

Índice de asincronía/péptido natriurético cerebral como predictor de éxito en extubación en pacientes con trauma de tórax

Erik Torres Gómez,* Elizabeth Mendoza Portillo,† Martín Mendoza Rodríguez*

RESUMEN

Antecedentes: El trauma de tórax (TT) requiere estrategias de ventilación mecánica (VM) específicas y el retiro es complejo; la asincronía ventilatoria (AV) aumenta la morbilidad, situación no descrita en la población mexicana.

Objetivo: Correlacionar el índice de asincronía (IA)/péptido natriurético cerebral (BNP) (IA/BNP), con el resultado de la extubación en pacientes con TT.

Material y métodos: Se realizó un estudio longitudinal en unidades de cuidados intensivos (UCI) con 30 participantes con variables de estudio demográficas, tipo de TT, IA, BNP pre- (BNP1) y postdecanulación (BNP2), IA/BNP, escalas predictoras de extubación. Desenlace: éxito o fracaso en la extubación (reintubación en las primeras 48 horas).

Resultados: Los participantes representaron 96.7% masculino, 3.3% femenino; edad: 34.4 ± 11.2 años; éxito en el retiro de la VM: 70%; tipo de TT: neumotórax/hemotórax 40%, hemotorax aislado 16.7%, neumotórax 10%, tórax inestable/contusión pulmonar 10%, otras variedades de lesión 23.3%. BNP1: 44.2 ± 23.2 pg/dL, BNP2: 67 ± 49 pg/dL, IA: $13 \pm 2\%$, IA/BNP: 0.28 ± 0.15 , índice de ventilación rápida y superficial (IVRS): 83.2 ± 13.1 , MIP: -24.2 ± 3.07 , P 0.1-3.9 ± 0.7. La correlación de Pearson para IA y BNP1 fue $r = 0.71$, el índice de determinación: $r^2 = 0.50$, con significancia $p < 0.001$, a un intervalo de confianza (IC) 95%; para IA y BNP2: $r = 0.83$, $r^2 = 0.68$, $p < 0.001$, IC 95%. La correlación de Spearman para IA/BNP y fallo: $r = 0.62$, el índice de determinación: $r^2 = 0.39$, con significancia $p < 0.001$, a un intervalo de confianza (IC) 95%; para IVRS y fallo: $r = 0.31$, $r^2 = 0.09$, $p < 0.094$, IC 95%. IA/BNP < 0.14 se correlacionó con fallo en la extubación.

Conclusiones: Se demostró que el IA/BNP < 0.14 es un marcador confiable como predictor del fallo en el retiro de la VM en las primeras 48 horas, comparado con el tradicional IVRS, el cual no demostró significancia estadística.

Palabras clave: Asincronía, BNP, extubación, trauma de tórax, ventilación mecánica.

SUMMARY

Background: Chest trauma (CT) requires specific mechanical ventilation (MV) strategies; weaning is a complex situation. Ventilatory asynchrony (VA) implies an increased morbidity, not described in the Mexican population.

Aim: To correlate the index of asynchrony (IA)/brain natriuretic peptide (BNP), (IABNP), with the result of extubation in patients with chest trauma.

Material and methods: A longitudinal study was done in intensive care units (ICU), 30 patients were included; the following variables were evaluated: demographics, type of trauma, IA, BNP before (BNP1) and after (BNP2) extubation, as well as IA/BNP as a scale to predict extubation. Endpoint: success or failure of the extubation (reintubation in next 48 hours).

Results: The study population was 96.7% masculine, 3.3% female; age: 34.4 ± 11.2 years. Successful withdrawal of MV was 70%. Type of trauma was pneumo/hemothorax 40%, hemotorax 16.7%, pneumothorax 10%, flail chest/pulmonary contusion 10%, other types 23.3%. BNP1: 44.2 ± 23.2 pg/dL, BNP2: 67 ± 49 pg/dL, IA: $13 \pm 2\%$, IA/BNP: 0.28 ± 0.15 , rapid surface respiration index (IVRS): 83.2 ± 13.1 , maximum inspiration pressure (MIP): -24.2 ± 3.07 , P 0.1-3.9 ± 0.7. Pearson correlation for IA and BNP1 was $r = 0.71$, the determination index: $r^2 = 0.50$, with significance $p < 0.001$, confidence interval (CI) 95%; for IA and BNP2: $r = 0.83$, $r^2 = 0.68$, $p < 0.001$, CI 95%. Spearman correlation for IA/BNP and failure: $r = 0.62$, and determination index: $r^2 = 0.39$, with significance $p < 0.001$, CI 95%; for RSSR and failure:

