



# Universidad Autónoma de Querétaro

## Facultad de Medicina

SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL LACTATO Y DÉFICIT DE BASE EN LA PREDICCION DE SEVERIDAD DEL CHOQUE SEPTICO

### Tesis

Que como parte de los requisitos  
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN URGENCIAS MEDICO QUIRURGICAS  
Presenta:

Med. Gral. Cintya Nayeli Torres González

Dirigido por:  
M.E. Franklin Ríos Jaimes

Co-Director  
M.E Enrique Villareal Ríos

Querétaro, Qro. a febrero 2024 \_\_

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en urgencias medico quirúrgicas.

# “SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL LACTATO Y DEFICIT DE BASE EN LA PREDICCIÓN DE SEVERIDAD DEL CHOQUE SÉPTICO”

## Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la  
Especialidad en Urgencias Medico Quirúrgicas

### Presenta:

Dra. Cintya Nayeli Torres González

### Dirigido por:

M.E. Franklin Ríos Jaimes

### Co - dirigido por:

M.E. Enrique Villareal Ríos

Med. Esp. Franklin Rios Jaimes

Presidente

MSP. Enrique Villarreal Rios

Secretario

Med. Esp. Marco Antonio Hernandez Flores

Vocal

Med.Esp. Raul Carranza Chávez

Suplente

Med.Esp. Sonia Cruz Gómez

Suplente

centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Fecha de aprobación por el Consejo Universitario (mes y año).  
México.

## II. RESUMEN

**Introducción:** La hipoperfusión en el choque séptico puede identificarse por los niveles de lactato sérico y un exceso de base negativo (déficit de base) por lo que identificar la severidad a través del déficit de base y lactato puede brindar mejoras en las estrategias de evaluación y tratamiento.

**Objetivo:** Determinar la sensibilidad y especificidad del lactato y déficit de base en la predicción de severidad en el choque séptico. **Materiales y**

**Métodos:** se realizó un estudio de prueba diagnóstica entre el lactato y el déficit de base con información obtenida en expedientes de los pacientes del servicio de urgencias del Hospital General Regional No. 1; el estándar de oro fue determinado por la escala de SOFA. Se incluyeron expedientes de pacientes con diagnóstico de choque séptico y se excluyeron aquellos con diagnósticos de choque distinto al séptico, y con comorbilidades asociadas que modifiquen el estado ácido base de manera crónica, El tamaño de muestra se calculó mediante fórmula para porcentajes para una población infinita con  $n=615$ . La técnica será no aleatoria por cuota.

**Consideraciones éticas:** por las características del estudio se consideró sin riesgo y se respetó la normativa vigente. **Resultados:** se incluyeron 200 expedientes de pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, con diagnóstico de choque séptico, predominó el sexo masculino con un 51%, la edad promedio fue de 67 años, la hipertensión arterial sistémica predominó como comorbilidad asociada y el foco urinario fue el principal origen de sepsis con un porcentaje de 29%, el lactato tiene una sensibilidad de 76.5% y una especificidad de 38.2% , el déficit de base tiene una sensibilidad de 80.1% y una especificidad de 47.1%. **Conclusiones:** el lactato y el déficit de base son biomarcadores de utilidad en la predicción de severidad en pacientes con choque séptico sin embargo el déficit de base demostró ser superior.

**Palabras clave:** lactato, déficit de base, severidad, SOFA, choque septico

## II. ABSTRAC

**Introduction:** Hypoperfusion in septic shock can be identified by serum lactate levels, but there are other unmeasured acids that may be better represented by a negative base excess (base deficit) so identify severity through lactate deficit. base and lactate may provide improvements in evaluation and treatment strategies. **Objective:** Determine the sensitivity and specificity of lactate and base deficit in predicting severity in septic shock. **Materials and Methods:** a diagnostic test study was carried out between lactate and base deficit with information obtained from patient records of the emergency service of Regional General Hospital No. 1; The gold standard was determined by the SOFA scale. Records of patients with a diagnosis of septic shock were included and those with diagnoses of shock other than septic shock, and with associated comorbidities that chronically modify the acid base status, were excluded. The sample size was calculated using the formula for percentages for an infinite population with  $n=615$ . The technique will be non-random by quota. **Ethical considerations:** due to the characteristics of the study, it was considered risk-free and current regulations were respected. **Results:** 200 records of patients who met the inclusion criteria were included, with a diagnosis of septic shock, the male sex predominated with 51%, the average age was 67 years, systemic arterial hypertension predominated as an associated comorbidity and the focus Urinary was the main source of sepsis with a percentage of 29%, lactate has a sensitivity of 76.5% and a specificity of 38.2%, base deficit has a sensitivity of 80.1% and a specificity of 47.1%. **Conclusions:** lactose and base deficit are useful biomarkers in predicting severity in patients with septic shock, however base deficit proved to be superior.

**Keywords:** lactate, base deficit, severity, SOFA, septic shock.

#### **IV. DEDICATORIA**

A mi Nessie, estuviste conmigo 15 años, fuiste la mejor perrita gracias por enseñarme lo que es amar incondicionalmente. A mamá y papá por creer siempre en mí. A mi hermano solo somos dos contra el mundo y a mi amigo Luis por ser mi amigo incondicional y siempre estar ahí, les dedico esta tesis.

## V. AGRADECIMIENTOS.

Termina una parte muy importante en mi vida, una llena de sacrificios y desvelos por eso quiero agradecer a las personas que fueron protagonistas durante este capítulo:

A ti mamá porque eres maravillosa, por la dicha de ser tu hija, por todos los sacrificios que hiciste por mí, para que yo terminara mi carrera profesional.

A ti papá que me diste tu apoyo, tu consejo en los momentos más difíciles, porque desde pequeña te he admirado.

A mi tía Gloria que desde siempre ha creído en mí.

A ti hermano Pablo por toda la ayuda recibida que hizo más ligero mi camino.

A mis amigos Luis, Marlene, Adriana, Heliberio ,Yuliany por el apoyo económico, emocional y porque mis logros los festejan como si fueran suyos y nunca me han dejado sola.

A mis compañeros de residencia que hicieron más ameno este camino de 3 años, pero sobre todo a Barbie no sé qué hubiera hecho sin ti en este lugar.

A el Dr. Eduardo Villagomez por su apoyo en estos años de formación.

A la Dra. Ruth Romero por que aparte de ser mi maestra fue una amiga que me acompañó en todo este proceso.

A el Dr Franklin Ríos por su apoyo al realizar esta investigación, por su disponibilidad y a hacer que este proceso fuera más fácil.

A mis mascotas “Nessie” ,“Coqueta”, “ Ody”, “Wera”, “Paloma” , “Moka”, “Patricia” , “Negrito” , “Canela” por sus colitas felices y lamiditas cuando todo iba mal, unos se me fueron con Dios pero a todos los amo igual.

Y por último a Dios que en silencio me ha acompañado a lo largo de mi vida y ha sembrado en mí la vocación de servir.

¡GRACIAS

## Índice

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Resumen</b>	I
<b>Summary</b>	II
<b>Dedicatorias</b>	iii
<b>Agradecimientos</b>	iv
<b>Índice</b>	v
<b>Índice de cuadros</b>	vi
<b>Abreviaturas y siglas</b>	vii
<b>I. Introducción</b>	1
<b>II. Antecedentes</b>	2
<b>III. Fundamentación teórica</b>	4
Definición de choque séptico	4
Epidemiología	4
Fisiopatología	5
Fracaso en la microcirculación	8
Alteraciones en el equilibrio ácido – base en el choque séptico	10
Fases hemodinámicas en choque séptico	12
Determinación de la severidad	12
<b>IV. Hipótesis</b>	16
<b>V. Objetivos</b>	17
V.1 General	17
<b>18VI. Material y métodos</b>	18
VI.1 diseño	18
VI.2 Población	18
VI.3 Muestra y tipo de muestra	18
VI. Técnicas e instrumentos	24
VI. Procedimientos	24
<b>VII. Resultados</b>	27
<b>VIII. Discusión</b>	32

<b>IX. Conclusiones</b>	34
<b>X. Propuestas</b>	35
<b>XI. Bibliografía</b>	36
<b>XII. Anexos</b>	39

### Índice de cuadros

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Figura I Representación de la prevalencia del sexo masculino frente al sexo femenino	28
Tabla I Prevalencia en porcentaje de las comorbilidades asociadas al choque séptico	28
Figura II Frecuencia en porcentaje del origen del choque séptico	29
Tabla II Lactato y déficit de base	29
Tabla III Prueba diagnóstica de lactato	29
Tabla IV Prueba diagnóstica de déficit de base	30
Figura III Curva ROC de lactato	30
Figura IV Curva ROC de déficit de base	31

## I. Abreviaturas y siglas

**OMS:** Organización mundial de la salud.

**PAMP:** patrones de reconocimiento asociados con el patógeno.

**DAMP:** daños moleculares asociados con el micro organismo

**TLR:** Son proteínas transmembrana

**TAM:** presión arterial media

**DO<sub>2</sub>:** contenido de oxígeno

**VO<sub>2</sub>:** consumo de oxígeno

**SID:** diferencia entre la suma de las concentraciones de las cargas positivas fuertes (cationes) y las concentraciones de las cargas negativas fuertes (aniones).

