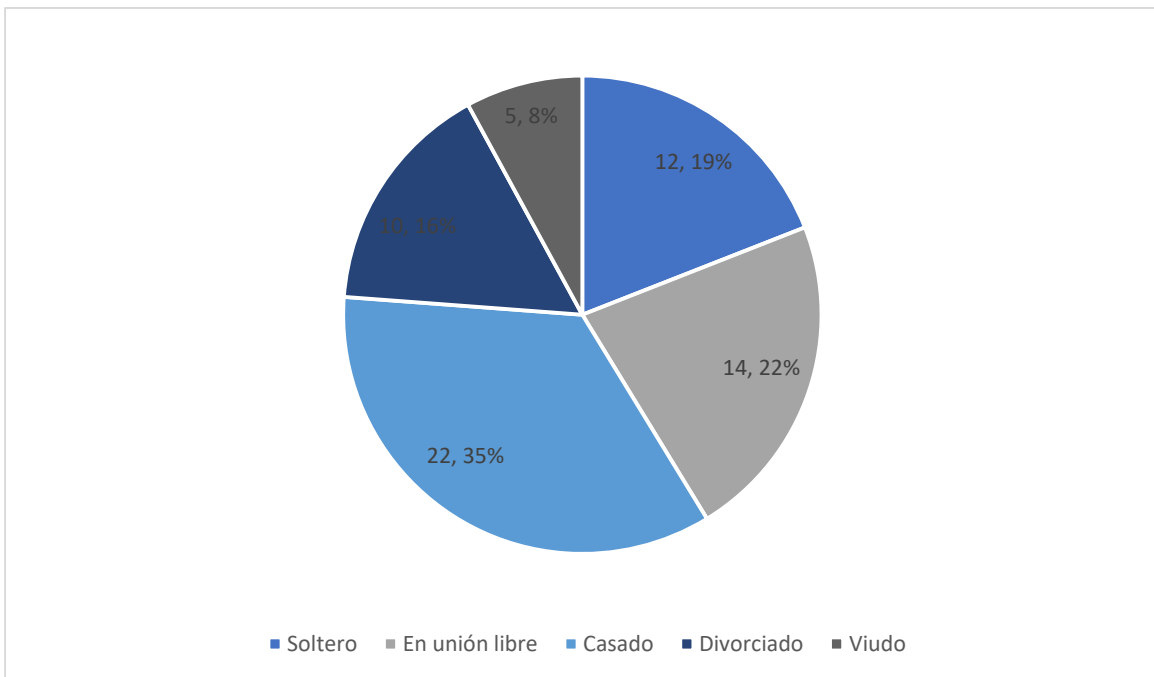


Fuente: expedientes clínicos

El estado civil más comúnmente reportado de los pacientes incluidos en el estudio fue el de “casado/a”, presentándose en 22 pacientes masculinos, correspondientes al 35% de los casos, así como en 10 pacientes femeninas, correspondientes al 29%

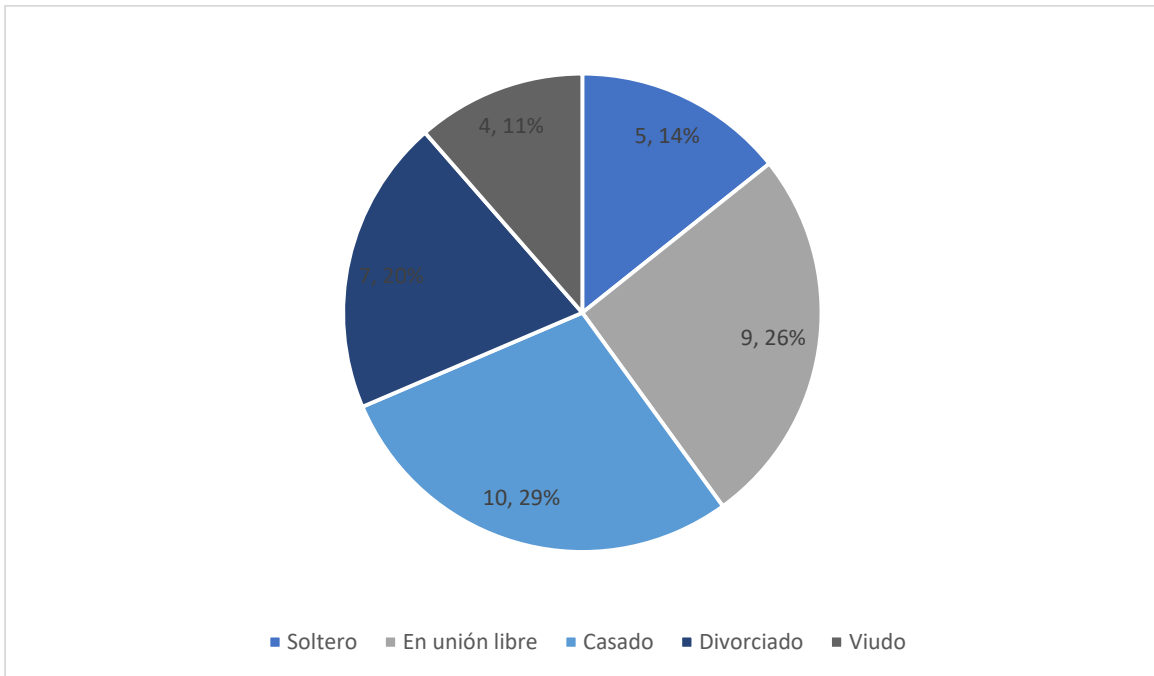
de los casos. En las siguientes gráficas se muestra el estado civil de los pacientes incluidos en el estudio divididos de acuerdo al sexo.