$r = 0.31$, $r^2 = 0.09$, with $p < 0.094$, CI 95%. IA/BNP < 0.14 was related with failure at extubation.

Conclusions: IA/BNP < 0.14 was a predictive marker for failure of weaning MV in the first 48 hours compared with the traditional RSRR, which was not statistically significant.

Key words: Asynchrony, BNP, extubation, chest trauma, mechanical ventilation.

RESUMO

Introdução: O trauma torácico (TT) requer estratégias específicas de ventilação mecânica (VM) e a retirada é complexa; a assincronia ventilatória (AV) aumenta a morbimortalidade; situação não descrita na população mexicana.

Objetivo: Correlacionar o índice de assincronia (IA)/péptido natriurético cerebral (BNP) (IA/BNP) com o resultado da extubação em pacientes com TT.

Material e métodos: Realizou-se um estudo longitudinal em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) com 30 participantes com variáveis de estudo: demográficos, tipo de TT, IA, BNP pré (BNP1) e pós-decanulação (BNP2), IA/BNP, escalas preditivas de extubação. Desenlace: sucesso ou falha na extubação (reintubação nas primeiras 48 horas).

Resultados: Os participantes representados: 96.7% homens, 3.3% mulheres, idade 34.4 ± 11.2 anos, sucesso da retirada da VM 70%; Tipo TT: pneumotórax/hemotórax 40%, hemotorax isolado 16.7%, pneumotórax 10%, tórax instável/contusão pulmonar 10%, outras variedades de lesão 23.3%. BNP1 44.2 ± 23.2 pg/dL, BNP2 67 ± 49 pg/dL, IA13 $\pm 2\%$, IA/BNP 0.28 ± 0.15 , índice de ventilação rápida e superficial (IVRS) 83.2 ± 13.1 , MIP -24.2 ± 3.07 , P 0.1-3.9 ± 0.7. A correlação de Pearson para IA e BNP1 foi: $r = 0.71$, o índice de determinação $r^2 = 0.50$ com significância $p < 0.001$, intervalo de confiança (IC) 95%, para IA e BNP2: $r = 0.83$, $r^2 = 0.68$, $p < 0.001$, IC 95%. A correlação de Spearman para IABNP e falha $r = 0.62$, índice de determinação $r^2 = 0.39$, com significância $p < 0.001$, intervalo de confiança (IC) 95%, para IVRS e falha $r = 0.31$, $r^2 = 0.09$, $p < 0.094$, IC 95%. IA/BNP < 0.14 correlacionou-se com falha na extubação.

Conclusões: Demonstrou-se que o índice AI/BNP < 0.14 é um marcador confiável como preditor de falha na remoção de VM nas primeiras 48 horas em comparação com a tradicional IVRS, que não apresentou significância estatística.

Palavras-chave: Assincronia, BNP, extubação, trauma torácico, ventilação mecânica.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la humanidad, «el aliento de la vida» ha estado presente: Isis y la resucitación de Osiris; Hipócrates buscando guiar el aire a los pulmones; Galeno y su fuelle de fuego, artefacto mejorado por Paracelso; Vessalius y la traqueotomía, así como la descripción de la interacción pulmón-corazón.¹

El primer aparato destinado a efectuar la respiración artificial durante períodos prolongados fue presentado por Stewart y Rogoff el 18 de abril de 1918 como parte del tratamiento de los trastornos respiratorios consecuencia de la poliomielitis; a partir de entonces, se ha buscado mejorar las características de los dispositivos de asistencia ventilatoria.^{2,3}

La ventilación mecánica (VM) tiene como principales objetivos reducir el trabajo respiratorio y mantener un adecuado intercambio gaseoso durante cualquier proceso crítico.^{3,4} Alrededor de 50% de los pacientes que ingresan a unidades de cuidados intensivos (UCI) requerirán apoyo mecánico ventilatorio; aunado a las

* Hospital General «La Villa», SS/CDMX.