**SOFA:** Sequential Organ Failure Assessment Score.

**UCI:** unidad cuidados intensivos

**APACHE II:** Acute Physiology and Chronic Health Disease Classification System II

## I. INTRODUCCION

En el paciente críticamente enfermo se debe establecer un diagnóstico, decidir un tratamiento, predecir y monitorizar el grado de respuesta al tratamiento establecido, así como determinar el grado de severidad para realizar los ajustes necesarios antes de que la condición crítica lleve al enfermo a un punto de no retorno por lo que es importante contar con escalas pronosticas como auxiliares para el manejo de pacientes con este tipo de patologías.

En los servicios de urgencias, uno de los retos en el abordaje del paciente grave a parte de la identificación y tratamiento oportuno, es la predicción de severidad con base a herramientas clínicas, y el choque séptico no es la excepción.

El choque séptico es un problema de salud que implica daño a millones de personas en el mundo, y según las estadísticas internacionales mata entre uno de cada seis millones de personas, (Laura Evans, 2021). por lo que nace la necesidad de crear nuevas variables pronosticas que orienten sobre el resultado final de un paciente, para lograr el objetivo en esta patología, se han desarrollado estrategias basadas en los mecanismos fisiopatológicos principalmente en la hipoperfusión tisular en la cual el lactato es considerado un biomarcador temprano que nos indica la presencia de la enfermedad y nos da una perspectiva del desenlace, sin embargo, desafortunadamente no siempre se tiene la disponibilidad de este marcador en todos los servicios de urgencias, por lo que, con fundamento en la misma fisiopatología el exceso de base también nos traduce hipoperfusión tanto así que ya forma parte de la clasificación en el choque hipovolémico hemorrágico, no obstante se desconoce si puede ser aplicable en los pacientes con choque séptico y, si aporta el mismo valor predictivo de severidad que el lactato, es por eso que este estudio se enfoca en correlacionar la utilidad de estos dos biomarcadores, por lo que el objetivo fue determinar la sensibilidad y la especificidad de lactato y déficit de base en la predicción de severidad en el choque séptico.

## II. ANTECEDENTES

El choque séptico es una patología que muestra un reto para el personal de salud, debido a su alta severidad y mortalidad, por lo que al paso de los años se ha intentado crear escalas pronósticas, y buscar el mejor biomarcador para identificar la severidad en un paciente con esta patología, por lo que el investigar sobre este tema ayuda a predecir un resultado clínico, así como a la toma de decisiones médicas.

(Eusebio Pin Gutierrez, 2018) en su estudio plantea que, en los pacientes con choque séptico, las alteraciones del ácido-base al ingreso en la UCIA tienen un impacto en la mortalidad y menciona que los iones no medidos pueden clasificar a los pacientes en donde la medición de lactato no se puede realizar.

En 2003 Farah A Husain y colaboradores desarrollaron un estudio en donde el objetivo fue determinar si los niveles de lactato y déficit de base en pacientes críticos de la unidad de cuidados intensivos quirúrgicos se correlacionaban entre sí y si estas medidas son un indicador significativo de mortalidad, concluyeron que los niveles de lactato inicial y de 24 horas se correlacionan entre sí y parecen ser superiores a los niveles de déficit de base.

En el estudio de (Gualterio Jasso Contreras, 2015) en el que se estudiaron 67 pacientes, de los cuales 56 sobrevivieron (casos) y 11 fallecieron (controles). No hubo asociación con género, edad y comorbilidades. El valor de corte para la mortalidad del lactato sérico fue de 4,9 mmol/L. Diez pacientes de 40 con niveles de lactato > 4,9 mmol/L, y sólo uno de 27 con lactato < 4,9 mmol/L fallecieron ( $p = 0,04$ ); El odds ratio fue de 8,7. La mortalidad en pacientes con shock séptico y lactato > 4,9 mmol/L es alta y tuvo una sensibilidad del 90,9 % y una especificidad del 46,4 %. , se concluyó que los niveles elevados de lactato sérico sí se asocian a un mayor riesgo de mortalidad en pacientes con choque séptico.

En 2017 Victor Manuel Sánchez Nava y colaboradores en el que describieron si los parametros gasometricos como presion de dióxido de carbono, deficit de base y saturacion venosa central en pacientes con choque séptico presentaban un cambio entre el valor inicial y a las 24 horas y si este influia en su pronostico, concluyeron que el deficit de base tiene un valor pronostico y que su persistencia se asocio a mayor mortalidad.

Dentro de la fisiopatología del estado de choque séptico se presenta una alteración en la micro circulación lo que genera un estado de hipoperfusión lo que produce disoxia celular según lo estudiado por (Dominik Jarczak S. K., 2021 )., esta fisiopatología es compartida con el choque hipovolémico en estudios realizados por (James Davis, 2015) en pacientes con choque hipovolémico por trauma se observó que el déficit de base y el lactato están fuertemente relacionados , sin embargo el déficit de base fue superior en la necesidad de trasfusión.

En estudio publicado recientemente por (Salvador González Mora, 2023) en el que demostró que el aclaramiento de lactato y deficit de base estandar registrados al ingreso y a las 24 horas se relacionan con mejor pronostico y disminucion de la mortalidad.

En contraste al estudio anterior (Gabriel Garcia Gómez, 2019) concluyó que el aclaramiento del deficit de base estándar a las 24 horas de ingreso a la unidad de cuidados intensivos incrementa el riesgo de muerte en el choque séptico, el porcentaje de aclaramiento del deficit de base es una excelente alternativa , pues su desempeño para predecir la mortalidad tiene una capacidad pronostica similar al lactato.

### **III. FUNDAMENTACION TEORICA**

#### **DEFINICION DE CHOQUE SEPTICO**

la sepsis tiene múltiples orígenes y manifestaciones , ha sido difícil de comprender para los profesionales de la salud durante miles de años, existen datos de médicos en Egipto desde 3000 antes de cristo describiendo pacientes que desarrollaron complicaciones sépticas por heridas traumáticas, sus notas demostraron su comprensión de la sepsis como un proceso sistémico con pronóstico relacionado con el momento y el grado de inflamación sistémica (Derek C.Angus, 2022), actualmente la sepsis se define como una disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección con amplias anomalías fisiológicas y bioquímicas, el choque es una falla circulatoria que resulta en un suministro inadecuado de oxígeno a los órganos vitales condicionando a una falla secundaria a la hipoxia tisular, los pacientes con choque séptico pueden ser clínicamente identificados por un requerimiento de vasopresor para mantener una tensión arterial media mayor o igual a 65mmhg y un nivel de lactato sérico mayor a 2 mmol/l (Laura Evans, 2021)

#### **EPIDEMIOLOGIA**

la sepsis y el choque séptico son problemas de salud importantes que afectan a millones de personas en el mundo cada año y matan entre uno de cada seis millones de personas, la identificación temprana y el manejo apropiado en las primeras horas después del desarrollo del choque mejoran los resultados (Laura Evans, 2021).Se estima que entre 20 y 30 millones de pacientes son afectados cada año, del periodo de 1995 a 2012 en 12 países que notifica la OMS se reporta 45,416 defunciones ocasionadas por septicemia con predominio en hombres, en México la media nacional de días de estancia hospitalaria con sepsis sin importar el desenlace es de 1días; En 68 servicios de urgencias médicas analizados se atendió a 2379 pacientes de los cuales 307 presentaron sepsis , la prevalencia de la sepsis

fue de 12.9%, con mortalidad global de 16.93% ,para el caso de la sepsis fue de 9.39% y en los de choque séptico de 65.85%, (Rudd, 2019) el diagnóstico de choque séptico no suele ser sencillo ya que la sepsis se presenta con una variedad de características clínicas que ocurren con mucha frecuencia en contexto de otras enfermedades, aproximadamente 49 millones de personas se ven afectadas por sepsis cada año y se estima que 11 millones de muertes son causadas por el síndrome, lo que representa hasta el 19.7%, de todas las muertes en todo el mundo, a nivel mundial las tasas de mortalidad parecen estar disminuyendo en promedio , sin embargo hasta el 25% aun sucumben a la sepsis, el choque séptico un subgrupo de sepsis caracterizados por profundas circulatorias y metabólicas , la tasa de mortalidad hospitalaria se aproxima al 60% (Rudd, 2019).

