

## Respuesta al fluido con el índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha

### Fluid response with the right internal jugular vein distensibility index

Frank Daniel Martos Benítez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7551-5373>

Hilev Larrondo Muguercia<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1085-9666>

Dailé Burgos Aragüez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2950-5104>

Versis Orama Requejo<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0447-8998>

Aldo Miguel Agüero Milanés<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4433-7786>

<sup>1</sup>Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. Unidad de Cuidados Intensivos 8B. La Habana, Cuba.

\* Autor para correspondencia: [fdmartos@infomed.sld.cu](mailto:fdmartos@infomed.sld.cu)

---

#### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la capacidad del índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha para identificar la respuesta al fluido en pacientes críticos ventilados.

**Métodos:** Se realizó un estudio prospectivo, de julio de 2017 a febrero de 2018 en la Unidad de Cuidados Intensivos – 8B del Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. La muestra quedó conformada por 87 pacientes ventilados con indicación de infusión endovenosa de fluidos. El índice de distensibilidad de la vena cava inferior y de la vena yugular interna derecha se determinó por dos métodos: A-) (diámetro máximo en inspiración – mínimo en espiración) / diámetro mínimo; y B-) (diámetro máximo en inspiración – mínimo en espiración) / media. La respuesta al fluido se definió con un índice de distensibilidad de la vena cava inferior >18 % y >12 % para el método A y B, respectivamente. La capacidad del índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha para discriminar entre los pacientes que responden o no al fluido se evaluó con el área bajo la curva de las características operativas del receptor.

**Resultados:** La correlación entre el índice de distensibilidad de la vena cava inferior y de la vena yugular interna derecha fue significativa con el método A ( $r^2= 0,64$ ;  $p< 0,0001$ ) y con el método B ( $r^2= 0,66$ ;  $p< 0,0001$ ). La prevalencia de la respuesta al volumen fue de 41,4 % y 43,7 % con el método A y B, respectivamente. Con ambos métodos, el índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha tuvo un área bajo la curva de 0,83 ( $p< 0,0001$ ). Con el método A y un valor de corte de 5,76 %, la sensibilidad y especificidad fue de 88,9 % y 68,6 %, respectivamente. Con el método B y un valor de corte de 5,60 %, la sensibilidad fue de 86,8 % y la especificidad de 69,4 %.

**Conclusiones:** El índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha es una alternativa factible al índice de distensibilidad de la vena cava inferior para evaluar la respuesta al fluido en pacientes críticos ventilados. Se precisan otros estudios que confirmen estos resultados.

**Palabras clave:** respuesta al volumen; vena cava inferior; vena yugular interna; ventilación mecánica.

## ABSTRACT

**Objective:** To value the ability of the right internal jugular vein distensibility index to identify the fluid response in critically ill patients ventilated.

**Methods:** A prospective study was conducted from July 2017 to February 2018 in the Intensive Care Unit - 8B at Hermanos Ameijeiras Surgical Clinical Hospital. The sample consisted of 87 ventilated patients with an indication of intravenous fluid infusion. The distensibility index of the inferior vena cava and the right internal jugular vein was determined by two methods: A-) (maximum diameter in inspiration - minimum in expiration) / minimum diameter; and B-) (maximum diameter in inspiration - minimum in expiration) / average. The fluid response was defined with lower vena cava distensibility index  $> 18\%$  and  $> 12\%$  for method A and B, respectively. The ability of the right internal jugular vein distensibility index to discriminate between patients, whether they respond or not to the fluid, was evaluated with the area under the curve of the receiver's operating characteristics.

**Results:** The correlation between the distensibility index of the inferior vena cava and the right internal jugular vein was significant with method A ( $r^2 = 0.64$ ;  $p < 0.0001$ ) and with method B ( $r^2 = 0.66$ ;  $p < 0.0001$ ). The prevalence of the response to volume was 41.4% and 43.7% with method A and B, respectively. The right internal jugular vein distensibility index had an area

under the curve of 0.83 ( $p < 0.0001$ ) with both methods. With method A we had a cut-off value of 5.76%, the sensitivity and specificity was 88.9% and 68.6%, respectively. With method B, there was a cut-off value of 5.60%, the sensitivity was 86.8% and the specificity was 69.4%.

**Conclusions:** The right internal jugular vein distensibility index is a feasible alternative to the inferior vena cava distensibility index to assess the fluid response in ventilated critically ill patients. Other studies are needed to confirm these results.

