

# Terapias de alto flujo en la insuficiencia respiratoria aguda en Pediatría

SILVIO F. TORRES, ANA C. FRANCO

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital Universitario Austral

**Correspondencia:**

Dr. Silvio F. Torres

[silviot68@gmail.com](mailto:silviot68@gmail.com)

## Introducción

El oxígeno es la primera droga administrada en la insuficiencia respiratoria hipoxémica, la elección del tipo de dispositivo por utilizar dependerá de los requerimientos del paciente en términos de flujo y concentración, como así también de la aceptación y la comodidad, para permitir aliviar la hipoxemia.

La manera de proveer oxígeno ha sido una idea en permanente evolución que ha gatillado en los médicos la inquietud de implementar distintos dispositivos de soporte, desde la cánula nasal, la máscara de no reinhalación y bajo flujo hasta la presión continua en la vía aérea (CPAP) y la ventilación no invasiva (VNI).

Recientemente se ha insertado entre ambos extremos mencionados un nuevo dispositivo que provee oxígeno a alto flujo. Las terapias de alto flujo (TAFO) buscan exceder la demanda de flujo inspiratorio de los pacientes, a la vez que minimizan o previenen la dilución de aire cuando el paciente está respirando por la boca (Figura 1).

## TAFO: una nueva alternativa a la oxigenoterapia convencional

Las TAFO proveen oxígeno enriquecido y humidificado en la vía aérea superior, con reducción del espacio muerto, mejoría de la oxigenación y ventilación, con generación de presión continua en la vía aérea.

### Definición e implementación

Las TAFO son sistemas abiertos, símil cánula nasal, en donde las narinas no deben estar totalmente ocluidas y la boca del niño no debe ser cerrada. Se estima que la oclusión debe ser menor al 50% de la superficie de las narinas y, según las series publicadas<sup>1</sup> en donde se trabajaron con modelos de simulación, la oclusión inferior al 50% de la superficie de las narinas permitió manejar el dispositivo con el 60% del flujo de oxígeno, y lograr la máxima eficacia, en comparación con el empleo del 100% de flujo en una oclusión total. Esta eficacia se midió en las variables: menor CO<sub>2</sub>



Figura 1. Papel de la terapia de alto flujo entre las terapias de soporte ventilatorio.

(mayor lavado de  $\text{CO}_2$  = óptima ventilación), mejor oxigenación y menor presión de distensión pulmonar.

De acuerdo con las medidas en modelos con catéter intratraqueal, se estima que estos sistemas generan una presión en la vía aérea entre 4-6  $\text{cmH}_2\text{O}$ , pero estos datos fueron difíciles de corroborar in vivo.

### Definición

Consiste en la administración de oxígeno a través de una cánula nasal a un flujo que excede la demanda del paciente, vale decir un flujo superior al convencional, que, en pediatría, es superior a 2 l/min. Esta terapéutica genera una oxigenación más eficaz del niño con un impacto significativo en la ventilación a causa de la disminución del espacio muerto por purgado de aire durante la exhalación (Figura 2).<sup>1</sup>

### Ventajas y mecanismos

La TAFO genera en la región nasofaríngea un reservorio de aire por el purgado de gas al final de la espiración. Por lo tanto, la respiración es más eficiente, ya que se compone de aire fresco, humidificado y calentado, con menor volumen de gas al final de la espiración.

Este mecanismo optimiza la ventilación alveolar, ya que utiliza menor volumen minuto ventilatorio que los sistemas de presión positiva, los cuales para lograr optimizar el volumen minuto deben forzar una gran expansión pulmonar. La evidencia bibliográfica ha sostenido que el sistema de alto flujo reduce el trabajo respiratorio y soporta la función de la vía aérea.<sup>3-6</sup>

### Características del sistema:<sup>7</sup>

- Purgado del espacio muerto en nasofaringe, que resulta en la merma del espacio muerto anatómico.
- Purgado de  $\text{CO}_2$  en la nasofaringe, creando un espacio fresco de gas que minimiza o previene la reinhalación de  $\text{CO}_2$ .
- La administración de altos flujos inspiratorios, superiores a la demanda del paciente reduce la resistencia en nasofaringe, y determina un menor trabajo respiratorio.
- El alto flujo aunado a la humidificación y el calentamiento del gas entregado mejora la función mucociliar.
- La mejoría del transporte mucociliar es proactiva para reducir las exacerbaciones respiratorias broncoconstructivas.