## **FISIOPATOLOGIA**

### **Rol del patógeno**

La inmunidad innata tiene la capacidad de reconocer señales pro e antiinflamatorias, así como de transducción derivadas propiamente del germen infectante como:

- PAMP (patrones de reconocimiento asociados con el patógeno): se refiere a los diferentes componentes dependientes del germen infectante como lipopolisacárido, Flagelina, ácido lipotéico, capaces de desencadenar una respuesta defensiva de tipo celular y/o humoral
- DAMP (daños moleculares asociados con el microorganismo): se refiere al daño tisular realizado por las diferentes proteínas bacterianas, bien sea a nivel intracelular o extracelular, estas son liberadas después de la lesión tisular y son dependientes del microorganismo patógenos
- TLR: son proteínas transmembrana ricas en leucina con dominios intra y extracelulares cuyo objetivo es iniciar, sintetizar y liberar otros mediadores de inflamación generando vasodilatación, daño endotelial y con esto alteración en la coagulación. (Barichello T, 2022)

### Factores de virulencia del patógeno y factor de evasión del sistema inmune

- Adhesinas: son proteínas o productos bacterianos que bien pueden ser parte integral de la bacteria o ser secretados por el mismo microorganismo, permiten la adherencia del patógeno a las fibras de colágeno de huésped
- Flagelos, fimbrias: apéndices de la bacteria que juegan un papel de movilidad, hacen parte del componente de matriz extracelular de la bacteria
- Formación de biofilmes: se define biofilm a un componente formado por matriz de lipopolisacárido que encapsula colonias de bacterias enteras y las protege contra fagocitosis y del efecto antibiótico

Las diferentes células del sistema inmune del huésped, así como los diferentes factores de virulencia del patógeno cumplen un rol fundamental en la respuesta a la sepsis y el resultado ya sea a la mejoría a la muerte, por lo que se concluye que los daños son funcionales llevando al fallo celular, principalmente el fallo mitocondrial. (Raúl Carrillo Esper, 2015)

A diferencia de una infección localizada, la sepsis es una alteración multifacética del equilibrio inmunológico, con alteración en las vías proinflamatorias causando una liberación en todo el sistema de citoquinas, mediadores y moléculas relacionadas con patógenos, lo que resulta en la activación de la coagulación y las cascadas de complemento, , reconocimiento de patrones moleculares derivados de patógenos ( PAMP) o señales endógenas de peligro derivados del huésped como los patrones asociados a daño ( DAMP), estas moléculas activan receptores específicos( receptores tipo TOLL) en la superficie de las células presentadoras de antígenos y monocitos , empezando a través de la transcripción de genes implicados en la inflamación, metabolismo celular y a inmunidad adaptativa , lo que finalmente provoca una disfunción multiorgánica, la unión de PAMP y DAMP a TLR y monocitos da como resultado la expresión de varios pro inflamatorios como IL -1 , IL-2, IL-12, IL -18 FNa, el deterioro clínico se asocia con la detección de niveles elevados de estas células , que a su vez se asocia con una mayor

producción espontánea de trampas celulares (NET), su liberación es desencadenada por agonistas plaquetarios ( Trombina , ácido araquidónico) lo que está relacionado con la hipercoagulabilidad y el daño endotelial en sepsis (Dominik Jarczak S. K., 2021)

la hipotensión es la característica principal, pero por sí misma, no es específica ni sensible, la presión arterial sistólica menor a 90 mmHg o una presión arterial media menor a 65mmHg son pautas para ayudar en el diagnóstico sin embargo es necesario buscar signos clínicos acompañantes como alteración en el estado neurológico, oliguria, llenado capilar retrasado, piel fría y cianótica y es indispensable medir la inadecuada perfusión tisular con lactato , un nivel de lactato elevado se asocia a un aumento de la mortalidad incluso en paciente normotensos por lo que se ha utilizado para realizar protocolos de tratamiento en estados de choque sin tomar en cuenta que puede modificarse por otras causas tales como catecolaminas endógenas o exógenas, eliminación hepática de lactato alterada, haciendo importante encontrar un rango en el cual evaluar a que nivel debe elevarse e lactato para representar una mortalidad asociada (Chawika Pisitsak, 2015)

Por lo que esta respuesta desregulada del huésped a la infección que resulta del daño ya descrito produce extravasación de líquido y albumina terminando en hipovolemia intravascular, disminuyendo la vascularización sistémica, las resistencias y aumentando el gasto cardíaco hasta desarrollar una hipoperfusión generalizada ocasionando un estado de choque (Lauren A. Planet, 2019. )

## **FRACASO EN LA MICROCIRCULACION**

La microcirculación corresponde a los vasos menores de 100 micrones de diámetro, es decir una red de arteriolas y vénulas siendo aquí donde ocurre el intercambio de nutrientes y oxígeno, el flujo sanguíneo micro circulatorio normal es heterogéneo en tiempo y espacio, así en condiciones de reposo aproximadamente un 30% de los capilares disponibles esta perfundidos y en condiciones de estrés existe reclutamiento de capilares. (Alejandro Donoso, 2015)

El Shock séptico se caracteriza por una profunda alteración del sistema cardiovascular a nivel macro circulatorio y micro circulatorio, las alteraciones producidas desarrollan hipovolemia, depresión del tono vascular y disfunción miocárdica terminando finalmente en disfunción multiorgánica al ser una condición aguda donde existe un insuficiente entrega de oxígeno para cumplir las demandas metabólicas tisulares, ocasionando un desequilibrio entre aporte y demanda llamado disoxia, su principal característica patogénica es el shunt en el transporte de oxígeno a los tejidos, ocasionado por la existencia de unidades micro circulatorias débiles, en la actualidad podemos agrupar en tres los mecanismos por los cuales se presenta la hipoxia celular:

- A) Falla macro circulatoria: se evalúa mediante la práctica diaria, involucra TAM y saturación venosa central
- B) Falla micro circulatoria: se manifiesta por una distribución anómala de flujo con exclusión de arteriolas y capilares y esta descrita como causa de hipoxia celular
- C) Falla mitocondrial o hipoxia citopática: se produce por el desacoplamiento de los sistemas de producción energética celular. (IbaT L. J., 2019)

El intercambio de oxígeno depende de varios factores tales como el contenido arterial de oxígeno, viscosidad sanguínea, flujo capilar, la difusión de los gases y la distancia de las células al vaso sanguíneo más cercano. (Ahmend Hassanein, 2022)

En condiciones de normalidad los mecanismos de autorregulación sistémicos, regionales y locales , tanto metabólicos ( p H , P<sub>c</sub>O<sub>2</sub> , k, O ) , miogénicos ( fuerzas de tensión y elongación ) , como neurohormonales, aseguran una adecuada distribución del flujo para cubrir sus necesidades tisulares, en choque séptico se observan diversas alteraciones como la disminución de la densidad de capilares funcionales, un bajo flujo capilar lo que determina un incremento de la perfusión y aumento de la permeabilidad todo lo cual finalmente dificulta la extracción de oxígeno (Gotts JE, 2016)

Múltiples mecanismos pueden explicar las alteraciones micro circulatorias, tales como la disfunción endotelial, la expresión de moléculas de adhesión, y la existencia de una disfunción mitocondrial secundario a la reducción de oxígeno a nivel celular (Bakker., 2021)

La falta de oxígeno impide el metabolismo del piruvato en el ciclo de Krebs y el metabolismo anaeróbico lo convierte en lactato a través del enzima lactado deshidrogenasa, sin embargo, cualquier situación que conlleve un inadecuado suministro de oxígeno a las células (DO<sub>2</sub>) da como resultado una disminución en el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) aumentado las concentraciones de lactato bruscamente por ejemplo en pacientes que han sido sometidos a cirugía cardíaca. Las alteraciones en la inhibición del piruvato deshidrogenasa y el aumento de la actividad de la bomba Na/K pueden provocar un aumento de las concentraciones de lactato a pesar de la presencia de una disponibilidad adecuada de oxígeno tisular. (Eusebio Pin Gutierrez, 2018).

## **Alteraciones en el equilibrio ácido – base en el choque séptico**

Los trastornos ácido- base acompañan con frecuencia al paciente críticamente enfermo, generalmente ocurren como complicación de una enfermedad pre existente, la acidosis metabólica aparecerá como consecuencia de la pérdida de bicarbonato o ganancia de hidrogeniones (Eusebio Pin Gutierrez, 2018)

La acidosis metabólica es el trastorno ácido – base más común y puede estar condicionado por lactato, iones no medidos, la mayoría de los estudios se han concentrado en la estimación del lactato para determinar el pronóstico en los pacientes críticamente enfermos y aquellos con choque séptico no han sido la excepción, en este tipo de pacientes se ha observado una mortalidad asociada a lactato de 56%, iones no medidos de 39% y cloro de 29% (Thomas Langer, 2021)

Como se ha mencionado dentro de la fisiopatología de un estado de choque en este caso hablando estrictamente de choque séptico la principal alteración se debe a un estado de hipoperfusión tisular grave, cuando el suministro es insuficiente las células cambian a metabolismo anaeróbico lo que genera producción de lactato y otros ácidos orgánicos (Aristizabal - Salazar RE, 2015)

A finales de 1970 , Peter Stewart , un fisiólogo canadiense propuso otro enfoque para la fisiología y las alteraciones ácido – base en donde se incluyen la diferencia de iones fuertes (SID), que se define como la diferencia entre la suma de las concentraciones de las cargas positivas ( Cationes) y las concentraciones de las cargas negativas fuertes (Aniones) del plasma , normalmente hay un exceso de cationes por lo que la SID siempre es positiva, para el cálculo de esta variable debemos tomar en cuenta el GAP de iones fuertes ( SIG) que se define como la diferencia entre SID aparente y SID efectiva lo que indica la presencia de otros aniones débiles no medidos que incluyen a lactato. (Aristizabal -Salazar RE, 2015)

es decir un exceso de base negativo corresponde a una SID positiva y un exceso de base positivo corresponde a una SID negativa, el exceso de base

estándar es uno de los marcadores pronósticos que se utilizan para evaluar pacientes con choque hipovolémico siendo que un mayor grado de BE de correlaciona con una mayor mortalidad y un EB que empeora con respecto al inicio también se correlaciona con mortalidad, exceso de base de negativo de 6mmol/L se asoció con mayor mortalidad y en pacientes con algún tipo de trauma una normalización de este valor en 24 horas se asocia a mejor pronóstico (Tim C. Jasen, 2010) ,sin embargo al compartir fisiopatología en el contexto de hipoperfusión puede utilizarse como una marcador de severidad en choque secundario a sepsis.

