

# Correlación de $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ versus $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ para monitoreo de la oxigenación en pacientes con trauma de tórax

Ana María del Carmen Venegas Sosa,\* José Alfredo Cortés Munguía,\*  
Eder Natanael Flores López,† Joaquín Colín Rodríguez\*

## RESUMEN

**Introducción:** La monitorización de la oxigenación se ha realizado tradicionalmente mediante índices como  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , que requieren de toma de gasometrías para su determinación. La tendencia de una monitorización mínimamente invasiva propone utilizar la saturación de pulso en el índice  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  con el mismo fin. El índice  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  tiene ventajas: obtención rápida y no requiere de gasometría. Rice y cols. hicieron la comparación  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  y  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , demostrando la validación del índice Patrick y cols. lo incorporaron a la escala SOFA, Kigali mostró la importancia de monitoreo mínimamente invasivo con  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  y USG pulmonar en SDRA, proponiendo una clasificación comparable con la de Berlín.

**Objetivos:** Demostrar que existe correlación entre  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  versus  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  para monitoreo de la oxigenación en los pacientes con trauma de tórax.

**Material y métodos:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, longitudinal y ambispectivo en 25 pacientes ingresados con diagnóstico de trauma de tórax entre enero de 2016 y abril de 2017 en el servicio de cuidados intensivos, de los cuales se excluyeron cinco pacientes. Se realizó un análisis estadístico utilizando correlación bivariada de Pearson y, si ésta fuera significativa, una correlación lineal para determinar el grado de la misma. Se realizó determinación de medias de edad, género, tipo de trauma, días de ventilación mecánica y defunción. Los resultados se analizaron con el programa estadístico SPSS versión 21.0.

**Conclusiones:** Existe desde el ingreso una correlación lineal significativa entre ambos índices, dicha correlación es mayor de 60% desde el ingreso; sin embargo, adquiere mayor significancia estadística con un grado de correlación hasta de 90% a partir de las 24 horas y hasta el fin del estudio. Consideramos, por tanto, una prueba útil y significativa para valorar la oxigenación en pacientes con trauma de tórax.

**Palabras clave:**  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ ,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , trauma de tórax.

## SUMMARY

**Introduction:** Traditionally, oxygenation monitoring has been performed using indices such as  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , which requires the determination of gasometry. The trend of minimally invasive monitoring proposes to use pulse saturation in the  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  index for the same purpose. The  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  index has advantages: rapid obtaining and not requiring gasometry. Rice performed the  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  and  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  comparison demonstrating index validation, Patrick incorporates it into the SOFA scale, Kigali shows the importance of minimally invasive monitoring with  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  and pulmonary USG in ARDS by proposing a comparable classification with that of Berlin.

**Objectives:** To demonstrate that there is a correlation between  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  vs  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  for monitoring of oxygenation in patients with chest trauma.

**Material and methods:** An observational, descriptive, longitudinal, ambispective study was performed in 25 patients admitted with a diagnosis of chest trauma between January, 2016 and April, 2017, in the Intensive Care service, of which 5 patients were excluded. A statistical analysis was performed using Pearson's bivariate correlation, and if a linear correlation was significant to determine the degree of correlation. Determination of means of age, gender, type of trauma, mechanical ventilation and death were determined. The results were analyzed with the statistical program SPSS version 21.0.

**Conclusions:** There is a significant linear correlation between the two indexes, a correlation that is greater than 60% from the time of admission, but it acquires the highest statistical significance with a degree of correlation up to 90% from 24 hours to the end Of the study. We therefore consider a useful and significant test to assess oxygenation in patients with chest trauma.

**Key words:**  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ ,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , chest trauma.

## RESUMO

**Introdução:** Tradicionalmente, o monitoramento da oxigenação tem sido realizado por meio de índices como  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , que exigem o uso

de gasometrias para sua determinação. A tendência do monitoramento minimamente invasivo propõe o uso da saturação de pulso no índice  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  para o mesmo fim. O índice  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  apresenta vantagens: obtenção rápida e não requerer gasometria. Rice fez a comparação  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  e  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  demonstrando a validação do índice, Patrick incorpora na escala SOFA, Kigali mostra a importância da monitorização minimamente invasiva com  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  e USG pulmonar na SDRA, propondo uma classificação comparável à de Berlín.

**Objetivos:** Demonstrar que há correlação entre a  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  e a  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  no monitoramento da oxigenação em pacientes com trauma torácico.

**Material e métodos:** Estudo observacional, descritivo, longitudinal, ambispectivo, realizado em 25 pacientes admitidos com diagnóstico de trauma torácico, entre janeiro de 2016 e abril de 2017, na Unidade de Terapia Intensiva, dos quais 5 pacientes foram excluídos. Uma análise estatística foi realizada usando a correlação bivariada de Pearson, e se esta fosse significativa, uma correlação linear para determinar o grau de correlação da mesma. Determinamos as médias de idade, sexo, tipo de trauma, dias de ventilação mecânica e morte. Os resultados foram analisados com o programa estatístico SPSS versão 21.0.