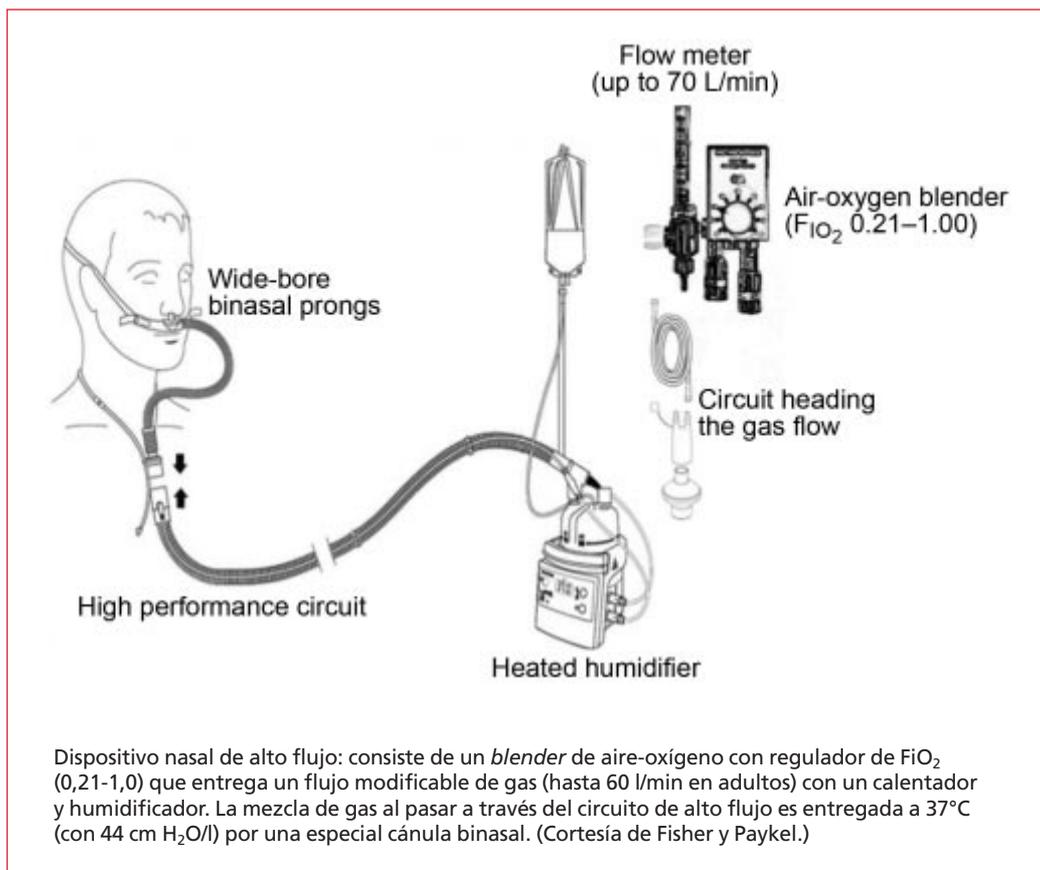


Figura 2. Esquema del dispositivo nasal de alto flujo.<sup>2</sup>

## ■ Terapias de alto flujo en la insuficiencia respiratoria aguda en Pediatría

- Reducción del trabajo respiratorio con menor costo metabólico asociado.
- Provee presión de distensión pulmonar (presión continua en vía aérea entre 4-6) que mejora el reclutamiento pulmonar.
- Produce menos erosión nasal y lesiones faciales que los dispositivos utilizados en la VNI.

