

## “EFICACIA DEL TRATAMIENTO PREHOSPITALARIO CON PRESIÓN POSITIVA CONTINUA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS EN EL EDEMA PULMONAR AGUDO”

LA VENTILACIÓN MECÁNICA no invasiva (VMNI), ya sea en modo CPAP (presión continua sobre la vía aérea) o BIPAP (presión positiva bifásica sobre la vía aérea), está ampliamente aceptada como tratamiento de la insuficiencia respiratoria crónica reagudizada y del edema agudo de pulmón (EAP) en el ámbito hospitalario. Si nos ceñimos estrictamente al tratamiento del EAP con VMNI, la CPAP ha demostrado disminuir tanto la mortalidad como la necesidad de intubación traqueal (IT), mientras que la BIPAP sólo ha demostrado disminuir la necesidad de IT.

El presente es un estudio prospectivo, no aleatorizado, de 12 meses de duración, en el que se incluyeron 215 pacientes con diagnóstico prehospitalario de EAP. Noventa y cinco pacientes fueron atendidos por una base SEM que les administró sólo tratamiento farmacológico (grupo control) y 120 fueron atendidos por otra base SEM que les administró tratamiento farmacológico más CPAP con parámetros fijos (grupo CPAP). Aunque el objetivo del trabajo es amplio, su diseño valora fundamentalmente la influencia de la CPAP prehospitalaria en la tasa de IT prehospitalaria del EAP, demostrando una menor necesidad de IT en el grupo CPAP (8,92%) respecto al grupo control

(25,26%); paralelamente, también demuestra una disminución en la mortalidad y la mejora de algunos parámetros fisiológicos. En una discusión sincera, los autores admiten que el diseño no permite atribuir estos resultados con total garantía al uso de la CPAP. La no aleatorización de los pacientes, el hecho de que cada grupo sea tratado por una base SEM diferente con distintos hospitales de referencia, la impresión diagnóstica de EAP como único criterio de inclusión en el estudio, la falta de una escala de gravedad, y las diferencias estadísticamente significativas entre el grupo CPAP y el grupo control respecto a la edad, la puntuación de la disnea pretratamiento y, más importante, respecto al tratamiento médico recibido (morfina, furosemida y nitroglicerina), son factores que limitan este estudio.

Aunque son necesarios ensayos aleatorizados que demuestren claramente que el uso prehospitalario de la VMNI es efectivo, los resultados de este estudio no han diferido de los que demuestran su efectividad en el ámbito hospitalario. Sólo la disminución en la tasa de IT prehospitalaria y, por tanto, de sus complicaciones potenciales, es una razón suficiente para implementar esta técnica en nuestro medio.

---

Gilberto Alonso Fernández

*Servicio de Emergencias Médicas de Cataluña. Barcelona. España*

## EFICACIA DEL TRATAMIENTO PREHOSPITALARIO CON PRESIÓN POSITIVA CONTINUA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS EN EL EDEMA PULMONAR AGUDO

### ANTECEDENTES

- La insuficiencia cardíaca congestiva, con una mortalidad a los 5 años que se acerca al 50 %, es **la causa más frecuente de hospitalización** en pacientes mayores de 65 años de edad y es uno de los diagnósticos de mayor coste.
- Aunque muchos pacientes responden al oxígeno, nitratos, morfina y furosemida, en otros no se obtiene respuesta y desarrollan una insuficiencia respiratoria progresiva que requiere soporte ventilatorio, que tradicionalmente, se ha proporcionado a través de la intubación endotraqueal y la ventilación mecánica.
- En los artículos publicados sobre **pacientes hospitalizados** se ha revelado que la CPAP disminuye la necesidad de intubación en un 26 % y reduce la mortalidad en un 6,6 %

### OBJETIVO DEL ESTUDIO

Comparar la eficacia de la presión positiva continua de las vías respiratorias (CPAP) con el tratamiento farmacológico de referencia en el edema pulmonar agudo (EAP) en un ámbito prehospitalario

### PACIENTES

**La intubación** se efectuó en el 25,26 % de pacientes de control comparado con el 8,92 % de los tratados con CPAP para una reducción del riesgo absoluto del 16,34 %

### RESULTADOS

- **La mortalidad** fue del 23,15 % en el grupo de control comparado con el 5,35 % en el grupo CPAP. La reducción del riesgo absoluto fue del 17,8 %, siendo necesario tratar a 6 pacientes para prevenir una muerte.
- Comparado con el grupo de control, en el grupo CPAP la duración de la **estancia hospitalaria** fue casi dos días más breve, aunque esta diferencia no alcanzó significación estadística.
- Se identificó **intolerancia a la máscara** en 23 (19 %) de los pacientes del estudio, y sólo en uno (0,83 %) fue suficientemente significativa para justificar la suspensión del tratamiento.
- Coincidiendo con las investigaciones previas que describen una baja **incidencia de hipotensión**, la presión arterial sistólica sólo disminuyó hasta 90 mm Hg en 4 (3,3 %) de los pacientes del estudio.
- La dosis de **nitroglicerina** total administrada en el medio prehospitalario también fue un factor pronóstico de mortalidad para todos los pacientes, al igual que para el subgrupo con EPA confirmado.

### CONCLUSIONES

- Aunque el diseño del presente estudio no nos permite alcanzar conclusiones claras sobre la eficacia de la morfina y la furosemida, teniendo en cuenta los resultados de las investigaciones previas, los beneficios de estos fármacos siguen siendo dudosos.
- En el estudio de Kallio y cols., en el que médicos que forman parte sistemáticamente del personal de las ambulancias en Helsinki, Finlandia, establecieron los diagnósticos sobre el terreno, la tasa de falsos positivos del 31 % documentada destaca la **dificultad de diagnosticar el EAP en un contexto prehospitalario**, partiendo de la presentación clínica exclusiva.
- Para pacientes prehospitalarios con un supuesto EAP, aquéllos del grupo de tratamiento con CPAP se caracterizaron por una **menor mortalidad y una menor tasa de intubación endotraqueal**.
- Comparado con el grupo de control, el grupo CPAP demostró un mayor grado de **mejora en la mayor parte de variables fisiológicas, incluida la puntuación de disnea**

# CONTRIBUCIONES ORIGINALES

## TRATAMIENTO PREHOSPITALARIO CON PRESIÓN POSITIVA CONTINUA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS EN EL EDEMA AGUDO DE PULMÓN

Michael W. Hubble, PhD, NREMT-P; Michael E. Richards, MD, MPA; Roger Jarvis, EMT-P; Tori Millikan, EMT-P, y Dwayne Young, BS, EMT-P

