

Avance online de artículo en prensa

Impacto de la aplicación prehospitalaria de ventilación mecánica no invasiva en el edema agudo de pulmón. Estudio NIVEMS

Silvia Solà-Muñoz^{1,2}, Àngels López¹, Josep Ramon Cousiño¹, Ildefonso Doblado¹, Xavier Jiménez-Fàbrega^{1,3}, Javier Jacob^{4,5}

INTRODUCCIÓN. El edema agudo de pulmón (EAP) es un motivo de asistencia frecuente en los servicios de emergencias prehospitalarios. La aplicación de ventilación mecánica no invasiva (VMNI) prehospitalaria puede mejorar la evolución clínica de estos pacientes de manera precoz.

OBJETIVOS. Analizar el impacto de la VMNI sobre los parámetros clínicos en pacientes con EAP a nivel prehospitalario, valorando la evolución de la saturación de oxígeno (SatO₂) y la frecuencia respiratoria (FR), comparado con pacientes tratados con oxigenoterapia convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS. Estudio prospectivo de doble cohorte de pacientes con EAP atendidos por las unidades de soporte vital avanzado (SVA) del Sistema d'Emergències Mèdiques (SEM) de Catalunya, durante el periodo del 1 de enero del 2014 al 31 de marzo del 2018. El criterio de exposición fue la aplicación de VMNI, frente al grupo control, donde se mantuvo la oxigenoterapia convencional. Se realizó análisis de supervivencia mediante Kaplan Meier y regresión de Cox y se calculó la Hazard ratio ajustada (HRa).

RESULTADOS. Se reclutaron 382 pacientes, con edad media de 79,7 años (SD 9,58) y 56,3% de mujeres. La VMNI se aplicó en el 44,7% de la cohorte. La mediana de tiempo en optimizar la SatO₂ > 94% con VMNI fue de 10 minutos (IC 95%: 8,37-11,63), frente a 30 minutos (IC 95%: 19,44-40,56) sin VMNI. La mediana de tiempo en presentar una FR < 28 respiraciones por minuto fue con VMNI de 31 minutos (IC 95%: 24,56-37,44), frente a 50 (IC 95%: 38,61-61,39) del grupo sin VMNI. Realizar VMNI mejoró la tasa de optimización de la SatO₂ con una HRa de 4,66 (IC 95%: 2,91-7,45) y de la FR con una HRa de 3,24 (IC 95%: 1,97-5,31).

CONCLUSIONES. Aplicar VMNI prehospitalaria a pacientes con sospecha clínica de EAP reduce el tiempo de optimización de parámetros clínicos de saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria.

Palabras clave: Edema agudo de pulmón. Ventilación no invasiva. Atención urgente prehospitalaria. Frecuencia respiratoria. Saturación de oxígeno. Oxigenoterapia convencional.

Impact of prehospital noninvasive mechanical ventilation in acute pulmonary edema: the NIVEMS cohort study

BACKGROUND. Acute pulmonary edema (APE) is a frequent medical event requiring out-of-hospital emergency services. Early prehospital noninvasive ventilation (NIV) can improve the clinical course of APE.

OBJECTIVES. To analyze changes in oxygen saturation measured by pulse oximetry (SpO₂) and respiratory frequency (RF) in patients with APE treated with early prehospital NIV vs conventional oxygen therapy.

METHODS. Prospective double-cohort study with data recorded for 433 patients with APE attended by advanced life support units of the emergency medical system of Catalonia from January 1, 2014, to March 31, 2018. Patients were either exposed to prehospital NIV or conventional oxygen therapy. To analyze data we used the Kaplan-Meier method and Cox regression modeling, with calculation of adjusted hazard ratios (aHR).

RESULTS. The NIVEMS (Noninvasive Ventilation in Emergency Services) study had valid data to analyze for 382 patients with a mean (SD) age of 79.7 (9.58) years, 56.3% were women. Prehospital NIV was applied in 44.7% of the cohort. The median time until optimization of SpO₂ to more than 94% was 10 min (95% CI, 8.37-11.63 min) with NIV vs 30 min (95% CI, 19.44-40.56 min) with conventional oxygen therapy. The median time until optimization of RF to fewer than 28 breaths/min was 31 min (95% CI, 24.56-37.44 min) with NIV vs 50 min (95% CI, 38.61-61.39 min) with conventional therapy. NIV favored optimization of SpO₂ (aHR, 4.66; 95% CI, 2.91-7.45) and RF (aHR, 3.24; 95% CI, 1.97-5.31).

CONCLUSION. Prehospital application of NIV in patients with clinically suspected APE is associated with a shorter time to optimization of SpO₂ and RF.

Keywords: Acute pulmonary edema. Noninvasive ventilation. Prehospital urgent care. Respiratory frequency. Oxygen saturation. Conventional oxygen therapy.