**Conclusões:** Existe uma correlação linear significativa entre os dois índices, tal correlação é maior que 60% desde a internação, mas adquire a maior significância estatística com um grau de correlação de até 90% a partir das 24 horas e até final do estudo. Portanto, consideramos um teste útil e significativo para avaliar a oxigenação em pacientes com trauma torácico.

**Palavras-chave:**  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ ,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , trauma torácico.

## INTRODUCCIÓN

El trauma de tórax se define como las lesiones producidas en la pared torácica, en órganos o estructuras intratorácicas por fuerzas externas de desaceleración, aceleración, compresión, impacto de alta velocidad, penetración de baja velocidad y electrocutamiento.<sup>1</sup>

La contusión pulmonar fue descrita en la literatura médica por Morgani en 1761 cuando notó un daño pulmonar parenquimatoso subyacente sin evidencia de traumatismo en la pared torácica en un joven que fue aplastado bajo un automóvil.<sup>2</sup>

La contusión pulmonar es la lesión pulmonar parenquimatosas más común que se observa en el trauma torácico, presente en 25-35% de los casos. Es una fuente importante de morbilidad y mortalidad que ocurre en hasta 200,000 víctimas al año con hasta 15,000 muertes de adultos. Hasta 25% de las muertes por trauma torácico cerrado ocurren en pacientes con contusión pulmonar. Aunque muchas de estas muertes pueden atribuirse al politraumatismo, la contusión pulmonar es evidencia de un mecanismo severo de lesión y contribuye a un mal curso clínico.<sup>2</sup>

Los accidentes de vehículo automotor, incluyendo de motocicleta, son las causas más comunes de trauma de tórax, pero también puede verse con trauma de explosión. La contusión pulmonar resulta en un colapso de consolidación pulmonar secundario a hemorragia y

\* Hospital General «La Villa».

† Hospital Juárez de México.

edema intersticial. Aunque la fisiopatología es poco conocida, Wagner et al. propusieron cuatro posibles causas y tipos de contusiones pulmonares para ayudar al médico a la comprensión de los riesgos y la etiología de este proceso de la enfermedad. El tejido pulmonar se lesiona frecuentemente por impacto directo en la caja torácica.<sup>2</sup>

La vasoconstricción de la vasculatura pulmonar y la consiguiente hipertensión pulmonar en el tejido afectado pueden ocurrir en respuesta a la contusión pulmonar como mecanismo protector. La sangre es, entonces, alejada de áreas de lesión parenquimatosa a áreas de mejor oxigenación, pero esta respuesta no ocurre en todos los pacientes. La hipoxia se encuentra frecuentemente en la contusión pulmonar y se cree que se debe principalmente a hipoinflación y atelectasia como oposición a las barreras ampliadas de intercambio de gases. La hipoxia a menudo empeorará durante las 48 horas posteriores a la lesión, ya que la ventilación disminuye hasta el área lesionada, la atelectasia empeora y puede producirse infección.<sup>2</sup>

Las manifestaciones comunes asociadas al traumatismo torácico están relacionadas con hipoxemia, hipercapnia y acidosis, secundarias a un aporte de oxígeno inadecuado, hipovolemia o alteraciones en la ventilación/perfusión por cambios en la presión intratorácica y depresión del estado de alerta.<sup>1</sup> Los datos de nueve clínicos para el diagnóstico incluyen síntomas y signos como disnea, dolor torácico, cianosis, estridor o disfonía, desviación traqueal, venas del cuello distendidas, ausencia de ruidos respiratorios, matidez, crepitación, enfisema subcutáneo, timpanismo en el hemitórax afectado, disminución de los movimientos de amplexión y amplexación, heridas soplantes. Estos datos se obtienen fácilmente con la exploración física mediante inspección, palpación, percusión y auscultación.<sup>1</sup>

El grado de hipoxemia está determinado por la caída de la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ; esta caída es directamente proporcional al volumen de parénquima pulmonar comprometido.<sup>3</sup>

La monitorización ventilatoria se ha realizado tradicionalmente con índices respiratorios en los que se utiliza la presión arterial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ) y la fracción inspirada de oxígeno ( $\text{FiO}_2$ ). El índice que se utiliza comúnmente es el  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  (P/F), conocido como índice de Kirby, que también se usa como predictor de hipoxemia en la disfunción pulmonar aguda. En los últimos años, se ha propuesto utilizar la saturación de pulso de oxígeno ( $\text{SpO}_2$ ) en la determinación del índice de saturación  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  (S/F) para monitorizar en forma no invasiva la oxigenación, la cual sería un índice que se obtendría rápidamente sin requerir estudio gasométrico, de acuerdo con Rice y cols., quienes compararon los índices P/F con el S/F en pacientes reclutados en *National Heart Lung and Blood Institute ARDS Network Trial*.

