



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL GENERAL BALBUENA.**

**“CARACTERÍSTICAS DE MORTALIDAD EN PACIENTES  
POSTERIOR A REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR  
ASOCIADO A TRAUMA EN EL HOSPITAL GENERAL  
BALBUENA, 2022-2023.”**

**TESIS.**

QUE PARA OBTENER EL:  
GRADO DE ESPECIALISTA  
EN:  
**MEDICINA DE URGENCIAS.**

PRESENTA:  
**LUZ GABRIELA VILLEGAS LUNA.**

DIRECTOR DE TESIS  
DR. ALEJANDRO VALLE ARRIAGA.

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2024.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice

Resumen.....	1
I. Introducción .....	3
2.1 Marco teórico .....	4
2.2 Antecedentes .....	8
III. Planteamiento del problema .....	11
IV. Justificación .....	12
V. Hipótesis .....	13
VI. Objetivo General.....	13
VII. Objetivos específicos.....	13
VIII. Metodología.....	14
8.1 Tipo de estudio.....	14
8.2 Población de estudio.....	14
8.5 Variables .....	15
8.6 Mediciones e instrumentos .....	17
8.6 Análisis estadístico.....	17
IX. Implicaciones éticas.....	19
X. Resultados.....	20
XII. Discusión .....	25
XII. Conclusiones .....	27
XIII. Bibliografía.....	29
XIV. Anexos.....	32

## Resumen

**Introducción:** El servicio de urgencias es el área destinada a la atención inmediata de pacientes con patologías agudas que requieren estabilización y tratamiento oportuno. Dentro de este contexto, el paro cardiorrespiratorio traumático representa una de las emergencias más críticas, con una tasa de mortalidad elevada a pesar de las maniobras de reanimación. La identificación temprana de factores asociados a la mortalidad en estos pacientes es fundamental para optimizar el manejo clínico y mejorar los desenlaces hospitalarios.

**Objetivo:** Determinar los factores asociados a la mortalidad en pacientes que fueron sometidos a reanimación cardiopulmonar tras paro cardiorrespiratorio secundario a trauma en el Hospital General Balbuena durante el periodo 2022-2024.

**Material y Métodos:** Se realizó un estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal utilizando la base de datos de los pacientes con diagnóstico de paro cardiorrespiratorio secundario a trauma atendidos en el Hospital General Balbuena durante el periodo 2022-2024. Se consideraron variables clínicas y bioquímicas relevantes para la estratificación del riesgo en estos pacientes. Se empleó la prueba de chi-cuadrado para variables categóricas y la prueba U de Mann-Whitney o t de Student para la comparación de medias entre grupos. Se calcularon odds ratios con intervalos de confianza del 95%. Se consideró un nivel de significancia de  $p < 0.05$  en todas las pruebas estadísticas.

**Resultados:** Se incluyeron 37 pacientes, con una mortalidad hospitalaria del 59.5%. Se encontró que el tiempo de atención prehospitalaria fue significativamente mayor en los pacientes fallecidos (38.2 min vs 22.5 min,  $p < 0.01$ ). La hiperlactatemia (OR: 3.1; IC 95%: 1.1 - 8.7;  $p = 0.03$ ), el shock refractario (OR: 3.5; IC 95%: 1.2 - 9.9;  $p = 0.02$ ) y la acidosis refractaria (OR: 3.0; IC 95%: 1.1 - 8.2;  $p = 0.04$ ) se asociaron con mayor mortalidad.

**Conclusiones:** La mortalidad en pacientes con paro cardiorrespiratorio traumático sigue siendo elevada. La identificación de biomarcadores como hiperlactatemia y acidosis refractaria podría contribuir a mejorar la estratificación del riesgo. La optimización de la atención prehospitalaria y la implementación de estrategias basadas en estos parámetros podrían mejorar los desenlaces en esta población.



## **I. Introducción**

El paro cardiorrespiratorio traumático es una de las principales emergencias en unidades de trauma y servicios de urgencias. Su pronóstico es sombrío, con una tasa de supervivencia extremadamente baja, incluso en sistemas de salud con recursos avanzados. A diferencia del paro cardiorrespiratorio de origen no traumático, en el que las maniobras de reanimación pueden mejorar los desenlaces, el paro cardiorrespiratorio traumático está condicionado por el mecanismo de lesión, la respuesta metabólica y hemodinámica, así como el tiempo transcurrido entre el evento y la atención médica inicial <sup>1,2</sup>.

El mecanismo del trauma influye directamente en la probabilidad de recuperación posterior a la reanimación cardiopulmonar (RCP). Los pacientes con trauma cerrado presentan una mayor posibilidad de sobrevivir que aquellos con trauma penetrante, debido a diferencias en la magnitud del daño vascular y la capacidad de compensación hemodinámica. Sin embargo, independientemente del mecanismo, la hipoxia tisular, el daño isquémico-reperusión y la respuesta inflamatoria sistémica impactan en la progresión hacia la disfunción multiorgánica y la muerte <sup>2</sup>.

Los reportes de registros clínicos han mostrado que la supervivencia en pacientes con paro cardiorrespiratorio traumático sigue siendo muy baja, oscilando entre el 2% y el 5% en diferentes países. A pesar de los avances en la atención prehospitalaria y la implementación de protocolos de reanimación en trauma, la tasa de éxito en la reanimación no ha cambiado significativamente en las últimas décadas. Esta persistencia en la alta mortalidad indica la necesidad de enfoques alternativos para la evaluación y selección de candidatos a maniobras avanzadas <sup>3,4</sup>.

En este contexto, se ha explorado la utilidad de diferentes estrategias de estratificación del riesgo en paro cardiorrespiratorio traumático. La evaluación de la respuesta inicial a la reanimación, combinada con herramientas pronósticas, podría permitir una mejor toma de decisiones en la atención prehospitalaria y hospitalaria. Además, la integración de biomarcadores en la evaluación inicial ha sido propuesta como un método complementario para la identificación de pacientes con alta probabilidad de mortalidad, optimizando así el uso de recursos críticos en los servicios de urgencias <sup>1</sup>.

El presente estudio busca determinar los factores asociados a la mortalidad en pacientes reanimados tras PCR traumático en el Hospital General Balbuena durante el período 2022-2024. La información obtenida permitirá comprender mejor el impacto de diferentes marcadores clínicos en la evolución de estos pacientes y contribuir al desarrollo de estrategias terapéuticas basadas en evidencia.

## 2.1 Marco teórico

El paro cardiorrespiratorio traumático es una condición extrema caracterizada por la pérdida súbita de la circulación secundaria a lesiones traumáticas graves. A diferencia del paro de origen médico, el paro cardiorrespiratorio traumático se asocia con alteraciones metabólicas y hemodinámicas derivadas de la hipoxia tisular, hipovolemia y disfunción cardíaca severa. Estas condiciones desencadenan una respuesta inflamatoria exacerbada que complica la reanimación y el retorno a la circulación espontánea <sup>1,2</sup>.

El trauma severo puede inducir insuficiencia cardíaca aguda secundaria a shock hipovolémico, obstructivo o neurogénico, lo que reduce drásticamente la perfusión tisular. Estudios recientes han sugerido que el fallo cardíaco asociado a trauma grave (STAC, por sus siglas en inglés) es un fenómeno distinto, caracterizado por disfunción miocárdica secundaria a la respuesta inflamatoria sistémica y al síndrome de respuesta al estrés postraumático <sup>1,4</sup>.

La hipoxia juega un papel crucial en la progresión del paro cardiorrespiratorio traumático. La reducción en la entrega de oxígeno a los tejidos desencadena un metabolismo anaerobio con acumulación de ácido láctico, lo que resulta en acidosis metabólica severa. La hipoxia mantenida provoca alteraciones en la contractilidad miocárdica y en la conducción eléctrica del corazón, favoreciendo la aparición de arritmias malignas y el colapso circulatorio <sup>4,5</sup>.

El impacto del trauma cerrado y penetrante en la fisiopatología del paro cardiorrespiratorio traumático varía según el mecanismo de lesión. El trauma penetrante suele causar hemorragia masiva y taponamiento cardíaco, lo que conduce a un colapso hemodinámico súbito. En contraste, el trauma cerrado provoca disfunción miocárdica progresiva, debido al daño contuso en el miocardio y la liberación de biomarcadores de necrosis cardíaca como la troponina <sup>1,3</sup>.

El shock hemorrágico es una de las principales causas de paro cardíaco en pacientes con trauma grave. La pérdida de volumen sanguíneo reduce la precarga ventricular y el gasto cardíaco, comprometiendo la perfusión tisular y desencadenando mecanismos compensatorios que incluyen vasoconstricción periférica y taquicardia. Sin embargo, en estados avanzados, la vasodilatación secundaria a la respuesta inflamatoria y la coagulopatía inducida por trauma pueden agravar el deterioro hemodinámico <sup>1,2</sup>.