### Flujos del sistema

La definición más acertada de TAFO debería conceptualizar que son sistemas con flujo más altos que los convencionales y, en este punto, se han generado controversias debido a la variabilidad de “flujos convencionales” para las distintas edades de los pacientes. Si bien hay sistemas que pueden generar flujos de hasta 60 l/min en los adultos,<sup>1</sup> cabe aclarar que, en los niños, el rango oscila entre 2 y 8 l/min. Varios mecanismos determinan estos valores entre los que podemos mencionar: la frecuencia respiratoria alta en niños, con bajos volúmenes corriente y el volumen del espacio muerto extratorácico de 2,3 ml/kg que merma en mayores de 6 años a 0,8 ml/kg. Respecto a este último concepto sobre el “espacio muerto anatómico extratorácico”, los niños pueden necesitar mayor cantidad de flujo que los adultos para purgar este reservorio entre ventilación y ventilación. A causa de estos factores, los niños pequeños son quienes más se beneficiarían con los sistemas de alto flujo, ya que son más sensibles a cambios en el espacio muerto y logran una mayor eficacia ventilatoria si los flujos superan los 3 l/min. Un estudio sobre TAFO en niños con bronquiolitis detalla esta ventaja fisiológica como la causa del beneficio de esta terapia en niños.<sup>8</sup>

En resumen, los flujos convencionales se fijan en adultos <6 l/min y niños <2 l/min. Por lo tanto, las TAFO, por definición, son las superiores a los mencionados (Tabla).

TABLA  
Indicaciones de terapia de alto flujo de oxígeno (TAFO)

- Insuficiencia respiratoria hipoxémica.
- Humidificación de secreciones respiratorias.
- Retirada de la ventilación mecánica (antes de la colocación de sistemas de flujo convencionales).
- Molestias con máscaras de ventilación no invasiva convencionales.
- Pacientes sin indicación de intubación (oncológicos, terminales, inmunosuprimidos, etc.).
- Soporte ventilatorio después de una cirugía cardiovascular.
- Terapia de soporte ventilatorio intermedia entre la ventilación no invasiva y las terapias de flujos convencionales.
- Daños faciales o abrasiones previas en niños que requieran ventilación no invasiva con presión continua en la vía aérea <6 cmH<sub>2</sub>O.

### Desventajas

Aunque las abrasiones y las lesiones faciales son menores que las producidas por los dispositivos de VNI, la TAFO no está exenta de provocar lesiones, si se prolonga en el tiempo.

La disminución de la frecuencia respiratoria a causa de la alta concentración de oxígeno que se administra puede llevar a la retención de CO<sub>2</sub>, acidosis, alteración de la relación V/Q e incremento de la viscosidad del gas. Estos efectos adversos fueron descritos en adultos con patología obstructiva crónica cuando los flujos utilizados fueron >8-10 l/min.<sup>1</sup>

Siempre se remarca que el dispositivo utilizado debe ser el más cómodo para el paciente con óptima humidificación y evitando el estancamiento de agua en el sistema.

### TAFO vs. CPAP

#### La presión en los sistemas de alto flujo

El CPAP es un sistema cerrado en combinación con el paciente, cuyo propósito es el reclutamiento pulmonar por incremento de la capacidad residual funcional (CRF), mejorando la distensibilidad a un mayor volumen minuto respiratorio necesario para mantener la ventilación alveolar. En tanto que la TAFO mejora la ventilación alveolar con una menor ventilación minuto, pero que evita el colapso alveolar. La TAFO por contraposición al CPAP es un sistema abierto, en donde el dispositivo debe cubrir menos del 50% de las narinas y de la superficie facial aledaña, que optimiza la temperatura y humidificación del gas administrado, con una presión generada de 6-8 cmH<sub>2</sub>O. Esta presión es la resultante del flujo que discurre a través de la vía aérea superior contra la interacción de la resistencia anatómica. Esta presión generada no es función del cierre del sistema como sucede con el CPAP, sino que varía con el patrón de flujo de gas administrado. Numerosos estudios han intentado medir y justificar la presión continua en la vía aérea dada por los sistemas de alto flujo, si bien el promedio de estas aproximaciones habla de valores máximos de 4-6 cmH<sub>2</sub>O, se han descrito también rangos de presión de entre 2,7-7,4 cmH<sub>2</sub>O.<sup>9-11</sup> La presión dependen del flujo, la geometría de la vía aérea superior, la respiración a través de la nariz o la boca y el tamaño de la cánula en relación con las narinas.