† Hospital General «Dr. Rubén Leñero».

Abreviaturas: Auto-PEEP = Auto PEEP. BNP = Péptido Natriurético Cerebral. BNP 1 = Nivel de BNP medido antes de la extubación. BNP 2 = Nivel de BNP medido después de la extubación. EPOC = Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. IA = Índice de asincronía. IABNP = Índice de asincronía/BNP X 100. IC = Intervalo de confianza. PEEP = Presión positiva al final de la inspiración. PEEPi = PEEP intrínseco. RR = Riesgo relativo. SDRA = Síndrome de distrés respiratorio agudo. TCE = Traumatismo craneoencefálico. Vt = Volumen tidal o volumen corriente.

Recepción: 01/09/2017. Aceptación: 15/06/2018.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/medicinacritica>

complicaciones clásicas, la asincronía entre el ventilador y el paciente genera un uso prolongado de la VM, incrementa el empleo de sedantes y analgésicos, prolonga el tiempo de estancia hospitalaria y, con ello, da lugar a situaciones que incrementan la mortalidad.^{5,6}

Una de las razones más comunes para utilizar la VM es limitar la fatiga muscular; la sedación y la parálisis muscular pueden ser necesarias durante el tratamiento por el riesgo de lesión muscular diafragmática y atrofia estructural (disfunción diafragmática por ventilación).^{6,7}

Las estrategias ventilatorias requieren de un estado óptimo de sedoanalgesia que favorezca la sincronía de las fases de la ventilación (iniciación, entrega y terminación).⁸ La interacción paciente-ventilador es sincrónica cuando el ventilador mecánico es sensible al esfuerzo del paciente, el flujo de gas generado es suficiente para cubrir las demandas y la inspiración mecánica actúa en fase con la inspiración neural. Cualquier alteración o desfase en uno o más de estos niveles del proceso desencadenará necesariamente una asincronía entre la actividad respiratoria del paciente y el ventilador.^{7,9} La asincronía ventilación-paciente se define como el desajuste de la respiración del paciente (fase neural) y la respiración mecánica (fase asincrónica o mecánica), o bien, la incapacidad del flujo del ventilador mecánico para satisfacer las demandas del paciente (asincronía de flujo o fase de flujo).⁸

El logro de la sincronía paciente-ventilador durante los modos interactivos de la ventilación es de suma importancia, ya que la ventilación del paciente es controlada por medios mecánicos, químicos, conductuales y mecanismos reflejos que son altamente dinámicos. Estos factores pueden interrumpir la interfaz paciente-ventilador porque el ventilador responde a las señales de inspiración y espiración del paciente, que afectan las variables del ventilador.^{10,11}

Podemos resumir las características del paciente en alteraciones del centro respiratorio, modificaciones de la mecánica ventilatoria, enfermedades y condiciones preexistentes.^{12,13} Con respecto a los factores relacionados con el ventilador surgen las alteraciones del *trigger*, perturbaciones del ciclado, terminación prematura o doble *trigger*, retraso en la terminación.^{12,13}

Concordante con ello, los problemas de la interacción paciente-ventilador están relacionados con las fases de ventilación, por lo que las asincronías se clasifican en asincronía de *trigger* (fase 1), asincronía de flujo (fase 2), asincronía de ciclado (fase 3) y asincronía respiratoria (fase 4).^{14,15}

El índice de asincronía (IA) se define como el número de eventos asincrónicos entre frecuencia respiratoria total por 100. Cuando el porcentaje es mayor a 10%, se define como asincronía severa.¹⁶⁻¹⁸ Hasta la cuarta parte de los pacientes con ventilación mecánica presenta una elevada incidencia de asincronía.^{19,20}