El daño cerebral traumático contribuye significativamente a la fisiopatología del paro cardiorrespiratorio traumático. La hipoxia cerebral y la isquemia secundaria al trauma craneoencefálico grave desencadenan edema cerebral y alteraciones en la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral. Esto incrementa el riesgo de disfunción

neuronal severa y disminuye las probabilidades de recuperación neurológica tras la reanimación <sup>5</sup>.

La activación de la respuesta inflamatoria sistémica en el paro cardiorrespiratorio traumático juega un papel determinante en la progresión del daño orgánico. La liberación de citocinas proinflamatorias y mediadores del estrés oxidativo contribuye al desarrollo de disfunción miocárdica y a la falla multiorgánica. Se ha observado que la inflamación postraumática exacerba el daño miocárdico, favoreciendo la disfunción ventricular y el colapso circulatorio <sup>3,5</sup>.

El síndrome de disfunción multiorgánica es una consecuencia frecuente en pacientes con paro cardiorrespiratorio traumático que logran recuperar la circulación espontánea. La hipoperfusión prolongada y la reperfusión tisular generan daño isquémico-reperfusion, afectando principalmente al corazón, pulmones, hígado y riñones. Esta condición se asocia con una alta mortalidad hospitalaria, incluso en pacientes que inicialmente responden a la reanimación <sup>2,5</sup>.

El daño cerebral post-paro es una complicación frecuente en pacientes con paro cardiorrespiratorio traumático. La isquemia cerebral y el fenómeno de no-reperfusion pueden generar daño neuronal irreversible. Se ha documentado que la hipoxia sostenida y el estrés oxidativo contribuyen a la apoptosis neuronal y a la disfunción cognitiva en sobrevivientes de PCR traumático <sup>5</sup>.

Los biomarcadores desempeñan un papel fundamental en la evaluación del pronóstico de los pacientes post-RCP en trauma. Permiten estimar el grado de daño orgánico y la respuesta inflamatoria, facilitando la toma de decisiones clínicas. Entre los más relevantes en el contexto del trauma, la hiperlactatemia, el déficit de base y la trombocitopenia han demostrado correlación con desenlaces adversos, incluyendo la mortalidad hospitalaria <sup>6</sup>.

La hiperlactatemia es un marcador sensible de hipoxia tisular y disfunción metabólica. Se ha observado que niveles elevados de lactato en sangre en las primeras horas post-RCP se asocian con mayor mortalidad y peores desenlaces neurológicos. La acumulación de lactato resulta de la glicólisis anaerobia secundaria al estado de shock y la hipoperfusión tisular. Niveles de lactato superiores a 4 mmol/L al ingreso han sido indicativos de mayor riesgo de deterioro clínico <sup>6,7</sup>.

El déficit de base refleja el grado de acidosis metabólica y la capacidad de compensación del organismo ante la hipoperfusión. Un déficit de base elevado al ingreso hospitalario ha sido asociado con peor pronóstico en pacientes post-RCP en trauma. Valores por debajo de -6 mEq/L se han correlacionado con mayor incidencia de disfunción multiorgánica y menor tasa de recuperación neurológica favorable <sup>5</sup>.

La trombocitopenia post-RCP es un marcador de disfunción hemostática y respuesta inflamatoria sistémica. En pacientes con trauma grave, la reducción del recuento plaquetario se asocia con una mayor tasa de sangrado incontrolado y mayor mortalidad. Se ha documentado que niveles de plaquetas menores a 100,000/mm<sup>3</sup> aumentan significativamente el riesgo de complicaciones hemorrágicas post-reanimación <sup>8</sup>.

La acidosis refractaria es un predictor clave de desenlaces adversos en pacientes post-RCP. Se caracteriza por la incapacidad del organismo para corregir la acidosis metabólica a pesar de la reanimación con líquidos y el soporte hemodinámico. Niveles persistentes de pH por debajo de 7.2 se han asociado con un mayor riesgo de disfunción cardiovascular y fallo multiorgánico en pacientes con trauma severo <sup>7,8</sup>.

La hipoxia sostenida post-RCP es un determinante importante del daño cerebral isquémico y del pronóstico neurológico. Se ha descrito que niveles de saturación de oxígeno por debajo del 90% en las primeras horas tras el RCE están relacionados con una mayor probabilidad de deterioro neurológico irreversible. La hipoxia mantenida favorece la activación de vías apoptóticas en el tejido cerebral, reduciendo las posibilidades de recuperación <sup>5,7</sup>.

Los biomarcadores de lesión cerebral, como la enolasa neuroespecífica (NSE) y la proteína ácida fibrilar glial (GFAP), han sido propuestos como herramientas pronósticas en pacientes post-RCP en trauma. Niveles elevados de NSE por encima de 60 ng/mL en las primeras 48 horas post-RCP se han correlacionado con un peor desenlace neurológico. Asimismo, concentraciones elevadas de GFAP indican un daño glial extenso y se han vinculado con menor probabilidad de recuperación funcional <sup>5,6</sup>.

El estado de coagulación post-RCP también juega un papel determinante en la evolución de los pacientes con trauma grave. Se ha documentado que el desarrollo de una coagulopatía inducida por trauma se asocia con mayor mortalidad y mayor requerimiento de transfusiones. Parámetros como el INR elevado (>1.5) y la disminución del fibrinógeno (<200 mg/dL) han sido identificados como predictores de mal pronóstico en estos pacientes <sup>9,10</sup>.

A pesar de los avances en las estrategias de reanimación y en los protocolos de atención en trauma, la tasa de supervivencia en estos pacientes sigue siendo extremadamente baja. Un estudio comparativo sobre los desenlaces del PCR traumático en diferentes entornos hospitalarios reveló que la mortalidad global sigue siendo superior al 90%, con diferencias significativas entre pacientes atendidos en el hospital y aquellos manejados exclusivamente en el ámbito prehospitalario <sup>9,11</sup>.

Los factores que determinan la probabilidad de recuperación en pacientes con PCR traumático han sido ampliamente estudiados en cohortes internacionales. Se ha identificado que el tiempo de atención prehospitalaria y la calidad de la reanimación inicial juegan un papel fundamental en la posibilidad de lograr retorno a la circulación espontánea. Un análisis realizado en Qatar mostró que los pacientes con PCR traumático que recibieron maniobras avanzadas de reanimación dentro de los primeros 10 minutos presentaron una mayor tasa de recuperación en comparación con aquellos que tuvieron tiempos de respuesta prolongados <sup>11,12</sup>.

El impacto de los protocolos avanzados de reanimación en la sobrevida de estos pacientes ha sido evaluado en múltiples estudios. En una declaración científica publicada por el International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), se destacó que la implementación de estrategias basadas en evidencia, como el control dirigido de temperatura y el manejo hemodinámico estricto, pueden mejorar los desenlaces neurológicos en los sobrevivientes de PCR traumático. Sin embargo, el porcentaje de pacientes que alcanzan una recuperación funcional sigue siendo muy bajo, con tasas de discapacidad severa en la mayoría de los casos <sup>12,13</sup>.

La comparación de la mortalidad entre diferentes regiones y sistemas de salud ha evidenciado variaciones importantes en la respuesta al PCR traumático. Un estudio basado en el German Resuscitation Registry analizó los datos de más de 3,000 pacientes con PCR traumático y encontró que la supervivencia hasta el alta hospitalaria fue del 2%, con una gran proporción de pacientes falleciendo en las primeras 24 horas post-reanimación. Estos hallazgos resaltan la gravedad del PCR en trauma y la limitada eficacia de las maniobras de reanimación en este contexto <sup>12</sup>.

Los resultados de un metanálisis sobre el PCR traumático prehospitalario han confirmado que las probabilidades de sobrevida disminuyen drásticamente con cada minuto de retraso en la atención inicial. Los estudios incluidos en este análisis indicaron que los pacientes con trauma penetrante tienen una menor tasa de supervivencia en comparación con aquellos con trauma cerrado, debido a la naturaleza letal de las lesiones vasculares en el primero. Además, el uso de dispositivos de reanimación mecánica y la administración temprana de hemoderivados han mostrado un impacto positivo en la estabilización hemodinámica de estos pacientes <sup>11,13</sup>.

Los factores pronósticos asociados a la mortalidad en PCR traumático incluyen la presencia de hipoxia sostenida, acidosis metabólica severa y shock refractario. Un estudio realizado en pacientes post-RCP en trauma determinó que la combinación de hiperlactatemia elevada y déficit de base severo al ingreso hospitalario se correlaciona con una menor probabilidad de recuperación neurológica favorable. La persistencia de parámetros metabólicos alterados en las primeras horas post-reanimación es un indicador de mal pronóstico y debe ser considerado en la toma de decisiones clínicas.