### RESUMEN

**Objetivo.** Comparar la eficacia de la presión positiva continua de las vías respiratorias (CPAP) con el tratamiento farmacológico de referencia en el edema agudo de pulmón (EAP) en un ámbito prehospitalario. **Métodos.** Utilizando un diseño no aleatorizado con un grupo de control, se incluyeron en el estudio todos los pacientes sucesivos que, entre el 1 de julio de 2004 y el 30 de junio de 2005, se presentaron en los 2 sistemas participantes de servicios de emergencias médicas (SEM) con una impresión de edema pulmonar agudo. Los pacientes del sistema SEM de control recibieron tratamiento de referencia con oxígeno, nitratos, furosemida, morfina y, si estuvo indicado, intubación endotraqueal. Además del tratamiento de referencia, los pacientes del sistema SEM de intervención recibieron CPAP de 10 cmH<sub>2</sub>O a través de una máscara facial. **Resultados.** Recibieron el tratamiento de referencia 95 pacientes, y 120 recibieron CPAP y el tratamiento de referencia. Se requirió intubación en el 8,9% de los pacientes tratados con CPAP comparado con el 25,3% en el grupo de control ( $p = 0,003$ ), y la mortalidad fue menor en el grupo CPAP que en el de control (el 5,4 frente al 23,2%;  $p = 0,000$ ). Comparado con el grupo de control, en el grupo CPAP se observó una mayor mejora de la frecuencia respiratoria (-4,55 frente a -1,81;  $p = 0,0019$ ), frecuencia cardíaca (-4,77 frente a 0,82;  $p = 0,013$ ) y de la puntuación de disnea (-2,11 frente a -1,36;  $p = 0,008$ ). Utilizando una regresión logística para el control de los potenciales factores de confusión, los pacientes que recibieron el tratamiento de referencia tuvieron más po-

sibilidades de ser intubados (*odds ratio* [OR]: 4,04; intervalo de confianza [IC] del 95%, 1,64-9,95) y más probabilidades de fallecer (OR: 7,48; IC del 95%, 1,96-28,54) que los que recibieron el tratamiento de referencia y CPAP. **Conclusiones.** El uso prehospitalario de CPAP es posible, puede evitar la necesidad de intubación endotraqueal y reduce la mortalidad a corto plazo. **Palabras clave:** SEM; servicios de emergencias médicas; paramédico; presión positiva continua de las vías respiratorias; edema pulmonar; dificultad respiratoria (disnea).

PREHOSPITAL EMERGENCY CARE 2006;10:430439

### INTRODUCCIÓN

La dificultad respiratoria es un síntoma que con frecuencia se observa en pacientes tratados por los sistemas de servicios de emergencias médicas (SEM). El 13% de respuestas de los SEM corresponden a las dificultades respiratorias, ocupando el segundo lugar en frecuencia justo después de los traumatismos menores<sup>1</sup>. De estos casos, una proporción sustancial se debe a edema agudo de pulmón (EAP) secundario a insuficiencia cardíaca congestiva (ICC).

En Estados Unidos, cada año alrededor de 5 millones de norteamericanos experimentan insuficiencia cardíaca, y se diagnostican unos 550.000 nuevos casos<sup>2,3</sup>. En los informes de mortalidad a corto plazo del EAP, éste varía entre un 20 y un 30%<sup>4-6</sup>. Con una mortalidad a los 5 años que se acerca al 50%, la ICC es la causa más frecuente de hospitalización en pacientes mayores de 65 años de edad y es uno de los diagnósticos de mayor coste en el sistema de asistencia sanitaria de Estados Unidos<sup>7</sup>. La ventilación mecánica y el ingreso en la unidad de cuidados intensivos son algunos de los factores pronósticos independientes más significativos de los costes hospitalarios de estos pacientes<sup>8</sup>. En consecuencia, se necesitan tratamientos eficaces que reduzcan la mortalidad, acorten la estancia hospitalaria y reduzcan a un mínimo la necesidad de un soporte ventilatorio de coste elevado.

Recibido el 26 de febrero de 2006, del Emergency Medical Care Program, Western Carolina University, Cullowhee, NC (MWH); Department of Emergency Medicine, University of New Mexico, Albuquerque, NM (MER); Forsyth County EMS, Winston-Salem, NC (RJ); y Guilford County EMS, Greensboro, NC (TM, DY). Revisión recibida el 12 de junio de 2006; aceptado para publicación el 12 de junio de 2006.

**Correspondencia:** Michael W. Hubble, PhD, NREMT-P, Emergency Medical Care Program, 122 Moore Building, Western Carolina University, Cullowhee, NC 28723. Correo electrónico: <mhubble@email.wcu.edu>

doi: 10.1080/10903120600884848

El EAP se asocia con una morbilidad sustancial en un ámbito prehospitalario<sup>9</sup>. Aunque muchos pacientes responden al oxígeno, nitratos, morfina y furosemida, en otros no se obtiene respuesta y desarrollan una insuficiencia respiratoria progresiva que requiere soporte ventilatorio<sup>5,6,10</sup>, que tradicionalmente se ha proporcionado a través de la intubación endotraqueal y la ventilación mecánica. Se ha demostrado que ésta disminuye el trabajo de la respiración, reduce la poscarga cardíaca y mejora el reclutamiento alveolar y, por tanto, disminuye el cortocircuito y mejora la oxigenación<sup>11-14</sup>. Sin embargo, el tratamiento tradicional con ventilación de presión positiva se asocia con un traumatismo de las vías respiratorias superiores y un mayor riesgo de neumonía asociada al ventilador<sup>14-17</sup>.

Aunque ningún estudio ha prestado atención específicamente a las tasas de eficacia y resultados de pacientes con ICC que han sido intubados sobre el terreno, se suscita un debate continuado concerniente a la inocuidad y eficacia de la intubación endotraqueal en un ámbito prehospitalario. Muchos pacientes con EAP conservan el conocimiento, dejando como opciones prehospitalarias más probables la intubación nasotraqueal y farmacológicamente asistida. Por desgracia, la intubación nasotraqueal sobre el terreno es problemática, ya que las tasas de eficacia varían entre un 52 y un 90%; también se ha demostrado una eficacia variable para la intubación asistida farmacológicamente, que sigue siendo controvertida<sup>18-24</sup>.

En un esfuerzo por reducir la necesidad de intubación endotraqueal y evitar las complicaciones asociadas a la ventilación mecánica, están ganando popularidad las estrategias no cruentas de tratamiento del EAP. En los ensayos aleatorizados, controlados efectuados en presión positiva continua de las vías respiratorias (CPAP), se ha demostrado una disminución significativa de la necesidad de intubación endotraqueal y una tendencia hacia una disminución de la mortalidad de pacientes hospitalizados por EAP<sup>12,14,25,26</sup>. Aunque se ha sugerido que el uso prehospitalario de CPAP puede ser beneficioso, hasta la fecha sólo en 2 estudios se ha investigado este concepto. Kallio et al<sup>27</sup> condujeron un estudio retrospectivo, de cohorte en Helsinki, Finlandia. En su serie de 121 pacientes se puso de relieve que la CPAP mejoró la oxigenación y redujo la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica, y, en último término, sólo el 9,9% de pacientes requirió intubación. En un análisis prospectivo de una serie de casos, Kosowsky et al<sup>28</sup> describieron a 19 pacientes que recibieron tratamiento prehospitalario con CPAP. Para estos pacientes, después de la CPAP las saturaciones de oxígeno mejoraron desde una media del 83,3 al 95,4%. Ninguno de los pacientes tratados con el procedimiento requirió intubación sobre el terreno; no obstante, 2 pacientes (10,5%) no toleraron la máscara de CPAP y requirieron intubación al llegar al departamento de urgencias. Aunque en ambos estudios se describen resultados alentadores con la CPAP prehospitalaria,

la ausencia de un grupo de comparación dificulta la interpretación de estos hallazgos. Por esta razón, se trata de determinar el impacto de la CPAP utilizando un diseño no aleatorizado con un grupo de control.

## MÉTODOS

### Diseño del estudio

Se condujo un estudio prospectivo acerca de la eficacia de la CPAP utilizando un diseño no aleatorizado con un grupo de control. Los datos se obtuvieron retrospectivamente a partir de los informes de transporte del SEM, las historias clínicas en el departamento de urgencias y los registros del alta hospitalaria. Los pacientes se reclutaron concurrentemente partiendo de la impresión de EAP sobre el terreno por parte del profesional de la emergencia prehospitalaria responsable. La precisión de la impresión sobre el terreno se evaluó revisando el diagnóstico del alta en el registro hospitalario.