Filiación de los autores: ¹Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya, España. ²Institut d'Investigació Sanitària Pere i Virgili (IISPV), Tarragona, España. ³Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona, España. ⁴Hospital Universitario de Bellvitge, Barcelona, España. ⁵Universitat de Barcelona, Barcelona, España.

Correspondencia: Silvia Solà. Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya. Carrer de Pablo Iglesias 101-115.L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España.

E-mail: silviasola@gencat.cat

Información del artículo: Recibido: 12-9-2024. Aceptado: 30-9-2024. Online: 20-09-2024.

Editor responsable: Rafael Castro.

Introducción

La insuficiencia cardíaca aguda se puede presentar en los servicios de urgencias (SU) en forma de diferentes escenarios clínicos, siendo uno de ellos el edema agudo de pulmón (EAP), el cual se caracteriza por la presencia de una insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica grave que pone en riesgo la vida del paciente^{1,2}. El inicio precoz de algunos tratamientos en estos pacientes podría tener efectos beneficiosos a corto plazo. Así, el tratamiento vasodilatador o diurético precoz a nivel prehospitalario parece que puede mejorar la mortalidad a corto plazo; aunque es cierto que hacen falta estudios aleatorizados para confirmar estas hipótesis, algunos resultados de estudios observacionales van en esa línea³⁻⁷. Actualmente la ventilación mecánica no invasiva (VMNI) es un elemento clave en el manejo de estos pacientes con EAP, ya que su aplicación mejora la situación clínica de los pacientes, disminuyendo la dificultad respiratoria y la disnea, reduce la necesidad de intubación orotraqueal, los días de estancia en unidades de críticos e incluso la mortalidad hospitalaria, siendo recomendada su aplicación con un nivel de evidencia elevado⁸⁻¹⁰. De esta manera se ha convertido en una terapia de oxigenación y ventilación extendida en los SU, principalmente en los pacientes con EAP y agudización de enfermedad pulmonar obstructiva crónica^{11,12}. Ante estos resultados beneficiosos, y la evolución tecnológica de los respiradores, así como del material fungible que se utiliza, en los últimos años esta técnica ha sido ampliamente incorporada a los sistemas de emergencias médicas (SEM) a nivel prehospitalario¹³⁻¹⁵. Sin embargo, sus beneficios en este nivel asistencial respecto a los eventos adversos de mortalidad a corto plazo siguen estando en debate, dado que algunos estudios observacionales no obtienen resultados parecidos que sí parecen más consistentes a nivel hospitalario. Hasta el momento, ningún estudio ha comparado el inicio de la VMNI prehospitalaria respecto a su inicio en los SU hospitalarios.^{13,16}

Si bien es importante como objetivo reducir la mortalidad, también es importante y necesario conseguir que la mejoría clínica del paciente sea rápida, especialmente en una situación como es el EAP, que se acompaña de una carga adrenérgica importante que genera gran ansiedad. El objetivo de este estudio es analizar el impacto a corto plazo de la VMNI sobre los parámetros clínicos en pacientes con EAP a nivel prehospitalario, valorando la evolución de la saturación de oxígeno (SatO₂) y la frecuencia respiratoria (FR), comparado con pacientes tratados con oxigenoterapia convencional sin VMNI.

Método

Diseño

Se diseñó el estudio NIVEMS, acrónimo del inglés *Non-Invasive Ventilación Emergency Medical Services*, que es un estudio prospectivo de doble cohorte, que incluyó de forma consecutiva pacientes con clínica de EAP atendidos por las unidades de soporte vital avanzado (SVA) del SEM de Cataluña. El criterio de exposición fue la aplica-

ción de VMNI, frente al grupo control, donde se mantuvo la oxigenoterapia convencional. El estudio fue realizado por el SEM, que es la organización del sector público de salud encargada de dar la atención a las urgencias y emergencias médicas de toda Cataluña a nivel prehospitalario. En el año 2012 el SEM inició la incorporación progresiva de la VMNI como parte de la dotación habitual en las unidades de SVA. En el 2013 se realizó de forma gradual una formación específica de VMNI dirigida a todos los profesionales (técnicos en emergencias sanitarias, enfermería y medicina). También se elaboró un protocolo de consenso para su aplicación en el paciente con cuadro compatible con EAP, recogiendo la posibilidad de su aplicación en otras situaciones según criterio clínico. El estudio se realizó en dos regiones sanitarias, Barcelona Ciudad y Metropolitana Sur, que constan de 20 unidades de SVA repartidas geográficamente de forma heterogénea. El periodo de reclutamiento comprendió del 1 de enero del 2014 al 31 de marzo del 2018. El estudio se realizó siguiendo la Declaración de Helsinki y fue aprobado por los Comités de Ética e Investigación Clínica de los 3 hospitales territoriales de referencia que recibieron los pacientes participantes. Previa a la inclusión en el estudio, los pacientes firmaron un consentimiento informado, inicialmente oral dada la situación clínica del paciente.