Se concluye en el estudio la validación del índice S/F que correspondió a un valor  $< 315$  en el valor del índice P/F  $< 300$  para considerar una lesión pulmonar aguda (LAP) y el índice S/F  $< 236$  para un valor del índice P/F  $< 200$  para SDRA; también se proponen estudios de esta relación en 11 poblaciones más heterogéneas. Patrick y cols. realizaron una validación del índice S/F en el *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA).<sup>4</sup>

La falta de gasómetros y una tendencia hacia enfoques mínimamente invasivos han buscado maneras de correlacionar los parámetros  $\text{PaO}_2$  y  $\text{SpO}_2$  cuando se encuentran en un rango entre 80 y 100%. La aplicación del índice  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  puede facilitar la detección e identificación rápida de los pacientes con ALI/ARDS, evitando así el uso de muestras sanguíneas y, por ende, el costo de las determinaciones gasométricas.<sup>5</sup>

Existen estudios que han validado la utilidad del índice  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  como método diagnóstico y apoyo para algunas de las escalas de medición de mortalidad como SOFA. Las puntuaciones obtenidas para medir la función respiratoria por escala SOFA usando las proporciones de  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  tienen correlación al ser comparadas con  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  (Tabla 1).<sup>6</sup>

La relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  se ha incorporado en la definición de ARDS: las proporciones de  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  de 201-300, 101-200 y  $\leq 100$  definen la SDRA leve, moderada y severa, respectivamente. La relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  también se ha incorporado en los índices generales de gravedad de la enfermedad crítica. La falta de registro de  $\text{PaO}_2$  podría potencialmente conducir a un subdiagnóstico o reconocimiento tardío de pacientes con SDRA, lo que podría retrasar la aplicación de tratamientos apropiados, como las estrategias de ventilación protectora de los pulmones. Un sustituto no invasivo para la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  basada en la medición del porcentaje de saturación de oxihemoglobina con un oxímetro de pulso  $\text{SpO}_2$  permite que los pacientes sin gasometría puedan ser evaluados y diagnosticados con SDRA, incluyendo la evaluación de la gravedad de la enfermedad.<sup>7</sup>

Dentro de la patología pulmonar también puede mencionarse la actualización en la clasificación de Kigali; aunque sin conclusiones claras, también mencionan la utilización de índice de  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ , haciendo

**Tabla 1: Valores de  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  correspondientes a  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$**

| Score SOFA Respiratorio | $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ | $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1                       | $< 400$                     | $< 512$                     |
| 2                       | $< 300$                     | $< 357$                     |
| 3                       | $< 200$                     | $< 214$                     |
| 4                       | $< 100$                     | $< 89$                      |

\*Tomado de: Pandharipande PP, Shintani AK, Hagerman HE, St Jacques PJ, Rice TW, Sanders NW, et al. Derivation and validation of  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$  ratio to impute for  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ratio in the respiratory component of the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) Score. *Crit Care Med*. 2009;37(4):1317-1321. doi: 10.1097/CCM.0b013e31819cfa9

referencia a su aportación y mejor utilización para clasificar a los pacientes con SIRA en su última publicación de Rivielo.<sup>8</sup>

La determinación de índices respiratorios como la  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  se ven influenciados, entre otros factores, por niveles de  $\text{FiO}_2$ , valores de PEEP, así como la simple localización geográfica. Si bien es cierto que la toma de  $\text{SO}_2$  también se ve modificada por circunstancias externas, es un método validado no invasivo de uso rutinario en la UCI. En la actualidad, el oxímetro de pulso es una modalidad de monitoreo indispensable, se utiliza ampliamente y, a partir de 1986, la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA) apoya el uso de la oximetría de pulso como método para asegurar la oxigenación.<sup>9</sup>

La oximetría de pulso es un método simple, continuo, no invasivo, para vigilar de manera periférica el porcentaje de hemoglobina (Hb) saturada con oxígeno ( $\text{O}_2$ ), por el paso de longitudes de onda específicas a través de la sangre ( $\text{SpO}_2$ ). Se basa en la ley de Lambert-Beer-Bouguer. La oximetría de pulso se utiliza en una gran variedad de situaciones que requieren monitoreo del estado del  $\text{O}_2$ . Se emplea en forma continua o intermitentemente, no sustituye a la determinación de los gases arteriales, proporciona indicación temprana de la disminución de la saturación de oxihemoglobina antes de que se presenten signos clínicos de hipoxemia y con frecuencia se le refiere como el quinto signo vital.<sup>9</sup>

En el caso de los pacientes con trauma, hay escasa información sobre la epidemiología, el reconocimiento, el manejo y los resultados de los pacientes traumatizados, con respecto a la insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda. En el estudio LUNG SAFE, con una muestra de conveniencia de 459 UCI de 50 países de los cinco continentes, se compararon los datos de los pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda secundaria a un traumatismo en la población general.