Gráfica 5. Estado civil de los pacientes masculinos con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021



Fuente: expedientes clínicos

Gráfica 6. Estado civil de las pacientes femeninas con IAM atendidas en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021

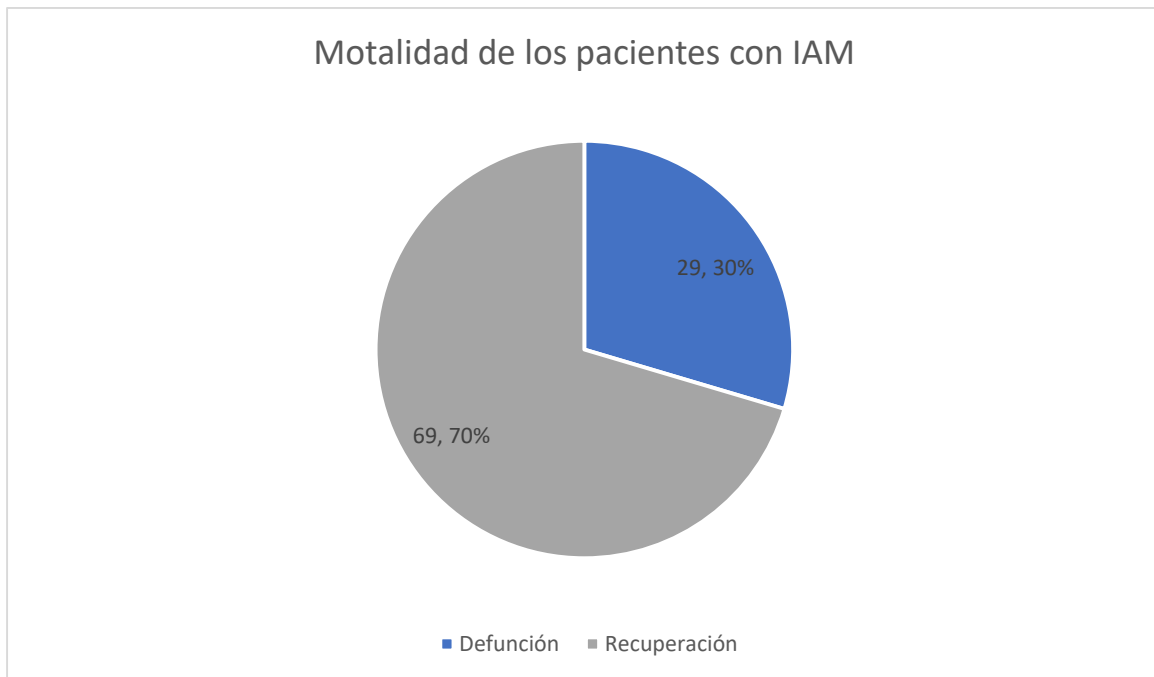


Fuente: expedientes clínicos

Se tomaron en cuenta un total de 98 pacientes para la realización de este estudio, y se analizó el desenlace de los mismos, encontrándose 29 casos de defunciones, correspondientes al 30% del total de los mismos, asimismo. 69 pacientes

presentaron recuperación tras IAM, lo cual corresponde al 70% de los pacientes. En la siguiente gráfica se muestra la mortalidad de los pacientes incluidos en el estudio.