Pacientes y variables

Los criterios de inclusión y exclusión se muestran en la **Tabla 1**. Una vez seleccionado el paciente, el tratamiento farmacológico se realizó siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Europea de Cardiología vigentes en aquel momento¹⁷. El criterio de asignación al grupo exposición fue logístico y formativo (que la unidad de SVA dispusiera

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de los participantes

Criterios de inclusión
- Edad >18 años.
- Sospecha diagnóstica de EAP por clínica y antecedentes (ortopnea, crepitanes difusos en la auscultación, edemas, episodios anteriores de EAP...) sin evidencia de aspiración pulmonar o infección.
- Saturación de oxígeno ≤ 90% tras aplicarse FiO ₂ > 0,5.
- Taquipnea > 30 respiraciones/minuto.
- Trabajo respiratorio con uso de musculatura accesoria según Escala de Patrick > 3.
- Escala de disnea de Borg ≥ 5.
- Paciente con nivel de conciencia suficiente para toser y expectorar.
- Paciente adulto y colaborador.
- Pacientes atendidos por las USVA del SEM del territorio de Barcelona.
Criterios de exclusión
- Antecedentes de las siguientes patologías: enfermedad pulmonar obstructiva crónica Gold III o IV, asma persistente, estenosis aórtica severa.
- Pacientes que presenten contraindicaciones claras para la aplicación de VMNI: inestabilidad hemodinámica, incapacidad para preservar la vía aérea, traumatismo facial, traqueostomía.
- Pacientes que presenten señales evidentes de necesidad de intubación orotraqueal: disminución del nivel de conciencia, bradipnea, inestabilidad hemodinámica.
- Pacientes con síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST.
- Falta de confirmación del diagnóstico de EAP hospitalario.
- Traslados interhospitalarios.

EAP: edema agudo de pulmón; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; USVA: unidad de soporte vital avanzado; SEM: *Sistema d'Emergències Mèdiques*. VMNI: ventilación mecánica no invasiva.

Tabla 2 Protocolo de inicio de ventilación mecánica no invasiva prehospitalaria

Inicio y mantenimiento de VMNI en el EAP

- Lo más precozmente posible tras el diagnóstico inicial, "cabecera del enfermo".
- Realizar con ventilador neumático de transporte no específico para VMNI: Oxilog-3000 plus® o Weinmann-Medumat®.
- Selección de la interfase oronasal más adecuada para el paciente.
- Preparación del paciente: posición, explicación de la técnica y presentación de la interfase.
- Colocación de la interfase mientras se inician parámetros ventilatorios. Comprobación de fugas y reajuste de interfase.
- Parámetros ventilatorios
 - Modo CPAP
 - FiO₂ de 1
 - PEEP inicial de 5 cm H₂O. Tras 5 minutos de adaptación, aumentar de 2 en 2 cm H₂O hasta alcanzar el valor valores medios de 10-12 cm H₂O.
 - Si en 15 minutos no se obtiene mejoría → añadir presión soporte sobre PEEP (CPAP-ASB).
 - Valor inicial de presión soporte de 8 cm H₂O hasta un máximo de 12.
 - No sobrepasar en ningún caso valores de IPAP de 22 cm H₂O.

VMNI: ventilación mecánica no invasiva; EAP: edema agudo de pulmón; CPAP: ventilación no invasiva con presión continua positiva en la vía aérea; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; PEEP: presión positiva al final de la espiración; CPAP-ASB: ventilación no invasiva con presión soporte sobre presión continua positiva en la vía aérea; IPAP: presión inspiratoria medida.

de interfases de VMNI y que el personal hubiera superado la formación previa). Por el contrario, los pacientes incluidos en el grupo control eran pacientes atendidos por unidades de SVA pendientes de formación en VMNI. En la cohorte expuesta a VMNI, ésta se aplicó de forma paralela al tratamiento médico, según el protocolo de consenso descrito en la **Tabla 2**. Se recogieron variables demográficas, antecedentes patológicos, sintomatología del episodio agudo, constantes iniciales, tratamiento farmacológico administrado y parámetros de la VMNI prehospitalaria.

Las variables de resultado principales fueron la SatO₂, medida con pulsioximetría no invasiva, y la FR, recogidas tras el primer contacto médico y cada 15 minutos hasta la transferencia del paciente en el SU.

Tamaño muestral

Se estimó un tamaño muestral para dos riesgos independientes. Datos previos del SEM mostraron un riesgo esperado de optimización de SatO₂ > 94% y FR < 28 respiraciones por minuto (rpm) sin VMNI del 60%, y del 85% con VMNI durante la primera hora de asistencia. Asumiendo una razón entre grupos 1:1, una potencia mínima del 85% y un riesgo alfa del 5% bilateral, se consideraron un mínimo de 82 pacientes por grupo para detectar un riesgo relativo del 25%.