La hipoxemia ocurre debido a las alteraciones ventilación-perfusión, a pesar de la administración de oxígeno, razón por la que uno de los objetivos del tratamiento en estos pacientes incluye la prevención de la insuficiencia respiratoria y la hipoxia. El seguimiento mediante índices de oxigenación es fundamental en este tipo de pacientes, tales como la medición de  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ .<sup>10</sup> Sin embargo, algunos estudios se han dedicado a buscar maneras menos invasivas y rápidas para la identificación de hipoxemia, como es el caso del índice  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ , que se realizó en pacientes con trauma de tórax como método de seguimiento y monitorización pulmonar; es decir, como índice de oxigenación, lo que se reflejó en una disminución de los costos e insumos hospitalarios. Asimismo, repercutió en la monitorización dinámica a la cabecera del paciente de una manera rápida y sin riesgo de lesiones tales como procesos infecciosos, lesiones vasculares, lesiones a nivel de nervios o hematomas en las zonas de punción.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, longitudinal y ambispectivo en 25 pacientes ingresados con diagnóstico de trauma de tórax entre enero de 2016 y abril de 2017 en el servicio de cuidados intensivos. Los determinantes de inclusión fueron: mayores de 18 años de edad, pacientes con diagnóstico de trauma de tórax y género indistinto. Los criterios de exclusión fueron pacientes con neumopatía obstructiva crónica, pacientes con hipoperfusión tisular, pacientes con hemoglobina menor de 5 mg/dL, de los cuales se eliminaron cinco. Se realizó un análisis estadístico utilizando correlación bivariada de Pearson y, si ésta fuera significativa, una correlación lineal para determinar el grado de la misma. A los pacientes que cumplieron con los mencionados criterios de inclusión se les determinó los índices de  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , así como  $\text{SO}_2/\text{FiO}_2$ , en la unidad de cuidados intensivos. Se llevó a cabo toma de gasometría arterial para determinación de  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  al ingreso, a las siete, 14, 24, 31, 38 y 48 horas y al mismo tiempo se monitorizó por cálculo la determinación de  $\text{SaO}_2/\text{FiO}_2$  para poder correlacionar ambos métodos. A las 48 horas de estancia en UCI, se les realizó toma de TAC simple de tórax con la finalidad de corroborar el diagnóstico de contusión pulmonar. Se realizó determinación de medias de edad, género, tipo de trauma, días de ventilación mecánica y defunción. Los resultados se analizaron con el programa estadístico SPSS versión 21.0.

## RESULTADOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, longitudinal y ambispectivo en un periodo comprendido entre enero de 2016 y abril de 2017 en los pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos, de los cuales cumplieron con criterios de inclusión un total de 25 pacientes.

Dentro de los pacientes ingresados al estudio se encontró que, de la incidencia de pacientes con diagnóstico de trauma de tórax en el servicio de UCI, 22 correspondían al género masculino, lo que representa 88% de la muestra, y tres pacientes del género femenino, lo que representa 12%. El rango de edad en la población estudiada fue de 17 a 81 años con un promedio de 37 años y una moda de 30 años.

En relación con la etiología del trauma de tórax, se detectó que 10 pacientes presentaron accidente automovilístico (40%), 10 pacientes herida penetrante por proyectil de arma de fuego (40%), cuatro pacientes (16%) caídas de altura de tres o más metros y accidente en motocicleta 4% del total.

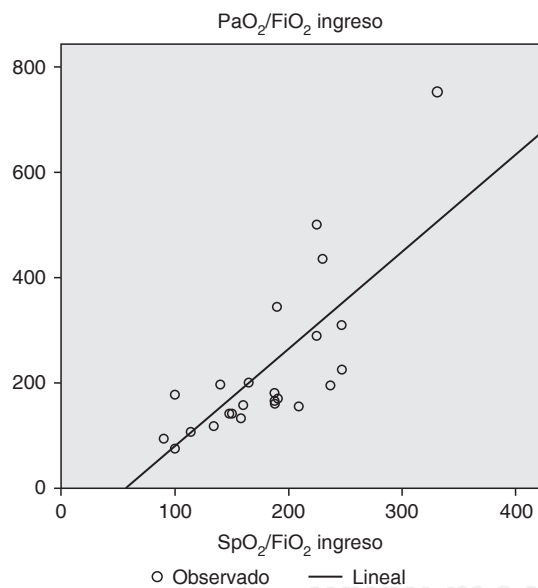
De 100% de los pacientes que ingresaron con asistencia mecánica ventilatoria, sólo en cinco se logró la extubación exitosa en menos de 48 horas (20%) y 80%

(20 pacientes) se mantuvo con ventilación mecánica durante más de 48 horas.