Las variables fisiológicas previas al tratamiento (saturación de oxígeno, frecuencia cardíaca y respiratoria, valoración de la disnea, y presión arterial sistólica y diastólica) se obtuvieron a partir de la primera serie de signos vitales registrados sobre el terreno. Las variables fisiológicas postratamiento se obtuvieron a partir de la serie final de signos vitales determinados antes del traslado del paciente al departamento de urgencias. La valoración de la disnea fue autoevaluada por el paciente usando una escala numérica que fluctuaba del 0 (sin disnea) al 10 (disnea extrema). La mejora del nivel de disnea también se autoevaluó utilizando una escala nominal (sí o no) justo antes del traslado del paciente al departamento de urgencias. Los pacientes valoraron su mejora con referencia al grado percibido de disnea en el momento de la llegada de los SEM al escenario.

El presente estudio incluyó 8 variables clínicamente importantes para la evaluación del tratamiento prehospitalario del EAP, según lo identificado por Welsford y Morrison<sup>29</sup>, y todos los criterios de valoración y variables ajustadas al riesgo recomendados por Keim et al<sup>30</sup>, con la excepción de la tasa de flujo espiratorio máximo, y la sustitución de la escala de disnea con análogos visuales por la escala de disnea verbal.

La intubación endotraqueal fue la variable principal y se determinó como cualquier tentativa de intubación sobre el terreno o la necesidad de intubación en cualquier momento durante la estancia hospitalaria. Las variables secundarias incluyeron la mortalidad, duración de la estancia hospitalaria y cambios de las variables fisiológicas. Todos los pacientes fueron seguidos hasta el alta hospitalaria o la muerte.

### Población y ámbito

Se reclutaron todos los pacientes adultos sucesivos (de 18 años de edad en adelante) trasladados por 2 siste-

TABLA 1. Cálculos de la potencia para las diferencias en los resultados entre tratamiento con CPAP y el de referencia

Variable	CPAP	Tratamiento de referencia	Diferencia	Potencia* (n = 100)
Saturación de oxígeno (cambio medio)	6,2	3,7	2,5	0,940
Frecuencia respiratoria (cambio medio)	-12	-8	-4	0,940
Frecuencia cardíaca (cambio medio)	-16	-12	-4	0,940
Presión arterial sistólica (cambio medio)	-38	-41	3	0,940
Tasa de intubación	0,08	0,39	-0,31	0,999
Tasa de mortalidad	0,101	0,177	-0,076	0,350
Duración de la estancia hospitalaria	9,0	9,5	-0,5	0,093

CPAP: presión positiva continua de las vías respiratorias.

\* $\alpha = 0,05$ .

mas SEM participantes entre el 1 de julio de 2004 y el 30 de junio de 2005, con un diagnóstico sobre el terreno de edema pulmonar cardiogénico agudo. Los individuos del estudio del grupo CPAP fueron pacientes transportados por un sistema SEM del gobierno con un volumen anual de llamadas de alrededor de 30.000 y con un tiempo medio de respuesta urgente de 8 min. Antes del presente estudio, la CPAP se había utilizado en este sistema durante 1 año. Los pacientes fueron transportados a uno de los 2 hospitales participantes del condado. Un hospital es un centro de traumatología de nivel 1 con 801 camas y 38 camas del departamento de urgencias, y un volumen anual de 64.000 visitas al departamento de urgencias. El segundo hospital tiene 906 camas y 45 camas del departamento de urgencias, con un volumen anual de 80.000 visitas al departamento de urgencias.

Los individuos de control fueron los pacientes transportados por un segundo sistema de SEM con una demografía similar al primero. Este sistema también es un SEM del gobierno, con una respuesta escalonada que comparte unas fronteras comunes con el sistema SEM de intervención. El volumen anual de llamadas es de alrededor de 36.000, con un tiempo medio de respuesta urgente de 7,5 min. Los pacientes fueron transportados a uno de los 2 hospitales participantes. El primer hospital es un centro de traumatología de nivel 2 con 529 camas y un volumen anual de 65.000 visitas al departamento de urgencias. El segundo hospital tiene 220 camas y un volumen anual de 44.000 visitas al departamento de urgencias.

### Committee for the Protection of Human Subjects

La aprobación del Comité de Revisión Institucional del presente estudio se obtuvo de la Western Carolina University y de cada uno de los hospitales receptores de pacientes. El Comité de Revisión Institucional concedió una exención del consentimiento informado.

### Protocolo experimental

Los pacientes del grupo de control fueron tratados de acuerdo con los algoritmos preexistentes de trata-

miento de los pacientes, incluido el uso de oxígeno, un acceso intravenoso, electrocardiografía, nitroglicerina, morfina y furosemida. De acuerdo con los protocolos preexistentes, los pacientes del grupo CPAP recibieron un tratamiento similar al del grupo de control pero con la adición de ésta. La CPAP se administró usando el sistema Caradyne Whisperflow System (Caradyne Limited, Galway, Irlanda). El sistema incluye un generador de flujo de oxígeno con una tasa de flujo variable de 0-140 l/min y una fracción variable de oxígeno inspirado ( $FiO_2$ ) del 35-95%. El flujo se distribuye a través de un circuito de un ventilador desechable a una máscara hermética blanda con una válvula de resistencia ajustada para mantener una CPAP de 10  $cmH_2O$ . El operador ajusta el flujo y la  $FiO_2$  según la tolerancia, pulsioximetría y disnea. De acuerdo con los protocolos preexistentes, la intolerancia a la máscara facial o cualquier deterioro del estado mental, de los signos vitales o del grado de disnea se mencionaron en el control médico y se trataron apropiadamente, incluida la suspensión de la CPAP y/o de la intubación endotraqueal.

### Tamaño de la muestra y potencia

La variable primaria fue la diferencia en las tasas de intubación endotraqueal. Puesto que no se dispone de artículos publicados apropiados acerca de las tasas de intubación entre pacientes visitados en un medio prehospitalario tratados con CPAP, los cálculos de la potencia se basaron en pacientes hospitalizados. Utilizando los datos combinados entre pacientes hospitalizados, provenientes de los estudios de Bersten et al<sup>6</sup>, Lin et al<sup>10</sup> y Takeda et al<sup>31</sup>, para las tasas de intubación los cálculos de la potencia se basaron en una tasa de intubación del 8% para pacientes tratados con CPAP y una tasa del 39% para los no tratados con este procedimiento. Las variables secundarias incluyeron las diferencias en la mortalidad, en la duración de la estancia hospitalaria y los cambios de las variables fisiológicas. Los cálculos de la potencia para la duración de la estancia hospitalaria se basaron en los hallazgos del estudio de Lin et al<sup>10</sup>, y los cálculos de la potencia para la mortalidad se basaron en los datos combinados del estudio de Pang et al<sup>14</sup>. Para las diferencias en el cambio medio de la saturación de oxígeno, frecuencia respirato-

ria, presión arterial sistólica y frecuencia cardíaca, los cálculos de la potencia se basaron en los hallazgos del estudio de Crane et al<sup>32</sup> (tabla 1). Cuando los autores no documentaron lo suficiente las desviaciones estándar a partir de estos estudios, con el objetivo de calcular la potencia, se estableció que la desviación estándar era igual al doble que la diferencia media observada.