El proceso de desconexión de la ventilación mecánica se denomina «destete» o «weaning»; este término se refiere a una lenta disminución en la cantidad del soporte ventilatorio, mientras que el paciente va asumiendo gradualmente la respiración espontánea.^{21,22} Sin embargo, en general, se usa esta terminología para referirse a toda la metodología que constituye la desconexión de la ventilación mecánica.²² Tobin y colaboradores propusieron una serie de etapas en el proceso de la atención, la intubación y el inicio de la ventilación mecánica y el esfuerzo final para el destete de la misma. Estas etapas son las siguientes: 1) el tratamiento de la fase aguda de la insuficiencia respiratoria, 2) sospecha de que el destete puede ser posible, 3) evaluación de la preparación del destete, 4) prueba de respiración espontánea, 5) extubación, 6) reintubación o alta. Es importante destacar que el retraso en alcanzar la etapa 2 es una causa de destete tardío.^{21,22}

Existe incertidumbre acerca de los mejores métodos para llevar a cabo este proceso, que por lo general requiere la cooperación del paciente durante la fase de recuperación de una enfermedad crítica. Esto hace que el destete sea un problema clínico importante para los pacientes y los médicos.^{23,24}

Los pacientes con trauma difieren en el manejo convencional de la VM y, por ende, del retiro de la misma.^{25,26} La complejidad de la lesión en pacientes con trauma de tórax (TT) significa un reto para proteger el pulmón y proveer adecuadamente oxígeno mediante ventilación mecánica. La letalidad del trauma de tórax es de 5-8%; por encima de 25% del total de las muertes en trauma es por trauma de tórax.^{27,28} El daño estructural de tórax desestabiliza la mecánica de la ventilación; además del dolor, en el tórax inestable aumenta el trabajo respiratorio por segmento flotante. El efecto cardiovascular del trauma de tórax es por alteración del llenado ventricular por neumotórax a tensión, taponamiento cardiaco y arritmias, disminuyendo el gasto cardiaco.²⁸ Robinson y su grupo mostraron uno de los primeros estudios que relacionan el trauma con asincronía; en su trabajo se determinó la frecuencia y las características de asincronía en pacientes traumáticos.¹⁶

El proceso de extubación implica aumento de la precarga y del trabajo respiratorio, y esto se puede correlacionar con los niveles de péptido natriurético cerebral (BNP). La determinación de BNP se ha tomado en cuenta como predictor de la extubación; sin embargo, no se ha considerado en pacientes con estado de asincronía.

La determinación de BNP ha cobrado importancia en el paciente con protocolo de retiro de la ventilación y se ha tomado como predictor; por lo tanto, se podría encontrar relación con asincronía severa y tomarse como índice de predicción del éxito o fracaso de la extubación. Por ello, se precisa determinar una relación entre

índice de asincronía/BNP (IA/BNP) como predictor en el resultado de la extubación de pacientes con TT.^{25,28}

El presente estudio pretende correlacionar el índice de asincronía/péptido natriurético cerebral (IA/BNP) con el resultado en la extubación en pacientes con TT.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio longitudinal apegado a los códigos de ética y normas vigentes institucionales, nacionales e internacionales, con 30 pacientes con diagnóstico de trauma de tórax y ventilación mecánica que cumplieron criterios de inclusión para el estudio durante el periodo de marzo a junio de 2017 en los servicios de terapia intensiva de hospitales generales de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México (Hospital General «Dr. Rubén Leñero», Hospital General «Xoco» y Hospital General «La Villa»); se evaluaron mediante estadística descriptiva las variables demográficas, tipo de TT, IA, BNP pre- (BNP1) y postdecanulación (BNP2), IA/BNP; escalas predictoras de extubación: IVSR, MIP, P 0.1, el resultado de la extubación en éxito o fracaso —definiendo este último como la necesidad de reintubación en las primeras 48 horas—. Con respecto al análisis estadístico específico, se emplearon pruebas de estadística diferencial: t de Student y prueba de χ^2 , correlación de Pearson y/o Spearman de acuerdo a las características de las variables estudiadas, con respectivos índices de determinación y significancia estadística.

Para el procesamiento de los datos y pruebas estadísticas se empleó el programa estadístico SPSS versión 22.0.