De los pacientes diagnosticados con trauma de tórax, se observó que 88% fueron egresados de la UCI por mejoría; sin embargo, 12% (tres pacientes) fallecieron en menos de 48 horas de estancia.

Con respecto a la correlación entre los índices  $SpO_2/FiO_2$  y  $PaO_2/FiO_2$ , se detectó correlación lineal entre la  $PaO_2/FiO_2$  y  $SpO_2/FiO_2$  al ingreso, siendo ésta significativa con valor de p menor de 0.05 con valor  $R^2$  de 0.616; esto quiere decir que al ingreso de pacientes con trauma de tórax existe una correlación mayor de 60% entre estos índices para predecir oxigenación (Figura 1). A las siete horas se observó correlación lineal entre la  $PaO_2/FiO_2$  y  $SpO_2/FiO_2$  significativa con valor de p menor de 0.05, con valor  $R^2$  de 0.68; esto quiere decir que a las siete horas, en los pacientes con trauma de tórax, hubo una correlación mayor de 68% entre estos índices para predecir oxigenación. A las 14 horas se detectó correlación lineal entre la  $PaO_2/FiO_2$  y  $SpO_2/FiO_2$  a las 14 horas, siendo ésta significativa con valor de p menor de 0.05, con valor  $R^2$  de 0.86; esto quiere decir que a las 14 horas, en los pacientes con trauma de tórax, hubo una correlación mayor de 86% entre estos índices para

predecir oxigenación. A las 24 horas se observó correlación lineal entre la  $PaO_2/FiO_2$  y  $SpO_2/FiO_2$ , siendo ésta significativa con valor de p menor de 0.05, con valor  $R^2$  de 0.89; esto quiere decir que a las 24 horas, en los pacientes con trauma de tórax hubo una correlación mayor de 89% entre estos índices para predecir oxigenación (Figura 2). A las 31 horas se detectó correlación lineal entre la  $PaO_2/FiO_2$  y  $SpO_2/FiO_2$ , siendo ésta significativa con valor de p menor de 0.05, con valor  $R^2$  de 0.915; esto quiere decir que las 31 horas, en los pacientes con trauma de tórax, hubo una correlación mayor de 91% entre estos índices para predecir oxigenación (Figura 3). A las 38 horas se observó correlación lineal entre la  $PaO_2/FiO_2$  y  $SpO_2/FiO_2$ , siendo ésta significativa con valor de p menor de 0.05, con valor  $R^2$  de 0.904; esto quiere decir que las 38, en los pacientes con trauma de tórax, hubo una correlación mayor de 90% entre estos índices para predecir oxigenación (Figura 4). A las 48 horas se detectó correlación lineal entre la  $PaO_2/FiO_2$  y  $SpO_2/FiO_2$ , siendo ésta significativa con valor de p menor de 0.05, con valor  $R^2$  de 0.906; esto quiere decir que a las 48 horas, en los pacientes con trauma de tórax, hubo una correlación mayor de 90% entre estos índices para predecir oxigenación (Figura 5).



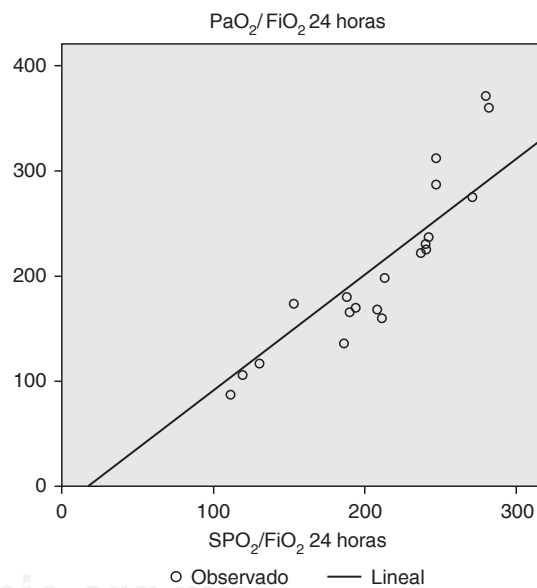
**Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros**

Variable dependiente:  $PaO_2/FiO_2$  ingreso

| Ecuación | Resumen del modelo |        |     |     |       | Estimaciones de los parámetros |       |
|----------|--------------------|--------|-----|-----|-------|--------------------------------|-------|
|          | $R^2$              | F      | gl1 | gl2 | Sig.  | Constante                      | b1    |
| Lineal   | 0.616              | 36.962 | 1   | 23  | 0.000 | -104.016                       | 1.843 |

La variable independiente es  $SpO_2/FiO_2$  ingreso.