Lo cierto es que Peter Stewart considero al bicarbonato como una variable dependiente y demasiado simple para explicar un estado metabólico porque existen diferentes sistemas amortiguadores como el agua , cloro , fosfato, albumina, lactato y aniones no medidos , entonces la base es la cantidad de mEq ( ácidos o bases) que se necesitan para corregir una alteración metabólica y normalizar el pH, una base más negativa ( déficit de base) sugiere acidosis metabólica, y una base más positiva ( exceso de base) sugiere alcalosis metabólica por lo que probablemente el lactato y el déficit de base medidos al ingreso y durante la evolución de un paciente críticamente enfermo bajo un estado de choque séptico puede ser de utilidad pronostica de la mortalidad (Tim C. Jasen, 2010)

Se han realizado estudios en donde se observa el comportamiento de lactato sérico y su aclaramiento para guiar el tratamiento y su repuesta al mismo, en donde se sugirió que el control inicial de este tiene un beneficio clínico (C.E., 2021). teniendo en cuenta lo anterior la concentración de lactato podría estar aumentada por un incremento en su producción o por la disminución en su eliminación, se propuso que la disminución en la concentración de lactato en los pacientes era un fenómeno que se presentaba bastante rápido y que por lo tanto la toma repetida de las cantidades de lactato podría servir como indicador de la respuesta a la terapia instaurada en pacientes con choque séptico (Raul Copana Olmos, 2016) ,el déficit de base tiene relación lineal con la acumulación lineal de ácido láctico y se correlaciona con el riesgo de morbilidad, valores entre 12

a 16mmol/L se asocia con un incremento de la mortalidad (Diaztagle Fernandez JJ, 2018), Jones en su estudio comparaba el aclaramiento de lactato contra saturación venosa central en el cual observa que un aclaramiento mayor al 10% es indicativo de un aporte de oxígeno tisular adecuado. (Kyle J Gunnerson, 2006)

### **Fases hemodinámicas en choque séptico**

Se identifican cuatro fases:

- 1.- hipo dinámica o dependiente del aporte de oxígeno: en el cual una disminución del aporte de oxígeno (DO<sub>2</sub>) resulta en una disminución de la SvcO<sub>2</sub> y un incremento de extracción de O<sub>2</sub>
- 2.- fase hiper dinámica o compensada: durante esta fase, el DO<sub>2</sub> está normal o elevado, el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>), incrementado y la resistencia vascular generalmente disminuida.
- 3.- dependencia patológica del DO<sub>2</sub>: en el cual hay un daño progresivo de la extracción, la cual se acompaña de un marcado incremento en la saturación venosa de oxígeno y circulación hiper dinámica.
- 4.- fase de disoxia tisular: caracterizada por disminución de VO<sub>2</sub>, en donde se incrementan los niveles de lactato y hay hiperoxia venosa (Raúl Carrillo Esper, 2015)

### **Determinación de la severidad**

Las herramientas están diseñadas para promover la identificación temprana de la sepsis, existe una amplia variación en la precisión diagnóstico de estas herramientas y la mayoría tiene valores predictivos deficientes, se utilizan variedad de variables clínicas y herramientas para el cribado como los criterios del síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, signos vitales, los signos de infección, la puntuación de alerta temprana de q SOFA, evaluación de falla orgánica de SOFA, puntuación de NEWS, puntuación de MEWS (Enrique Monares Zepeda, 2016). estas escalas de gravedad

han sido ampliamente utilizadas en la unidad de cuidados intensivos con el objetivo de predecir mortalidad y caracterizar la gravedad de la enfermedad y establecer el grado de disfunción orgánica, específicamente hablando de escala de evaluación de fallo orgánico secuencial (SOFA) se compone de la suma del puntaje obtenido de la evaluación de seis órganos, cada órgano recibe un valor que va de cero a cuatro puntos calificando según el grado de disfunción , inicialmente la escala fue validada en una unidad de cuidados intensivos mixta , sus datos han sido consistentes en pacientes de cirugía cardíaca, quemados y sépticos siendo una prueba útil para estimar el riesgo de mortalidad (Enrique Monares Zepeda, 2016) sin embargo no contamos con herramientas para la evolución dinámica y continua de la severidad en pacientes que ya han presentado datos de inestabilidad hemodinámica en los que se haya confirmado el de desarrollo de choque séptico , un nivel de lactato sérico mayor a 2 mEqL está asociado a choque séptico. (Gabriel Garcia Gómez, 2019)

Una elevación persistente de lactato sérico por encima de 2mmol/l en pacientes en estado crítico es un predictor independiente de mortalidad en diferentes grupos de pacientes en la UCI con sepsis temprana, trauma , choque cardiogénico o hipovolémico, un análisis retrospectivo de 400 pacientes de la UCI con hiperlactatemia grave >10 mmol/l mostro un aumento notable de la mortalidad en comparación con otras entidades y si la hiperlactatemia grave persistió más de 24horas se asoció con una mortalidad extremadamente alta ( >95%) y si duraba más de 48 horas ninguno de los pacientes sobrevivía, (Alexandre Toledo Maciel MD, 2009), en un evaluación reciente en 781 pacientes de UCI se demostró que la concentración máxima de lactato arterial dentro de las primeras 24 horas proporciono una predicción solida tanto de la mortalidad hospitalaria como de la supervivencia a los 90 días comparable con escalas de pronóstico como APACHE II ( 26) , por lo tanto un valor sérico de lactato entre 2 y 10 mmol/l y un nivel sérico de déficit de base < -2 mEqL se asocia a acidosis metabólica , la evidencia experimental sugiere que la acidosis en si misma puede influir en la hemodinamia , los estudios también sugieren que

diferentes ácidos están asociados con diferentes respuestas y que diferentes etiologías de acidosis metabólica ya sea por hiperlactatemia o por asociación de ácidos débiles se asocian de forma independiente con la mortalidad (Hernández G, 2019)

La medición de la concentración de lactato en sangre puede ser muy útil en el choque séptico, así como en otras formas de choque proporcionando un marcador de perfusión tisular alterada, la concentración de lactato en sangre es de aproximadamente 1mEq/l y un aumento de 1.5mEq/l o superior es señal de alarma importante de hipoxia tisular, en condiciones fisiológicas el lactato es producto final del metabolismo normal de la glucosa a través de dos vías principales: la glucólisis y la fosforilación oxidativa, en estados de choque incluyendo el Séptico. (Jesus Duarte -Mote, 2019)

Por lo que no se puede considerar las concentraciones aumentadas de lactato en sangre como marcador de sepsis ya que se puede elevar en todas las formas de choque, sin embargo numerosos estudios han demostrado que las concentraciones elevadas de lactato están asociadas con la supervivencia del paciente ya que se ha demostrado que una medición cada hora o dos horas las concentraciones de lactato cambian como respuesta a la terapia en este caso con fluidoterapia sin embargo en el estudio ANDROMEDA – SHOCK y ANDROMEDA – SHOCK - 2 se demostró que el llenado capilar normal es un indicador mucho más rápido de la perfusión tisular que el lactato; Por lo que la hiperlactatemia no debe ser considerada como un problema en si mismo si no como un reflejo de la función celular alterada donde la causa de esta alteración se relaciona con las acciones clínicas necesarias para mejorar la clínica y evolución del paciente (Hernández G, 2019)

En un estudio realizado por Alexandre Toledo en las UCI del hospital de Sao Paulo, Brasil concluyó que el SBE ha demostrado que la hiperlactatemia y los iones no medidos contribuyeron a la generación de acidosis, y que una disminución del lactato sérico conduce a una normalización del SBE (Alexandre Toledo Maciel MD, 2009).