En el grupo CPAP y en el grupo de control, una muestra de 100 individuos proporcionaba la potencia suficiente para probar las variables primarias de interés.

## Métodos analíticos

Todos los datos se introdujeron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (Microsoft Co., Redmond, WA) y, más tarde, se importaron a los programas SPSS 11.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) y SAS 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC) para su análisis. Todos los análisis estadísticos fueron de 2 colas; la significación estática se estableció con un valor de  $p \leq 0,05$ .

Todas las variables demográficas, características basales y variables del tratamiento determinadas en una escala de intervalo se examinaron para su equivalencia entre el grupo CPAP y el de control usando una prueba de la *t* de Student o, cuando las variables no tuvieron una distribución normal, la prueba de la suma con rangos de Mann-Whitney.

Entre el grupo CPAP y el de control, se efectuó una comparación univariada de las variables (tasa de intubación, tasa de mortalidad, duración de la estancia hospitalaria, mejora de la disnea referida por el paciente y cambios medios de las variables fisiológicas) usando una prueba de la *t*, una prueba de la suma con rangos de Mann-Whitney, una prueba de la  $\chi^2$  con una correc-

ción de Yates o una prueba exacta de Fisher según fue apropiado. Las frecuencias se calcularon para las variables de complicación de la CPAP—distensión gástrica, vómitos, hipotensión e intolerancia a la máscara.

Para examinar el impacto de la CPAP en la mortalidad y la necesidad de intubación se utilizó una regresión logística binaria al mismo tiempo que se efectuaba un control para otras variables pronósticas de confusión potencial. Todas las variables pronósticas potenciales se introdujeron en el modelo de regresión utilizando un procedimiento de adición de variables una a una basado en el cociente de probabilidad, y en el modelo final se conservaron todas las variables estadísticamente significativas. Se desarrolló un segundo modelo de regresión logística utilizando la serie de datos limitados al subgrupo de pacientes con un diagnóstico de alta de EAP.

La duración de la estancia hospitalaria se modeló usando métodos de análisis de supervivencia de Kaplan-Meier estratificando a los pacientes por grupos de tratamiento con CPAP comparado con sin él. Las diferencias entre grupos se evaluaron utilizando el estadístico de Wilcoxon. Se efectuó un análisis de supervivencia adicional con un modelado de la duración de la estancia hospitalaria usando el modelo de riesgos proporcionales de Cox para controlar las variables pronósticas de potencial confusión.

## RESULTADOS

Entre el 1 de julio de 2004 y el 30 de junio de 2005, 215 pacientes recibieron un diagnóstico de EAP sobre el terreno y se reclutaron en el estudio. De ellos, en último término, en 52 (24%) se estableció un diagnóstico de alta hospitalaria diferente de EAP (tabla 2). Debido a los posibles efectos de confusión de un diagnóstico erróneo, los datos se analizaron para todos los pacientes según el principio de la intención de tratar y después se repitieron en el subgrupo de pacientes con EAP confirmado.

De los 215 pacientes reclutados, 120 (55,8%) recibieron CPAP. Para pacientes con EAP confirmado, los grupos de estudio no fueron significativamente diferentes en las características basales, con la excepción de la edad y la puntuación de disnea pretratamiento. El grupo CPAP era más joven (70,9 frente a 75,3 años;  $p = 0,05$ ) y refirió una mayor puntuación de disnea (8,68 frente a 7,67;  $p = 0,01$ ) que el grupo de control. Cuando se incluyeron todos los pacientes, hubo un mayor grado de disimilitud entre el grupo de control y el de CPAP. En el grupo CPAP los pacientes tuvieron tendencia a ser más jóvenes (70,1 frente a 73,9 años;  $p = 0,03$ ) pero mencionaron un mayor grado de disnea según lo determinado por su puntuación (8,84 frente a 7,47;  $p = 0,00$ ). Además, la frecuencia respiratoria basal (33,47 frente a 28,01 respiraciones/min;  $p = 0,00$ ) y la presión arterial sistólica (180,6 frente a 163,8 mmHg;  $p = 0,00$ )

TABLA 2. Diagnósticos finales de pacientes con un diagnóstico erróneo establecido por los servicios médicos de urgencias

Diagnóstico	CPAP		Control	
	N	%	N	%
Insuficiencia respiratoria aguda	2	9,5	2	6,5
Anemia	0	0,0	1	3,2
Fibrilación auricular	1	4,8	0	0,0
Bronquitis	1	4,8	1	3,2
Cáncer	1	4,8	2	6,5
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	11	52,3	10	32,3
Hipotermia	0	0,0	1	3,2
Lupus	0	0,0	1	3,2
Infarto de miocardio	2	9,5	0	0,0
Neumonía	3	14,3	9	29,1
Neumotórax	0	0,0	1	3,2
Embolia pulmonar	0	0,0	1	3,2
Septicemia	0	0,0	1	3,2
Otros	0	0,0	1	3,2
Total	21	100	31	100

CPAP: presión positiva continua de las vías respiratorias.

TABLA 3. Análisis univariado de las características basales y el tratamiento

	Todos los pacientes			Todos los pacientes con edema pulmonar confirmado		
	CPAP	Control	p	CPAP	Control	p
<b>Características basales</b>						
Número	120	95		90	64	
Edad (años)	70,12	73,92	0,034	70,90	75,30	0,048
Sexo (% de varones)*	42,50	37,9	0,587	45,55	34,37	0,221
Frecuencia respiratoria pretratamiento (resp/min)	33,47	28,01	0,000	33,69	28,83	0,694
Frecuencia cardíaca pretratamiento (lat/min)	108,57	105,87	0,403	107,10	105,44	0,664
Presión arterial sistólica pretratamiento (mm Hg)	180,63	163,76	0,003	182,72	170,71	0,054
Presión arterial diastólica pretratamiento (mmHg)	100,49	92,08	0,033	101,07	96,17	0,285
Saturación de oxígeno pretratamiento (%)*	85,78	86,18	0,586	85,44	87,13	0,392
Puntuación escala de coma de Glasgow pretratamiento*	14,55	13,93	0,739	14,64	13,88	0,821
Puntuación disnea pretratamiento*	8,84	7,47	0,000	8,68	7,67	0,011
<b>Características del tratamiento</b>						
Tiempo medio prehospitalario (min)	31,54	29,62	0,077	31,56	29,06	0,082
Furosemida prehospitalaria*						
Pacientes receptores (%)*	47,50	91,57	0,000	54,44	90,62	0,000
Dosis media (mg)*	45,79	62,84	0,005	45,31	63,64	0,008
Morfina prehospitalaria						
Pacientes receptores (%)*	19,16	16,84	0,794	22,22	20,31	0,932
Dosis media (mg)*	1,22	5,00	0,000	1,30	5,38	0,000
Nitroglicerina prehospitalaria						
Pacientes receptores (%)*	52,50	74,73	0,001	55,55	76,56	0,012
Dosis media (mg)*	0,62	0,44	0,000	0,62	0,44	0,000
Tiempo medio de CPAP (min)	16,31			16,40		

CPAP: presión positiva continua de las vías respiratorias.

\*Analizado usando pruebas no paramétricas.

y diastólica (100,4 frente a 92,0 mm Hg;  $p = 0,03$ ) fueron altas comparado con el grupo de control. En la tabla 3 se resumen las características basales de la población del estudio.