**Figura 1:** Correlación  $PaO_2/FiO_2$  con  $SpO_2/FiO_2$  al ingreso de los pacientes.



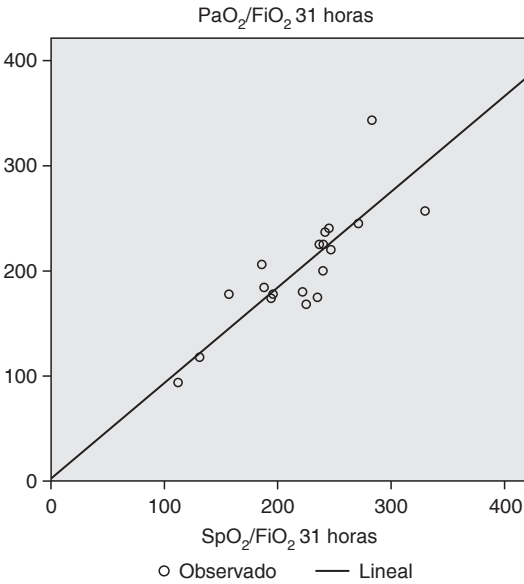
**Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros**

Variable dependiente:  $PaO_2/FiO_2$  24 horas

| Ecuación | Resumen del modelo |         |     |     |       | Estimaciones de los parámetros |       |
|----------|--------------------|---------|-----|-----|-------|--------------------------------|-------|
|          | $R^2$              | F       | gl1 | gl2 | Sig.  | Constante                      | b1    |
| Lineal   | 0.893              | 192.787 | 1   | 23  | 0.000 | -18.012                        | 1.097 |

La variable independiente es  $SpO_2/FiO_2$  24 horas.

**Figura 2:** Correlación  $PaO_2/FiO_2$  con  $SpO_2/FiO_2$  a las 24 hrs del ingreso de los pacientes.



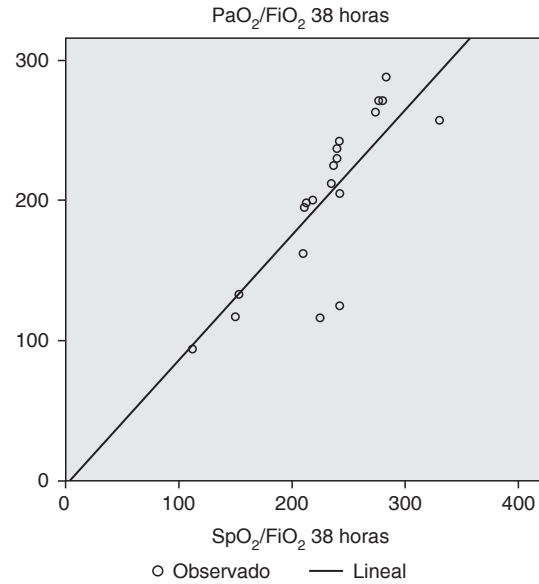
**Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros**

Variable dependiente:  $PaO_2/FiO_2$  31 horas

| Ecuación | Resumen del modelo |         |     |     |       | Estimaciones de los parámetros |       |
|----------|--------------------|---------|-----|-----|-------|--------------------------------|-------|
|          | $R^2$              | F       | gl1 | gl2 | Sig.  | Constante                      | b1    |
| Lineal   | 0.915              | 248.618 | 1   | 23  | 0.000 | 2.562                          | 0.909 |

La variable independiente es  $SpO_2/FiO_2$  31 horas.

**Figura 3:** Correlación  $PaO_2/FiO_2$  con  $SpO_2/FiO_2$  a las 31 hrs del ingreso de los pacientes.



**Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros**

Variable dependiente:  $PaO_2/FiO_2$  38 horas

| Ecuación | Resumen del modelo |         |     |     |       | Estimaciones de los parámetros |       |
|----------|--------------------|---------|-----|-----|-------|--------------------------------|-------|
|          | $R^2$              | F       | gl1 | gl2 | Sig.  | Constante                      | b1    |
| Lineal   | 0.904              | 216.019 | 1   | 23  | 0.000 | -3.168                         | 0.893 |