Análisis estadístico

Las variables cualitativas fueron descritas mediante frecuencias absolutas y relativas. Las cuantitativas con la media y la desviación estándar (DE), si seguían una distribución normal, o con la mediana y el rango intercuartílico (RIC), en caso contrario. Para el análisis comparativo entre las dos cohortes, se utilizó la prueba de Ji cuadrado para comparar variables categóricas y la T de Student para las variables continuas. Para el análisis comparativo de los

cambios evolutivos a lo largo del tiempo en las variables dependientes, se estimaron las curvas de supervivencia mediante el método de Kaplan-Meier, usando la prueba de Mantel-Haenszel (LogRank). Se consideraron eventos censurados (curados) una SatO₂ > 94% y una FR < 28 rpm. Posteriormente se realizó un modelo de riesgos proporcionales de Cox y el cálculo de la hazard ratio (HR), con su índice de confianza (IC) 95%, ajustado a las variables que en el estudio bivalente resultaron significativas. Se calcularon las tasas de optimización de las variables resultaron al final del seguimiento. Se consideró como estadísticamente significativo un valor de p < 0,05 o cuando el IC 95% de la HR excluía el valor 1. El programa estadístico utilizado fue SPSS (versión 20.0; SPSS Inc., Chicago, EE.UU.).

Resultados

De los 433 pacientes registrados en el estudio NIVEMS, se incluyeron finalmente a 382 (88,2% del total de la muestra), de los cuales 178 pacientes (46,6%) en el grupo de expuestos a VMNI y 204 (53,4%) en el grupo control. Se descartaron 51 pacientes (11,8%): 37 casos tuvieron un diagnóstico principal diferente al EAP y en 14 hubo pérdidas de seguimiento o de registro. Las características de los pacientes incluidos se muestran en la **Tabla 3**. El 53,4% fueron mujeres y la edad media fue de 79,1 años (DE 9,9). El 60,7% presentaba cardiopatía previa y hasta un 14% habían presentado ingresos previos por EAP. Casi la totalidad de la muestra presentaba un aumento de la su disnea habitual y el 43,2% refería palpitations asociadas. En los hallazgos de la exploración física, hay que destacar la taquipnea de 36 rpm y una SatO₂ basal media del 72,9%. En cuanto al tratamiento administrado inicialmente, la mayoría de los pacientes recibieron tratamiento vasodilatador, cloruro mórfico y diuréticos.

Al comparar ambos grupos, en el grupo de VMNI los pacientes eran más jóvenes, presentaban menos ingresos hospitalarios previos por EAP y eran menos dependientes. Sin embargo, a pesar de que no se hallaron diferencias en la sintomatología, la situación clínica inicial era peor, ya que mostraron cifras de presión arterial sistólica (PAS) más elevadas, más taquicardia y más taquipnea. Respecto a las características de la aplicación de la VMNI, que se muestran en la **Tabla 4**, el 35,4% precisó presión soporte sobre PEEP (presión positiva al final de la espiración), el 5,1% presentó intolerancia al dispositivo y el 3,4% precisó de intubación orotraqueal; sin embargo, no se registró ninguna muerte en ninguno de los dos grupos. El tiempo medio de VMNI prehospitalaria fue de 48,2 minutos (DE 17,2). Tras aplicar VMNI, se consiguió una SatO₂ > 94% en el 91% de los pacientes, frente al 69,3% del grupo control (p < 0,001) y la mediana de tiempo de optimización de esta también fue menor, de 10,0 minutos (IC 95%: 8,37-11,63) frente a 30,0 minutos en el grupo control (IC 95%: 19,44-40,56). El modelo de regresión de Cox mostró (**Figura 1**) que la aplicación de VMNI mejora la tasa de optimización de la SatO₂ con una HR ajustada de 4,66 (IC 95%: 2,91-7,45). Respecto a la FR, el grupo VMNI se consiguió una optimización de la FR < 28 rpm en el 67,7% frente al 51,9%

Tabla 3. Características básicas de la población del VMNI y estudio univariante en función de recibir o no recibir ventilación mecánica no invasiva a nivel prehospitalario