Gráfica 7. Mortalidad de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021



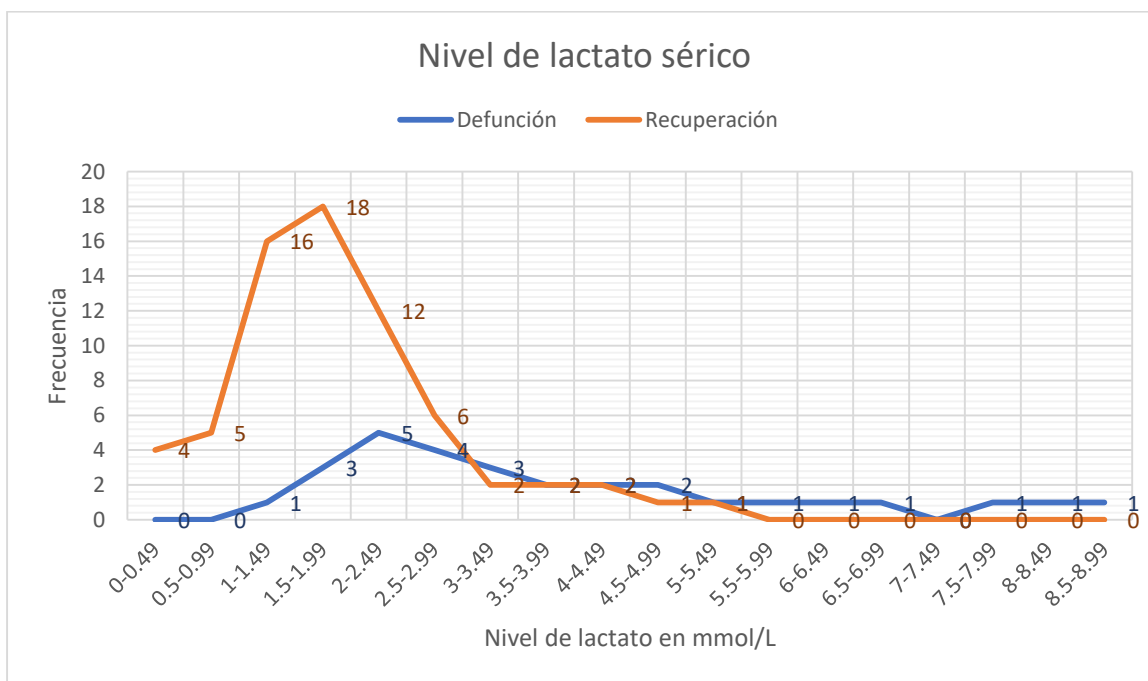
Fuente: expedientes clínicos

El nivel de lactato se determinó en los pacientes incluidos en el estudio, en un lapso no mayor a las 6 horas a partir del ingreso hospitalario. En el caso de los pacientes con desenlace de defunción, el promedio de lactato sérico detectado fue de



3.86mmol/L, mientras que en el caso de los pacientes con recuperación tras el IAM fue de 1.85mmol/L. La mayoría de los pacientes recuperados se mantuvieron por debajo del punto de corte de 2.5mmol/L en cuanto al lactato arterial, con un total de 55 pacientes por debajo del mismo (un 80% del total de 69 casos), mientras que solamente 14 (20%) tuvieron un valor por encima de dicho punto de corte. En el caso de los pacientes que fallecieron a causa del IAM, solo 9 pacientes (31% del total de 29 casos) se mantuvieron por debajo de 2.5mmol/L, y un total de 20 pacientes (69%) tuvieron un valor por encima del punto de corte. En la gráfica 8 se muestra el nivel de lactato de los pacientes incluidos en el estudio. En la tabla 1 se muestran las diferencias de la concentración de lactato arterial entre los grupos de pacientes fallecidos y recuperados tras IAM.

Gráfica 8. Nivel de lactato de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021



Fuente: expedientes clínicos.