Se conoce que el SBE disminuye con forme aumentan los valores de lactato sérico y con la presencia de una hipercloremia, sin embargo se ha demostrado que la hiperlactatemia conlleva mayor gravedad y un riesgo más elevado de mortalidad, por lo que un déficit de base cuando es secundario a hipercloremia no puede predecir mortalidad, sin embargo asociado a una hiperlactatemia puede ayudar como marcador pronóstico de severidad en pacientes críticos, que tienen como base una acidosis láctica, definida como acidosis metabólica donde el metabolito principal es el lactato tal es el caso de las pacientes en estado de choque séptico, el principal hallazgo en este estudio fue que la terapia hemodinámica escalonada orientada a la cinética del lactato podría reducir la mortalidad en los pacientes con hiperlactatemia asociada a sepsis, (Werapon Pongmanee, 2018). la identificación temprana y la corrección de alteraciones metabólicas significativas son uno de los componentes clave en el manejo de pacientes críticos, el lactato sanguíneo y el déficit de base son los marcadores más utilizados en la acidosis metabólica, varios estudios se han realizado para demostrar que el lactato y déficit de base pueden indicar la grave de la hipoperfusión, por lo que a través de ellos buscamos integrar una prueba diagnóstica que sea capaz de predecir la mortalidad de un paciente en estado de choque séptico (Luis Gorordo - Delson, 2019), se cuenta con el antecedente de que en trauma y cirugía cardiovascular, el lactato y el déficit de base constituyen biomarcadores que se deben cuantificar de manera temprana y seriada constituyendo un factor con valor predictivo independiente de mortalidad dentro de las primeras 48 horas, el déficit de base permite una estratificación temprana de los paciente que presentan estado de choque y sirve para determinar la probabilidad de necesidad de hemoderivados por lo que podría aplicarse a un estado de choque séptico. (Carlos Eduardo Laverde Sabogal, 2013)

## **IV.- HIPÓTESIS**

### **Lactato**

Ha. La sensibilidad del lactato para la predicción de severidad en el choque séptico es  $< 50\%$

Ho. La sensibilidad del lactato para la predicción de severidad en el choque séptico es  $\geq 50\%$

Ha. La especificidad del lactato para la predicción de severidad en el choque séptico es  $< 45\%$

Ho. La especificidad del lactato para la predicción de severidad en el choque séptico es  $\geq 45\%$

### **Déficit de base**

Ha. La sensibilidad del déficit de base para la predicción de severidad en el choque séptico es  $> 80\%$

Ho. La sensibilidad del déficit de base para la predicción de severidad en el choque séptico es  $\leq 80\%$

Ha. La especificidad del déficit de base para la predicción de severidad en el choque séptico es  $> 50\%$

Ho. La especificidad del déficit de base para la predicción de severidad en el choque séptico es  $\leq 50\%$

## **V.- OBJETIVO**

### OBJETIVO GENERAL

Determinar la sensibilidad y especificada del lactato y déficit de base en la predicción de severidad en el choque séptico

## VI. MATERIAL Y MÉTODOS

**VI.1 Diseño.** Prueba diagnóstica

**VI.2 Población:** expedientes de pacientes con diagnóstico de choque séptico en el servicio de urgencias

**Lugar:** Servicio de urgencias del H.G.R. No. 1, IMSS, delegación Querétaro.

**Tiempo:** del 1 enero de 2023 al 31 de diciembre de 2023.

### **Definición de choque séptico**

Subgrupo de la sepsis que se caracteriza por presión arterial media  $\leq$  65mmHg y lactato sérico mayor a 2mmol/L, que requieren uso de vasopresor.

### **Definición del estándar de oro:**

La severidad será determinada por el puntaje reunido a través de la escala de SOFA, un puntaje mayor o igual a 2 puntos

### **VI.3 muestra y tipo de muestreo**

Se utilizó la fórmula de porcentajes para población infinita con un nivel de confianza del 95% ( $Z\alpha = 1.64$ ), poder de la prueba del 80% ( $Z\beta 0.84$ ), asumiendo que la sensibilidad del lactato para predecir severidad en el choque séptico es del 50%, con margen de error del 5% ( $d=0.05$ ), con valor de  $n=615$

$$n = \frac{(Z\alpha + Z\beta)^2 p \cdot q}{d^2}$$

$Z\alpha =$	1.64
$Z\beta =$	0.84
$p =$	0.5
$q =$	0.5
$d^2 =$	0.05
<b><math>n =</math></b>	<b>615</b>

Al no cumplir con el tamaño se calculó el nivel de confianza con el que se trabajó el tamaño de muestra.

### **VI.3.1 Técnica muestral**

Técnica no aleatoria, muestreo por cuota

### **VI .3.2 Criterios de selección:**

- Criterios de inclusión:
  - Expedientes de pacientes mayores a 18 años.
  - Que tengan el diagnóstico de choque séptico.
  - Que tengan gasometría arterial al ingreso en la cual reporten déficit de base y lactato.
  - Que tengan estudios de laboratorio para aplicar la herramienta de severidad.
  - Expediente completo para información de variables
- Criterios de exclusión
  - Expedientes de pacientes con estado de choque distinto al séptico (hipovolémico hemorrágico, cardiogénico, neurogénico, anafiláctico y choque obstructivo),
  - Que tengan comorbilidades crónicas que modifica el estado ácido base (enfermedad renal crónica, insuficiencia hepática) o,
  - Que tengan patología aguda que involucren un desequilibrio ácido base (cetoacidosis diabética, deshidratación severa, intoxicación por alcohol, crisis asmática)
  - Que no tengan estudios de laboratorio completo ni gasometría arterial de ingreso.

### **Criterios de eliminación**

- Pacientes con choque séptico referidos de otro hospital

### VI.3.3 CUADRO DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Escala de medición	Fuente de información
<b>Características sociodemográficas</b>				
Edad	Tiempo transcurrido en años desde la fecha de nacimiento	Edad en años registrada en el expediente clínico	Cuantitativa discreta  Años	Expediente clínico, sistema electrónico SIOC
Sexo	Características biológicas, anatómicas, y cromosómicas de la especie humana	lo registrado en la historia clínica hombre mujer	Cualitativa nominal	Expediente clínico, paciente
<b>Comorbilidad asociada</b>				
Diabetes	Enfermedad crónica e irreversible del metabolismo en la que se produce un exceso de glucosa debida a una disminución en la secreción de insulina o una deficiencia en su acción	Comorbilidad asociada a la paciente registrada en el expediente clínico	Cualitativa nominal 1.Ausente 2.Presente	Expediente clínico, paciente
Hipertensión arterial	Enfermedad crónica en la que se presenta una elevación continua de la	Comorbilidad asociada a la paciente registrada en el expediente clínico	Cualitativa nominal 1.Ausente 2.Presente	Expediente clínico, paciente

	presión arterial por encima de los límites normales			
Cardiopatía	Lesión o enfermedad en los principales vasos sanguíneos de la irrigación coronaria	Comorbilidad asociada a la paciente registrada en el expediente clínico	Cualitativa nominal 1.Ausente 2. Presente	Expediente clínico, paciente
Neumopatía	Complicación crónica y grave de los pulmones causada por lesiones pulmonares o desarrollo insuficiente de los mismos.	Comorbilidad asociada al paciente, registrada en el expediente clínico	Cualitativa nominal 1.Ausente 2.Presente	Expediente clínico, paciente
Nefropatía	Se refiere a un daño, enfermedad u otras anomalías del riñón	Comorbilidad asociada a la paciente registrada en el expediente clínico	Cualitativa nominal 1.Ausente 2.Presente	Expediente clínico, paciente
prueba				
Gasometría arterial	Es una prueba que permite analizar de manera simultánea el estado de oxigenación, ventilación y ácido base del individuo	Gasometría arterial, registrada en el expediente clínico	cualitativa nominal 1. Si 2. No	Expediente clínico, sistema electrónico SIOC
Prueba que se desea comparar				

Lactato	Es un metabolito de la glucosa producido por el tejido corporal en condiciones de suministro de oxígeno insuficiente.	Valor de Lactato en mmol/L, reportado en la gasometría arterial	Cuantitativa continua  mmol/L.	Expediente clínico, y sistema electrónico SIOC
Déficit de base	Cantidad de base fuerte que habría de añadir a un litro de sangre para normalizar el p H	Valores del déficit de base reportados en la gasometría arterial	Cuantitativa discreta  mmol/L.	Expediente clínico, y sistema electrónico SIOC
Medidas de la prueba diagnóstica				
Sensibilidad déficit de base	Cuando el déficit de base es positivo y coincide con el estándar de oro positivo	Coincidencia del déficit de base con el estándar de oro para diagnostico	Cualitativa nominal 1. Si 2.No	Gasometría registrada en sistema electrónico SIOC
Especificidad del déficit de base	Cuando se rechaza el déficit de base y coincide con el estándar de oro negativo	Coincidencia del déficit de base con el estándar de oro para descartar el diagnostico	Cualitativa nominal 1.No 2.Si	Gasometría registrada en sistema electrónico SIOC
Sensibilidad lactato	Cuando el lactato es positivo y coincide con el estándar de oro positivo	estándar de oro positivo	Cuantitativa	Gasometría registrada en sistema electrónico SIOC
Especificidad lactato	Cuando se rechaza el lactato y coincide	Estándar de oro negativo	Cuantitativa	Gasometría registrada en

	con el estándar de oro negativo			sistema SIOC
Estándar de oro				
Escala SOFA ( <i>Sequential Organ Failure Assessment</i> )	Escala que permite evaluar la severidad de un paciente, basado en el grado de disfunción orgánica, permitiendo así pronosticar también mortalidad	Puntuación calculada con la escala de SOFA y registrada en el expediente. Una puntuación diferente de cero y menor de 3 se evalúa como disfunción orgánica y puntuación mayor de quince puntos la mortalidad esperada es del 90%	Cuantitativa discreta  Puntaje SOFA calculado en el expediente	Expediente clínico
Severidad	Probabilidad de que acontezca un resultado adverso durante el curso de una enfermedad	Registro en nota médica, determinado a través de la escala SOFA con un puntaje $\geq 2$ pts	Cualitativa ordinal 0.No severidad= Puntaje SOFA 0 1.-severidad Puntaje SOFA $\geq 2$	Expediente clínico; A través de escala de severidad SOFA
Características de la estancia y del egreso				
Motivo de egreso hospitalario	Situación y registro de salida hospitalaria de un paciente que haya ocupado una cama de hospitalización	Mejoría Defunción	Cualitativo nominal  1. Si 2. No	Expediente clínico

Estancia hospitalaria	Número de días que en promedio permanecen los pacientes internados en el hospital	Número de días hospitalizados	Cuantitativo discreto	Expediente clínico
-----------------------	---	-------------------------------	-----------------------	--------------------

#### **VI.4 Técnicas e instrumentos**

Se recabo la información con los instrumentos de recolección integrando una base de datos en Excel, se utilizó el programa SPSS para su procesamiento, se recabaron los valores séricos de lactato y déficit de base registrado en de 200 expedientes de pacientes y asociando dichos valores con escala de SOFA.