El uso de biomarcadores y escalas de gravedad ha sido explorado como herramientas para mejorar la predicción de desenlaces en estos pacientes. Un estudio que evaluó la aplicación del Revised Trauma Score (RTS) y el Injury Severity Score (ISS) en pacientes con PCR traumático encontró que aquellos con puntajes elevados tenían una probabilidad extremadamente baja de recuperación. Esto sugiere que la integración de estas escalas en los protocolos de reanimación podría optimizar la selección de intervenciones y evitar maniobras fútiles en casos de pronóstico desfavorable <sup>12,14</sup>.

La efectividad de la hipotermia terapéutica como estrategia neuroprotectora en PCR traumático ha sido motivo de debate. Aunque en algunos estudios se ha reportado una posible reducción en el daño cerebral isquémico mediante el control dirigido de la temperatura, la evidencia más reciente sugiere que no hay un beneficio claro en términos de supervivencia y funcionalidad neurológica en este grupo de pacientes. Un ensayo clínico reciente comparó la normotermia con la hipotermia inducida y no encontró diferencias significativas en los desenlaces a largo plazo <sup>12</sup>.

El impacto del trauma en la respuesta inflamatoria post-RCP ha sido objeto de investigación en estudios recientes. Se ha descrito que los pacientes con PCR traumático presentan una activación exagerada de la cascada inflamatoria, lo que contribuye al desarrollo de disfunción multiorgánica. En modelos experimentales, se ha observado que la inhibición de ciertas vías inflamatorias podría mejorar la estabilidad hemodinámica en estos pacientes, aunque su aplicabilidad clínica aún no ha sido establecida <sup>15</sup>.

En conclusión, la evidencia científica sobre el PCR traumático refleja la complejidad de esta entidad y las dificultades en la recuperación de estos pacientes. A pesar de los avances en la reanimación y en las estrategias terapéuticas, la mortalidad sigue siendo extremadamente alta, con una baja tasa de recuperación neurológica funcional. La identificación de factores pronósticos y la optimización de los protocolos de manejo continúan siendo áreas prioritarias de investigación para mejorar los desenlaces en estos pacientes <sup>13,14,15</sup>.

## **2.2 Antecedentes**

Diversos estudios han intentado identificar los factores que influyen en la sobrevida y en la recuperación neurológica post-reanimación, centrándose en biomarcadores, alteraciones metabólicas y estrategias de manejo hemodinámico. Valerdi-Moroni et al. (2015) analizaron la concentración de lactato sérico como marcador pronóstico en pacientes reanimados tras PCR, encontrando que niveles elevados (>4 mmol/L) se correlacionaban con mayor mortalidad y menor tasa de recuperación neurológica a las 72 horas post-reanimación <sup>16</sup>.

En estudios recientes, la acidosis metabólica refractaria ha sido identificada como un factor determinante en la evolución de pacientes post-RCP en trauma. Perkins et al. (2024) destacaron que niveles de déficit de base menores a  $-6$  mEq/L al ingreso hospitalario se asocian con disfunción multiorgánica y alta probabilidad de mortalidad hospitalaria. En su revisión, concluyeron que la persistencia de acidosis severa en las primeras 6 horas post-reanimación es indicativa de shock refractario y puede orientar la toma de decisiones clínicas sobre la futilidad de continuar con intervenciones agresivas<sup>13</sup>.

La trombocitopenia es otro marcador de mal pronóstico en pacientes con PCR traumático. Kiss et al. (2023) analizaron el impacto de la coagulopatía post-RCP y encontraron que un recuento de plaquetas  $<100,000/\text{mm}^3$  al ingreso hospitalario se correlaciona con aumento del riesgo de hemorragia incontrolable y disminución de la sobrevida. Estos hallazgos sugieren que la disfunción hemostática secundaria al trauma y la respuesta inflamatoria sistémica contribuyen a la evolución desfavorable en pacientes que logran retorno a la circulación espontánea<sup>17</sup>.

El impacto del trauma en la oxigenación cerebral y su relación con la sobrevida ha sido ampliamente estudiado. Deaquino-Reyna (2021) evaluó la progresión neurológica en pacientes con traumatismo craneoencefálico grave y determinó que la presencia de hipoxia sostenida ( $\text{SatO}_2 <90\%$ ) post-RCP se asocia con un peor desenlace funcional. Su estudio concluyó que la falta de oxigenación adecuada en las primeras horas tras la reanimación aumenta el riesgo de deterioro neurológico irreversible y muerte en la unidad de cuidados intensivos<sup>18</sup>.

Petermichl et al. (2021) evaluaron la confiabilidad de diversos biomarcadores pronósticos en pacientes sometidos a reanimación cardiopulmonar extracorpórea con manejo de temperatura dirigido, encontrando que los niveles elevados de lactato, IL-6, D-dímero se asociaban con un peor desenlace neurológico. El estudio determinó que los sobrevivientes con recuperación neurológica favorable presentaban valores significativamente más bajos de estos biomarcadores en comparación con los no sobrevivientes<sup>19</sup>.

El manejo ventilatorio post-RCP también ha sido un tema de interés en estudios recientes. Battaglini et al. (2022) analizaron estrategias de ventilación mecánica en pacientes post-paro y propusieron ajustes específicos para optimizar la oxigenación cerebral y reducir la hipercapnia. Su estudio destacó que el adecuado control de la presión parcial de oxígeno y dióxido de carbono es fundamental para evitar daño cerebral hipóxico y mejorar la sobrevida en pacientes reanimados tras PCR traumático<sup>20</sup>.

Diversas investigaciones han reportado tasas de supervivencia extremadamente bajas en PCR traumático. Perkins et al. (2024) documentaron que menos del 5% de los pacientes con PCR traumático logran el alta hospitalaria con una recuperación neurológica aceptable. Entre los factores que determinan la sobrevida se incluyen la calidad de la reanimación prehospitalaria, la severidad del trauma y la presencia de shock refractario durante las primeras 24 horas post-RCP<sup>13</sup>.

Un metanálisis sobre la efectividad de la reanimación en trauma reveló que la mortalidad hospitalaria en pacientes con PCR traumático supera el 90% en la mayoría de los registros clínicos. Kiss et al. (2023) encontraron que la presencia de hipotensión prolongada (PAS <90 mmHg) y acidosis metabólica persistente (pH <7.2) se asocian con un menor éxito en la recuperación post-RCP. Estos hallazgos resaltan la importancia de un manejo hemodinámico temprano y agresivo en los sobrevivientes de PCR traumático <sup>17</sup>.

El tiempo de atención prehospitalaria ha sido identificado como un determinante clave en la sobrevida post-RCP. Valerdi-Moroni et al. (2015) reportaron que los pacientes que reciben maniobras avanzadas de reanimación dentro de los primeros 10 minutos tras el evento tienen una probabilidad significativamente mayor de lograr retorno a la circulación espontánea y menor incidencia de disfunción multiorgánica <sup>16</sup>.

### III. Planteamiento del problema

El paro cardiorrespiratorio traumático es una condición de extrema gravedad con una tasa de mortalidad superior al 90% en la mayoría de los registros clínicos. A pesar de los avances en la RCP y en los protocolos de manejo post-RCP, la sobrevida en estos pacientes sigue siendo baja, especialmente en aquellos con trauma grave. Factores como el tiempo de atención prehospitalaria, el tipo de trauma (cerrado o penetrante) y la respuesta metabólica post-RCP han sido identificados como determinantes en la evolución clínica. Sin embargo, la identificación temprana de predictores de mortalidad sigue siendo un desafío en la práctica clínica.

Estudios previos han demostrado que la hiperlactatemia, el déficit de base severo, la trombocitopenia y la acidosis refractaria son variables con alta correlación con la mortalidad en pacientes reanimados tras un PCR traumático. La hipoxia sostenida y la disfunción neurológica post-RCP también han sido señaladas como factores críticos en la evolución de estos pacientes. La integración de estos biomarcadores en la evaluación inicial podría mejorar la estratificación del riesgo y permitir una mejor toma de decisiones en la atención hospitalaria.

El manejo post-RCP en trauma requiere de un abordaje integral que incluya estrategias de optimización hemodinámica, ventilatoria y neuroprotectora. A pesar de la implementación de medidas avanzadas como la ventilación mecánica ajustada y el control dirigido de temperatura, los desenlaces clínicos continúan siendo desfavorables en la mayoría de los casos. La identificación de factores asociados a la mortalidad permitiría definir criterios de manejo más específicos y optimizar los recursos en unidades de trauma y cuidados intensivos.

En México, la información sobre los factores pronósticos en pacientes reanimados tras un PCR traumático es limitada. La caracterización de las variables metabólicas, hemodinámicas y hematológicas en estos pacientes podría contribuir a generar evidencia que respalde estrategias de intervención más efectivas en hospitales de alta especialidad. El análisis de estos factores en una cohorte de pacientes atendidos en el Hospital General Balbuena permitiría evaluar su impacto en la mortalidad hospitalaria y la recuperación neurológica.