	Total N = 382 n (%)	Sin VMNI N = 204 n (%)	Con VMNI N = 178 n (%)	p valor
Datos demográficos				
Edad (años) [media (DE)]	79,1 (9,9)	81,4 (9,3)	76,4 (10,1)	< 0,001
Edad > 70 años	302 (79,1)	90 (88,2)	61 (68,5)	0,001
Sexo femenino	204 (53,4)	54 (52,9)	44 (53,9)	0,891
Antecedentes patológicos				
Hipertensión arterial	312 (81,7)	173 (84,8)	139 (78,1)	0,092
Diabetes mellitus	149 (39,0)	86 (42,2)	63 (35,4)	0,177
Tabaquismo activo	36 (9,4)	20 (9,8)	16 (9,0)	0,785
IRC	87 (22,8)	49 (24,0)	38 (21,3)	0,534
EPOC	70 (18,3)	42 (20,6)	28 (15,7)	0,222
Accidente vascular cerebral	43 (11,3)	26 (12,7)	17 (9,6)	0,326
Cardiopatía previa	232 (60,7)	129 (63,2)	103 (57,9)	0,284
Fibrilación auricular	201 (52,6)	105 (51,5)	96 (53,9)	0,631
Ingreso previo por EAP	54 (14,1)	38 (18,6)	16 (9,0)	0,008
NYHA basal III-IV	98 (25,6)	51 (25,0)	47 (26,4)	0,797
Índice de Barthel < 60 puntos	83 (21,7)	53 (26,0)	30 (16,9)	0,041
Sintomatología				
Aumento de la disnea habitual	369 (96,6)	194 (95,1)	175 (98,3)	0,099
Disnea paroxística nocturna	78 (20,4)	37 (18,1)	41 (23,0)	0,237
Ortopnea	172 (45,0)	89 (43,6)	83 (46,6)	0,556
Edemas en extremidades inferiores	160 (41,9)	87 (42,6)	73 (41,0)	0,746
Palpitaciones	165 (43,2)	94 (46,1)	71 (39,9)	0,223
Mala perfusión periférica	24 (6,3)	9 (4,4)	15 (8,4)	0,112
Temperatura corporal > 37,5°C	15 (3,9)	8 (3,9)	7 (3,9)	0,958
Escala Borg de disnea [media (DE)]	8 (2)	8,2 (2)	7,8 (2)	0,892
Constantes iniciales [media (DE)]				
PAS (mmHg)	173,3 (32,9)	167,8 (30,7)	179,2 (34,4)	0,018
PAD (mmHg)	97,5 (22,9)	95,8 (22,3)	99,5 (25,6)	0,284
FC (lpm)	112,2 (22,6)	106,5 (23,3)	118,6 (22,4)	< 0,001
FR (rpm)	36,0 (6,4)	34,3 (6,1)	38,8 (6,2)	< 0,001
Sat basal (%)	75,9 (10,4)	76,2 (9,9)	74,4 (10,5)	0,513
Sat con O ₂ a los 5 minutos (%)	90,0 (5,0)	90,6 (4,6)	89,5 (5,4)	0,103
Temperatura axilar (°C)	36,0 (1,7)	36,1 (1,6)	35,9 (1,7)	0,782
ETCO ₂ (mmHg)	34,5 (8)	34,8 (7)	34,3 (8)	0,805
Tratamiento farmacológico EV				
Cloruro mórfico	288 (75,4)	146 (71,6)	142 (79,7)	0,064
Nitroglicerina	285 (74,6)	148 (72,5)	137 (77,0)	0,322
Diuréticos	348 (91,1)	189 (92,6)	159 (89,3)	0,258
Digoxina	75 (19,6)	35 (17,2)	40 (22,5)	0,515
Amiodarona	25 (6,5)	10 (4,9)	15 (8,4)	0,170
Metilprednisolona	63 (16,4)	38 (18,6)	25 (14,0)	0,230
Otros	148 (38,8)	75 (36,8)	73 (41,0)	0,396

VMNI: ventilación mecánica no invasiva; DE: desviación estándar; EAP: edema agudo de pulmón; IRC: insuficiencia renal crónica (Cr>2mg/dl); EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; NYHA: New York Heart Association; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; FC: frecuencia cardíaca; lpm: latidos por minuto; FR: frecuencia respiratoria; rpm: respiraciones por minuto; Sat: saturación; O₂: oxígeno; ETCO₂: dióxido de carbono al final de la espiración; EV: endovenoso.
Se han resaltado en negrita los valores estadísticamente significativos (valor p < 0,05).

(p < 0,001) y la mediana de tiempo de optimización en este grupo también fue menor, de 31 minutos (IC 95%: 24,56-37,44) frente a 50 (IC 95%: 38,61-61,39) del grupo de oxigenoterapia. La VMNI mejoró la tasa de optimización de la FR (Figura 2) con una HR ajustada de 3,24 (IC 95%: 1,97-5,31).