Medido como el tiempo entre la llegada del SEM sobre el terreno y la llegada al dEAPrtamiento de urgencias, el tiempo prehospitalario medio fue similar entre ambos grupos. Durante este tiempo, los pacientes recibieron el tratamiento de referencia que consistió en la administración de oxígeno, electrocardiografía, implantación de un acceso intravenoso, nitroglicerina sublingual, y furosemida y sulfato de morfina intraveno-

sos. Aunque el porcentaje de pacientes que recibieron morfina fue similar entre ambos grupos, en el grupo de control una mayor proporción recibió, como mínimo, una dosis de furosemida y nitroglicerina más que en el grupo CPAP. Además, la dosis media de furosemida y morfina fue más alta en el grupo de control, mientras que la dosis media de nitroglicerina fue más alta en el grupo CPAP. Las características del tratamiento se resumen en la tabla 3.

La duración media de la CPAP prehospitalaria fue de  $16,31 \pm 9,12$  min. De los 120 pacientes que recibieron CPAP, 23 (19%) presentaron intolerancia a la más-

TABLA 4. Análisis univariado de los resultados según el modo de tratamiento

	Todos los pacientes			Todos los pacientes con edema pulmonar confirmado		
	CPAP	Control	p	CPAP	Control	p
Intubación, sólo sobre el terreno (%)*	4,20	7,36	0,483	0,00	9,37	0,011
Intubación, en cualquier momento (%)*	8,92	25,26	0,003	6,66	28,12	0,001
Mortalidad (%)*	5,35	23,15	0,000	5,55	25,00	0,001
Duración media de la estancia hospitalaria (días)*	5,58	7,66	0,755	5,36	7,19	0,989
Cambio medio de la saturación de oxígeno (%)*	5,66	8,17	0,273	6,05	6,98	0,714
Cambio medio de la frecuencia respiratoria (resp/min)*	-4,55	-1,81	0,001	-4,63	-2,34	0,015
Cambio medio de la frecuencia cardíaca (lat/min)*	-4,77	0,82	0,013	-5,57	-0,619	0,019
Cambio medio de la presión arterial diastólica (mmHg)*	-15,11	-14,00	0,321	-14,85	-15,85	0,514
Cambio medio de la puntuación de la disnea*	-2,11	-1,36	0,008	-2,25	-1,28	0,011
Mejora referida por el paciente (%)*	70,00	67,36	0,791	74,44	65,62	0,314

CPAP: presión positiva continua de las vías respiratorias.

\*Analizado usando pruebas no paramétricas.

TABLA 5. Resultados del modelo de regresión logística para la intubación

Parámetro	Estimación (B)	OR	p	IC del 95%
Todos los pacientes <sup>a</sup>				
Saturación de oxígeno pretratamiento	-0,048	0,953	0,006	0,920, 0,987
CPAP <sup>b</sup>	1,398	4,045	0,002	1,644, 9,951
Frecuencia cardíaca pretratamiento	0,041	1,042	0,000	1,020, 1,064
Constante	-3,016	0,049	0,100	
Pacientes con edema pulmonar confirmado <sup>b</sup>				
Saturación de oxígeno pretratamiento	-0,077	0,926	0,005	0,877, 0,977
CPAP <sup>b</sup>	1,437	4,210	0,037	1,088, 16,282
Frecuencia respiratoria pretratamiento	-0,095	0,910	0,030	0,835, 0,991
Constante	6,700	812,559	0,015	

CPAP: presión positiva continua de las vías respiratorias; IC: intervalo de confianza; OR: *odds ratio*.

<sup>a</sup>La precisión de la predicción del modelo es del 83,9%; -2 logaritmo de probabilidad = 141,82; modelo de  $\chi^2 = 31,18$ ; p = 0,000.

<sup>b</sup>La OR representa el riesgo de intubación asociado con la falta de utilización de la CPAP.

<sup>c</sup>La precisión de la predicción del modelo es del 88,9%; -2 logaritmo de probabilidad = 71,29; modelo de la  $\chi^2 = 22,07$ ; p = 0,000.

cara. No obstante, sólo se requirió la suspensión del procedimiento en un paciente (0,8%). Desarrollaron hipotensión (presión arterial sistólica < 90 mmHg) 4 pacientes (3,3%) y 2 pacientes (1,6%) presentaron distensión gástrica.

Entre los pacientes del grupo de control, 29 (20,0%) recibieron CPAP en el departamento de urgencias, y 3 pacientes adicionales (3,15%) se sometieron al procedimiento durante la estancia hospitalaria para un total de 22 pacientes (23,15%) que, en último término, recibieron CPAP en el hospital. De éstos, por último, 3 pacientes requirieron intubación hospitalaria. En el grupo de control, durante la estancia hospitalaria, 21 pacientes adicionales, que no recibieron CPAP, requirieron intubación. En conjunto, recibieron CPAP y/o intubación durante su estancia hospitalaria el 45,2% de pacientes del grupo de control.

Cuando se consideraron todos los pacientes, 24 (25,26%) del grupo de control requirieron intubación frente a 10 (8,92%) del grupo de tratamiento (p = 0,003). De éstos, 7 (7,36%) de los pacientes del grupo de control requirieron intubación sobre el terreno frente a 5 (4,20%) del grupo CPAP (p = 0,483). Del subgrupo de

pacientes con EAP confirmado, ninguno de los tratados con CPAP requirió intubación sobre el terreno frente a 6 (9,37%) del grupo de control (p = 0,011), y 18 (28,12%) de los pacientes de este grupo requirieron intubación en algún momento durante su tratamiento frente a 6 (6,66%) del grupo CPAP (p = 0,001). En la tabla 4 se resumen las tasas de intubación.

En la tabla 5 se muestran los coeficientes de regresión logística para la intubación. Todas las variables basales pertinentes, al igual que los totales de la administración de fármacos de la tabla 3, se sometieron a un procedimiento de adición de variables una a una para aumentar al máximo el valor del cociente de probabilidad. Las variables basales y de tratamiento conservadas en el modelo final incluyeron la saturación de oxígeno pretratamiento (*odds ratio* [OR]: 0,953; intervalo de confianza [IC] del 95%, 0,920-0,987), frecuencia cardíaca pretratamiento (OR: 1,042; IC del 95%, 1,020-1,064) y sin tratamiento CPAP (OR: 4,045; IC del 95%, 1,644-9,951), según el principio de la intención de tratar. Para el subgrupo con EAP confirmado, en pacientes que no recibieron CPAP se identificó una OR para la intubación de 4,21 (IC del 95%, 1,088-16,282). La saturación de

TABLA 6. Resultados del modelo de regresión logística para la mortalidad

Parámetro	Estimación (B)	OR	p	IC del 95%
Todos los pacientes <sup>a</sup>				
Saturación de oxígeno pretratamiento	-0,057	0,944	0,016	0,902, 0,989
CPAP <sup>b</sup>	2,013	7,487	0,003	1,963, 28,547
Edad	0,078	1,081	0,004	1,025, 1,141
Dosis total de nitroglicerina	-3,959	0,019	0,015	0,001, 0,464
Constante	-3,480	0,031	0,144	
Pacientes con edema pulmonar confirmado <sup>c</sup>				
CPAP <sup>b</sup>	2,040	7,693	0,011	1,591, 37,208
Edad	0,069	1,071	0,025	1,009, 1,138
Dosis total de nitroglicerina	-3,974	0,019	0,032	0,000, 0,709
Constante	-7,539	0,001	0,002	

CPAP: presión positiva continua de las vías respiratorias; IC: intervalo de confianza; OR: *odds ratio*.

<sup>a</sup>La precisión de la predicción del modelo es del 90,2%; -2 logaritmo de probabilidad = 77,87; modelo de la  $\chi^2 = 31,14$ ; p = 0,000.