RESULTADOS

El género masculino predominó: 96.7% (n = 29) con respecto al femenino, 3.3% (n = 1). Los diagnósticos al ingreso según el tipo de trauma de tórax fueron neumotórax/hemotórax 40% (n = 12), hemotórax aislado 16.7% (n = 5), neumotórax 10% (n = 3), tórax inestable/contusión pulmonar 10% (n = 3), contusión pulmonar/neumotórax 6.7% (n = 2), aneurisma aórtico postraumático 3.3% (n = 1), contusión pulmonar 3.3% (n = 1), contusión pulmonar/contusión miocárdica 3.3% (n = 1), lesión miocárdica/hemotórax/neumotórax 3.3% (n = 1), tórax inestable 3.3% (n = 1) (Figura 1).

El tipo de asincronía más frecuente fue la de *trigger* ineficaz, con 53.3% (n = 16), y en orden decreciente: *autotrigger* 20% (n = 6), terminación prematura 16.7% (n = 5) y doble *trigger* 10% (n = 3) (Figura 2).

Los resultados para las mediciones de BNP antes y después de la extubación fueron de una media de 44.3 antes y 67.1 después; la prueba de t de Student, -4.333, con diferencia estadísticamente significativa con valor de $p < 0.01$.

La correlación de Pearson para IA y BNP1 fue $r = 0.71$, el índice de determinación $r^2 = 0.50$, con significancia $p < 0.001$, a un intervalo de confianza (IC) 95% (Figura 3); para IA y BNP2: $r = 0.83$, $r^2 = 0.68$, $p < 0.001$, IC 95% (Figura 4). La correlación de Spearman para IA/BNP y fallo: $r = 0.62$, el índice de determinación $r^2 = 0.39$, con significancia $p < 0.001$, a un intervalo de confianza (IC) 95%; para IVRS y fallo: $r = 0.31$, $r^2 = 0.09$, $p < 0.094$, IC 95%. IA/BNP < 0.14 se correlacionó con fallo en la extubación (Tabla 1).

El éxito en la extubación fue de 70% (n = 21) y el fracaso de 30% (n = 9).

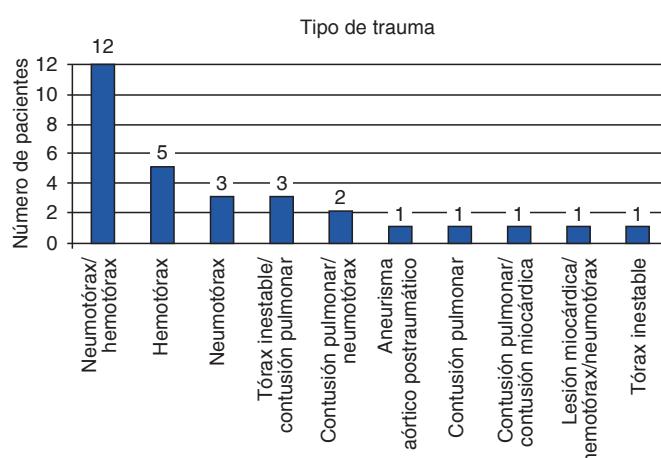


Figura 1: Tipo de trauma de tórax.

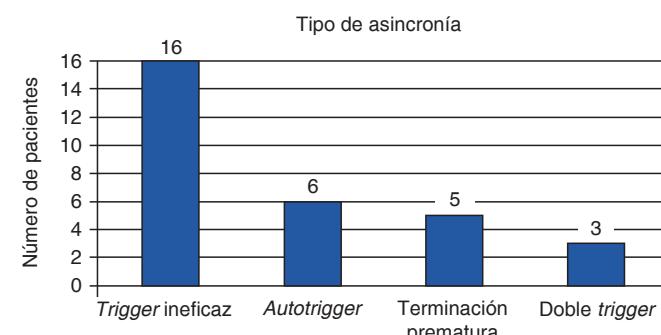


Figura 2: Frecuencia de asincronía.