Tabla 1. Mortalidad y nivel de lactato sérico de los pacientes con IAM atendidos en el servicio de Urgencias en el Hospital General de Pachuca entre 2020 y 2021

Resultado de manejo	Número	Porcentaje del total de pacientes	Número de pacientes con lactato	Porcentaje de pacientes	Promedio de valor de lactato

			mayor a 2.5mmol/L	con lactato mayor a 2.5mmol/L	sérico en mmol/L
Fallecimientos	29	30%	20	69%	3.86mmol/L
Recuperación	69	70%	14	20%	1.85mmol/L

Fuente: expedientes clínicos

La mortalidad en pacientes con lactato menor a 2.5mmol/L fue de 14% (9 casos en 64 totales), mientras que en pacientes con lactato mayor a 2.5mmol/L fue de 59% (20 casos de 34 totales) La diferencia entre la media del valor de lactato entre los pacientes que fallecieron tras presentarse IAM y los que sobrevivieron fue de 2.01mmol/L de lactato, sin embargo, tras realizar prueba de T de student se encontró una diferencia de 5.04mmol/L ( $p < 0.0001$ ). Asimismo, tomando en cuenta el punto de corte de 2.5mmol/L en el valor de lactato, se realizó el cálculo de razón de momios para mortalidad de acuerdo a la siguiente fórmula:

Razón de momios =  $(a/b) / (c/d)$

	Fallecimientos (casos)	Recuperaciones (controles)
Lactato > 2.5mmol/L (positivos)	20 (a)	14 (b)
Lactato < 2.5mmol/L (negativos)	9 (c)	55 (d)

La razón de momios fue de 8.73 con IC del 95% de 3.27- 23.29, por lo que los intervalos de confianza al 95% no abarcan el valor nulo se interpreta que el tener un lactato mayor de 2.5mmol/L dentro de las primeras 6 horas, hay 8.73 veces de fallecer por un IAM en comparación de los que tuvieron menos de 2.5mmol/L en las primeras 6 horas.

## PROPUESTA DE SOLUCIÓN

El infarto agudo de miocardio es un problema de salud pública cuya solución requiere de acciones coordinadas en los servicios de urgencias, lo cual implica que

se estudien a profundidad los algoritmos de diagnóstico y tratamiento de los pacientes, por lo que el estudio del lactato en gasometría arterial se encuentra plenamente justificado, en este caso, los resultados de esta investigación arrojan que la evaluación de los pacientes con IAM puede complementarse con la obtención de lactato arterial, asimismo, la consideración de los valores de lactato dentro de las primeras 6 horas del internamiento de los pacientes puede dar información valiosa sobre el riesgo de mortalidad de los pacientes con dicho diagnóstico, lo cual puede guiar a los médicos de los servicios de urgencias para dictar el mejor manejo disponible de acuerdo a las características de cada paciente.

Se debe de obtener lactato arterial en cada paciente con diagnóstico de IAM en las primeras 6 horas de manejo hospitalario, y se deben considerar los valores del mismo en la determinación del pronóstico del paciente para la optimización de recursos dentro de las unidades hospitalarias, por lo que se propone que se esta práctica sea habitual en la atención de los pacientes con IAM, y posteriormente se deben de adecuar los tratamientos a cada paciente con el fin de disminuir la morbimortalidad de los pacientes afectados por IAM.

## **ANÁLISIS**

La asociación del aumento del lactato de los pacientes con la mortalidad de los mismos se ha descrito en múltiples estudios en el pasado, que van desde pacientes

con choque séptico (Jansen, 2015 <sup>30</sup>; Chertoff, 2015 <sup>37</sup>), shock cardiogénico (Martínez, 2021 <sup>34</sup>, Desmoulin, 2013 <sup>40</sup>) y trauma (Lefering, 2013 <sup>33</sup>), aunque también existen estudios con hallazgos no concluyentes en este último ámbito (Freita, 2015 <sup>31</sup>; Folkert, 2014 <sup>32</sup>).

Los resultados de este estudio indican que el aumento de lactato se asocia con un aumento de la mortalidad de los pacientes, lo cual también se reportó en trabajos como el de Vermeulen y colaboradores en 2019, en el que se mostró que un lactato mayor de 1.8mmol/L al ingreso de los pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación de segmento ST se asoció con peor supervivencia de los mismos <sup>35</sup>, en este caso usando un punto de corte de 2.5mmol/L se encontró un mayor riesgo de muerte por una razón de momios de 8,7302 (IC 95% 3.27- 23.29). Asimismo, en el estudio de Grunde y colaboradores de 2018 <sup>36</sup> se encontró una mortalidad de 5% en pacientes con lactato menor a 2.5mmol/L, mientras que se reportó mortalidad de 28% en el grupo de pacientes con lactato mayor a dicho valor, un aumento menor que se encontró en este estudio (el cual fue de 14% a 59%), aunque se debe considerar que un criterio de inclusión en el estudio de Grunde fue que los pacientes presentaran insuficiencia cardiaca.