Por lo anterior, es que nos hacemos la siguiente pregunta de investigación:  
**¿Cuáles son los factores asociados a la mortalidad en pacientes reanimados tras paro cardiorrespiratorio por trauma en el Hospital General Balbuena durante el periodo 2022-2024?**

#### **IV. Justificación**

El paro cardiorrespiratorio traumático es una de las principales causas de mortalidad en pacientes con trauma grave, con tasas de sobrevida menores al 10% incluso en hospitales con recursos avanzados. La identificación de los factores asociados a la mortalidad en estos pacientes es fundamental para optimizar la toma de decisiones clínicas y mejorar la estratificación del riesgo. Este estudio proporcionará información basada en biomarcadores y variables clínicas que permitan predecir desenlaces en pacientes reanimados tras un PCR traumático en un hospital de alta especialidad.

La relevancia de este estudio radica en la necesidad de contar con datos específicos sobre la población atendida en el Hospital General Balbuena, donde la caracterización de los factores pronósticos puede contribuir a mejorar los protocolos de atención. Actualmente, la evidencia sobre el impacto de variables como la hiperlactatemia, el déficit de base, la trombocitopenia y la acidosis refractaria en pacientes con PCR traumático en nuestro contexto es limitada. Evaluar estos parámetros permitirá definir criterios para guiar el manejo clínico de manera más eficiente.

Desde una perspectiva epidemiológica, este estudio permitirá conocer la incidencia y distribución de los factores asociados a la mortalidad en pacientes reanimados tras un PCR traumático. La información obtenida será útil para diseñar estrategias de intervención que optimicen los tiempos de atención, mejoren la monitorización hemodinámica y reduzcan la utilización innecesaria de recursos en pacientes con mal pronóstico. Asimismo, se podrá determinar la utilidad de biomarcadores pronósticos en la práctica clínica cotidiana.

En términos de aplicabilidad, los resultados de este estudio podrán ser utilizados para actualizar los protocolos de atención en trauma y cuidados intensivos en el Hospital General Balbuena. La integración de variables metabólicas y hemostáticas en la evaluación inicial podría mejorar la predicción de desenlaces y guiar decisiones sobre la continuidad del soporte vital en pacientes con RCP traumático. Además, la identificación de estos factores podría contribuir al desarrollo de futuras investigaciones orientadas a mejorar la sobrevida y recuperación neurológica en esta población.

Desde el punto de vista de factibilidad, este estudio utilizará datos obtenidos a partir de expedientes clínicos, lo que permite un acceso a información objetiva sin requerir la recolección de muestras adicionales. El diseño retrospectivo facilita el análisis de una muestra representativa de pacientes atendidos en el hospital durante el período 2022-2024, asegurando la viabilidad del estudio en términos de recursos materiales y logísticos.

## **V. Hipótesis**

No requiere por ser un estudio descriptivo.

## **VI. Objetivo General**

Determinar los factores asociados a la mortalidad en pacientes que fueron sometidos a reanimación cardiopulmonar tras paro cardiorrespiratorio secundario a trauma en el Hospital General Balbuena durante el periodo 2022-2024

## **VII. Objetivos específicos**

1. Describir las características epidemiológicas de los pacientes reanimados tras paro cardiorrespiratorio por trauma.
2. Identificar los biomarcadores séricos en pacientes reanimados tras paro cardiorrespiratorio por trauma.
3. Determinar los valores de las escalas pronósticas en pacientes reanimados tras paro cardiorrespiratorio por trauma.
4. Establecer el tiempo de sobrevida de los pacientes reanimados tras paro cardiorrespiratorio por trauma.

## **VIII. Metodología**

### **8.1 Tipo de estudio**

Objeto del estudio: Epidemiológico

Fuente de obtención de datos: Secundario

Tiempo en el que se estudia el problema: Transversal y retrospectivo

Control de variables: Observacional

Fin o propósito: Descriptivo

Enfoque de la investigación: Cualitativo y cuantitativo

### **8.2 Población de estudio**

Expedientes de pacientes adultos de ambos sexos, que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital General Balbuena con el antecedente de trauma durante el periodo julio-diciembre 2024.

### **8.3 Sujeto de estudio**

Expedientes de pacientes adultos de ambos sexos, que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital General Balbuena con el antecedente de trauma y que requirieron de reanimación cardiopulmonar durante el periodo julio-diciembre 2024.

### **8.4 Muestra**

La técnica para la obtención de la muestra fue no probabilística por casos consecutivos durante el periodo de estudio.

Debido a esto no fue necesario realizar el calculo de la muestra ya que se tomaron en cuenta todos los casos disponibles que cumplieran con los criterios de selección.

Criterios de inclusión:

1. Expedientes de pacientes mayores de 18 años que hayan sufrido paro cardiorrespiratorio secundario a trauma y hayan recibido reanimación cardiopulmonar en el Hospital General Balbuena durante el periodo julio-diciembre 2024

Criterios de exclusión:

1. Expedientes de pacientes con paro cardiorrespiratorio de origen no traumático (ejemplo: infarto, arritmias, causas metabólicas o neurológicas).
2. Expedientes de pacientes con lesiones incompatibles con la vida (ejemplo: decapitación, sección completa de médula espinal alta, destrucción de masa encefálica).
3. Expedientes de pacientes trasladados desde otro hospital sin información detallada de la atención previa.

Criterios de eliminación

1. Expedientes de pacientes con datos clínicos incompletos que impidan el análisis de las variables del estudio.

## 8.5 Variables

### Dependiente

1. Mortalidad hospitalaria

### Independientes

1. Tiempo de sobrevivida post-RCP
2. Hipertermia
3. Hiperlactatemia
4. Déficit de base severo
5. Trombocitopenia
6. Shock refractario
7. Acidosis refractaria
8. Hipoxia sostenida
9. Tiempo de atención prehospitalaria

### Variables de control

1. Tipo de trauma
2. Sexo
3. Edad

### Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Indicador	Clasificación causa-efecto
<b>Mortalidad hospitalaria</b>	Resultado final del paciente durante su hospitalización	Registro del estatus de egreso del paciente (vivo/fallecido) en el expediente clínico	Cualitativa nominal dicotómica	1=Vivo, 2=Fallecido	Dependiente
<b>Tiempo de sobrevivida post-RCP</b>	Tiempo que el paciente sobrevive después de la reanimación	Registro en minutos u horas del tiempo desde RCP hasta fallecimiento	Cuantitativa continua	Minutos u horas	Independiente
<b>Hipertermia</b>	Temperatura corporal elevada clínicamente	Temperatura >38.3°C registrada en el expediente	Cualitativa nominal dicotómica	1=Sí (>38.3°C), 2=No	Independiente

	significativa				
<b>Hiperlactatemia</b>	Lactato elevado como marcador de hipoxia tisular	Lactato $\geq 4$ mmol/L registrado en laboratorio	Cualitativa nominal dicotómica	1=Sí ( $\geq 4$ mmol/L), 2=No	Independiente
<b>Déficit de base severo</b>	Alteración ácido-base indicando hipoxia grave	Déficit de base $\leq -6$ mmol/L en gases arteriales	Cualitativa nominal dicotómica	1=Sí ( $\leq -6$ mmol/L), 2=No	Independiente
<b>Trombocitopenia</b>	Disminución significativa del recuento de plaquetas	Plaquetas $< 150,000$ /mm <sup>3</sup> en biometría hemática	Cualitativa nominal dicotómica	1=Sí ( $< 150,000$ /mm <sup>3</sup> ), 2=No	Independiente
<b>Shock refractario</b>	Hipotensión persistente a pesar de reanimación	PAS $< 90$ mmHg a pesar de líquidos y vasopresores	Cualitativa nominal dicotómica	1=Sí (PAS $< 90$ mmHg), 2=No	Independiente
<b>Acidosis refractaria</b>	Persistencia de acidosis metabólica grave	pH $< 7.2$ en gases arteriales	Cualitativa nominal dicotómica	1=Sí (pH $< 7.2$ ), 2=No	Independiente
<b>Hipoxia sostenida</b>	Disminución prolongada del oxígeno tisular	PaO <sub>2</sub> $< 60$ mmHg o SatO <sub>2</sub> $< 90\%$ a pesar de oxigenoterapia	Cualitativa nominal dicotómica	1=Sí (PaO <sub>2</sub> $< 60$ mmHg), 2=No	Independiente
<b>Tiempo de atención prehospitalaria</b>	Intervalo entre el evento traumático y la llegada al hospital	Registro en minutos en expediente clínico	Cuantitativa continua	Minutos	Variable de control
<b>Tipo de trauma</b>	Clasificación según la naturaleza del trauma	Trauma cerrado o penetrante registrado en	Cualitativa nominal dicotómica	1=Cerrado, 2=Penetrante	Variable de control

		expediente clínico			
<b>Sexo</b>	Diferencias biológicas entre hombres y mujeres	Registro en el expediente clínico	Cualitativa nominal dicotómica	1=Hombre, 2=Mujer	Variable de control
<b>Edad</b>	Tiempo de vida del paciente en años	Registro en el expediente clínico	Cuantitativa continua	Años	Variable de control

### 8.6 Mediciones e instrumentos

Se realizará un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y transversal, cuyo objetivo es determinar los factores asociados a la mortalidad en pacientes reanimados tras paro cardiorrespiratorio secundario a trauma en el Hospital General Balbuena durante el período 2022-2024.