**Keywords:** volume response; inferior vena cava; internal jugular vein; mechanic ventilation.

Recibido: 15/05/2019

Aprobado: 13/10/ 2019

---

## Introducción

La administración endovenosa de fluidos se utiliza frecuentemente en los pacientes críticos. Su objetivo es incrementar el retorno venoso y el índice cardiaco.<sup>(1)</sup> La fluidoterapia es el tratamiento de elección en situaciones de hipovolemia, pues el uso inapropiado de drogas vasopresoras puede ser perjudicial.<sup>(2,3)</sup> Sin embargo, la expansión iatrógena del líquido extracelular tiene efectos deletéreos, con incremento de la disfunción de órganos y la aparición de complicaciones.<sup>(4)</sup>

Los métodos para predecir la repuesta a los fluidos son esenciales en los pacientes críticos. La variación en la presión del pulso, del volumen sistólico y del índice cardiaco después de una prueba de volumen, así como la variación que se produce en el diámetro de la vena cava inferior (VCI) con la respiración, son técnicas confiables para este objetivo.<sup>(5)</sup>

La vena cava inferior puede visualizarse por ultrasonido abdominal. La ventilación mecánica induce variaciones cíclicas del flujo y diámetros de la VCI como reflejo de los cambios tidálicos en la presión intratorácica.<sup>(6)</sup> Tales variaciones son precisas para predecir la respuesta a los fluidos;<sup>(5)</sup> sin embargo, las mediciones de la VCI no son posibles en un 10 % – 15 % de los pacientes, principalmente en los obesos y en los posoperados de abdomen.<sup>(7)</sup>

Los cambios en el volumen y en la presión del compartimento venoso intratorácico se transmiten a los compartimentos venosos extratorácicos, como la vena yugular interna (VYI). El objetivo de

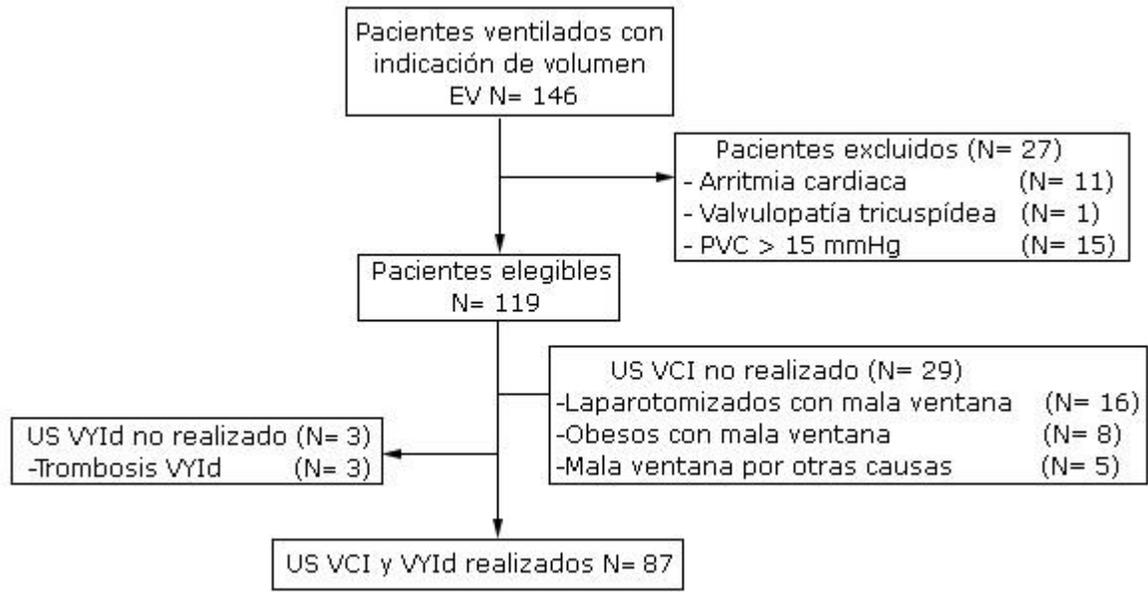
la presente investigación fue evaluar la capacidad del índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha para identificar la respuesta al fluido en pacientes críticos ventilados.

## Métodos

### Diseño, contexto y participantes

Se realizó un estudio prospectivo desde julio de 2017 hasta febrero de 2018 en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) – 8B del Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”, La Habana, Cuba. Este es un hospital universitario, de nivel terciario y de referencia nacional. La UCI-8B tiene 12 camas e ingresa aproximadamente 300 - 350 pacientes anualmente. El presente estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Consejo Científico del hospital. Se recogió consentimiento informado por escrito de todos los participantes. El estudio se realizó siguiendo las pautas de la guía STARD (Standards for the Reporting of Diagnostic Accuracy Studies).