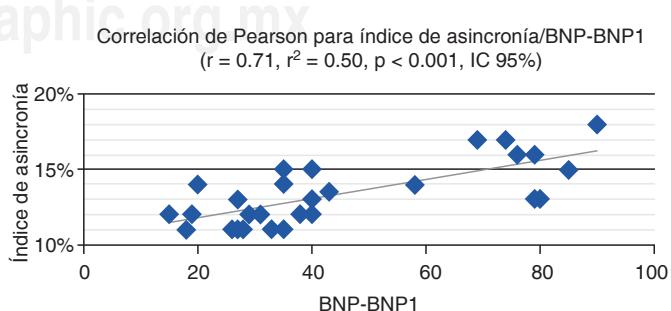


Figura 3: Correlación de Pearson para índice de asincronía/BNP-BNP1.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se investigó la utilidad del IA/BNP como predictor de éxito en la extubación en pacientes con trauma de tórax sin otras comorbilidades, en conjunto con otros predictores como IVRS, MIP y P 0.1. El índice de asincronía está descrito como un factor de riesgo para una ventilación mecánica prolongada. A su vez, una ventilación mecánica prolongada predispone a mayor riesgo de fracaso en la extubación. No existen trabajos previos que relacionen el índice de asincronía con el éxito o fracaso de la extubación, sólo se reporta como factor que aumenta los días de ventilación mecánica, en el entendido de que estos pacientes tienen alteraciones de la mecánica ventilatoria al contar con daños estructurales que alteran las presiones intratorácicas y las interacciones con el sistema cardiovascular. Por otra parte, Farghaly

y sus colegas indican que la falla cardiaca se considera un factor de riesgo para fracaso en la extubación. Esta patología puede ser detectada con la medición de niveles elevados de péptido natriurético cerebral cuando es mayor a 100 pg/mL; además relacionan el BNP como predictor de éxito en el *weaning* en pacientes críticamente enfermos.²⁷

Se cree que los pacientes que presentan ambas características (asincronía y falla cardiaca) tendrían mayor riesgo de fracaso a la extubación. De forma empírica se conjugaron las dos variables en un índice: el denominador constituido por el valor de péptido (pg/mL) y el numerador por el porcentaje de asincronía.

Los reportes previos de la literatura médica en cuanto a asincronía y trauma son escasos, como es el caso del trabajo de Robinson y su equipo, quienes midieron el índice de asincronía en pacientes con trauma en general;¹⁶ estos autores reportaron IA menor de 10% en 75% de su muestra y lo describieron como pacientes no catalogados como asincrónicos; quienes presentaron IA mayor de 10% (25% de su muestra) se clasificaron como asincrónicos. Sin embargo, en el presente estudio se tomó en cuenta como criterio de inclusión el valor mayor de 10%; los resultados encontrados por Robinson mostraron que la minoría de los pacientes presentó IA mayor de 10% en su muestra, contrario a lo observado en las unidades de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México.¹⁶

Se corrobora, acorde con la literatura internacional, que el sexo masculino es el que mayormente se ve afec-

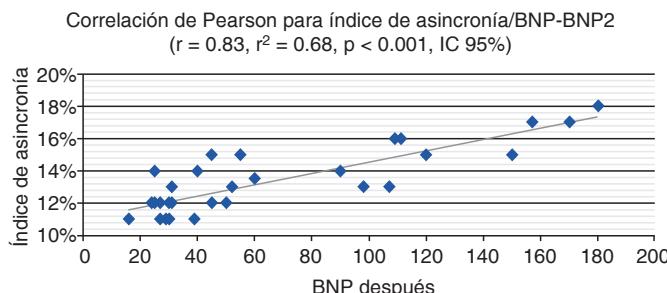


Figura 4: Correlación de Pearson para índice de asincronía/BNP-BNP2.

Tabla 1: Correlación de Spearman.