#### **VI.5 Procedimiento**

El protocolo se registró en la plataforma de SIRELCIS, previa aprobación de este estudio, se obtuvo información del sistema PHEDS de los expedientes de pacientes con diagnóstico de choque séptico atendidos en los meses de enero a diciembre 2023 en el área de urgencias del hospital general regional número 1 mediante el instrumento de trabajo posteriormente se construyó la base datos en un paquete estadístico SPSS y se realizó el análisis estadístico, y los resultados obtenidos se presentaron a las autoridades correspondientes.

##### **VI .5.1 Plan de análisis estadístico**

Prueba de sensibilidad y especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y valor de máxima verosimilitud.

## VI. 5.2 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudio se sometió ante los Comités Locales de Investigación y Ética en Salud del IMSS , al igual que el Consejo de Investigación y Posgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro, para su revisión, evaluación y aceptación.

La información obtenida se utilizó exclusivamente para el cumplimiento del objetivo del estudio; apegado a los principios éticos para investigación: respeto, beneficencia, no maleficencia y justicia.

De acuerdo con las normas éticas internacionales para investigaciones en seres humanos, el estudio no implica riesgos para los participantes, se atendió a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General de Salud publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984, México; con reformas publicadas el 27 de mayo del 2010 señalado que: la ley general de salud, 2010. De ella se obtienen los siguientes artículos que muestran:

Artículo 100.- La investigación en seres humanos se desarrollará conforme a las siguientes bases:

Deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica, especialmente en lo que se refiere a su posible contribución a la solución de problemas de salud y al desarrollo de nuevos campos de la ciencia médica.

- I. Podrá realizarse sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro método idóneo.
- II. Podrá efectuarse sólo cuando exista una razonable seguridad de que no expone a riesgos ni daños innecesarios al sujeto en experimentación.
- III. Se deberá contar con el consentimiento por escrito del sujeto en quien se realizará la investigación, o de su representante legal en caso de incapacidad legal de aquél, una vez enterado de los objetivos de la experimentación y de las posibles consecuencias positivas o negativas para su salud.

- IV. Sólo podrá realizarse por profesionales de la salud en instituciones médicas que actúen bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias competentes.
- V. La realización de estudios genómicos poblacionales deberá formar parte de un proyecto de investigación.
- VI. El profesional responsable suspenderá la investigación en cualquier momento, si sobreviene el riesgo de lesiones graves, invalidez o muerte del sujeto en quien se realice la investigación, y
- VII. Las demás que establezca la correspondiente reglamentación.

Artículo 101.- Quien realice investigación en seres humanos en contravención a lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones aplicables, se hará acreedor de las sanciones correspondientes.

Así como considerar lo estipulado en la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012, con respecto a los Sistemas de información de registro electrónico para la salud. Intercambio de información en salud, la cual establece los objetivos funcionales y funcionalidades que deberán observar los productos de Sistemas de Expediente Clínico Electrónico para garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación, confidencialidad, seguridad y uso de estándares y catálogos de la información de los registros electrónicos en salud, así como mantener la información respaldada y evitar su mal uso.

Por las características del estudio se considera que no implica riesgo para los participantes.

Para el manejo de la información cada registro se identificó con un número de folio, y en la base de datos no existe información que permita identificar al paciente, respetando su confidencialidad. Esta información, solo es conocida por todos los investigadores participantes en el protocolo. El investigador responsable de la recolección de datos fue el M.G. Cintya Nayeli Torres residente de tercer año de la especialidad en Urgencias Médico-Quirúrgicas, que concentró los datos en un archivo electrónico con el objetivo de asegurar la confidencialidad.

## VII. Resultados

Se incluyeron 615 expedientes de pacientes con diagnóstico de choque séptico, de los cuales 200 cumplieron con los criterios de inclusión, predominó el sexo masculino en el 51.0% (IC 95% límite inferior 44.0 y límite superior 57.9) **(Figura I)**.

El promedio de edad fue de 67.2 años (IC 95% límite inferior 65.1 y límite superior 69.24). En los antecedentes crónicos degenerativos la hipertensión arterial sistémica predominó en el 55% (IC 95% límite superior 61.9 límite inferior 48.0) **(tabla I)**.

El foco de partida del estado de choque séptico más predominante fue el urinario en 58 casos representando el 29% **(figura II)**.

El nivel de lactato promedio fue de 3.76 mmol/L (IC 95% límite inferior 3.39 límite superior 4.14) el déficit de base -8.18 mmol/ L (IC 95% límite inferior -7.32 límite superior -9.05) **(tabla II)**.

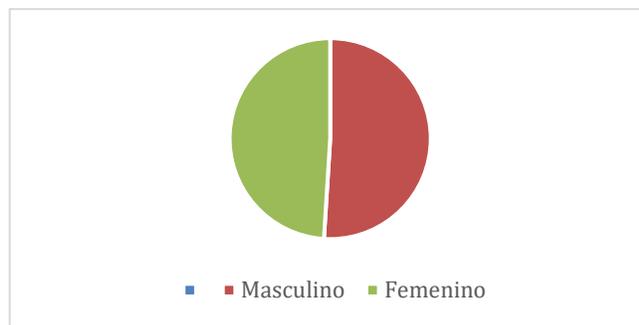
Para llevar a cabo la prueba diagnóstica se utilizó como estándar de oro la escala SOFA considerada como severo una puntuación mayor a 2 y no severo con puntuación menor a 2 en comparación con un nivel de lactato sérico tomando como referencia un valor de 2 mmol/L , se observó que de un total de 200 pacientes, 127 presentaron un nivel sérico de lactato mayor a 2 mmol/L que se relaciona con un SOFA severo, y 21 presentaron un nivel sérico mayor a 2mmol/L relacionado con un SOFA no severo. **(TABLA III)**. Teniendo como resultado de esta prueba una sensibilidad de 76. %, y una especificidad de 38.2% con un valor predictivo positivo 85.8%, valor predictivo negativo 25.0%, valor de máxima verosimilitud 1.24.

Para el déficit de base tomando como referencia un nivel sérico mayor a -4 y menor a -3 mmol/L en comparación con el estándar de oro, se observó que de un total de 200 pacientes, 133 presentaron un nivel sérico de -4mmol/L tuvo una relación con SOFA severo y 18 con SOFA no severo, teniendo como resultado una sensibilidad de 80.1% , una especificidad 47.1% valor predictivo positivo 88.1% , valor predictivo negativo 32.7% y valor de máxima verosimilitud 1.51. **(TABLA IV)**.

Para evaluar la precisión de la prueba diagnóstica para lactato se elaboró una curva ROC; obteniendo un área bajo la curva de 0.322, con un valor de máxima verosimilitud de 1.24 . **(FIGURA III)**.

Para evaluar la precisión de la prueba diagnóstica para déficit de base se elaboró una curva ROC, obteniendo un área bajo la curva de 0.706 con un valor de máxima verosimilitud 1.51. **( FIGURA IV)**.

Figura I. representación de la prevalencia del sexo masculino frente al sexo femenino.



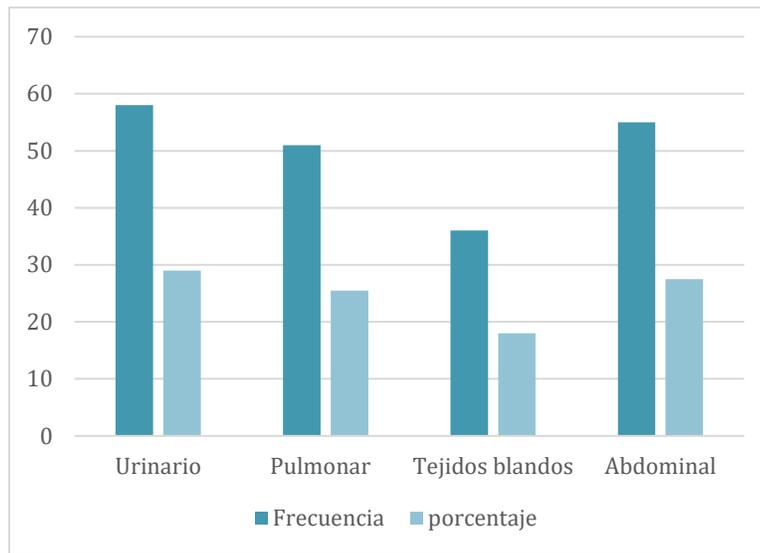
Fuente: datos obtenidos de expedientes de pacientes del HGR1 Querétaro

Tabla I. prevalencia en porcentaje de las comorbilidades asociadas al choque séptico.