Estudios diversos como el de Park en 2021 <sup>39</sup>, han demostrado que el lactato se asocia a disminución de la función cardiaca corroborada por resonancia magnética tras IAM, asimismo, en el estudio de Shinozaki en 2011 <sup>41</sup>, también han relacionado el lactato elevado con el riesgo de muerte, al usarse un punto de corte de 12mmol/L de lactato obtuvieron una sensibilidad del 90% y una especificidad del 52.3% para predecir resultados no favorables en cuanto al desempeño neurológico tras parada cardiaca, hallazgos que pueden ser indicadores indirectos de un aumento del riesgo de mortalidad.

## **CONCLUSIONES**

La elevación del lactato arterial como marcador de hipoperfusión tisular en el contexto del IAM es un parámetro útil para ayudar a establecer el riesgo de

mortalidad del paciente, como se ha demostrado de acuerdo a los resultados de este estudio en el que una elevación de lactato más allá de 2.5mmol/L se asoció con un riesgo de muerte hasta 8 veces más en los pacientes, por lo que se puede usar este método diagnóstico para integrar el pronóstico de los pacientes con IAM y mejorar la comunicación entre profesionales de la salud y con los pacientes y familiares afectados.

La identificación de pacientes con alto riesgo de mortalidad en enfermedades complejas tales como el IAM es una prioridad para los médicos encargados de los servicios de urgencias, por lo que el uso de parámetros objetivos tales como el nivel de lactato sérico pueden representar una herramienta confiable para el uso de dichos profesionales, y eventualmente una oportunidad para desarrollar mejores tratamientos para los pacientes con diagnóstico de IAM.

## **RECOMENDACIONES**

El lactato sérico puede usarse en la evaluación de los pacientes con IAM como predictor del riesgo de mortalidad. Asimismo, la identificación de pacientes con

elevación de lactato por encima de 2.5mmol/L puede orientar a los médicos de los servicios de urgencias a un peor pronóstico en los pacientes con dicha patología.

El manejo de los pacientes con IAM debe realizarse de forma integral y se debe prestar especial atención a aquellos individuos en quienes exista un aumento del lactato sérico debido al mayor riesgo de muerte que presentan, realizando el mejor abordaje posible en cada caso de forma individualizada.

En el futuro se pueden realizar más estudios sobre el papel del lactato como predictor de resultados clínicos en el paciente con IAM, no sólo de mortalidad, sin embargo, ello conlleva las consideraciones de contar con más métodos de abordaje diagnóstico y evaluación paraclínica para los pacientes con dicho diagnóstico, de esta manera, no debe minimizarse la importancia de esta tarea porque representa el primer paso para el desarrollo de terapias específicas en el ámbito del tratamiento del IAM.

## **SUGERENCIAS**

Se sugiere que a todos los pacientes ingresados por diagnóstico de IAM en los servicios de urgencias se les realice gasometría arterial con el fin de corroborar,

entre otros parámetros, el lactato sérico, ya que queda demostrado de acuerdo a la evidencia arrojada por este estudio que su análisis puede dar información importante sobre la predicción de la mortalidad de los pacientes, por lo que su utilización esta justificada como un método adyuvante en el análisis de los pacientes y que puede por lo tanto influir en el diagnóstico, pronóstico y manejo de los pacientes.

Los pacientes graves con elevación demostrada de lactato sérico deben recibir atención médica integral que permita la mejora de parámetros paraclínicos en dichos pacientes, se sugiere que se use el nivel de lactato sérico en los pacientes como un marcador de gravedad ya que se demostró que el incremento del mismo se asocia con una mayor mortalidad, por lo que en el futuro se deben de realizar nuevos estudios clínicos al respecto en los cuales posiblemente se puedan encontrar algoritmos de tratamiento en los que la medición de lactato sea considerada dentro de los esquemas de diagnóstico, pronóstico, tratamiento y seguimiento.

## **BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS**

### **Bibliografía**

1. Dueñas C, Ortiz G, Mendoza R, Montes L. El papel del lactato en cuidado intensivo. Rev. chil. med. intensiva. 2016; 31(1):13-22.