Se incluyeron todos los pacientes  $\geq 18$  años, con ventilación mecánica invasiva y que tuvieron indicación de infusión de fluidos endovenosos por presentar hipotensión arterial (presión arterial media  $< 65$  mmHg o norepinefrina  $\geq 0,2$   $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{minuto}$ ), signos de hipoperfusión tisular (frialdad distal, enlentecimiento del llenado capilar, livedo reticular, lactato arterial  $\geq 2,0$  mmol/ L), síntomas y signos de contracción de volumen del líquido extracelular (sed, sequedad de piel o mucosas, pliegue cutáneo, taquicardia, concentración de sodio sérico  $> 145$  mmol/ L) o descenso del gasto urinario ( $< 0,5$  ml/ Kg/ hora). Los criterios clínicos de exclusión fueron: arritmia cardíaca (diferente a taquicardia sinusal), valvulopatía tricuspídea y presión venosa central  $> 15$  mmHg. Durante la realización del examen también se excluyeron los pacientes con trombosis de la VYI derecha (VYId) y aquellos en los que no se visualizó adecuadamente la vena cava inferior (Fig. 1).



EV: endovenoso, PVC: presión venosa central, US: ultrasonido, VCI: vena cava inferior, VYId: vena yugular interna derecha

**Fig. 1** - Diagrama de flujo de los pacientes participantes.

Los pacientes se ventilaron en modo controlado o asisto-controlado, con una perfecta sincronía con el ventilador. Los parámetros ventilatorios se ajustaron para mantener un volumen tidal inspiratorio de 6 – 10 ml/ Kg y una presión meseta  $\leq$  30 cmH<sub>2</sub>O.

### Recolección de datos y variables

Se registraron los siguientes datos el día de inclusión en el estudio: edad, sexo, peso actual (en Kg), peso ideal (en Kg), diagnóstico de admisión en UCI, tipo de paciente (quirúrgico o no quirúrgico), puntaje en la escala Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II, puntaje en la escala Sequential Organ Failure Assessment (SOFA), dosis de norepinefrina ( $\mu$ g/ Kg/ minuto), dosis de dobutamina ( $\mu$ g/ Kg/ minuto), presión arterial sistólica, diastólica y media, frecuencia cardíaca, presión venosa central, presión inspiratoria pico, volumen tidal, presión positiva tele-espírotoria y motivo para la administración de volumen.

### Mediciones ultrasonográficas

El examen ultrasonográfico (Aloka SSD 1400) se ejecutó por un solo médico intensivista. Primero se recolectaron los datos de ultrasonido de la VCI y después de la VYId. Un médico intensivista asociado colaboró en ambos exámenes.

La vena cava inferior se visualizó con el modo bidimensional por la vista sub-xifoidea de eje largo y se reconoció mediante Doppler color con un transductor convexo de 3,5 MHz. El diámetro de la VCI se midió en modo M, aproximadamente a 3 cm del atrio derecho. La VYId se visualizó con el modo bidimensional a nivel del cartílago cricoide, con un transductor lineal de 7,5 MHz, y se reconoció por la compresión y el Doppler color. Como la posición del paciente puede influir en el diámetro de la VYId, todas las determinaciones se realizaron en posición horizontal, sin elevación de la cabeza (a 0°). Para evitar cambios en el diámetro de la VYId no relacionados con las variaciones respiratorias, se aplicó una discreta presión con el transductor de ultrasonido para colapsar la vena, lo cual permitió distinguir entre la VYId y la arteria carótida. Después se redujo la presión hasta la interfase piel – transductor de ultrasonido, y la atención se centró en evitar la influencia de la compresión del transductor de ultrasonido sobre el diámetro de la VYId durante el tiempo de examen. Para evitar la interferencia del ángulo vena – transductor de ultrasonido, la evaluación de la VYId se posicionó el transductor perpendicularmente a la piel y se orientó ortogonalmente en dirección al diámetro de eje corto de la vena. El diámetro de la VYId se midió en modo M.<sup>(8)</sup>

### Índice de distensibilidad y respuesta al fluido

El índice de distensibilidad de la VCI ( $\Delta DVCI$ ) y de la VYId ( $\Delta DVYId$ : índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha) refleja los cambios del diámetro venoso durante el ciclo respiratorio. Se calculó por dos métodos:<sup>(9)</sup>

A-) Diferencia ( $\Delta$ ) del diámetro máximo ( $D_{max.}$ ) en inspiración y mínimo ( $D_{min.}$ ) en espiración, dividido por el  $D_{min.}$ . La respuesta al fluido se definió con un  $\Delta DVCI > 18 \%$ .

B-) Diferencia ( $\Delta$ ) del  $D_{max.}$  en inspiración y  $D_{min.}$  en espiración, dividido por la media de los dos valores. La respuesta al fluido se definió con un  $\Delta DVCI > 12 \%$ .

### **Análisis estadísticos**

Las variables categóricas se muestran en conteo y porcentaje; las variables cuantitativas en media y desviación estándar (DE). La comparación entre grupos se realizó con la prueba de chi cuadrado y la prueba *t*-Student para las variables cualitativas y cuantitativas, respectivamente. La diferencia de medias (DM) entre el Dmax. y el Dmin. de la VCI y la VYId se analizó mediante la prueba *t*-Student para muestras relacionadas. En las variables  $\Delta$ DVCI y  $\Delta$ DVYId se realizó una transformación mediante el sistema de ecuaciones de Box – Cox para garantizar una distribución normal; posteriormente se evaluó la correlación entre ambas mediante regresión lineal simple.