<sup>b</sup>La OR representa el riesgo de mortalidad asociado con la falta de utilización de la CPAP.

<sup>c</sup>La precisión de la predicción del modelo es del 88,9%. -2 logaritmo de probabilidad = 59,45; modelo de la  $\chi^2 = 22,17$ ; p = 0,000.

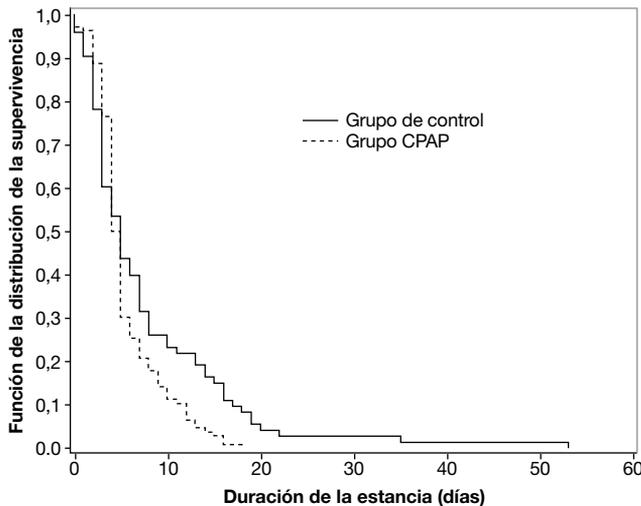


FIGURA 1. Curva de Kaplan-Meier de la duración de la estancia hospitalaria para supervivientes, estratificada por grupo de tratamiento. CPAP: presión positiva continua de las vías respiratorias.

oxígeno pretratamiento (OR: 0,926; IC del 95%, 0,877-0,977) y la frecuencia respiratoria pretratamiento (OR: 0,910; IC del 95%, 0,835-0,991) también fueron factores pronósticos significativos de la intubación.

En el grupo CPAP la tasa de mortalidad global fue del 5,35%, significativamente más baja que la tasa del 23,15% observada en el grupo de control ( $p = 0,000$ ). Entre pacientes con un diagnóstico confirmado de EAP, la tasa de mortalidad fue del 5,55% en el grupo CPAP y del 25,00% en el grupo de control ( $p = 0,001$ ). En la tabla 4 se resumen las tasas de mortalidad.

Utilizando una regresión logística para el control de las diferencias en las variables fisiológicas basales y de tratamiento, según el principio de la intención de tratar, la OR global de mortalidad fue de 7,48 (IC del 95%, 1,963-28,547) para todos los pacientes que no se trataron con CPAP y de 7,69 (IC del 95%, 1,591-37,208) para pacientes con EAP confirmado que no recibieron CPAP. La edad fue un factor pronóstico significativo de mortalidad para todos los pacientes (OR: 1,081; IC del 95%, 1,025-1,141) y para el subgrupo con EAP confirmado (OR: 1,071; IC del 95%, 1,009-1,138). La dosis de nitroglicerina total administrada en el medio prehospitalario también fue un factor pronóstico de mortalidad para todos los pacientes (OR: 0,019; IC del 95%, 0,001-0,464), al igual que para el subgrupo con EAP confirmado (OR: 0,019; IC del 95%, 0,000-0,709). La saturación de oxígeno pretratamiento fue un marcador significativo de la mortalidad en conjunto (OR: 0,944; IC del 95%, 0,902-0,989), pero no fue significativa cuando se limitó al subgrupo de pacientes con EAP confirmado. En la tabla 6 se proporcionan los coeficientes del modelo de regresión para la mortalidad.

De todos los pacientes que sobrevivieron, la duración media de la estancia hospitalaria fue de 5,58 días en el grupo CPAP frente a 7,66 días en el grupo de control

( $p = 0,755$ ). De los supervivientes con un diagnóstico del alta de EAP, la duración media de la estancia fue de 5,36 días en el grupo CPAP y de 7,19 días en el grupo de control ( $p = 0,989$ ) (tabla 4). La curva de Kaplan-Meier de la duración de la estancia hospitalaria de los supervivientes, estratificada por grupo de tratamiento, no reveló diferencias entre grupos ( $p = 0,75$ ). En la figura 1 se proporciona la curva de Kaplan-Meier. Usando un modelo de riesgos proporcionales de Cox, después de un control para las diferencias en las variables fisiológicas basales y de tratamiento, no fue evidente ninguna diferencia estadísticamente significativa de la duración de la estancia hospitalaria.

## DISCUSIÓN

Se identificaron diferencias sustanciales en los resultados de la presente comparación prospectiva de tratamiento con CPAP y convencional del EAP prehospitalario. Cuando se efectuó un control para las diferencias en las variables fisiológicas basales y la administración prehospitalaria de fármacos, el uso de CPAP se asoció con una tasa de intubación sustancialmente más baja. La intubación se efectuó en el 25,26% de pacientes de control frente al 8,92% de los tratados con CPAP para una reducción del riesgo absoluto del 16,34%. Si la CPAP sola fue la causa de esta diferencia, sería necesario tratar con CPAP para prevenir una intubación a 6 pacientes con un supuesto EAP. De forma parecida, la mortalidad fue del 23,15% en el grupo de control comparado con el 5,35% en el grupo CPAP, lo que deparó una reducción del riesgo absoluto del 17,8% y un número necesario a tratar de 6 para prevenir una muerte. Aunque no se dispone de estudios en un ámbito prehospitalario con grupos de control con los que comparar los hallazgos del presente estudio, en los artículos publicados acerca de pacientes hospitalizados se ha revelado que la CPAP disminuye la necesidad de intubación en un 26% y reduce la mortalidad en un 6,6%<sup>14</sup>. No obstante, las disimilitudes en las poblaciones de pacientes hospitalizados y las prehospitalarias hacen problemática una comparación directa. Aunque el diseño del presente estudio no permite atribuir definitivamente estos hallazgos al uso exclusivo de CPAP, estos resultados son alentadores. Consideramos que cualquier disminución de la necesidad de intubación es, en sí mismo, un hallazgo positivo dada la preocupación reciente de las tasas de eficacia y las complicaciones cuando se practica este procedimiento sobre el terreno<sup>33-40</sup>. Incluso para pacientes que, en último término, requieren intubación, la CPAP puede servir de medida temporal hasta que se les traslada al departamento de urgencias donde las vías respiratorias pueden tratarse en un entorno más controlado.