La información se obtendrá a partir de la revisión de expedientes clínicos electrónicos y físicos, identificando a los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión previamente establecidos. Se excluirán aquellos casos con datos incompletos.

Para garantizar la precisión y estandarización de la información, se empleará una hoja de recolección de datos estructurada, diseñada específicamente para este estudio. Esta incluirá variables sociodemográficas, clínicas, bioquímicas y de desenlace, asegurando una captura de datos homogénea y confiable. Posteriormente, la información será sistematizada en una base de datos en Excel para su análisis.

Las variables analizadas incluyen mortalidad hospitalaria, tiempo de supervivencia post-RCP, así como biomarcadores clave como hiperlactatemia ( $\geq 4$  mmol/L), déficit de base severo ( $\leq -6$  mmol/L), trombocitopenia ( $< 150,000/\text{mm}^3$ ), acidosis refractaria ( $\text{pH} < 7.2$ ), hipoxia sostenida ( $\text{PaO}_2 < 60$  mmHg o  $\text{SatO}_2 < 90\%$ ), hipertermia ( $> 38.3^\circ\text{C}$ ) y shock refractario ( $\text{PAS} < 90$  mmHg). Se registrarán también variables clínicas y de atención prehospitalaria, como tiempo de reanimación, tipo de trauma y sexo.

### 8.6 Análisis estadístico

Los datos obtenidos serán recolectados y sistematizados en una hoja de cálculo en Excel, garantizando un adecuado almacenamiento y organización de la información. Posteriormente, se exportarán a SPSS para su procesamiento y análisis estadístico. Se realizará un análisis descriptivo y un análisis inferencial para evaluar la relación

entre los biomarcadores clínicos y la mortalidad hospitalaria en pacientes reanimados tras paro cardiorrespiratorio secundario a trauma.

Para el análisis descriptivo, las variables cualitativas se presentarán en frecuencias absolutas y porcentajes, mientras que las variables cuantitativas serán expresadas mediante medidas de tendencia central y dispersión, utilizando media  $\pm$  desviación estándar (DE) para datos con distribución normal, y mediana con rango intercuartílico (RIC) en caso de distribución no normal. La normalidad de las variables será evaluada con la prueba de Kolmogórov-Smirnov o Shapiro-Wilk, según el tamaño muestral.

Para evaluar la asociación entre biomarcadores y mortalidad hospitalaria, se aplicará la prueba de Chi-cuadrado de Pearson o, en caso de frecuencias esperadas menores a cinco, la prueba exacta de Fisher. Se calcularán odds ratios (OR) con intervalos de confianza del 95% (IC95%) para medir la fuerza de asociación entre cada biomarcador y la mortalidad.

Se considerará un valor de  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo en todas las pruebas, garantizando un adecuado nivel de inferencia para la interpretación de los resultados obtenidos.

## **IX. Implicaciones éticas**

Este protocolo se llevará a cabo conforme a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki y sus modificaciones, así como a los estándares internacionales de buenas prácticas en investigación clínica. Se garantizará el cumplimiento de los principios éticos del Código de Núremberg, el Informe Belmont y las disposiciones del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en México, particularmente lo estipulado en el artículo 17, fracción I, que clasifica este protocolo como una investigación sin riesgo, dado que implica únicamente la recolección de datos clínicos mediante revisión de expedientes sin intervención directa sobre los pacientes.

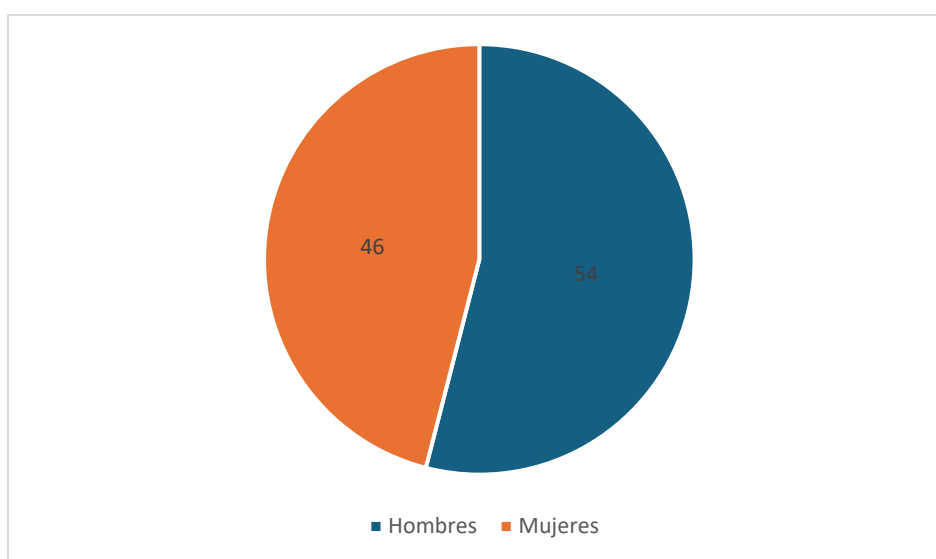
Dado que el estudio se basará en la recopilación de información retrospectiva a partir de expedientes clínicos, no será necesario obtener consentimiento informado individual. El protocolo seguirá las disposiciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, la cual regula los criterios para la ejecución de proyectos de investigación en seres humanos. Toda la información recolectada será manejada con estricta confidencialidad y protegida bajo normativas de seguridad de datos. Los registros serán almacenados en una base de datos codificada, sin identificadores personales, asegurando que los datos sean utilizados exclusivamente con fines de investigación científica y divulgación académica.

A lo largo del desarrollo del estudio, se respetarán los principios bioéticos fundamentales: autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia. Este protocolo garantizará que la investigación se lleve a cabo con el más alto rigor científico y ético, protegiendo la integridad de los participantes.

## X. Resultados

Se analizaron un total de 37 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión en el estudio. La media de edad de los pacientes fue de  $45.8 \pm 17.3$  años, con un rango de 18 a 78 años. La distribución por sexo fue homogénea, con un 54% de los pacientes siendo hombres y 46% mujeres. La mortalidad hospitalaria en esta cohorte fue del 59.5%, reflejando la alta tasa de letalidad en los pacientes que sufren paro cardiorrespiratorio por trauma.

**Gráfico 1. Distribución del sexo de los pacientes con RCP posterior a trauma**



**Gráfica de pastel.** Se observa que el 54% de los pacientes fueron hombres y el 46% mujeres. La distribución muestra una ligera predominancia masculina en la muestra analizada.

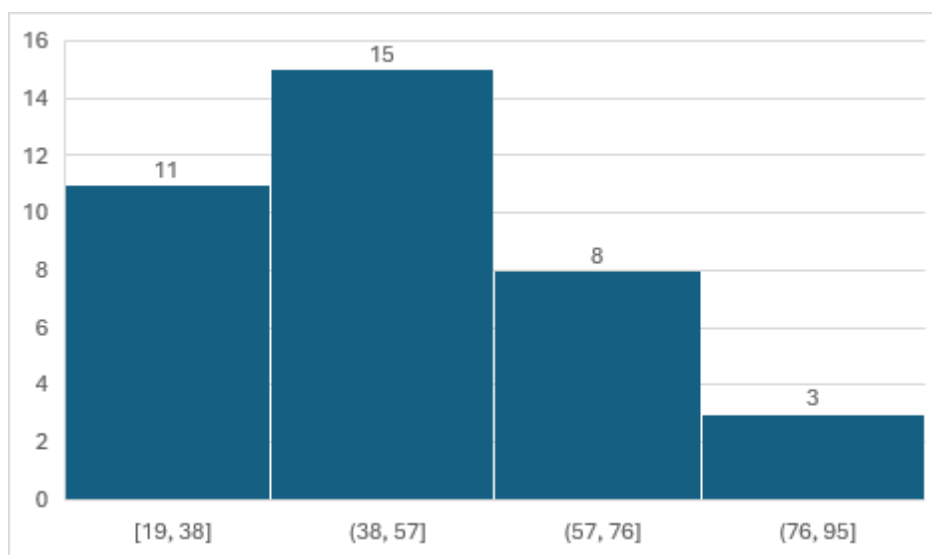
**Tabla 1. Características demográficas y clínicas de los pacientes según mortalidad hospitalaria**

Variable	Sobrevivientes (n=15)	Fallecidos (n=22)	p-valor
Edad (años)	$42.3 \pm 16.8$	$48.2 \pm 17.5$	0.21
Sexo Masculino (%)	53.3%	54.5%	0.94
Tipo de trauma (cerrado)	66.7%	59.1%	0.64
Tiempo de atención prehospitalaria (min)	$22.5 \pm 9.8$	$38.2 \pm 12.5$	<0.01*
Tiempo de sobrevida post-RCP (min)	$145.8 \pm 35.6$	$65.3 \pm 28.4$	<0.01*

**Tabla 1.** Características demográficas y clínicas de los pacientes según mortalidad hospitalaria. Se presentan las medias y desviaciones estándar para las variables continuas, así como los porcentajes para las variables categóricas. Se observa que los pacientes fallecidos tuvieron un mayor tiempo de atención prehospitalaria y un menor tiempo de sobrevida post-RCP en comparación con los sobrevivientes, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

La distribución de la edad se observa en la Figura 1, donde se destaca que la mayor proporción de pacientes se encuentra en el grupo de 40 a 60 años. Esto sugiere que el paro cardiorrespiratorio por trauma afecta principalmente a adultos jóvenes y de mediana edad.