Para evaluar la capacidad del  $\Delta$ DVYId de discriminar entre los pacientes que responden al fluido y los que no lo hacen, se construyó la curva de las características operativas del receptor y se calculó el área bajo la curva con intervalo de confianza (IC) a 95 % por el método binomial exacto. Se identificó el índice de Youden (J), así como el “mejor valor de corte” de acuerdo con la prevalencia de la respuesta al fluido y el costo clínico de los criterios falsos y verdaderos positivos y negativos. El costo clínico de los criterios falsos y verdaderos se consideró de 1 y 0, respectivamente. Después de identificar el “mejor valor de corte”, se determinó la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y negativo, la razón de verosimilitud positiva y negativa y el coste clínico total. Los IC a 95 % para el índice de Youden y el “mejor valor de corte” se calcularon mediante *bootstrap* con 1000 muestras.

Las pruebas de hipótesis se consideraron significativas con un p-valor bilateral  $< 0,05$ . Los análisis estadísticos se realizaron con los programas IBM® SPSS® 23,0 (IBM, Armonk, NY, USA) y MedCalc® 18.0 (MedCalc Software, Ostend, Belgium).

### **Consideraciones éticas**

El presente estudio fue aprobado por el Consejo Científico de la institución. La investigación se realizó conforme a los principios de la ética médica, a las normas éticas institucionales y nacionales vigentes y a los principios de la Declaración de Helsinki.

## Resultados

### Características generales de los pacientes

La edad media de los pacientes analizados fue 67,2 años (DE 19,5 años). Predominaron los pacientes quirúrgicos (70,1 %). La puntuación media en la escala APACHE II y SOFA fue de 19,7 puntos (DE 11,3 puntos) y 9,1 puntos (DE 3,3 puntos), respectivamente. Se requirió norepinefrina en 35 pacientes (40,2 %). La media del VTi fue de 8,5 ml/ Kg (DE 1,4 ml/ Kg) y de la presión positiva tele-esperatoria fue 6,6 mmHg (DE 2,2 mmHg). El motivo más frecuente para indicar volumen fue el gasto urinario < 0,5 ml/ Kg/ hora (39,1 %), seguido por la presencia de signos de hipoperfusión tisular (29,9 %), la hipotensión arterial (19,5 %) y los signos de contracción del líquido extracelular (17,2 %). En la [tabla 1](#) se muestran las características de los pacientes. No se encontraron diferencias significativas entre los pacientes respondedores al fluido y los no respondedores.