2. Zhang Z, Xu X. Lactate clearance is a useful biomarker for the prediction of all-cause mortality in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2014; 42(9):2118-25.
3. Bermúdez W, Ruiz N. Utilidad del lactato en el paciente críticamente enfermo. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2016; 16(2):80-9.
4. Soliman H, Vincent J. Prognostic value of admission serum lactate concentrations in intensive care unit patients. *Acta Clin Belg*. 2010; 65(3):176-81.
5. Gattinoni L, Pesenti A, Matthay M. Understanding blood gas analysis. *Intensive Care Med*. 2018 Jan;44(1):91-93.
6. Ibanez B, James S, Agewall S. ESC Scientific Document Group: 2017 ESC guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: the task force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2018;39:119-77.
7. Wanamaker B, Milan S, Sukul D, Dixon S, Bhatt D, Madder R, et al. Relationship Between Troponin on Presentation and In-Hospital Mortality in Patients With ST-Segment–Elevation Myocardial Infarction Undergoing Primary Percutaneous Coronary Intervention. *Journal of the American Heart Association*. 2019: 8(19).
8. Wang D, Su L, Han Y, Fan X. Embolization treatment of pseudoaneurysms originating from the external carotid artery. *J Vasc Surg* 2015;61:920-6.
9. Weil M, Afifi A. Experimental and clinical studies on lactate and pyruvate as indicators of the severity of acute circulatory failure (shock). *Circulation*, 41 (1970):989-1001
10. Thygesen K, Alpert J, White H. Joint ESC/ACC/AHA/WHF Task Force for the Redefinition of Myocardial Infarction. Universal definition of myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2007;28:2525–2538; *Circulation*. 2007;116:2634–2653; *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:2173–2195.
11. Mendoza M, Velázquez T, Metabolismo energético del corazón normal e infartado, *Ciencia Ergo Sum*; 2002;9:282-290
12. Vermeulen R, Hoekstra M, Nijsten M, van der Horst I, van Pelt L, Jessurun G, et al. Clinical correlates of arterial lactate levels in patients with ST-segment elevation myocardial infarction at admission: a descriptive study. *Crit Care* 2010; 14:R164.
13. Robin E. Special report: dysoxia: abnormal tissue oxygen utilization. *Arch Intern Med* 1977;137:905–910.



14. Kawase T, Toyofuku M, Higashihara T, Okubo Y, Takahashi L, Kagawa Y, et al. Validation of lactate level as a predictor of early mortality in acute decompensated heart failure patients who entered intensive care unit. 2015;65(2):164–70. doi: 10.1016/j.jjcc.2014.05.006
15. Levi B. Lactate and shock state: the metabolic view. *Curr Opin Crit Care*. 2006; 12(4):315-21.
16. Cerović O, Golubović V, Spec-Marn A, Kremzar B, Vidmar G. Relationship between injury severity and lactate levels in severely injured patients. *Intensive Care Med* 2003;29:1300-5. <http://doi.org/c9pg42>.
17. Naput M, Candida M, Visconti M, Burguener B, Singh V. Serum Lactate as Prognostic Predictor in ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction. *Rev. argent. card.*2019;87(1) : 59-65
18. Thygesen K, Joseph S, Allan S, Bernard R, Jeroen J, David A, et al Consenso ESC 2018 sobre la cuarta definición universal del infarto de miocardio *Rev Esp Cardiol*. 2019; 72(1):72.e1-e27
19. Heusch G, Gersh B. The pathophysiology of acute myocardial infarction and strategies of protection beyond reperfusion: a continual challenge. *Eur Heart J*. 2017 Mar 14;38(11):774-784.
20. Bakker, J.; Postelnicu R.; Mukherjee, V. Lactate: Where Are We Now? *Crit. Care Clin*. 2020, 36, 115–124.
21. Garcia-Alvarez M, Marik P, Bellomo R. Stress hyperlactataemia: present understanding and controversy. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2014;2:339–347.
22. Lazzeri C, Valente S, Chiostrì M, Gensini G. Clinical significance of lactate in acute cardiac patients. *World J Cardiol*. 2015 Aug 26; 7(8): 483–489.
23. Khan M, Hashim M, Mustafa H, Baniyas M, Al Suwaidi S, AlKatheeri R. Global Epidemiology of Ischemic Heart Disease: Results from the Global Burden of Disease Study. *Cureus*. 2020 Jul 23;12(7):e9349.
24. Roth G, Johnson C, Abajobir A, et al. Global, regional, and national burden of cardiovascular diseases for 10 causes, 1990 to 2015. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:1–25.
25. Jayaraj J, Davatyan K, Subramanian S, Priya J. Epidemiology of Myocardial Infarction. In: Pamukçu, B. , editor. *Myocardial Infarction* [Internet]. London: IntechOpen; 2018 [cited 2022 Jul 26]. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/59778> doi: 10.5772/intechopen.74768