Tabla 4. Características de la ventilación no invasiva a nivel prehospitalario

	Total N = 382 n (%)
Modalidad CPAP exclusiva	115 (64,6)
Necesidad de presión soporte sobre PEEP	63 (35,4)
Valor de PEEP (mbar) [media (DE)]	8 (2)
Valor de presión soporte (mbar) [media (DE)]	10 (1,5)
Necesidad de intubación orotraqueal*	6 (3,4)
Retirada de VMNI por intolerancia	9 (5,1)
Retirada VMNI prehospitalaria por mejoría	15 (8,4)
Continuidad VMNI prehospitalaria en urgencias	130 (73,0)
Tiempo total de VMNI prehospitalaria (min) [media (DE)]	48 (17,2)

*La necesidad de intubación orotraqueal fue debida a: agotamiento, inestabilidad hemodinámica o disminución del nivel de conciencia. VMNI: ventilación mecánica no invasiva; CPAP: ventilación no invasiva con presión continua positiva en la vía aérea; PEEP: presión positiva al final de la espiración; DE: desviación estándar.

Discusión

Los resultados del estudio muestran mejoras significativas en la SatO₂ y la FR en los pacientes con EAP en los que se aplica la VMNI a nivel prehospitalario, cuando se comparan con los pacientes que reciben oxigenoterapia convencional. Cabe destacar el periodo de tiempo en que se realizó el estudio (2014-2018), donde la evidencia científica entorno al uso de VMNI a nivel hospitalario y prehospitalario en los pacientes con EAP fue creciendo^{8,11,12}. En nuestro estudio nos hemos centrado en valorar la mejoría clínica que aporta la aplicación de la VMNI en los pacientes con EAP tratados en su domicilio. Para ello hemos seleccionado dos parámetros importantes en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica en el contexto clínico del EAP, la SatO₂ y la FR, ya que ambos parámetros mejoran con la VMNI en el ámbito prehospitalario y hospitalario y esta mejoría se relaciona con mejores resultados evolutivos¹⁸⁻²¹.

La SatO₂ fue medida de manera no invasiva mediante pulsioximetría y nos permite objetivar indirectamente la presión parcial de O₂ arterial en estos pacientes^{22,23}. En nuestro estudio la SatO₂ mejora de manera significativa y más rápidamente en los pacientes que reciben VMNI. Sin embargo, tenemos que considerar que estamos valorando un parámetro más relacionado con el intercambio alveolo-capilar o gasométrico, y que no siempre se correlaciona con una mejoría clínica evidente, pudiendo persistir taquipnea pese a una SatO₂ conservada²³.

La FR es uno de los parámetros mas relacionados con la evolución clínica del paciente, y también muestra una mejoría más rápida y significativa en los pacientes con VMNI, por lo que podemos extrapolar que hay asociada una mejoría de la sensación disneica importante. En relación con esto, la recuperación de la SatO₂ es mucho más rápida que la normalización de la FR. Un aspecto a destacar en nuestro estudio en relación con los tiempos de seguimiento es que estos parámetros mejoran de manera significativa entre los primeros 10 minutos para la SatO₂ y 31 minutos para la FR, por lo tanto, estamos ante una mejoría muy precoz de ambos parámetros. En la mayoría de los estudios revisados, el tiempo de seguimiento es más

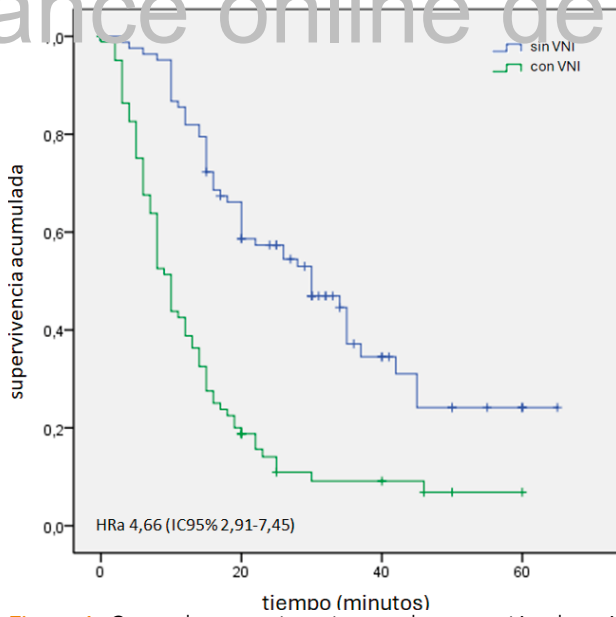


Figura 1. Curva de supervivencia para la saturación de oxígeno > 94% en los pacientes con ventilación no invasiva en comparación con el grupo control. VMNI: ventilación no invasiva.