			Edad	Días de ventilación	Tobin	BNP1	BNP2	IABNP	Falla
Rho de Spearman	Edad	Coeficiente de correlación	1,000	0.256	-0.067	0.445*	0.384*	-0.212	-0.189
		Sig. (bilateral)	.	0.172	0.726	0.014	0.036	0.260	0.316
	N		30	30	30	30	30	30	30
Días de ventilación	Coeficiente de correlación	0.256	1,000	0.301	0.634**	0.688*	-0.416*	-0.436*	.
		Sig. (bilateral)	0.172	.	0.106	0.000	0.000	0.022	0.016
	N		30	30	30	30	30	30	30
Tobin	Coeficiente de correlación	-0.067	0.301	1,000	-0.008	0.161	-0.292	-0.311	.
		Sig. (bilateral)	0.726	0.106	.	0.966	0.395	0.117	0.094
	N		30	30	30	30	30	30	30
BNP1	Coeficiente de correlación	0.445*	0.634**	-0.008	1,000	0.929**	-0.570**	-0.728**	.
		Sig. (bilateral)	0.014	0.000	0.966	.	0.000	0.001	0.000
	N		30	30	30	30	30	30	30
BNP2	Coeficiente de correlación	0.384*	0.688**	0.161	0.629**	1,000	-0.634**	-0.795**	.
		Sig. (bilateral)	0.36	0.000	0.395	0.000	.	0.000	0.000
	N		30	30	30	30	30	30	30
IABNP	Coeficiente de correlación	-0.212	-0.146*	-0.292	-0.570**	-0.634**	1,000	0.627**	0.627**
		Sig. (bilateral)	0.260	0.022	0.117	0.001	0.000	.	0.000
	N		30	30	30	30	30	30	30
Falla	Coeficiente de correlación	-0.189	-0.436*	-0.311	-0.728**	-0.795**	0.627**	1,000	.
		Sig. (bilateral)	0.316	0.016	0.094	0.000	0.000	0.000	.
	N		30	30	30	30	30	30	30

* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

tado por esta patología. A diferencia del estudio de Robinson y colaboradores, donde se analizó el IA en trauma y se incluyó hasta 16% de pacientes con antecedentes personales de EPOC¹⁶ (donde el *trigger* ineficaz es frecuente), en esta revisión ningún sujeto contaba con este factor como un predisponente para asincronía, puesto que se tomó como criterio de exclusión.

Como conocimiento nuevo, este trabajo muestra que en nuestra población hay una mayor proporción de asincronía severa (mayor de 10%) en comparación con otros estudios, así como la descripción del predominio en el patrón de tipo *trigger* ineficaz en relación con trauma de tórax, lo que no se había realizado antes y que se podría enriquecer con una muestra más grande y un periodo mayor.