Comorbilidad	Porcentaje	IC 95%	
		Inferior	Superior
Hipertensión	55.0	48.0	61.9
Diabetes	50.0	42.9	57.0
Cardiopatía	7.5	38.2	11.1
Neumopatía	21.5	-0.51	43.5
Hepatopatía	5	19.5	8.0
Renal	16	10.8	21.1

Fuente: datos obtenidos de expedientes de pacientes del HGR1 Querétaro

Figura II: frecuencia en porcentaje del origen del choque séptico



Fuente: datos obtenidos de expedientes de pacientes del HGR1 Querétaro

Tabla II. lactato y déficit de base

Características	Promedio	IC 95%	
		Inferior	Superior
Lactato	3.76	3.39	4.14
Déficit de base	-8.18	-7.32	-9.05

Fuente: datos obtenidos de expedientes de pacientes del HGR1 Querétaro

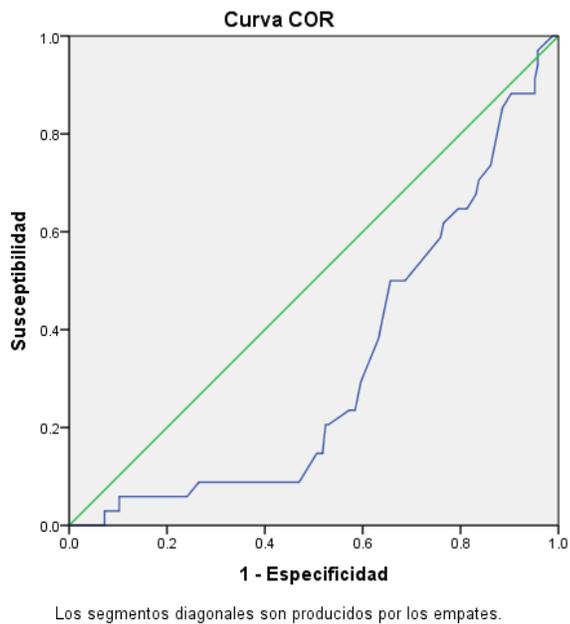
Tabla III. Prueba diagnóstica de lactato

Sensibilidad	76.5%
Especificidad	38.2%
Valor predictivo positivo	85.8%
Valor predictivo negativo	25.0%
Valor de máxima verosimilitud	1.24

Tabla IV. Prueba diagnóstica de déficit de base

Sensibilidad	80.1%
Especificidad	47.1%
Valor predictivo positivo	88.1%
Valor predictivo negativo	32.7%
Valor de máxima verosimilitud	1.51

FIGURA III. Curva ROC para niveles de lactato

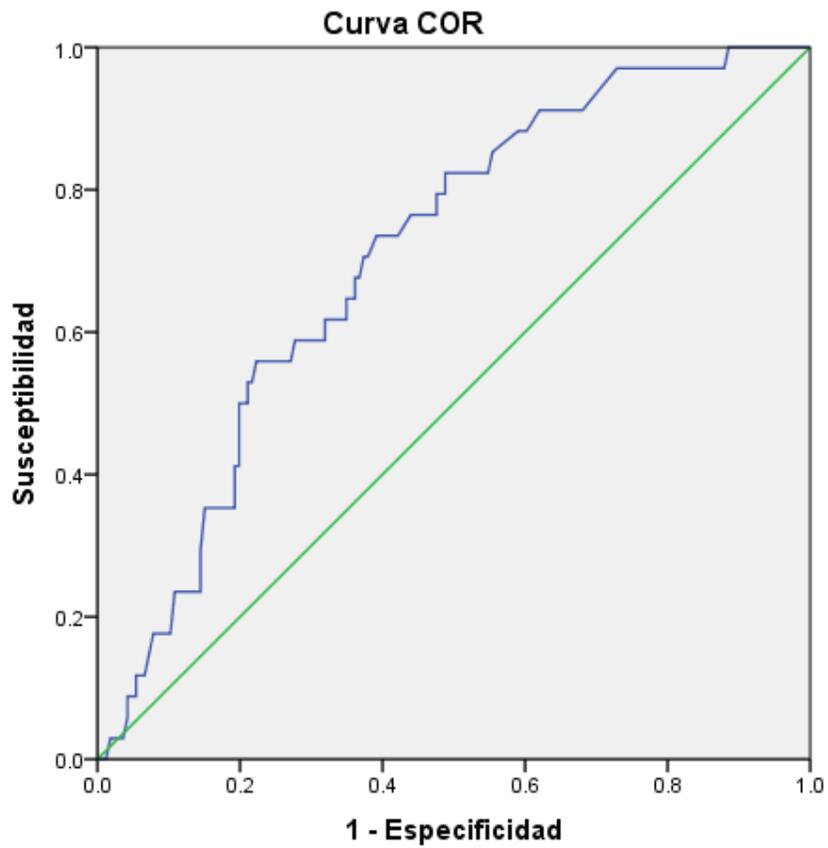


**Área bajo la  
curva**

Variables  
resultado de  
contraste:  
lactato

Área
.322

Figura IV. Curva ROC para déficit de base



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

### Área bajo la curva

Variables resultado de contraste: déficit de base.

Área
.706

## VIII. DISCUSION

El choque séptico es un padecimiento con alto riesgo de mortalidad que requiere de biomarcadores que nos permita clasificar su severidad el cual determinará la toma de decisiones médicas, en estudio se identificó que el sexo masculino y la hipertensión arterial sistémica presentaron mayor prevalencia en esta patología ya que dentro de su fisiopatología se observa una falla en la microcirculación como la disfunción endotelial, la expresión de moléculas de adhesión, y la existencia de una disfunción mitocondrial secundario a la reducción de oxígeno a nivel celular, (IbaT L. J., 2019).

A si mismo dentro de la población estudiada, se identificó que el principal origen del choque séptico es de foco urinario con una prevalencia de 58 casos y porcentaje del 29.0%, (Alejandro Sánchez-Conrado, 2018) en su estudio describe los múltiples organismos que pueden inducir sepsis como E. coli, Klebsiella, Enterobacter, Proteus y Pseudomonas siendo microorganismos presentes en los focos de infección mas frecuentes siendo urinario , respiratorio en un 85% de los casos.

En este trabajo se intenta reconocer la utilidad del déficit de base y del lactato para predecir la severidad en pacientes con estado de choque séptico, con el objetivo de encontrar la sensibilidad y la especificidad de cada uno de ellos, tomando como estándar de oro la escala de evaluación de fallo orgánico secuencial (SOFA) ya que esta escala es capaz de predecir mortalidad y es una de las más utilizadas a nivel internacional en unidades de cuidado intensivo, (Ottavia Scarsi - Mejia, 2022) realizó un estudio retrospectivo en los cuales validaron la escala SOFA como predictor de mortalidad demostrando asociación estadísticamente significativa con un área bajo la curva de 0,698, con  $p=0.026$ , IC=95% (0,543-0,854).

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que el Lactato tiene una sensibilidad del 76.5% con una especificidad de 38.2% para predecir la severidad, en numerosos estudios se ha demostrado que las concentraciones de lactato están asociadas con la supervivencia del paciente, Ryoo SM, Lee J, Lee YS, et al en su estudio concluyeron que tanto el lactato sérico inicial como el medido a las 6 horas pueden ser una herramienta más fácil y eficaz para el pronóstico de pacientes con choque séptico.

En tanto que el déficit de base presenta una sensibilidad de 80% y una especificidad de 47.1% Gabriel Garcia Gomez y colaboradores (2021) en su estudio concluyeron que el aclaramiento del déficit de base estándar <

11% a las 24 horas de ingreso a la unidad de cuidados intensivos incrementa el riesgo de muerte en el choque séptico por lo que el porcentaje de aclaramiento del déficit de base estándar es una excelente alternativa en la predicción de mortalidad frente al lactato.

En el estudio realizado por Anja Schork et al , en el que se concluyó que aunque el lactato el pH y el déficit de base fueron predictores adecuados de mortalidad al ingreso y las 24 – 48 horas, el déficit de base y Ph no fueron superiores al lactato para predecir la mortalidad, (Schork A, 2021) en comparación con nuestro estudio que se evidenció que el déficit de base sérico tiene una mayor sensibilidad y especificidad obteniendo en la curva ROC un área bajo la curva 0.70 ( razón de máxima verosimilitud 1.51) frente a los niveles de lactato sérico que presento en curva ROC un área bajo la curva 0.32 ( razón de máxima verosimilitud 1.24)

## **IX. CONCLUSION**

En esta investigación se demostró que, aunque el lacto y el déficit de base son dos biomarcadores que tienen utilidad para predecir severidad en pacientes que cursan con diagnóstico de choque séptico, el déficit de base fue superior para predecir severidad.