**Tabla 1** - Características de los pacientes

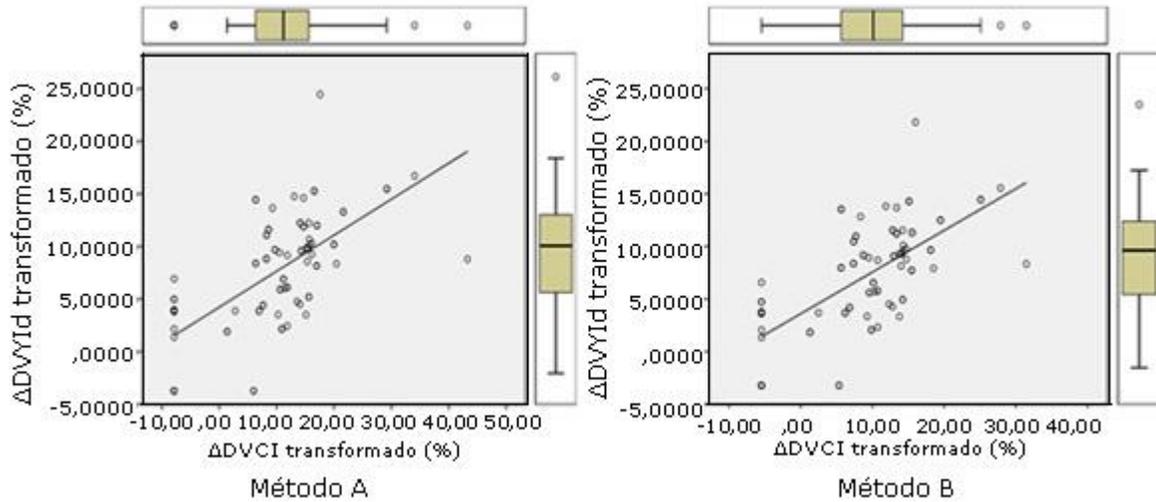
Variables	Total N= 87	Método A		P	Método B		P
		Resp. N= 36	No resp. N= 51		Resp. N= 38	No resp. N= 49	
Edad (años), media (DE)	67,2 (19,5)	65,7 (20,7)	67,4 (19,1)	0,694	66,7 (18,3)	67,4 (19,1)	0,863
Sexo masculino, n (%)	37 (42,5)	17 (47,2)	20 (39,2)	0,600	16 (42,1)	21 (42,9)	0,882
Peso actual (Kg), media (DE)	77,3 (12,7)	76,4 (13,2)	77,1 (12,7)	0,804	78,2 (14,3)	76,8 (13,2)	0,637
Peso ideal (Kg), media (DE)	64,6 (8,7)	65,4 (7,7)	64,3 (6,5)	0,474	64,4 (8,1)	65,2 (7,9)	0,644
Diagnóstico de admisión, n (%)							
<i>Neumonía</i>	6 (6,9)	2 (5,6)	4 (7,8)	0,897	3 (7,9)	3 (6,1)	0,936
<i>Cirrosis hepática complicada</i>	7 (8,0)	4 (11,1)	3 (5,9)		4 (10,5)	3 (6,1)	
<i>EPOC descompensada</i>	3 (3,4)	1 (2,8)	2 (3,9)		2 (5,3)	1 (2,0)	
<i>Enfermedad cerebrovascular</i>	7 (8,0)	4 (11,1)	3 (5,9)		4 (10,5)	3 (6,1)	
<i>Insuficiencia cardíaca congestiva</i>	3 (3,4)	2 (5,6)	1 (2,0)		1 (2,6)	2 (4,1)	
<i>Neurocirugía</i>	5 (5,7)	2 (5,6)	3 (5,9)		2 (5,3)	3 (6,1)	
<i>Cirugía de abdomen electiva</i>	15 (17,2)	6 (16,7)	9 (17,6)		6 (15,8)	9 (18,4)	
<i>Cirugía de abdomen emergencia</i>	41 (47,1)	15 (41,7)	26 (51,0)		16 (42,1)	25 (51)	
Tipo de paciente, n (%)				0,724			0,946
<i>Quirúrgicos</i>	61 (70,1)	24 (66,7)	37 (72,5)	0,724	26 (68,4)	35 (71,4)	0,946
<i>No quirúrgicos</i>	26 (29,9)	12 (33,3)	14 (27,5)		12 (31,6)	14 (28,6)	
APACHE II (puntos), media (DE)	19,7 (11,3)	19,3 (9,6)	19,9 (10,1)	0,781	18,9 (11,1)	19,5 (10,6)	0,798
SOFA (puntos), media (DE)	9,1 (3,3)	9,1 (3,2)	9,0 (3,1)	0,884	9,3 (2,7)	8,8 (4,2)	0,503
Norepinefrina, n (%)	35 (40,2)	19 (52,8)	16 (31,4)	0,075	18 (47,4)	20 (40,8)	0,694
<i>Dosis (µg/ Kg/ min.), media (DE)</i>	0,28 (0,25)	0,26 (0,21)	0,27 (0,23)	0,837	0,27 (0,25)	0,25 (0,26)	0,718
Dobutamina, n (%)	9 (10,3)	4 (11,1)	5 (9,8)	0,873	4 (10,5)	5 (10,2)	0,760
<i>Dosis (µg/ Kg/ min.), media (DE)</i>	12,6 (5,9)	11,3 (6,5)	12,9 (7,8)	0,316	12,1 (5,5)	12,6 (7,1)	0,721

Presión arterial media (mmHg), media (DE)	74,2 (13,6)	72,6 (15,4)	77,1 (10,5)	0,134	72,1 (16,3)	77,3 (9,3)	0,084
Frecuencia cardiaca (lpm), media (DE)	98,5 (20,9)	96,6 (19,1)	99,6 (22,2)	0,651	99,1 (19,4)	98,2 (22,3)	0,884
PVC (mmHg), media (DE)	5,8 (2,0)	5,1 (1,9)	6,2 (2,0)	0,071	5,3 (2,0)	6,2 (2,0)	0,114
PIP (mmHg), media (DE)	27,1 (5,8)	28,2 (6,4)	27,4 (5,9)	0,549	28,1 (6,2)	27,5 (6,0)	0,650
PEEP (mmHg), media (DE)	6,6 (2,2)	6,4 (2,3)	6,9 (2,1)	0,296	7,0 (2,4)	6,9 (2,1)	0,837
VTi (ml/ Kg peso ideal), media (DE)	8,5 (1,4)	8,7 (1,6)	8,3 (1,3)	0,203	8,5 (1,5)	8,4 (1,6)	0,767
Motivo para la administración de volumen, n (%) <sup>*</sup>				0,887			0,579
<i>Hipotensión arterial</i>	17 (19,5)	8 (16,7)	9 (20,5)		10 (20,4)	7 (16,3)	
<i>Hiperperfusión tisular</i>	26 (29,9)	14 (29,2)	12 (27,3)		12 (24,5)	14 (32,6)	
<i>Contracción del LEC</i>	15 (17,2)	9 (18,8)	6 (13,6)		10 (20,4)	5 (11,6)	
<i>Gasto urinario &lt; 0,5 ml/ Kg/ hora</i>	34 (39,1)	17 (35,4)	17 (38,6)		17 (34,7)	17 (39,5)	