Algunos datos marginales aportados por Locke y cols.<sup>12</sup> reportan como valor extremo la medición de una presión de 9 cmH<sub>2</sub>O medida por manometría con balón esofágico, lograda con cánulas nasales de 3 mm, aunque nadie ha logrado volver a replicar este experimento para llegar a esas altas presiones y también se duda de las mediciones e interpretaciones obtenidas con el balón esofágico. Grandes discusiones en torno a los máximos valores de presión han llevado a contraponer este estudio de Locke a los estudios que

utilizaron los dispositivos de Vapotherm en donde la máxima presión obtenida fue de 4,5 cmH<sub>2</sub>O con 8 l/min de flujo.<sup>13</sup>

Respecto de las presiones generadas y a modo de corolario en este tema, la fuerza de la evidencia muestra como máximo medido el equivalente a un valor de CPAP de 6 cmH<sub>2</sub>O.<sup>14-17</sup>

En cuanto a los volúmenes pulmonares generados, un reciente estudio de Corley y cols.<sup>18</sup> nos confirma que la TAFO genera incrementos importantes en los volúmenes pulmonares al final de la respiración y aumenta también los volúmenes minuto, y destacan este evento, particularmente en pacientes con alto índice de masa corporal.

### Insuficiencia respiratoria aguda: la evidencia

La utilización de las TAFO en la insuficiencia respiratoria aguda ha suscitado numerosas líneas de investigación desde hace 5 años. Un reciente estudio de Roca y cols. ha incluido adultos, niños y neonatos con falla hipoxémica. El diseño preveía alternar cada 30 min tratamiento con TAFO y máscaras convencionales. La discusión al diseño, la amplia selección de pacientes junto con la falta del análisis por estratos, nos llevan a considerar las conclusiones con ciertos recaudos. Estas destacan que, con las TAFO, hay menos disnea y más comodidad en estos pacientes.<sup>19</sup> Este estudio también muestra que la TAFO se asoció a alta Pao<sub>2</sub>, merma en la frecuencia respiratoria, pero no encontró diferencias en la PCO<sub>2</sub>.

Dani y cols.<sup>20</sup> han conducido un trabajo de TAFO en 40 prematuros extremos (promedio 28,7 semanas de gestación y 1260 g) donde mostraron mínimas lesiones nasales y faciales. Asimismo, Sreenan y cols.<sup>21</sup> destacan a las TAFO como más eficaces para el tratamiento de las apneas del prematuro que la CPAP. Otros trabajos que compararon CPAP y TAFO han mostrado mejor tolerancia y efectividad en los sistemas de alto flujo en prematuros y neonatos para reducir la taquipnea y dificultad respiratoria.<sup>22,23</sup>

Sin embargo, un análisis retrospectivo que comparaba sistemas de alto flujo contra CPAP para el tratamiento de la enfermedad pulmonar en neonatos<sup>24</sup> no ha encontrado diferencias en un criterio de valoración duro, como la mortalidad, ni en otro relevante para la morbilidad, como el desarrollo de displasia broncopulmonar. Si bien se han hallado diferencias en el índice ventilador/días (menos días en el grupo de neonatos con alto flujo), esta no ha sido estadísticamente significativa.