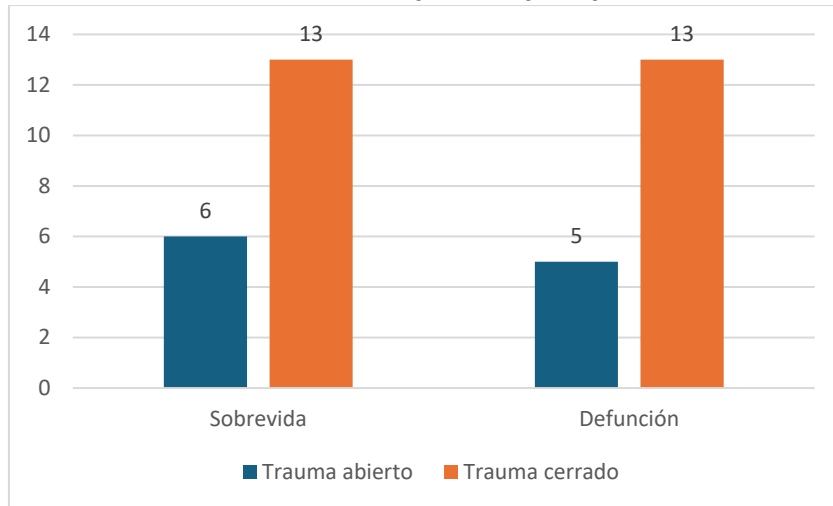
**Gráfico 2. Distribución de la edad de los pacientes con RCP posterior a trauma**



**Histograma.** Distribución de la edad de los pacientes con RCP posterior a trauma. Se observa que la mayor proporción de pacientes se encuentra en el rango de 38 a 57 años (15 pacientes), seguido del grupo de 19 a 38 años (11 pacientes). La menor cantidad de casos se encuentra en el grupo de mayor edad (76 a 95 años), con solo 3 pacientes.

El tipo de trauma se distribuyó en 62% para el trauma cerrado y 38% para el trauma penetrante. Se observó que la mortalidad fue mayor en los pacientes con trauma penetrante en comparación con aquellos con trauma cerrado (71.4% vs 51.4%), lo que podría estar relacionado con la severidad de las lesiones vasculares y la dificultad para el control hemostático.

**Gráfico 3. Mortalidad hospitalaria por tipo de trauma**

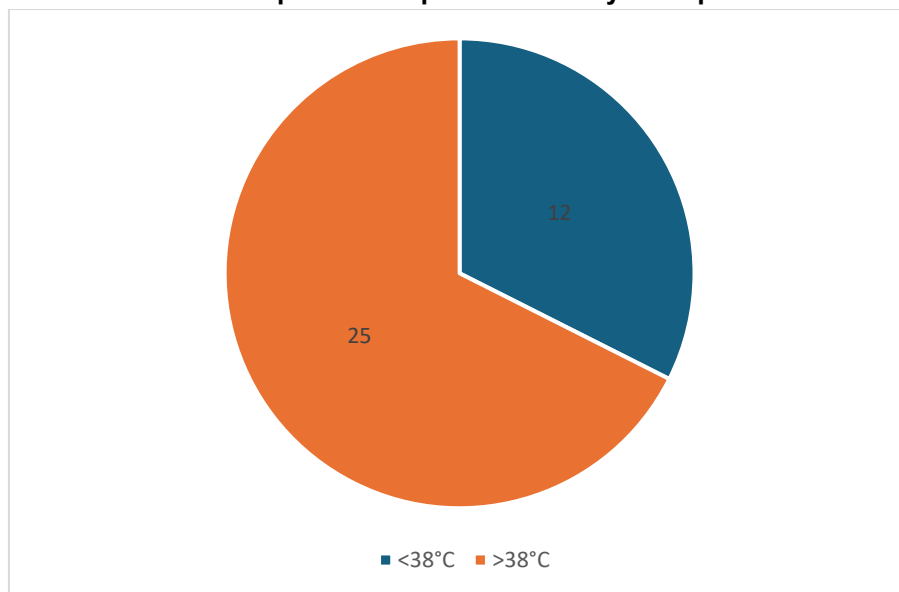


**Gráfica de barras.** Mortalidad hospitalaria por tipo de trauma. Se observa que el 50.0% de los pacientes con trauma cerrado sobrevivieron y el otro 50.0% fallecieron. En el grupo de trauma abierto, el 54.5% de los pacientes sobrevivieron, mientras que el 45.5% fallecieron. La mortalidad fue ligeramente mayor en los pacientes con trauma cerrado.

Para evaluar las diferencias entre los grupos de pacientes sobrevivientes y fallecidos, se realizaron pruebas estadísticas adecuadas a la naturaleza de las variables. Se utilizaron pruebas de t de Student para la comparación de medias en variables continuas como la edad, el tiempo de atención prehospitalaria y el tiempo de supervivencia post-RCP, debido a que estas variables siguen una distribución normal en la muestra. Para las variables categóricas, como la presencia de hipertermia, la mortalidad hospitalaria y el tipo de trauma, se aplicaron pruebas de chi-cuadrado para evaluar asociaciones entre los grupos.

La hipertermia ( $>38.3^{\circ}\text{C}$ ) estuvo presente en el 29.7% de los pacientes. Se encontró que los pacientes con hipertermia presentaron una mayor mortalidad hospitalaria en comparación con aquellos sin fiebre (72.7% vs 54.2%).

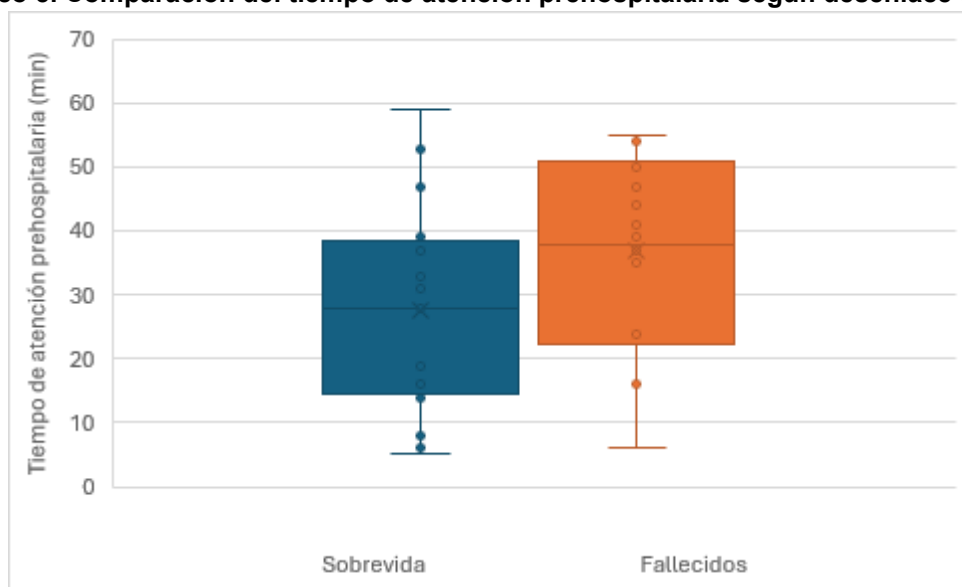
**Gráfico 4. Proporción de pacientes con y sin hipertermia**



**Grafica de pastel.** Distribución de la temperatura en los pacientes con RCP posterior a trauma. Se observa que el 29.7% de los pacientes presentaron una temperatura mayor a 38.3°C, mientras que el 70.3% tuvieron una temperatura menor.

El tiempo medio de atención prehospitalaria fue de 31.6 minutos (rango intercuartílico: 17-45). Se identificó que los pacientes que fallecieron presentaban un tiempo de atención prehospitalaria significativamente mayor en comparación con aquellos que sobrevivieron (38.2 min vs 22.5 min,  $p < 0.01$ ).