La variable independiente es  $SpO_2/FiO_2$  38 horas

**Figura 4:** Correlación  $PaO_2/FiO_2$  con  $SpO_2/FiO_2$  a las 38 hrs del ingreso de los pacientes.

## DISCUSIÓN

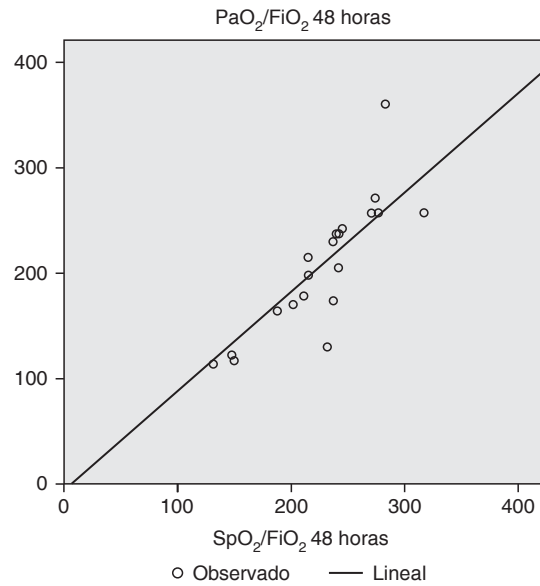
El trauma de tórax es una patología que se define como las lesiones producidas en la pared torácica en órganos o estructuras intratorácicas causadas por fuerzas externas.<sup>1</sup> Es una fuente importante de morbilidad y mortalidad que ocurre hasta en 200,000 víctimas al año, con un mortalidad de 25% en pacientes con trauma de tórax y contusión pulmonar. Nuestra población estudiada mostró mortalidad en pacientes con trauma de tórax en un periodo de un año tres meses en 12% de los casos de trauma de tórax con contusión pulmonar y se presentó en menos de 48 horas de estancia en la UCI.<sup>2</sup>

La epidemiología de las patologías relacionadas con trauma es muy escasa a nivel mundial, muestra de ello es el estudio realizado en 2016, llamado estudio LUNG SAFE, el cual estudió las patologías relacionadas con lesión pulmonar. Se realizó un apartado de los pacientes con trauma, en el cual se reportó que los pacientes más afectados fueron jóvenes con un predominio en el género masculino. En el presente estudio, se reporta una incidencia de 88% en el género masculino y de 12% en el femenino, con mayor incidencia en adultos jóvenes, en un rango de edad entre 18 y 40 años. Sin

embargo, este rango puede extenderse desde 17 hasta 81 años de edad.<sup>11</sup>

Wagner et al. describieron cuatro posibles causas y tipos de contusiones pulmonares para ayudar al médico a la comprensión de los riesgos y la etiología de este proceso de enfermedad. Dentro de las causas más frecuentes se describen, en orden de importancia, las caídas de grandes alturas, accidentes en motocicleta contra objetos fijos, accidentes automovilísticos, explosiones, heridas por proyectil de arma de fuego y aplastamiento. Entre los hallazgos y epidemiología dentro del estudio se describe que la causa más frecuente de trauma de tórax son los accidentes automovilísticos, representando 40%; con la misma frecuencia, las lesiones por proyectil de arma de fuego en tórax con 40% y, en menor frecuencia, caídas de más de tres metros con 16% y accidentes en motocicleta con 4%.<sup>2</sup>

Las manifestaciones comunes asociadas al trauma torácico están relacionadas con hipoxemia, hipercapnia y acidosis secundaria a un aporte de oxígeno inadecuado, alteraciones en la ventilación y en la perfusión por cambios en la presión intratorácica, por lo que el resultado principal es la hipoxemia, que está relacionada directamente con la calidad del parénquima com-



Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

| Variable dependiente: PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> 48 horas |                |         |     |     |       |                                |       |
|-------------------------------------------------------------------|----------------|---------|-----|-----|-------|--------------------------------|-------|
| Resumen del modelo                                                |                |         |     |     |       | Estimaciones de los parámetros |       |
| Ecuación                                                          | R <sup>2</sup> | F       | gl1 | gl2 | Sig.  | Constante                      | b1    |
| Lineal                                                            | 0.906          | 221.902 | 1   | 23  | 0.000 | -6.010                         | 0.940 |

La variable independiente es SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 48 horas.

Figura 5: Correlación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> con SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> a las 48 hrs del ingreso de los pacientes.

prometido.<sup>1</sup> Los pacientes con trauma de tórax presentan de manera inicial insuficiencia respiratoria mínima, mientras que en 50 y 60% de éstos pueden desarrollar síndrome de dificultad respiratoria, que requiere ventilación mecánica, lo que aumenta la mortalidad en estos casos. En el caso de los pacientes sometidos al presente estudio, 100% de ellos ameritó soporte mecánico ventilatorio de manera inicial y sólo 8% de la muestra se logró liberar de la ventilación de manera temprana; es decir, no desarrollaron SDRA y 92% de los casos se comprobó, mediante TAC, que presentaron contusión pulmonar y desarrollaron SDRA, lo que llevó a este porcentaje de pacientes que ameritaran soporte ventilatorio por más de 48 horas.<sup>10</sup>