En un análisis retrospectivo<sup>8</sup> sobre niños menores de 24 meses con bronquiolitis, admitidos en Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, la introducción de un protocolo con TAFO demostró la merma del 68% (p = 0,048) en la necesidad de intubación, tras los análisis univariados y multivariados con regresión logística múltiple, controlando por factores de confusión,

como la edad, el peso y la infección por virus sincicial respiratorio. Se incluyeron 115 niños, en 58 de ellos se utilizó la TAFO y solo 5 (9%) requirieron intubación contra 13 (23%) del grupo sin tratamiento con alto flujo (57 niños), la reducción del riesgo fue del 14%. Entre los resultados del trabajo fue importante la merma de la frecuencia respiratoria en la primera hora de utilización de TAFO, junto con una disminución sustancial del trabajo respiratorio. También hubo diferencia en la permanencia en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, 4 días contra 6 días (p = 0,058) a favor de la TAFO.

En lactantes, la evidencia también ha sido proactiva<sup>23,25</sup> con las TAFO, se demostró que mejoran los puntajes de gravedad respiratoria, la saturación de oxígeno y la escala de comodidad.

Aunque muchos autores focalizan las ventajas de la humidificación y calentamiento del oxígeno administrado para la optimización de la comodidad en los pacientes, con reducción de la frecuencia respiratoria y mejoría en la saturación, aún no se han encontrado trabajos que exploren otros beneficios, como desarrollo de neumonía, atelectasias, irritabilidad de la pequeña vía aérea o episodios de broncospasmos.

Como corolario, es válido aceptar los beneficios de las TAFO en la insuficiencia respiratoria aguda, en la mejoría de parámetros respiratorios, como saturación de oxígeno, frecuencia respiratoria y comodidad del paciente, por largos períodos de tiempo. Sin embargo, es menester contar con diseños más robustos sobre este tema, que incluyan largas cohortes de pacientes y grupos control, como así también focalizar en otros criterios de valoración más duros y a largo plazo (morbimortalidad, entre otros). También otro punto importante, es definir cuánto tiempo se debe utilizar la TAFO, o si solo se debe utilizar al inicio de la insuficiencia como un estadio intermedio a otra terapia de mayor soporte ventilatorio. En este aspecto, se deberá analizar si un exceso de tiempo en el empleo de la TAFO puede retrasar la VNI o la asistencia respiratoria mecánica, y cuánto podría influir en la posterior morbimortalidad del niño.

### Conclusión

La TAFO es un sistema no invasivo de soporte respiratorio, basado en los conceptos de eliminación del espacio muerto anatómico mejorando la eficiencia de la respiración, con administración del oxígeno en óptimas condiciones de humidificación y calentamiento, y temperatura. Esta terapia mejora la comodidad del paciente y minimiza el deterioro de las estructuras nasofaríngeas. La presión generada por el sistema es una forma no controlada de CPAP entre 4-6 cmH<sub>2</sub>O, aunque la oclusión de la TAFO no debe exceder el 50%

de las narinas y la provisión de flujo debe ser de 3 a 8 l/min.