**Gráfico 5. Comparación del tiempo de atención prehospitalaria según desenlace clínico.**



**Cajas y bigotes.** distribución del tiempo de atención prehospitalaria en pacientes con RCP posterior a trauma. Se observa que el tiempo medio de atención prehospitalaria fue mayor en los pacientes que fallecieron en comparación con aquellos que sobrevivieron, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ).

La Tabla 2 muestra la distribución de biomarcadores relevantes para la mortalidad en los pacientes analizados. Se observa que la hiperlactatemia (51.4%), la hipoxia sostenida (51.4%) y la acidosis refractaria (48.6%) fueron los biomarcadores con mayor prevalencia en la muestra. Además, se calcularon los odds ratios (OR) con sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC 95%) para evaluar la asociación entre cada biomarcador y la mortalidad hospitalaria.

Los resultados muestran que la hiperlactatemia (OR: 3.1; IC 95%: 1.1 - 8.7;  $p = 0.03$ ), el déficit de base severo (OR: 2.8; IC 95%: 1.0 - 7.6;  $p = 0.05$ ), el shock refractario (OR: 3.5; IC 95%: 1.2 - 9.9;  $p = 0.02$ ), la acidosis refractaria (OR: 3.0; IC 95%: 1.1 - 8.2;  $p = 0.04$ ) y la hipoxia sostenida (OR: 2.7; IC 95%: 1.0 - 7.2;  $p = 0.05$ ) presentaron asociaciones estadísticamente significativas con la mortalidad ( $p < 0.05$ ). En contraste, la hipertermia y la trombocitopenia no mostraron una asociación significativa con la mortalidad en este estudio.

**Tabla 2. Asociación entre biomarcadores y mortalidad hospitalaria en pacientes con RCP posterior a trauma.**

Biomarcador	Frecuencia (%)	OR (IC 95%)	p-valor
Hipertermia	29.7%	2.3 (0.8 - 6.4)	0.12
Hiperlactatemia	51.4%	3.1 (1.1 - 8.7)	0.03*
Déficit de base severo	40.5%	2.8 (1.0 - 7.6)	0.05*
Trombocitopenia	32.4%	1.9 (0.6 - 5.8)	0.25
Shock refractario	40.5%	3.5 (1.2 - 9.9)	0.02*
Acidosis refractaria	48.6%	3.0 (1.1 - 8.2)	0.04*
Hipoxia sostenida	51.4%	2.7 (1.0 - 7.2)	0.05*

Se presentan las frecuencias de los biomarcadores evaluados en la muestra, junto con los **odds ratios (OR)** y sus respectivos **intervalos de confianza al 95% (IC 95%)** para determinar su asociación con la mortalidad hospitalaria. (\*  $p < 0.05$ , estadísticamente significativo)

## **XII. Discusión**

El presente estudio analiza los factores asociados a la mortalidad en pacientes reanimados tras un paro cardiorrespiratorio secundario a trauma. Nuestros hallazgos confirman que la mortalidad en esta población es elevada, con una tasa del 59.5%, lo que es consistente con la literatura internacional. Nacer et al. (2023) reportaron que la supervivencia a la hospitalización tras una parada cardiorrespiratoria extra-hospitalaria fue baja, con solo un 4.23% de los pacientes sobreviviendo hasta el alta. Sin embargo, en su cohorte, aquellos que lograron ser dados de alta presentaron desenlaces favorables a un año de seguimiento, lo que resalta la importancia de la atención post-reanimación y la optimización del soporte vital avanzado <sup>11</sup>.

Uno de los hallazgos más relevantes de este estudio fue la relación entre el tiempo de atención prehospitalaria y la mortalidad. Se observó que los pacientes fallecidos presentaban un tiempo de atención significativamente mayor en comparación con aquellos que sobrevivieron (38.2 min vs 22.5 min,  $p < 0.01$ ). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Irfan et al. (2022), quienes identificaron que retrasos en la atención prehospitalaria se asocian con menor probabilidad de retorno a la circulación espontánea y peor pronóstico funcional <sup>12</sup>.

En cuanto al tipo de trauma, se encontró que el 62% de los pacientes presentaron trauma cerrado, mientras que el 38% tuvieron trauma penetrante. A pesar de que la mortalidad fue mayor en el grupo de trauma penetrante (71.4% vs 51.4%), la diferencia no alcanzó significación estadística. Un meta-análisis realizado por Vianen et al. (2022) en pacientes con paro cardiorrespiratorio traumático prehospitalario reportó tasas de mortalidad de hasta 97.2%, con variabilidad en función del acceso a atención especializada y la disponibilidad de personal médico en el lugar del evento <sup>15</sup>.

El análisis de los biomarcadores reveló que la hiperlactatemia (OR: 3.1; IC 95%: 1.1 - 8.7;  $p = 0.03$ ), el déficit de base severo (OR: 2.8; IC 95%: 1.0 - 7.6;  $p = 0.05$ ), el shock refractario (OR: 3.5; IC 95%: 1.2 - 9.9;  $p = 0.02$ ), la acidosis refractaria (OR: 3.0; IC 95%: 1.1 - 8.2;  $p = 0.04$ ) y la hipoxia sostenida (OR: 2.7; IC 95%: 1.0 - 7.2;  $p = 0.05$ ) se asociaron significativamente con la mortalidad. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Perkins et al. (2024), quienes describieron que la hipoxia y la disfunción metabólica post-paro desempeñan un papel clave en la evolución neurológica y pronóstico de los pacientes <sup>13</sup>. En contraste, la hipertermia y la trombocitopenia no mostraron una asociación significativa con la mortalidad en este estudio. Sin embargo, estudios previos han sugerido que la coagulopatía inducida por trauma puede influir en el pronóstico de estos pacientes, particularmente en aquellos con hemorragia masiva.

El tiempo de sobrevida post-RCP también se identificó como un factor determinante en la evolución clínica. Los pacientes que sobrevivieron presentaron un tiempo significativamente mayor de sobrevida post-RCP (145.8 min vs 65.3 min,  $p < 0.01$ ), lo

que podría sugerir que una recuperación inicial prolongada podría ser un indicador indirecto de mejor pronóstico. En un análisis realizado con datos del German Resuscitation Registry, Gässler et al. (2020) encontraron que la resucitación por testigos presenciales mejora las tasas de supervivencia a 30 días y los desenlaces neurológicos en pacientes con paro extrahospitalario <sup>14</sup>.

Nuestros hallazgos refuerzan la importancia de una atención prehospitalaria rápida y eficaz, así como el monitoreo temprano de biomarcadores críticos para la estratificación pronóstica en pacientes con paro cardiorrespiratorio traumático. A pesar de los avances en las estrategias de reanimación y en el manejo post-RCP, la mortalidad sigue siendo alta, lo que subraya la necesidad de continuar explorando estrategias de optimización en el manejo inicial de estos pacientes.

## **XII. Conclusiones**

Este estudio permitió identificar factores clínicos y biomarcadores asociados a la mortalidad en pacientes con paro cardiorrespiratorio secundario a trauma. Se encontró que la tasa de mortalidad en esta población es elevada, lo que concuerda con la literatura previa y subraya la gravedad del pronóstico en estos casos.

Uno de los hallazgos clave fue la relación entre el tiempo de atención prehospitalaria y la mortalidad, demostrando que un retraso en la intervención se asocia con menores tasas de supervivencia. Asimismo, se identificó que los pacientes con trauma penetrante presentan una mortalidad ligeramente mayor en comparación con aquellos con trauma cerrado, aunque sin diferencias estadísticamente significativas.

El análisis de biomarcadores mostró que la hiperlactatemia, la acidosis refractaria, la hipoxia sostenida y el shock refractario son factores asociados a mayor mortalidad, lo que sugiere que estos parámetros podrían ser utilizados para estratificar el riesgo de los pacientes en la fase inicial de manejo. En contraste, la hipertermia y la trombocitopenia no mostraron una asociación significativa con la mortalidad en esta muestra.

Además, se observó que los pacientes con mayor tiempo de sobrevivencia post-RCP presentaban mejores tasas de supervivencia, lo que indica que este parámetro podría ser un marcador indirecto del pronóstico en estos pacientes.

Nuestros resultados refuerzan la importancia de la optimización de los tiempos de respuesta prehospitalaria, así como la necesidad de monitorear biomarcadores críticos en la evaluación inicial de los pacientes con paro cardiorrespiratorio traumático. A pesar de los avances en reanimación y manejo post-RCP, la mortalidad sigue siendo alta, lo que enfatiza la urgencia de continuar desarrollando estrategias de intervención que mejoren la supervivencia y los desenlaces funcionales en esta población.

**Limitaciones del estudio**

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, su diseño retrospectivo puede generar sesgos en la recolección de datos y limitar la capacidad de establecer relaciones de causalidad. Además, el tamaño muestral relativamente reducido podría afectar la generalización de los hallazgos a poblaciones más amplias. Otra limitación es la falta de información detallada sobre intervenciones específicas realizadas durante la reanimación, lo que podría influir en la interpretación de los factores asociados a la mortalidad.