En los últimos años, se ha propuesto utilizar la saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) en la determinación del índice de SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> para monitorizar de forma no invasiva la oxigenación. Este índice tiene las ventajas de ser de obtención rápida y de no requerir estudios gasométricos. Diversas investigaciones, incluida la de Rice y cols., Patrick y cols., así como la de Kigali, realizaron parte de los estudios de comparación e inclusión del índice SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, por lo que en el presente estudio se realizó la determinación de los índices SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ver-

sus PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> para determinar si existía correlación entre dichos índices, con la finalidad de obtener una herramienta nueva, fácil, factible de realizar por personal médico y de enfermería para la evaluación del estado ventilatorio del paciente, por lo que, después de someter a los pacientes a criterios de eliminación, se estudiaron 20 pacientes que cumplieron con valores de seguimiento y determinación de SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, así como PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>. Posterior al análisis estadístico se determinó que existe desde el ingreso una correlación lineal significativa entre ambos índices, dicha correlación es mayor de 60% desde el ingreso; sin embargo, adquiere mayor significancia estadística con un grado de correlación hasta de 90% a partir de las 24 horas y hasta el fin del estudio.

La facilidad de la determinación del índice SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> es de gran importancia gracias al acceso que se tiene a los oxímetros de pulso con la posibilidad de incorporarlo a la monitorización, incluso realizada por el personal de enfermería. Lo reportado en este trabajo y en investigaciones previas nos da acceso a la monitorización continua de la función pulmonar y nos proporciona el diagnóstico de SDRA de manera temprana para brindar tratamiento oportuno u optimizar el tratamiento ya establecido para este síndrome. Este tipo de métodos de monitorización no invasiva es viable para un manejo óptimo y brindar mejor calidad en la atención de pacientes no sólo en el servicio de UCI, sino en todos los servicios hospitalarios, incluyendo el personal extrahospitalario, que difícilmente tendrían acceso a un resultado gasométrico en las ambulancias.<sup>8</sup>

CONCLUSIONES

Desde el ingreso existe una correlación lineal significativa entre ambos índices, dicha correlación es mayor de 60%; sin embargo, adquiere mayor significancia estadística con un grado de correlación hasta de 90% a partir de las 24 horas y hasta el fin del estudio.

Consideramos, por tanto, una prueba útil y significativa para valorar la oxigenación en pacientes con trauma de tórax.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guía de práctica clínica para el Diagnóstico y tratamiento del traumatismo de tórax; Catálogo maestro de guías de práctica clínica: SS-447-11; Gobierno Federal de México.
2. Bruner DI, Pritchard A, Hubert A. Pulmonary contusions evidence based medicine for the ED. *Trauma Reports*. 2011;12(6):1-14.
3. Jiménez-Lomas L, Fierro-Flores L. Manejo perioperatorio del paciente con contusión pulmonar. *Rev Mex Anest*. 2008;31(S 1):193-197.
4. Rincón SJ. Correlación de los índices PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> y SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en el postoperatorio de la cirugía cardíaca en una Unidad de Terapia Posquirúrgica Cardiovascular. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2013;27(2):71-76.
5. Rice TW, Wheeler AP, Bernard GR, Hayden DL, Schoenfeld DA, Ware LB, et al. Comparison of the SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio and the PaO<sub>2</sub>/

- $FiO_2$  ratio in patients with acute lung injury or ARDS. *Chest*. 2007;132(2):410-417.
6. Pandharipande PP, Shintani AK, Hagerman HE, St Jacques PJ, Rice TW, Sanders NW, et al. Derivation and validation of  $SpO_2/FiO_2$  ratio to impute for  $PaO_2/FiO_2$  ratio in the respiratory component of the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) Score. *Crit Care Med*. 2009;37(4):1317-1321. doi: 10.1097/CCM.0b013e31819cefa9
  7. Brown SM, Grissom CK, Moss M, Rice TW, Schoenfeld D, Hou P, et al. Non-linear imputation of  $Pao_2/Fio_2$  from  $Spo_2/Fio_2$  among patients with acute respiratory distress syndrome. *Chest*. 2016;150(2):307-313. doi: 10.1016/j.chest.2016.01.003
  8. Riviello ED, Buregeya E, Twagirumugabe T. Diagnosing acute respiratory distress syndrome in resource limited settings: the Kigali modification of the Berlin definition. *Curr Opin Crit Care*. 2017;23(1):18-23.
  9. López-Herranz GP. Oximetría de pulso. *Rev Med Hosp Gen Mex*. 2003;66(3):160-169.
  10. Alisha C, Gajanan G, Jyothi H. Risk factors affecting the prognosis in patients with pulmonary contusion following chest trauma. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(8):OC17-OC19.
  11. ESICM LIVES 2016: Part one; Milan, Italy. 1-5 October 2016; Intensive Care Medicine Experimental. 2016;4(Suppl. 1):27.

*Correspondencia:*

Ana María del Carmen Venegas Sosa  
Avenida San Juan de Aragón Núm. 285,  
Col. Granjas Modernas,  
Del. Gustavo A. Madero,  
07460, Ciudad de México.  
E-mail: puka\_434@hotmail.com