## Bibliografía

1. Masclans JR, Roca Oriol, et al. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Clin Pulmonary Med* 2012; 19(3): 127-130.
2. Lenglet H, Sztrymf B, Leroy C, Brun P, Dreyfuss D, Ricard J-D. Humidified high flow nasal oxygen during respiratory failure in the Emergency Department: feasibility and efficacy. *Respir Care* 2012; 57(11).
3. Kelly MG, McGarvey LP, Heaney LG, Elborn JS. Nasal septal perforation and oxygen cannulae. *Hosp Med* 2001; 62: 248.
4. Loftus BC, Ahn J, Haddad J, Jr. Neonatal nasal deformities secondary to nasal continuous positive airway pressure. *Laryngoscope* 1994; 104: 1019-1022.
5. Kopelman AE, Holbert D. Use of oxygen cannulas in extremely low birth weight infants is associated with mucosal trauma and bleeding, and possibly with coagulase-negative staphylococcal sepsis. *J Perinatol* 2003; 23: 94-97.
6. Woodhead DD, Lambert DK, Clark JM, Christensen RD. Comparing two methods of delivering high-flow gas therapy by nasal cannula following endotracheal extubation: a prospective, randomized, masked, crossover trial. *J Perinatol* 2006; 26: 481-485.
7. Mohamad F El-Khatib. High-flow nasal cannula oxygen therapy during hypoxemic respiratory failure. *Respir Care* 2012; 57(10).
8. Mc Kiernan Ch, Chadrick CL, Visintainer P, Holley A. High flow nasal cannulae therapy in infants with bronchiolitis. *J Pediatr* 2010; 156: 634-638.
9. Ritchie JE, Williams AB, Gerard C, Hockey H. Evaluation of a humidified nasal high-flow oxygen system, using oxymetry, capnography and measurement of upper airway pressures. *Anaesth Intensive Care* 2011; 39(6): 1103-1110.
10. Groves N, Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers. *Aust Crit Care* 2007; 20(4): 126-131.
11. Parke R, McGuinness S, Eccleston M. Nasal high-flow therapy delivers low level positive airway pressure. *Br J Anaesth* 2009; 103(6): 886-890.
12. Locke RG, Wolfson MR, Shaffer TH, Rubenstein SD, Greenspan JS. Inadvertent administration of positive end-expiratory pressure during nasal cannula flow. *Pediatrics* 1993; 91: 135-138.
13. Kubicka Z, Limauro J, Darnall R. High flow nasal cannula therapy with Vapotherm: yet another way to deliver CPAP? *Pediatr Acad Soc* 2006; 59: 5660-344.
14. Spentzas T, Minarik M, Patters A, Vinson B, Stidham G. Children with respiratory distress treated with high flow nasal cannula. *J Intensive Care Med* 2009; 24: 323-328.
15. Lampland A, Plumm B, Meyers P, Wo Rwa C, Mammel M. Observational study of humidified high-flow nasal cannula compared with nasal continuous positive airway pressure. *J Pediatr* 2009; 154: 177-182.
16. Kubicka Z, Limauro J, Darnall R. Heated humidified high-flow nasal cannula therapy: yet another way to deliver continuous positive airway pressure? *Pediatrics* 2008; 121: 82-88.
17. Wilkinson D, Andersen C, Smith K, Holberton J. Pharyngeal pressure with high-flow nasal cannulae in premature infants. *J Perinatol* 2008; 28: 42-47.
18. Corley A, Caruana LR, Barnett AG, Tronstad O, Fraser FJ. Oxygen delivery through high-flow nasal cannulae increase end-expiratory lung volume and reduce respiratory in post-cardiac surgical patients. *Br J Anaesth* 2011; 107(6): 998-1004.
19. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans J. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care* 2010; 55(4): 408-413.
20. Dani C, Pratesi S, Migliori C, Bertini G. High flow nasal cannula therapy as respiratory support in the preterm infant. *Pediatr Pulmonol* 2009; 44(7): 629-634.
21. Sreenan C, Lemke RP, Hudson-Mason A, Osiovich H. High-flow nasal cannulae in the management of apnea of prematurity: a comparison with conventional nasal continuous positive airway pressure. *Pediatrics* 2001; 107(5): 1081-1083.
22. Saslow JG, Aghai ZH, Nakhla TA, Hart JJ, Lawrysh R, Stahl GE, Pyon KH. Work of breathing using high-flow nasal cannula in preterm infants. *J Perinatol* 2006; 26(8): 476-480.
23. Holleman-Duray D, Kaupie D, Weiss MG. Heated humidified high flow nasal cannula: use and a neonatal early extubation protocol. *J Perinatol* 2007; 27(12): 776-781.
24. Shoemaker MT, Pierce MR, Yoder BA, DiGeronimo RJ. High flow nasal cannula versus nasal CPAP for neonatal respiratory disease: a retrospective study. *Perinatol* 2007; 27: 85-91.
25. Spentzas T, Minarik M, Patters AB, Vinson B, Stidham G. Children with respiratory distress treated with high-flow nasal cannula. *J Intensive Care Med* 2009; 24(5): 323-328.