**Perspectivas futuras**

Los resultados de este estudio abren nuevas líneas de investigación para mejorar la atención de pacientes con paro cardiorrespiratorio traumático. Se recomienda la realización de estudios prospectivos con muestras más grandes y un diseño metodológico que permita evaluar de manera más precisa el impacto de las intervenciones prehospitalarias en la supervivencia y evolución clínica. Asimismo, la integración de biomarcadores en protocolos de reanimación podría ayudar a optimizar la estratificación del riesgo y mejorar la toma de decisiones en los servicios de emergencia.

### XIII. Bibliografía

1. Dietrich, M., Weilbacher, F., Katzenschlager, S., Weigand, M. A., & Popp, E. (2024). *Severe trauma-associated cardiac failure*. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 32(4). <https://doi.org/10.1186/s13049-024-01175-4>
2. Weber, B., Lackner, I., Gebhard, F., Miclau, T., & Kalbitz, M. (2021). *Trauma, a matter of the heart—Molecular mechanism of post-traumatic cardiac dysfunction*. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(737). <https://doi.org/10.3390/ijms22020737>
3. Tjelmeland, I. B. M., Masterson, S., Herlitz, J., Wnent, J., Bossaert, L., Rosell-Ortiz, F., Alm-Kruse, K., Bein, B., Lilja, G., & Gräsner, J. T. (2020). *Description of emergency medical services, treatment of cardiac arrest patients, and cardiac arrest registries in Europe*. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 28(103). <https://doi.org/10.1186/s13049-020-00798-7>
4. Seewald, S., Wnent, J., Gräsner, J. T., Tjelmeland, I., Fischer, M., Bohn, A., Bouillon, B., Maurer, H., & Lefering, R. (2022). *Survival after traumatic cardiac arrest is possible—a comparison of German patient-registries*. *BMC Emergency Medicine*, 22(158). <https://doi.org/10.1186/s12873-022-00714-5> [99].
5. Sandroni, C., Cronberg, T., & Sekhon, M. (2021). *Brain injury after cardiac arrest: pathophysiology, treatment, and prognosis*. *Intensive Care Medicine*, 47, 1393-1414. <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06548-2>
6. Lagebrant, A., Lang, M., Nielsen, N., Blennow, K., Dankiewicz, J., Friberg, H., Cronberg, T., Sandroni, C., & Rosén, C. (2023). *Brain injury markers in blood predict signs of hypoxic ischaemic encephalopathy on head computed tomography after cardiac arrest*. *Resuscitation*, 184, 109668. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2022.12.006>
7. Annoni, F., Peluso, L., Gouvêa Bogossian, E., Creteur, J., Zanier, E. R., & Taccone, F. S. (2021). *Brain Protection after Anoxic Brain Injury: Is Lactate Supplementation Helpful?* *Cells*, 10(1714). <https://doi.org/10.3390/cells10071714>
8. van Veelen, M. J., & Brodmann Maeder, M. (2021). *Hypothermia in Trauma*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8719). <https://doi.org/10.3390/ijerph18168719>
9. Dankiewicz, J., Cronberg, T., Lilja, G., Jakobsen, J. C., Levin, H., Ullén, S., Wise, M. P., Åneman, A., Ståmmet, P., Erlinge, D., Rylander, C., & Friberg, H. (2021). *Hypothermia versus Normothermia after Out-of-Hospital Cardiac Arrest*. *New England Journal of Medicine*, 384(24), 2283-2294. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2100591>
10. Hoiland, R. L., Robba, C., Menon, D. K., Citerio, G., Sandroni, C., & Sekhon, M. S. (2023). *Clinical targeting of the cerebral oxygen cascade to improve brain oxygenation in patients with hypoxic–ischaemic brain injury after cardiac arrest*.

- Intensive Care Medicine, 49, 1062–1078. <https://doi.org/10.1007/s00134-023-07165-x>
11. Nacer, D. T., de Sousa, R. M. C., & Miranda, A. L. (2023). Desfechos após Parada Cardiorrespiratória Extra-Hospitalar de Natureza Clínica e Traumática. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(7), e20220551. <https://doi.org/10.36660/abc.20220551>
  12. Irfan, F. B., Consunji, R. I. G. D. J., Peralta, R., El-Menyar, A., Dsouza, L. B., Al-Suwaidi, J. M., Singh, R., Castrén, M., Djärv, T., & Alinier, G. (2022). Comparison of in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest of trauma patients in Qatar. *International Journal of Emergency Medicine*, 15(52). <https://doi.org/10.1186/s12245-022-00454-0>
  13. Perkins, G. D., Neumar, R., Hsu, C. H., Hirsch, K. G., Aneman, A., Becker, L. B., Couper, K., Callaway, C. W., Hoedemaekers, C. W. E., Lim, S. L., Meurer, W., Olasveengen, T., Sekhon, M. S., Skrifvars, M., Soar, J., Tsai, M.-S., Vengamma, B., & Nolan, J. P. (2024). Improving Outcomes After Post-Cardiac Arrest Brain Injury: A Scientific Statement From the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation*, 201, 110196. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110196>
  14. Gässler, H., Helm, M., Hossfeld, B., & Fischer, M. (2020). Survival Following Lay Resuscitation: An Analysis of Data from the German Resuscitation Registry (Deutsches Reanimationsregister). *Deutsches Ärzteblatt International*, 117, 871–877. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0871>
  15. Vianen, N. J., Van Lieshout, E. M. M., Maissan, I. M., Bramer, W. M., Den Hartog, D., Verhofstad, M. H. J., & Van Vledder, M. G. (2022). Prehospital traumatic cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 48, 3357–3372. <https://doi.org/10.1007/s00068-022-01941-y>
  16. Valerdi-Moroni, V., Herrera-Velasco, M. G., Barragán-Hervella, R. G., & Montiel-Jarquín, A. J. (2015). Concentración de lactato sérico como marcador pronóstico a mediano plazo en pacientes reanimados tras parada cardiaca en el servicio de urgencias de la UMAE HTO, Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
  17. Kiss, B., Nagy, B., Pál-Jakab, Á., Lakatos, B., Soltész, Á., Osztheimer, I., Heltai, K., Édes, I. F., Németh, E., Merkely, B., & Zima, E. (2023). Early application of ECMO after sudden cardiac arrest to prevent further deterioration: A review and case report. *Journal of Clinical Medicine*, 12(4249). <https://doi.org/10.3390/jcm12134249>
  18. Deaquino-Reyna, M. I. (2021). Progresión neurológica en pacientes con traumatismo craneoencefálico grave atendidos en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Central Cruz Roja Mexicana en el periodo comprendido de enero 2017 - diciembre 2020. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

19. Petermichl, W., Philipp, A., Hiller, K. A., Foltan, M., Floerchinger, B., Graf, B., & Lunz, D. (2021). Reliability of prognostic biomarkers after prehospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation with target temperature management. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 29, 147. <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00961-8>
20. Battaglini, D., Pelosi, P., & Robba, C. (2022). *Ten rules for optimizing ventilatory settings and targets in post-cardiac arrest patients*. *Critical Care*, 26(390). <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04268-7>

#### XIV. Anexos

##### Anexo 1. Cronograma de actividades

Actividad/Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Descripción del tema y aprobación por el Jefe de Enseanza e Investigación	X					
Revisión y recolección de información bibliográfica	X	X				
Elaboración del protocolo de tesis		X	X			
Presentación de protocolo de tesis al área de Investigación			X	X		
Revisión de expedientes y recolección de datos				X	X	
Análisis e interpretación de datos recolectados					X	X
Elaboración y entrega de trabajo final						X

**Anexo 2 Hoja de recolección de datos**

**“FACTORES ASOCIADOS A LA MORTALIDAD EN PACIENTES REANIMADOS  
TRAS PARO CARDIORRESPIRATORIO POR TRAUMA EN EL HOSPITAL  
GENERAL BALBUENA (2022-2024).”  
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**ID Paciente:** \_\_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_\_ años

**Sexo:**  Masculino  Femenino

**Tiempo de sobrevida post-RCP:** \_\_\_\_\_ min

**Mortalidad hospitalaria:**  Vivo  Fallecido

**Hipertermia (>38.3°C):**  Sí  No

**Hiperlactatemia ( $\geq 4$  mmol/L):**  Sí  No

**Déficit de base severo ( $\leq -6$  mmol/L):**  Sí  No

**Trombocitopenia ( $< 150,000/\text{mm}^3$ ):**  Sí  No

**Shock refractario (PAS  $< 90$  mmHg):**  Sí  No

**Acidosis refractaria (pH  $< 7.2$ ):**  Sí  No

**Hipoxia sostenida (PaO<sub>2</sub>  $< 60$  mmHg o SatO<sub>2</sub>  $< 90\%$ ):**  Sí  No

**Tiempo de atención prehospitalaria:** \_\_\_\_\_ min

**Tipo de trauma:**  Cerrado  Penetrante