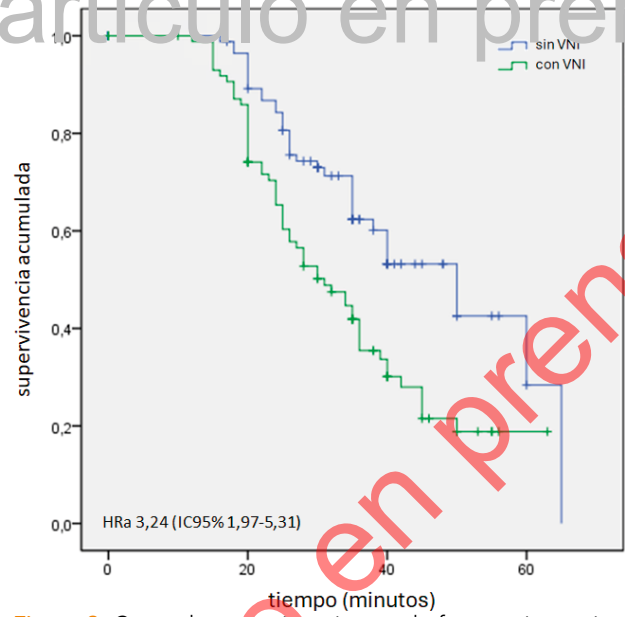


Figura 2. Curva de supervivencia para la frecuencia respiratoria < 28 respiraciones por minuto en los pacientes con VMNI en comparación con el grupo control. VMNI: ventilación no invasiva.

largo, hasta 10 horas, y la mejoría no se valora tan precozmente^{8,18}. Esto es importante, dado que este beneficio clínico precoz se da incluso en aquellos pacientes donde la duración de la VMNI a nivel prehospitalario va a ser corta y por lo tanto estaría indicada iniciarla en el domicilio^{20,24}. Este efecto estabilizador de la VMNI, a pie de cama del paciente, parece ser independiente de la duración de la técnica, y facilita su movilización para el traslado al hospital, haciéndolo más seguro.

Respecto a la modalidad utilizada para realizar la VMNI en nuestro estudio, en más de la mitad de los casos se utilizó exclusivamente la modalidad de CPAP (ventilación no invasiva con presión continua positiva en la vía aérea). Sabemos que en los estudios que han comparado las modalidades utilizadas para hacer la VMNI, principalmente la CPAP comparada con la aplicación de una presión de soporte, no se han encontrado diferencias significativas en los resultados clínicos ni pronósticos, por lo que se recomienda utilizar de primera línea la técnica más fácil que es la aplicación de una CPAP, y escalar a una presión de soporte, si el paciente presenta signos de fracaso ventilatorio^{10,17,18,22}.

Este estudio tiene varias limitaciones. Ha sido realizado en el ámbito prehospitalario donde la asistencia sanitaria y

la aplicación de la VMNI fue llevada a cabo por equipos asistenciales heterogéneos. Para minimizar este efecto se realizó una formación previa de manera estandarizada y se establecieron unos criterios de selección estrictos. La tolerancia de la VMNI es variable en función de las características del paciente, por lo que puede haberse generado un sesgo de selección. Respecto a la medicación recibida, no todos los pacientes recibieron vasodilatadores, los cuales tienen un efecto en la mejoría de la sensación disneica y por lo tanto pueden afectar a la evolución de la variable FR. Además, los pacientes que recibieron vasodilatadores pudieron tener diferencias en la dosis administrada, lo cual pudo haber afectado a los resultados.

Como conclusión se ha observado una asociación significativa entre la aplicación de la VMNI a nivel prehospitalario en los pacientes con EAP y los parámetros de SatO₂ y FR, que se corrigieron más rápidamente en estos pacientes, permitiendo un inicio de tratamiento óptimo de manera precoz. Debe considerarse la VMNI como un tratamiento de primera línea en los SEM, para el EAP, teniendo en cuenta que con un equipo sanitario entrenado sólo se necesita un mínimo de tiempo adicional, consiguiendo beneficios clínicos a corto plazo.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de interés en relación con el presente artículo.

Financiación: Los autores declaran la no existencia de financiación en relación con el presente artículo.

Responsabilidades éticas: Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes, acuerdo

de publicación y cesión de derechos de los datos a la Revista Española de Urgencias y Emergencias.

Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares.

BIBLIOGRAFÍA

1. Espinosa B, Llorens P, Gil V, Jacob J, Alquézar-Arbé A, Masip J, et al.; ICA-SEMES Research Group. Impact of congestion and per-

fusion status in the emergency department on severity of decompensation and short-term prognosis in patients with acute heart failure. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2023;12:165-74.