## **X.- PROPUESTAS**

1. Es imperativo que todo paciente con estado de choque séptico debe contar con gasometría desde el ingreso para poder delimitar el nivel de déficit de base y poder así establecer estrategias terapéuticas agresivas con base a guías nacionales e internacionales.
2. Considerar la gasometría arterial como prueba de laboratorio fundamental para la valoración de pacientes en estado de choque séptico.
3. Se debe considera el déficit de base como un predictor de severidad en choque séptico.
4. Considerar para este tipo población a nivel local el déficit de base como el biomarcador de mayor peso.
5. Se recomienda realizar mas estudios que profundicen sobre el valor predictivo en severidad del déficit de base.
6. Se recomienda considerar al lactato como un adecuado predictor de severidad, sin embargo, con limitaciones.

## XI.- BIBLIOGRAFIA

- Ahmend Hassanein, I. A. (2022). Ahmend Hassanein, Ibrah. Central blood gases versus lactate level for assessment of initial resuscitation success in patients with sepsis in critical care. *Ahmend Hassanein, Ibrahim Abbas & Rehab Mohammend, Central blood gases versus lactate le Egypt J Anaesth.*
- Alejandro Donoso, D. A. (2015). Alejandro Donoso, Daniela Arrila microcirculación en el paciente critico parte I: generalidades y fisiología en el paciente séptico. *Rev Chil Pediatría.* .
- Alejandro Sánchez-Conrado, A. M. (2018). Sepsis. *Clínica universidad de Navarra.*
- Alexandre Toledo Maciel MD, M. P. (2009). Alexa differences in acid-base behavior between intensive care unit survivors and non survivors using both a physicochemical and standard base excess approach. *Journal of critical care, Elsevier.*
- Aristizabal -Salazar RE, C.-T. L.-A.-C.-G.-B. (2015). Equilibrio acido- base: el mejor enfoque clínico. *Colomb J Anesthesio.*
- Bakker., J. –L. (2021). Blood lactate levels in sepsis: in 8 questions. *Curr Opin Crit Care.*
- Barichello T, G. J.-P. (2022). Biomarkers for sepsis more than just fever and leukocytosis a narrative review. *Crit Care* .
- C.E., L. M. (2021). Estrategia de reanimación temprana guiada por metas para el manejo del paciente con sepsis. *Universitas Medicas.*
- Carlos Eduardo Laverde Sabogal, A. F. (2013). Lactato y déficit de base en trauma: valor pronostico. *Colombian journal of anesthesiology.*
- Chawika Pisitsak, K. R. (2015). Does this patient have septic shock? *Intensive care med springer.*
- Derek C.Angus, A. B. (2022). Achieving diagnostic excellence for sepsis. *JAMA.*
- Diaztagle Fernandez JJ, e. A. (2018). Normalización de la perfusión tisular en el choque séptico, Rivers , Jones y el enfoque multimodal. *Acta colomb cuid intensivo.*
- Dominik Jarczak, S. K. (2021). Sepsis – pathophyiology and therapeutic concepts, the journal Frontiers in medicine. *The journal Frontiers in medicine.*
- Enrique Monares Zepeda, J. H. (2016). Validacion de la escala de fallo organico secuencial ( SOFA) con modificacion del componente

cardiovascular en la unidad de terapia intensiva del hospital San Angel Inn.  
*Med. Crit.*

- Eusebio Pin Gutierrez, J. S. (2018). Clasificación del choque séptico a partir de los iones no medidos. Hospital de especialidades núm. 14 UMAE Veracruz. *Med. Crit.*
- Farah A Husain, M. J. (2003). Serum lactate and base deficit as predictors of mortality and morbidity . *Am J Surg.*
- Gabriel García Gómez, J. S. (2019). Aclaramiento del déficit de base estándar como pronóstico de mortalidad en choque séptico. *Med. Crit.*
- Gabriel García Gómez, J. S. (2021). Aclaramiento del déficit de base estándar como pronóstico de mortalidad en choque séptico. *Med. Crit.*
- Gotts JE, M. M. (2016). Sepsis: pathophysiology and clinical management. *BJM.*
- Gualterio Jasso Contreras, F. G.-V.-C.-R. (2015). Niveles de lactato como predictor de mortalidad en pacientes con choque séptico. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.*
- Hernández G, O.-T. G. (2019). Effect of a resuscitation strategy targeting peripheral perfusion status vs serum lactate levels on 28-day mortality among patients with septic shock: The ANDROMEDA-SHOCK. *JAMA.*
- Ibat, L. J. (2019). Derangement of the endothelial glycoalyxin sepsis. *J.Thromb Haemost .*
- James Davis, R. C. (2015). Base deficit is superior to lactate in trauma . *Am J Surg.*
- Jesús Duarte -Mote, V. L.-E.-F.-H.-H.-R. (2019). Lactato ¿marcador de hipoperfusión ? *Med Int Méx .*
- Kyle J Gunnerson, M. S. (2006). Lactate versus non- lactate metabolic acidosis: a retrospective outcome evaluation of critically ill patients. *Crit Care.*
- Laura Evans, A. R. (2021). Surviving sepsis campaign,, international, guidelines for management of sepsis and septic shock. *Intensive care medicine .*
- Lauren A. Planet, L. D. (2019. ). Sepsis during pregnancy and the puerperium. *American Journal of obstetrics & gynecology.*

- Luis Gorordo - Delson, G. M.-S.-S.-O.-G.-E.-M. (2019). Sepsis and septic in the emergency departments of México: multicentric , point - prevalences study . *Lancet*.
- Ottavia Scarsi - Mejia, K. M.-M. (2022). Escalas SOFA y QSOFA como pronóstico de la mortalidad en pacientes con diagnóstico de sepsis de una clínica peruana. *Rev Fac Med Hum* .
- Raúl Carrillo Esper, C. A. (2015). Sepsis de las bases moleculares a la campaña para incrementar la supervivencia. *CONACYT* .
- Raul Copana Olmos, W. D. (2016). Déficit de base y depuración del lactato en el paciente pediátrico con sepsis. *Gac Med Bol* .
- RUDD K.E., j. S. (2019). Global, regional and national sepsis incidence and mortality. *Analysis for the global burden of disease study , lancet* .
- Rudd, K. E.-S. (2019). Global , regional and national sepsis incidence and mortality 1900-2017: analysis for the global burder of disease study. *Lancet*.
- Ryo SM, L. J. (2018 ). Lactate level versus lactate clearance for predicting mortality in patients with septic shock defined by sepsis -3 . *Crit care med*.
- Salvador González Mora, M. M. (2023). Aclaramiento de lactato y deficit de base estándar como pronóstico de mortalidad en choque séptico . *Med. Crit.*
- Schork A, M. K. (2021). Course of lactate ,ph and base excess for prediction of mortality in medical intensive care patients . *Plos One* .
- Thomas langer, S. B. (2021). Understanding base excess (BE): merits an pitfalls. *Intensive Care Med*.
- Tim C. Jasen, J. V. (2010). Early lactate-guides therapy in intensive care. *Am J Respir Crit Care Med*.
- Víctor Manuel Sánchez Nava, M. D. (2017). Utilidad de los parámetros gasométricos como predictores de mortalidad en pacientes con choque séptico. *Med. Crit.* .
- Werapon Pongmanee, V. V. (2018). Can base excess and anion gap predict lactate level in diagnosis of septic shock? *Open Access emergency medicine*



### Excepción a la carta de consentimiento informado



Fecha: 3 de julio 2024

#### SOLICITUD AL COMITÉ DE ETICA EN INVESTIGACION EXCEPCION 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 de **Hospital General Regional no.1 Querétaro** que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación "**sensibilidad y especificidad del lactato y déficit de base en la predicción de severidad del choque séptico**" es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- a) Gasometría arterial de inicio registrada en la nota de ingreso a área de reanimación
- b) Laboratorios reportados
- c) Diagnostico en notas de evolución

#### MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION 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, mantener 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 "sensibilidad y especificidad del lactato y déficit de base en la predicción de severidad del choque séptico" cuyo propósito es producto comprometido (tesis, artículo, cartel, presentación, etc.)

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 vigentes y aplicables.

#### Atentamente

M.E. Franklin Ríos Jaimes  
Médico No Familiar, adscrito al servicio de urgencias  
Investigador Responsable

Excepción a la carta de consentimiento informado



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



**Dictamen de Aprobado**

Comité Local de Investigación en Salud **2201**,  
REGIONAL, NUM 1

Registro COFEPRIS 17 CI 22 014 021

Registro COMBIOÉTICA CONBIOÉTICA 22 CEI 001 2018073

FECHA **Lunes, 18 de agosto de 2023**

**Doctor (a) Franklin Ríos Jaimes**

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Sensibilidad y especificidad del lactato y déficit de base en la predicción de severidad del choque séptico** 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 PROBADO**.

Número de Registro Institucional

R-2023-2201-092

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

  
**Eduardo Rafael Sanchez Mejia**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2201

Imprimir

**IMSS**

SEGURIDAD Y SALUD PARA TODOS