A pesar de las diferencias en las tasas de mortalidad y de intubación, la CPAP mejoró la mayor parte de variables fisiológicas, incluidas las puntuaciones de disnea,

hasta un mayor grado que el tratamiento convencional. La excepción fue la saturación de oxígeno. Al igual que los hallazgos de Crane et al<sup>32</sup> y Moritz et al<sup>41</sup>, los datos del presente estudio no demuestran una mejora estadísticamente significativa de la oxigenación en comparación con el tratamiento de referencia. Se ofrecen 2 posibles explicaciones para este hallazgo. La primera concierne al momento de la reevaluación. En el estudio de Moritz et al<sup>41</sup>, la saturación de oxígeno se determinó a los 30 min, y aun cuando hubo una mejora significativa de los otros parámetros fisiológicos, dicho parámetro no mejoró significativamente. De forma parecida, Crane et al<sup>32</sup> mencionaron que la saturación de oxígeno fue significativamente más baja en el grupo CPAP comparado con el de control a los 10, 20 y 30 min después de la asignación aleatoria, pero esta disparidad desapareció a los 60 min. Es posible que las mejoras de la saturación de oxígeno vayan a la zaga de las otras variables fisiológicas. Dado el tiempo medio de tratamiento con CPAP de 16 min en los pacientes del presente estudio, es posible que las saturaciones de oxígeno no hubieran tenido tiempo de alcanzar una meseta en el grupo tratado con el procedimiento. La segunda explicación verosímil del menor aumento de la saturación de oxígeno es la menor FiO<sub>2</sub> distribuida con la CPAP. El 80% de pacientes de control recibió oxígeno a través de una máscara de tipo Venturi que, en último término, se retiró y se reemplazó por la CPAP. La unidad de CPAP usada en el presente estudio se caracteriza por un control no graduado que varía la FiO<sub>2</sub> desde el 35 al 95% y se ajustó en respuesta a la saturación de oxígeno del paciente. Sólo los pacientes a los que se subministró la máxima FiO<sub>2</sub> permitida por el dispositivo recibieron concentraciones de oxígeno similares a las del grupo de control. En consecuencia, las concentraciones de oxígeno distribuidas habrían sido más bajas en el grupo CPAP.

Comparado con el grupo de control, en el grupo CPAP la duración de la estancia hospitalaria fue casi 2 días más breve, aunque esta diferencia no alcanzó significación estadística. La mayor parte de comparaciones previas también han deparado una tendencia hacia una disminución de la estancia hospitalaria, pero no han tenido la potencia suficiente para detectar un efecto estadísticamente significativo. Se considera que los resultados del presente estudio adolecen de una falta de potencia similar.

Con el uso de CPAP se identificaron muy pocas complicaciones. En los pacientes del presente estudio la máscara hermética blanda usada para la distribución de CPAP fue particularmente bien tolerada. Se identificó intolerancia a la máscara en 23 (19%) de los pacientes del presente estudio, y sólo en 1 (0,83%) fue suficientemente significativa para justificar la suspensión del tratamiento. Estos hallazgos coinciden con los de Kallio et al<sup>27</sup>, que describieron un solo caso de intolerancia a la máscara que requirió la suspensión del tratamiento en su serie de 110 pacientes. Coincidiendo

con las investigaciones previas que describen una baja incidencia de hipotensión, la presión arterial sistólica sólo disminuyó hasta 90 mmHg en 4 (3,3%) de los pacientes del presente estudio<sup>4,27,28,41</sup>.

Además de los beneficios potenciales de la CPAP en la supervivencia a corto plazo, los datos del presente estudio también revelaron una asociación negativa entre el tratamiento con nitratos y la mortalidad. La administración de nitratos fue independientemente significativa en el modelo de regresión logística de mortalidad (OR: 0,019). En comparación, no se identificó un beneficio evidente de la morfina y la furosemida. A pesar de que en la muestra del presente estudio el número de pacientes que recibió estos fármacos fue reducido, los resultados son similares a las investigaciones previas en EAP prehospitalario. Bertini et al<sup>42</sup> documentaron una OR de mortalidad de 0,29 (IC del 95%, 0,09-0,97) para pacientes tratados con nitroglicerina en una serie de 640 pacientes, pero no identificaron beneficios de la furosemida o la morfina. De forma parecida, Hoffman y Reynolds<sup>43</sup> compararon diversas pautas farmacológicas prehospitalarias y llegaron a la conclusión de que la nitroglicerina fue beneficiosa, mientras que la furosemida y la morfina no produjeron un efecto aditivo cuando se combinaron con nitroglicerina y, en ocasiones, fueron perjudiciales. En pacientes de un departamento de urgencias, Sacchetti et al<sup>44</sup> documentaron que la dosis más alta de nitroglicerina redujo la necesidad de intubación pero revelaron que la administración de morfina se tradujo en mayores tasas de intubación y mayores tasas de ingreso en la unidad de cuidados intensivos. Al igual que en otros estudios, no identificaron un efecto positivo de la furosemida. Aunque el diseño del presente estudio no permite alcanzar conclusiones claras acerca de la eficacia de la morfina y la furosemida, teniendo en cuenta los resultados de las investigaciones previas, los beneficios de estos fármacos siguen siendo dudosos.

## LIMITACIONES

Es difícil relacionar un breve período de CPAP en un contexto prehospitalario con la mortalidad varios días o semanas más tarde. Los hallazgos del presente estudio están limitados por la ausencia de aleatorización y las dificultades de cuantificar con precisión la gravedad de la enfermedad usando sólo los datos clínicos disponibles en un ámbito prehospitalario. En consecuencia, la capacidad para controlar la gravedad de la enfermedad es imperfecta y en la serie de datos del presente estudio surgió cierto grado de variación. En el grupo de control los pacientes tuvieron tendencia a ser de mayor edad, mientras que en el grupo CPAP se observó un mayor grado de disnea según lo revelado por la mayor frecuencia respiratoria basal, mayores valores de presión arterial y mayor puntuación de disnea pretratamiento. Además, las determinaciones de

la presión arterial y la frecuencia respiratoria se evaluaron manualmente y con una fiabilidad desconocida. Previamente se han descrito las imprecisiones en la determinación de la presión arterial debido al ruido de la ambulancia<sup>45</sup>. No está claro cómo estas limitaciones de las evaluaciones físicas y de las variaciones de las características basales podrían haber afectado a los hallazgos del presente estudio. Aunque el tamaño de la muestra fue suficiente para evaluar las variables primarias, se careció de la potencia estadística para detectar diferencias en la duración de la estancia hospitalaria. Aunque el presente estudio según su diseño no habría tenido la potencia suficiente para detectar una diferencia absoluta del 7,6% en la tasa de mortalidad, la diferencia real en la mortalidad fue sustancialmente mayor y alcanzó significación estadística.

En el presente estudio la selección de pacientes dependió de la precisión de los profesionales de la emergencia prehospitalaria para identificar correctamente a los que tenían edema pulmonar. El diagnóstico paramédico de EAP coincidió con el diagnóstico final del alta en el 76% de los casos, y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y la neumonía representaron con más frecuencia los procesos diagnosticados por error. Esto coincide con los informes previos de tasas falsas positivas del 11-32% de los servicios paramédicos, que también refirieron enfermedad pulmonar obstructiva crónica y disnea asociada a neumonía como procesos confundidos de modo más habitual con EAP<sup>9,27,28,43,46-48</sup>. En el estudio de Kallio et al<sup>27</sup>, en el que médicos que forman parte sistemáticamente del personal de las ambulancias en Helsinki, Finlandia, establecieron los diagnósticos sobre el terreno, la tasa de falsos positivos del 31% documentada destaca la dificultad de diagnosticar el EAP en un contexto prehospitalario, partiendo de la presentación clínica exclusiva. Naturalmente, no es de esperar que la precisión diagnóstica del personal paramédico supere la de los médicos que trabajan sobre el terreno en circunstancias similares. En consecuencia, dadas las imprecisiones bien conocidas de los signos clínicos para diagnosticar la ICC y la dificultad para diferenciarla de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, probablemente es inevitable cierto grado de diagnóstico erróneo prehospitalario<sup>46,49,50</sup>.