2. Llorens P, Javaloyes P, Martín-Sánchez FJ, Jacob J, Herrero-Puente P, Gil V, et al.; ICA-SEMES Research Group. Time trends in characteristics, clinical course, and outcomes of 13,791 patients with acute heart failure. *Clin Res Cardiol.* 2018;107:897-913.
3. Matsue Y, Damman K, Voors AA, Kagiyaama N, Yamaguchi T, Kuroda S, et al. Time-to-fu-

- rose nitrate treatment and mortality in patients hospitalized with acute heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69:3042-51.
4. Miró O, Harjola P, Rossello X, Gil V, Jacob J, Llorens P, et al. The FASTFURO study: effect of very early administration of intravenous furosemide in the prehospital setting to patients with acute heart failure attending the emergency department. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2021;10:487-96.
 5. Miró O, Espinosa B, Gil V, Jacob J, Alquézar-Arbé A, Masip J, et al. Evaluation of the effect of intravenous nitroglycerine on short-term survival of patients with acute heart failure according to congestion and perfusion status at emergency department arrival. *Eur J Emerg Med.* 2022;29:437-49.
 6. Shiraiishi Y, Kawana M, Nakata J, Sato N, Fukuda K, Kohsaka S. Time-sensitive approach in the management of acute heart failure. *ESC Heart Fail.* 2021;8:204-21.
 7. Sporer KA, Tabas JA, Tam RK, Sellers LKL, Rosenson J, Barton CW, et al. Do medications affect vital signs in the prehospital treatment of acute decompensated heart failure?. *Prehosp Emerg Care.* 2006;10:41-5.
 8. Berbenetz N, Wang Y, Brown J, Godfrey C, Ahmad M, Vital FM, et al. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;4:CD005351.
 9. Masip J. Noninvasive Ventilation in Acute Heart Failure. *Curr Heart Fail Rep.* 2019;16:89-97.
 10. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al.; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2021;42:3599-726.
 11. Jacob J, Arranz M, Sancho Ramoneda M, López A, Navarro Sáez MC, Cousiño Chao JR, et al. Grupo de trabajo VMNI-SoCMUE. Estudio de cohortes de pacientes tratados con ventilación no invasiva en servicios de urgencias prehospitalarias y hospitalarias de Cataluña: registro VMNI. *Crit Emergencias.* 2017;29:33-8.
 12. Jacob J, Zorrilla J, Gené E, Alonso G, Rim-bau P, Casarramona F, et al. Non-invasive ventilation in emergency departments in public hospitals in Catalonia. The VENUR-CAT study. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2018;42:141-50.
 13. Simpson PM, Bendall JC. Prehospital non-invasive ventilation for acute cardiogenic pulmonary oedema: an evidence-based review. *Emerg Med J.* 2011;28:609-12.
 14. Schmidbauer W, Ahlers O, Spies C, Dreyer A, Mager G, Kerner T. Early prehospital use of non-invasive ventilation improves acute respiratory failure in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med.* 2009;35:656-62.
 15. Gómez-Morán Quintana M, Horrillo García C, Gutiérrez Misis A, Quesada-Cubo V, Torres Poza A, Cintora Sanz A, et al. Factores asociados a la mortalidad intrahospitalaria y reingreso en una cohorte tratada con ventilación no invasiva en urgencias extrahospitalarias y hospitalarias: estudio VentilaMadrid. *Emergencias.* 2022;34:7-14.
 16. Gorlicki J, Masip J, Gil V, Llorens P, Jacob J, Alquézar-Arbé A, et al.; ICA-SEMES research group. Effect of early initiation of noninvasive ventilation in patients transported by emergency medical service for acute heart failure. *Eur J Emerg Med.* 2024;31:339-46.
 17. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, Auricchio A, Böhm M, Dickstein K, et al.; ESC Committee for Practice Guidelines. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J.* 2012;33:1787-847.
 18. Masip J, Roque M, Sánchez B, Fernández R, Subirana M, Expósito JA. Noninvasive ventila-tion in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2005;294:3124-30.
 19. Masip J, Betbesé AJ, Páez J, Vecilla F, Cañi-zares R, Padró J, et al. Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised trial. *Lancet.* 2000;356:2126-32.
 20. Hensel M, Strunden MS, Tank S, Gagelmann N, Wirtz S, Kerner T. Prehospital non-invasive ventilation in acute respiratory failure is justified even if the distance to hospital is short. *Am J Emerg Med.* 2019;37:651-6.
 21. Plaisance P, Pirracchio R, Berton C, Vicaut E, Payen D. A randomized study of out-of-hospital continuous positive airway pressure for acute cardiogenic pulmonary edema: physiological and clinical effects. *Eur Heart J.* 2007;28:2895-901.
 22. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J.* 2017;50:1602426.
 23. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V; British Thoracic Society Emergency Oxygen Guideline Group; BTS Emergency Oxygen Guideline Development Group. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax.* 2017;72(Supl 1):ii1-ii90.
 24. Gartner BA, Fehlmann C, Suppan L, Niquille M, Rutschmann OT, Sarasin F. Effect of noninvasive ventilation on intubation risk in prehospital patients with acute cardiogenic pulmonary edema: a retrospective study. *Eur J Emerg Med.* 2020;27:54-8.
 25. Ferrari G, Milan A, Groff P, Pagnozzi F, Mazzone M, Molino P, et al. Continuous positive airway pressure vs. pressure support ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: a randomized trial. *J Emerg Med.* 2010;39:676-84.