<sup>\*</sup> La suma de los motivos para la administración de volumen es mayor a 87 porque en un mismo paciente pudo haber más de un motivo. APACHE, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation; DE, desviación estándar; Kg, kilogramo; LEC, líquido extracelular; lpm, latido por minuto; µg/ Kg/ min., microgramo/ kilogramo/ minuto; mmHg, milímetro de mercurio; PEEP, presión positiva al final de la espiración; PIP, presión inspiratoria pico; PVC, presión venosa central; resp., respondedores al fluido; SOFA, Sequential Organ Failure Assessment; VTi, volumen tidal inspiratorio.

### Correlación entre el índice de distensibilidad de la vena cava inferior y de la vena yugular interna derecha

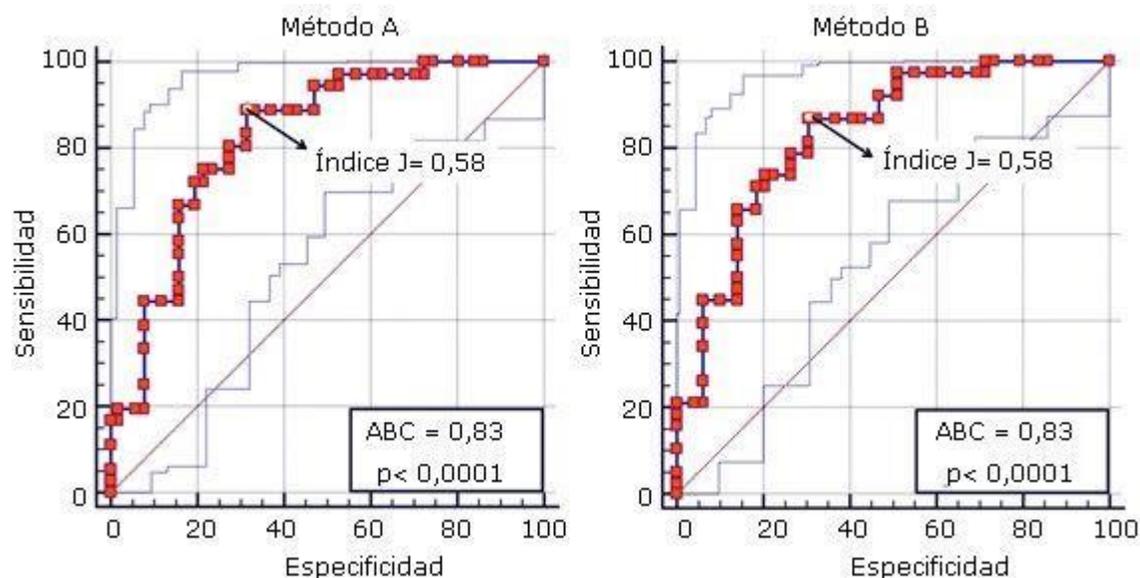
La media en el Dmax. y en el Dmin. de la VCI fue de 1,82 cm (DE 0,47 cm) y 1,59 cm (DE 0,51 cm), respectivamente. La media en el Dmax. y en el Dmin. de la VYId fue de 1,34 cm (DE 0,34 cm) y 1,24 cm (DE 0,32 cm), respectivamente. Se observó una diferencia de medias (Dmax. – Dmin.) estadísticamente significativa para la VCI (DM 0,23 cm; 95 % IC 0,18 – 0,28 cm; p< 0,0001) y para la VYId (DM 0,10 cm; 95 % IC 0,08 – 0,12 cm; p< 0,0001). La correlación entre el ΔDVCI y el ΔDVYId fue significativa con el método A ( $r^2= 0,64$ ; p< 0,0001) y con el método B ( $r^2= 0,66$ ; p< 0,0001) (Fig. 2).



**Fig. 2** - Gráfico de dispersión de los valores transformados entre el índice de distensibilidad de la vena cava inferior y de la vena yugular interna derecha.  $\Delta$ DVCI, índice de distensibilidad de la vena cava inferior;  $\Delta$ DVYId, índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha.

### Índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha y respuesta al volumen

Con el método A, 36 pacientes (prevalencia de 41,4 %) fueron respondedores al fluido según el  $\Delta$ DVCI. El área bajo la curva del  $\Delta$ DVYId fue de 0,83 (95 % IC 0,73 – 0,90;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 3A). El índice de Youden fue 0,58 (95 % IC 0,37 – 0,71). El “mejor valor de corte” del  $\Delta$ DVYId para discriminar entre los pacientes que responden al volumen y los que no responden fue  $\geq 5,76$  % (95 % IC  $\geq 3,68$  % –  $\geq 9,68$  %). Con este valor de corte, la sensibilidad y especificidad fue de 88,9 % y 68,6 %, respectivamente. En la [tabla 2](#) se muestran los estadísticos de precisión diagnóstica.



**Fig. 3** - Curva de las características operativas del receptor para el índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha. ABC, área bajo la curva.

**Tabla 2** - Estadísticos de precisión diagnóstica para el índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha

	Sensibilidad (95 % IC)	Especificidad (95 % IC)	RVP (95 % IC)	RVN (95 % IC)	VPP (95 % IC)	VPN (95 % IC)	C
Método A ( $\Delta$ DVYId $\geq 5,76$ %)	88,9 (74,7 - 95,6)	68,6 (55,0 - 79,7)	2,8 (2,5 - 3,2)	0,16 (0,1 - 0,3)	66,7 (52,5 - 78,3)	89,7 (76,4 - 95,9)	0,23
Método B ( $\Delta$ DVYId $\geq 5,60$ %)	86,8 (71,9 - 95,6)	69,4 (54,6 - 81,7)	2,8 (1,8 - 4,4)	0,2 (0,1 - 0,4)	68,8 (58,6 - 77,3)	87,2 (74,6 - 94,0)	0,23

$\Delta$ DVYId, índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha; RVP y RVN, razón de verosimilitud positiva y negativa, respectivamente; VPP y VPN, valor predictivo positivo y negativo, respectivamente; C, coste clínico total.

Con el método B, 38 pacientes (prevalencia de 43,7 %) fueron respondedores al fluido según el  $\Delta$ DVCI. El área bajo la curva del  $\Delta$ DVYId fue de 0,83 (95 % IC 0,74 – 0,90;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 3B). El índice de Youden fue 0,56 (95 % IC 0,34 – 0,68). El “mejor valor de corte” del  $\Delta$ DVYId para discriminar entre los pacientes que responden al volumen y los que no responden fue  $\geq 5,60$  % (95 % IC  $\geq 3,13$  % –  $\geq 9,24$  %). Con este valor de corte, la sensibilidad y especificidad fue de 86,8 % y 69,4 %, respectivamente. En la tabla 2 se muestran los estadísticos de precisión diagnóstica.

## Discusión

La evaluación de las variaciones respiratorias en el diámetro de la VYId es una alternativa a las variaciones en la VCI. Al considerar el  $\Delta$ DVCI como prueba de referencia, el análisis del  $\Delta$ DVYId mostró una alta sensibilidad, razón de verosimilitud positiva y negativa, y valor predictivo negativo, con los métodos A y B.

La prevalencia de la respuesta al volumen endovenoso en los pacientes críticos oscila entre 54 % y 60 %, en dependencia del tipo de pacientes analizados y la herramienta diagnóstica empleada,<sup>(10)</sup> lo cual resalta la necesidad de utilizar parámetros precisos para seleccionar los pacientes que se benefician del aporte de fluidos endovenosos, y evitar los efectos indeseables de la expansión del líquido extracelular y la sobrecarga hídrica.<sup>(11)</sup> Los resultados hallados en el estudio actual son similares. Esto tiene implicaciones clínicas importantes, pues el alto VPN observado con el método A y B indica que, si se encuentra un  $\Delta$ DVYId negativo, la probabilidad de que el paciente no requiera fluidos endovenosos es  $> 85$  %. En relación con la sensibilidad, más de 85 % de los pacientes respondedores al fluido tendrán un  $\Delta$ DVYId positivo.

Existen pocos estudios en pacientes ventilados que analizan las variaciones respiratorias en el diámetro de la VYId.<sup>(7,8)</sup> La presente investigación demostró que existen cambios significativos en el diámetro de la VYId durante la inspiración y la espiración. En pacientes ventilados, la presión intratorácica aumenta durante la inspiración. Ello reduce el gradiente de presión para el retorno venoso e incrementa el volumen de sangre extratorácico, lo cual aumenta el diámetro endoluminal de las grandes venas como la VCI y la VYId. Durante la espiración sucede lo contrario.<sup>(6)</sup> Este fenómeno es mayor en pacientes que están hipovolémicos.