26. INEGI , Estadística de defunciones registradas de enero a junio de 2021, Comunicado de prensa 22/24, 2022;22 [rev.27-05-2022]. <https://www.inegi.org.mx>
27. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Características de las muertes registradas en México durante 2020. Comunicado de Prensa. Actualizado el: 28.10.2021; consultado el 24.10.2021. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/D defuncionesRegistradas2020preliminar.pdf>
28. Harry W, Abdelmonen A, Experimental and Clinical Studies on Lactate and Pyruvate as Indicators of the Severity of Acute Circulatory Failure (Shock). *Circulation*;1970 (140):6
29. Rincón J, Novoa E, Sánchez E, Hortal J. Manejo de las complicaciones postoperatorias de la cirugía cardíaca en cuidados intensivos. *Rev Asoc Mex Med Crít y Ter Int.* 2013; 27(3):172-8.
30. Jansen T, Van B, Schoonderbeek F, Lima A, Willemsen S, Bakker J, et al, for the LACTATE study group. Early lactate-guided therapy in intensive care unit patients. a multicenter, open-label, randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2010;182:752-761. doi: 10.1164/ rccm.200912-1918OC
31. Freita A. Franzon O. Lactate As predictor of mortality in polytrauma. *ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva.* 2015;28(3):163-166
32. Folkert I, Sims C, Pascual J, Allen S, Kim P, Schwab C et al. Initial venous lactate levels in patients with isolated penetrating extremity trauma: a retrospective cohort study. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2014;41(2):203-209.
33. Lefering R, Zielske D, Bouillon B, Hauser C, Levy H. Lactic acidosis is associated with multiple organ failure and need for ventilator support in patients with severe hemorrhage from trauma. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2013;39(5):487-493.
34. Martínez J, Sousa C, Bellón C, García C, Juárez F, Díez D, et al Lactate levels as a prognostic predict in cardiogenic shock under venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support, *Rev Esp Cardiol*;2021:08.020
35. Vermeulen R, Hoekstra M, Nijsten M, Van der Horst C, et al. Clinical correlates of arterial lactate levels in patients with ST-segment elevation myocardial infarction at admission: a descriptive study. *Crit Care.* 2019;14(5):R164. doi: 10.1186/cc9253
36. Grunde G, Braun O, Smith G, Scherstén F, Tydén P, Blood lactate is a predictor of short-term mortality in patients with myocardial infarction complicated by heart failure

but without cardiogenic shock, *Cardiovascular Disorders* ,2018 18:8 DOI 10.1186/s12872-018-0744-1

37. Chertoff J, Chisum M, Garcia B, Lascano J. Lactate kinetics in sepsis and septic shock: a review of the literature and rationale for further research. *Journal of Intensive Care*. 2015;31.
38. Dettmer M, Holthaus C, Fuller B. The impact of serial lactate monitoring on emergency department resuscitation interventions and clinical outcomes in severe sepsis and septic shock: an observational cohort study. *Shock*. 2015; 43:55–61.
39. Park I, Cho H, Oh J, Chun W, Park Y, Lee M, et al. Clinical Significance of Serum Lactate in Acute Myocardial Infarction: A Cardiac Magnetic Resonance Imaging Study. *J Clin Med*. 2021 Nov 13;10(22):5278. doi: 10.3390/jcm10225278.
40. Desmoulin F, Galinier M, Trouillet C, Berry M, Delmas C, Turkieh A, et al. Metabonomics Analysis of Plasma Reveals the Lactate to Cholesterol Ratio as an Independent Prognostic Factor of Short-Term Mortality in Acute Heart Failure. *PLoS One*. 2013; 8(4): e60737.
41. Shinozaki K, Oda S, Sadahiro T, Nakamura M, Hirayama Y, Watanabe E, et al. Blood ammonia and lactate levels on hospital arrival as a predictive biomarker in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2011 Apr;82(4):404-9. doi: 10.1016/j.resuscitation.2010.10.026. Epub 2011 Jan 11.
42. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA* 2016; 315,8: 801-10.