Una oportunidad para los pacientes críticos

# Selenase®

muy bien tolerado



reduce el estrés oxidativo  
atenuando la respuesta inflamatoria



disminuye el daño endotelial  
y la disfunción orgánica



reduce la  
mortalidad

# Se

SELENASE T SELENIO 50 mcg/ml  
Solución inyectable

"...hemos demostrado que los elementos traza y vitaminas como antioxidantes pueden ser capaces de disminuir significativamente la mortalidad y acortar los días de ventilación mecánica. El efecto terapéutico ha demostrado ser más significativo en los pacientes más graves. Los cócteles antioxidantes asociados con el uso de altas dosis de selenio intravenoso optimizan el efecto terapéutico de las diferentes estrategias antioxidantes." <sup>1,2</sup>

**Referencias:** 1. Manzanares W & Heyland DK. Pharmaconutrition with antioxidant micronutrients in the critically ill: The time has come!, Nutrition (2012), doi: 10.1016/j.nut.2012.05.014.  
2. Manzanares W, Dhaliwai R, Jiang X, Murch L, Heyland DK. Crit. Care 2012, 16:R66.



# LÍNEA BIOL DE CUIDADOS CRÍTICOS

ANTIARRÍTMICO - VASODILATADOR

## Adenosina BIOL

ADENOSINA

Ampollas

- Droga de elección en el tratamiento de las Taquicardias Paroxísticas Supraventriculares (TPSV).
- Estudios de perfusión con Talio 201 y estudios de Eco-Stress

ANTIHIPERTENSIVO

## Biascor®

LABETALOL CLORHIDRATO

Ampollas / Comprimidos

- Tratamiento de la hipertensión arterial crónica y severa, urgencias y emergencias hipertensivas.
- Manejo de la hipertensión gestacional, preeclampsia y eclampsia.

VASOCONSTRICTOR

## Noradrenalina BIOL

NORADRENALINA

Ampollas

- Control de la presión sanguínea en estados hipotensivos agudos.
- Droga de elección en el tratamiento de la hipotensión asociada a Sepsis y Shock Séptico.

AGENTE VASOPRESOR

## Novopressina®-V

VASOPRESINA SINTÉTICA 20 UI

Ampollas

- Incluida como droga de elección en los protocolos de Reanimación Cardiopulmonar (FV/TV/AESP/Asistolia), según la AHA (American Heart Association).

## GASTERINA®

Octreotida 0,1 mg

- Inhibidor de la hormona de crecimiento y de los péptidos gastrointestinales



CUIDADOS CRÍTICOS



**biol**

INSTITUTO BIOLÓGICO ARGENTINO S.A.I.C.

Pte. J. E. Urriburu 153 - C1027AAC - C.A. B.A. - Argentina

Tel.: (00 54 11) 4953-7215 - Fax: (00 54 11) 4953-4946

biol@biol.com.ar - www.biol.com.ar



RIMA



## Disfrute de los beneficios del Campus RIMA de Terapia Intensiva, el sistema más completo de información científica

- Más de **2.500 revistas** científicas internacionales disponibles con acceso al **texto completo**.
- Buscadores de información científica.
- Guías de práctica clínica.
- **Sinopsis Analíticas en español**, de los mejores trabajos de la literatura científica internacional, seleccionados utilizando los filtros metodológicos de la **Medicina Basada en Evidencias**.
- Aplicaciones médicas para celulares y ordenadores.

Beneficio exclusivo para socios de la **IR S.A.T.I.**

Solicite su clave de acceso a **RIMA** en la SATI o escribanos a [campussati@rima.org](mailto:campussati@rima.org)