En relación con los pacientes ventilados con indicación de administración endovenosa de fluidos, este estudio demostró que las variaciones tidálicas en el diámetro de la VCI y la VYId son similares y se correlacionan bien. Adicionalmente, se exploró la capacidad del  $\Delta$ DVYId para predecir la respuesta al fluido. El  $\Delta$ DVCI es un método preciso para predecir la respuesta al volumen en pacientes ventilados.<sup>(12)</sup> La correlación entre el  $\Delta$ DVCI y el  $\Delta$ DVYId apoya la utilidad de utilizar el último como alternativa del primero. A pesar de las diferencias metodológicas, estos resultados coinciden con los pocos estudios realizados por otros autores. *Guarracino* y otros observaron que el  $\Delta$ DVYId es un método preciso para predecir la respuesta al

fluido.<sup>(8)</sup> Los autores utilizaron la variación del índice cardiaco como prueba de referencia. Con un valor de corte de 18 %, la sensibilidad y especificidad del  $\Delta$ DVYId fue de 80 % y 85 %, respectivamente. *Broilo* y otros realizaron un estudio similar recientemente. Emplearon el  $\Delta$ DVCI como prueba de referencia. Con un valor de corte de 18,92 %, los autores observaron una sensibilidad y especificidad de 100 % y 78 %, respectivamente, con el método A. La sensibilidad fue de 100 % y la especificidad de 72 % con el método B y un valor de corte de 11,86 %.<sup>(7)</sup>

Este estudio tiene algunas limitaciones. Primero, no se evaluó la respuesta después de una carga de fluidos y los cambios respectivos en el índice cardiaco. Segundo, no se analizó el  $\Delta$ DVCI y el  $\Delta$ DVYId antes y después del aporte de volumen endovenoso. Tercero, los errores técnicos pueden presentarse al evaluar el  $\Delta$ DVYId, debido a que una pequeña presión sobre la VYI puede causar grandes cambios en su diámetro. Por tanto, el intensivista debe estar bien entrenado en la realización del examen.

A manera de conclusión, el índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha se correlaciona positivamente con el  $\Delta$ DVCI y tiene una alta capacidad para predecir los pacientes que responden a la administración del volumen endovenoso. Por tanto, puede ser una alternativa del  $\Delta$ DVCI. Se requieren otros estudios que confirmen estos resultados.

## Referencias bibliográficas

1. Martos-Benítez FD, Guzmán-Breff BI. Expansión del volumen y variación en los parámetros hemodinámicos. *Emergencias*. 2018;30:177-81.
2. Avni T, Lador A, Lev S, Leibovici L, Paul M, Grossman A. Vasopressors for the Treatment of Septic Shock: Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015;10:e0129305.
3. Colling KP, Banton KL, Beilman GJ. Vasopressors in Sepsis. *Surg Infect (Larchmt)*. 2018;19:202-7.
4. Marik PE. Iatrogenic salt water drowning and the hazards of a high central venous pressure. *Ann Intensive Care*. 2014;4:21.
5. Monnet X, Marik PE, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness: an update. *Ann. Intensive Care*. 2016;6:111.

6. Boyd JH, Sirounis D, Maizel J, Slama M. Echocardiography as a guide for fluid management. *Crit Care*. 2016;20:274.
7. Broilo F, Meregalli A, Friedman G. Right internal jugular vein distensibility appears to be a surrogate marker for inferior vena cava vein distensibility for evaluating fluid responsiveness. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2015;27:205-11.
8. Guarracino F, Ferro B, Forfori F, Bertini P, Magliacano L, Pinsky MR. Jugular vein distensibility predicts fluid responsiveness in septic patients. *Crit Care*. 2014;18:647.
9. Miller A, Mandeville J. Predicting and measuring fluid responsiveness with echocardiography. *Echo Res Pract*. 2016;3:G1-G12.
10. Toscani L, Aya HD, Antonakaki D, Bastoni D, Watson X, Arulkumaran N, et al. What is the impact of the fluid challenge technique on diagnosis of fluid responsiveness? A systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2017;21:207.
11. Claire-Del Granado R, Mehta RL. Fluid overload in the ICU: evaluation and management. *BMC Nephrol*. 2016;17:109.
12. Zhang Z, Xu X, Ye S, Xu L. Ultrasonographic measurement of the respiratory variation in the inferior vena cava diameter is predictive of fluid responsiveness in critically ill patients: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Med Biol*. 2014;40:845-53.

### **Conflictos de intereses**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

### **Contribución de los autores**

*Frank Daniel Martos Benítez*. Concepción y diseño de la investigación, definición del contenido intelectual, búsqueda de literatura, estudio clínico, adquisición y análisis de los datos, análisis estadístico, preparación, edición y revisión del manuscrito.

*Hilev Larrondo Muguercia*. Diseño de la investigación, adquisición y análisis de los datos, preparación, edición y revisión del manuscrito.

*Dailé Burgos Aragüez*. Diseño de la investigación, adquisición y análisis de los datos, preparación, edición y revisión del manuscrito.

*Versis Orama Requejo.* Diseño de la investigación, adquisición y análisis de los datos, preparación, edición y revisión del manuscrito.

*Aldo Miguel Agüero Milanés.* Diseño de la investigación, adquisición y análisis de los datos, preparación, edición y revisión del manuscrito.