## **Anexos**

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos



Secretaría de Salud de Hidalgo  
 Hospital General de Pachuca  
 Subdirección de Enseñanza e Investigación  
 Jefatura de Investigación



Iniciales de paciente: \_\_\_\_\_

Edad de paciente: \_\_\_\_\_

Sexo de paciente:

Masculino	Femenino
-----------	----------

Escolaridad:

Ninguna	Primaria	Secundaria	Preparatoria	Licenciatura	Posgrado
---------	----------	------------	--------------	--------------	----------

Estado civil:

Soltero	Unión Libre	Casado	Divorciado	Viudo
---------	-------------	--------	------------	-------

Comorbilidades:

Ninguna	Diabetes mellitus	Hipertensión arterial	Obesidad	Dislipidemia	Tabaquismo	Otra
---------	-------------------	-----------------------	----------	--------------	------------	------

\* En caso de marcar "otra", especificar: \_\_\_\_\_

Resultado de tratamiento:

Supervivencia	Muerte
---------------	--------

Nivel de lactato arterial: \_\_\_\_\_

**Anexo 2. Consentimiento informado**



Secretaría de Salud de Hidalgo  
 Hospital General de Pachuca  
 Subdirección de Enseñanza e Investigación  
 Jefatura de Investigación



Pachuca, Hidalgo a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2022

Por medio del presente autorizo al equipo de investigación del Hospital General de a incluirme en el estudio titulado: “Lactato como factor de hipoperfusión miocárdica en la mortalidad de los pacientes con infarto agudo de miocardio (IAM) en el Hospital General de Pachuca en el periodo de 2020 a 2021.”, el cual tiene por objeto demostrar si existe relación entre el nivel de lactato del paciente con IAM con la mortalidad de este padecimiento, por lo que se realizará investigación documental retrolectiva al respecto de mi caso y su evolución, por lo que no se esperan molestias adicionales a las inherentes a mi padecimiento. También declaro que se me ha garantizado que cualquier información obtenida de la ejecución del estudio será tratada con confidencialidad y que no se revelará mi identidad ni datos personales en ningún momento.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del participante

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del investigador

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de testigo

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del testigo

Tabla 2. Definición operacional de variables dependientes.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente
----------	-----------------------	------------------------	--------------------	--------

Lactato	Forma ionizada del ácido láctico que es producto del metabolismo anaerobio que se produce de forma predominante en condiciones de carencia de oxígeno.	Cantidad de lactato presente en una muestra de gasometría arterial obtenida del paciente y expresada en milimolies por litro (mmol/L)	Cuantitativa continua	Expediente clínico
---------	--	---	-----------------------	--------------------

Tabla 3. Definición operacional de variables independientes.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Fuente
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un individuo.	Periodo de tiempo en años a partir de la fecha de nacimiento de un paciente hasta el momento del interrogatorio	Cuantitativa discreta	Expediente clínico
Sexo	Características biológicas de un individuo que lo clasifica como hombre o mujer.	Categoría dicotómica que refiere el individuo al interrogatorio de acuerdo a características físicas, sociales y biológicas	Calitativa nominal dicotómica  1. Masculino 2. Femenino	Expediente clínico
Escolaridad	Grado académico alcanzado por un individuo en un sistema educativo determinado	Último grado escolarizado que obtiene el paciente al momento del interrogatorio.	Cualitativa nominal categórica  1. Ninguna 2. Primaria 3. Secundaria 4. Preparatoria	Expediente clínico

			<p>5. Licenciatura</p> <p>6. Posgrado</p>	
Estado civil	Concepto legal que determina al individuo respecto a su relación de pareja	Situación social del paciente ante el registro civil al momento del interrogatorio	<p>Cualitativa nominal categórica</p> <p>1. Soltero</p> <p>2. En unión libre</p> <p>3. Casado</p> <p>4. Divorciado</p> <p>5. Viudo</p>	Expediente clínico
Mortalidad	Cantidad de individuos que fallecen en un lugar y en un período de tiempo determinados en relación con la población total.	Número de pacientes con diagnóstico de IAM que fallecen en el servicio de urgencias.	<p>Cualitativa nominal dicotómica</p> <p>1. Supervivencia</p> <p>2. Muerte</p>	Expediente clínico
Presencia de comorbilidad	Ocurrencia de dos o más enfermedades en un individuo	Presencia de una enfermedad adicional al IAM en los	<p>Cualitativa nominal categórica.</p> <p>1. Ninguna</p>	Expediente clínico



	al mismo tiempo.	pacientes incluidos en el estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Diabetes mellitus</li> <li>3. Hipertensión arterial sistémica</li> <li>4. Obesidad</li> <li>5. Dislipidemia</li> <li>6. Tabaquismo</li> <li>7. Otro (especificar)</li> </ul>	
--	------------------	------------------------------------	--	--