CONCLUSIONES

El IA/BNP es una medición confiable para predecir éxito en la extubación al mostrar significancia estadística. El tipo de asincronía más frecuente fue el *trigger* ineficaz en pacientes con trauma de tórax.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abdala YA. Historia y evolución de la ventilación mecánica. *Rev CONAREC*. 2012;82:188-198.
2. Carrillo ER. *Ventilación mecánica*. 1^a ed. México D.F.: Editorial Alfil. Academia Mexicana de Cirugía; 2013.
3. Metnitz PG, Metnitz B, Moreno RP, Bauer P, del Sorbo L, Hoermann C, et al. Epidemiology of mechanical ventilation: analysis of the SAPS 3 data base. *Intensive Care Med*. 2009;35(5):816-825.
4. Martin J, Tobin MD. Advances in mechanical ventilation. *N Engl J Med*. 2001;344(26):1986-1996.
5. Mellott KG, Grap MJ, Munro CL, Sessler CN, Wetzel PA, Nilsestuen JO, et al. Patient ventilator asynchrony in critically ill adults: frequency and types. *Heart Lung*. 2014;43(3):231-243.
6. MacIntyre NR. Patient-ventilator interactions: optimizing conventional ventilation modes. *Respir Care*. 2012;56(1):73-84.
7. Mellott KG, Grap MJ, Munro CL, Sessler CN, Wetzel PA. Patient-ventilator dyssynchrony clinical significance and implications for practice. *Crit Care Nurse*. 2009;29(6):41-55.
8. Dres M, Rittayamai N, Brochard L. Monitoring patient-ventilator asynchrony. *Curr Opin Crit Care*. 2016;22(3):246-253. doi: 10.1097/MCC.0000000000000307.
9. Nilsestuen JO, Hargett KD. Using ventilator graphics to identify patient-ventilator asynchrony. *Respir Care*. 2005;50(2):202-232.
10. De Wit M. Monitoring of patient-ventilator interaction at the bedside. *Respir Care*. 2011;56(1):61-72.
11. Murias G, Lucangelo U, Blanch L. Patient-ventilator asynchrony. *Curr Opin Crit Care*. 2016;22(1):53-59. doi: 10.1097/MCC.0000000000000270.
12. Blokpoel RG, Burgerhof JG, Markhorst DG, Kneyber MC. Patient-ventilator asynchrony during assisted ventilation in children. *Pediatr Crit Care Med*. 2016;17(5):e204-11. doi: 10.1097/PCC.0000000000000669.
13. Chao DC, Scheinhorn DJ, Stearn-Hassenpflug M. Patient-ventilator trigger asynchrony in prolonged mechanical ventilation. *Chest*. 1997;112(6):1592-1599.
14. Yonis H, Cognier L, Conil JM. Patient-ventilator synchrony in neurally adjusted ventilatory assist (NAVA) and pressure support ventilation (PSV): a prospective observational study. *BMC Anesthesiol*. 2015;15:117. doi: 10.1186/s12871-015-0091-z
15. Vasconcelos RS, Melo LH, Sales RP, Marinho LS, Deulefeu FC, Reis RC, et al. Effect of an automatic triggering and cycling system on comfort and patient-ventilator synchrony during pressure support ventilation. *Respiration*. 2013;86(6):497-503.
16. Robinson BR, Blakeman TC, Toth P, Hanseman DJ, Mueller E, Branson RD. Patient-ventilator asynchrony in a traumatically injured population. *Respir Care*. 2013;58(11):1847-1855.
17. Messina A, Colombo D, Cammarota G, De Lucia M, Cecconi M, Antonelli M, et al. Patient-ventilator asynchrony affects pulse pressure variation prediction of fluid responsiveness. *J Crit Care*. 2015;30(5):1067-1071. doi: 10.1016/j.jcrc.2015.06.010
18. Branson RD, Blakeman TC, Robinson BR. Asynchrony and dyspnea. *Respir Care*. 2013;58(6):973-989.
19. Carlucci A, Pisani L, Ceriana P, Malovini A, Nava S. Patient-ventilator asynchronies: may the respiratory mechanics play a role? *Crit Care*. 2013;17(2):R54.
20. Carrillo ER, Cruz SJ, Rojo MO, Romero GJ. Asincronía en la ventilación mecánica. Conceptos actuales. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2016;30(1):48-54.
21. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 2007;29(5):1033-1056.
22. Lermite J, Garfield MJ. Weaning from mechanical ventilation. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*. 2005;5(4):113-117.
23. Kulkarni AP, Agarwal V. Extubation failure in intensive care unit: predictors and management. *Indian J Crit Care Med*. 2008; 12(1):1-9.
24. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P, St John RE, Prentice D, Sauer S, et al. A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 1997;25(4):567-574.
25. Kacmarek RM, Pirrone M, Berra L. Assisted mechanical ventilation: the future is now. *BMC Anesthesiol*. 2015;15:110. doi: org/10.1186/s12871-015-0092-y
26. Dries DJ. Assisted ventilation. *J Burn Care Res*. 2016;37(2):75-85. doi: 10.1097/BCR.0000000000000231
27. Farghaly S, Galal M, Hasan AA, Nafady A. Brain natriuretic peptide as a predictor of weaning from mechanical ventilation in patients with respiratory illness. *Aust Crit Care*. 2015;28(3):116-121.
28. Richter T, Ragaller M. Ventilation in chest trauma. *J Emerg Trauma Shock*. 2011;4(2):251-259.

Patrocinios y conflicto de intereses: El trabajo no recibió patrocinios; por lo tanto, no existen conflicto de intereses qué aclarar.

Correspondencia:

Erik Torres Gómez
Calzada San Juan de Aragón Núm. 285,
Col. Granjas Modernas,
Del. Gustavo A. Madero, 07460,
Ciudad de México, México.
Tel: 044 55 91697689.
E-mail: eriksson_1982@hotmail.com