En el presente estudio también podría haberse introducido un sesgo de muestreo porque sólo se incluye a los pacientes diagnosticados de EAP por paramédicos sobre el terreno. No se hicieron esfuerzos por identificar a cualquier paciente con un diagnóstico definitivo de EAP no diagnosticado por los paramédicos y, por lo tanto, no se reclutaron en el estudio. Esta limitación da lugar a una subestimación de la utilidad real de la CPAP porque algunos de los pacientes con EAP no reconocido podrían haberse beneficiado del procedimiento. Sin embargo, la introducción de la CPAP en cualquier sistema de SEM probablemente incluirá algún grado de diagnóstico erróneo por parte de los

profesionales de la emergencia prehospitalaria. La tasa de falsos positivos del 24% del presente estudio coincide con las tasas documentadas previamente de diagnósticos erróneos y, aunque no se evalúa nuestra tasa de diagnósticos falsos negativos, no hay razones para creer que sea sustancialmente diferente de otros sistemas urbanos de SEM. Por lo tanto, se considera que los hallazgos del presente estudio son consecuentes con el beneficio predecible de la CPAP cuando se implementa en otros ámbitos clínicos. Con la excepción de la adición de CPAP, los protocolos de tratamiento del edema pulmonar de los sistemas SEM participantes fueron prácticamente idénticos. Sin embargo, fue evidente cierta variación en el tratamiento entre el grupo CPAP y el de control. Una mayor proporción de pacientes del grupo de control recibió furosemida y nitroglicerina que en el grupo CPAP. Aunque la dosis total media de nitroglicerina fue más alta en el grupo CPAP, éste recibió sustancialmente menos furosemida y morfina que el grupo de control. Además, la unidad de CPAP usada en el presente estudio proporcionaba un flujo por litro y una FiO<sub>2</sub> variable continuamente. No fue posible identificar la tasa precisa de flujo o la concentración de oxígeno distribuida, y es posible que algunos pacientes recibieran tasas de flujo y concentraciones de oxígeno mayores que otros.

Los pacientes del presente estudio fueron transportados a 4 hospitales diferentes donde el tratamiento continuado no habría sido uniforme. Se ha demostrado que el tratamiento de pacientes con ICC varía considerablemente entre instituciones y entre médicos, con la consiguiente variabilidad de los resultados<sup>51</sup>. A pesar de que los hospitales del presente estudio eran similares, no tratamos de controlar las posibles variaciones del tratamiento hospitalario. Es probable que los beneficios de la CPAP obtenidos en el presente estudio no sean independientes por completo de las variaciones del tratamiento hospitalario.

## CONCLUSIONES

A pesar de las limitaciones metodológicas del diseño del presente estudio, los resultados son alentadores. Para pacientes prehospitalarios con un supuesto EAP, los del grupo de tratamiento con CPAP se caracterizaron por una menor mortalidad y una menor tasa de intubación endotraqueal. Además, comparado con el grupo de control, el grupo CPAP demostró un mayor grado de mejora en la mayor parte de variables fisiológicas, incluida la puntuación de disnea. También se pudo confirmar la asociación positiva entre la administración prehospitalaria de nitroglicerina y la mortalidad descrita en los estudios previos. No obstante, estos resultados son preliminares y se requieren ensayos aleatorizados adicionales para evaluar íntegramente el impacto de la CPAP en el tratamiento prehospitalario del EAP. Dichos estudios deben efectuar un control

para las diferencias del tratamiento hospitalario, evaluar el papel de los nitratos y otros fármacos cuando se administran en combinación con la CPAP y deben tener la potencia suficiente para detectar cualquier diferencia significativa en la duración de la estancia hospitalaria.

## Bibliografía

1. Maio RF, Garrison HG, Spaite DW, et al. Emergency medical services outcomes project I (EMSOP I): prioritizing conditions for outcomes research. *Ann Emerg Med.* 1999;33:423–32.
2. American Heart Association. 2005 Heart and Stroke Statistical Update. Dallas, TX: American Heart Association, 2005.
3. Wilkes MS, Middlekauff H, Hoffman JR. Heart failure: part I. First hospitalization and post-hospital care. *West J Med.* 1999;170:268–73.
4. Park M, Sangean MC, Volpe M de S, et al. Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure, and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Crit Care Med.* 2004;32:2407–15.
5. Rasanen J, Heikkila J, Downs J, Nikki P, Vaisanen I, Viitanen A. Continuous positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Am J Cardiol.* 1985;55:296–300.
6. Bersten AD, Holt AW, Vedig AE, Skowronski GA, Baggoley CJ. Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. *N Engl J Med.* 1991;325:1825–30.
7. Peacock WF, Allegra J, Ander D, et al. Management of acute decompensated heart failure in the emergency department. *Congest Heart Fail.* 2003;(suppl 1):3–18.
8. Philbin EF, McCullough PA, DecGW, DiSalvo TG. Length of stay and procedure utilization are the major determinants of hospital charges for heart failure. *Clin Cardiol.* 2001;24:56–62.
9. Tresch DD, Dabrowski RC, Fioretti GP, Darin JC, Brooks HL. Out-of-hospital pulmonary edema: diagnosis and treatment. *Ann Emerg Med.* 1983;12:533–7.
10. Lin M, Yang YF, Chiang HT, Chang MS, Chiang BN, Cheitlin MD. Reappraisal of continuous positive airway pressure therapy in acute cardiogenic pulmonary edema. Short-term results and long-term follow-up. *Chest.* 1995;107:1379–86.
11. Katz JA, Marks JD. Inspiratory work with and without continuous positive airway pressure in patients with acute respiratory failure. *Anesthesiology.* 1985;63:598–607.
12. Naughton MT, Rahman MA, Hara K, Floras JS, Bradley TD. Effect of continuous positive airway pressure on intrathoracic and left ventricular transmural pressures in patients with congestive heart failure. *Circulation.* 1995;91:1725–31.
13. Gherini S, Peters RM, Virgilio RW. Mechanical work on the lungs and work of breathing with positive end-expiratory pressure and continuous positive airway pressure. *Chest.* 1979;76:251–6.
14. Pang D, Keenan SP, Cook DJ, Sibbald WJ. The effect of positive pressure airway support on mortality and the need for intubation in cardiogenic pulmonary edema: a systematic review. *Chest.* 1998;114:1185–92.
15. Fagon JY, Chastre J, Hance AJ, Montravers P, Novara A, Gibert C. Nosocomial pneumonia in ventilated patients: a cohort study evaluating attributable mortality and hospital stay. *Am J Med.* 1993;94:281–8.
16. Stauffer JL, Olson DE, Petty TL. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy. A prospective study of 150 critically ill adult patients. *Am J Med.* 1981; 70:65–76.
17. Pingleton SK. Complications of acute respiratory failure. *Am Rev Respir Dis.* 1988;137:1463–93.
18. Krisanda TJ, Eitel DR, Hess D, Ormanoski R, Bernini R, Sabulsky N. An analysis of invasive airway management in a suburban emergency medical services system. *Prehospital Disaster Med.* 1992;7:121–6.
19. O'Brien DJ, Danzl DF, Hooker EA, Daniel LM, Dolan MC. Prehospital blind nasotracheal intubation by paramedics. *Ann Emerg Med.* 1989;18:612–7.
20. Rocca B, Crosby E, Maloney J, Bryson G. An assessment of paramedic performance during invasive airway management. *Prehosp Emerg Care.* 2000;4:164–7.
21. Colwell CB, McVane KE, Haukoos JS, et al. Anevaluation of out-of-hospital advanced airway management in an urban setting. *Acad Emerg Med.* 2005;12:417–22.
22. Weitzel N, Kendall J, Pons P. Blind nasotracheal intubation for patients with penetrating neck trauma. *J Trauma.* 2004;56:1097–101.
23. Davis DP, Hoyt DB, Ochs M, et al. The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma.* 2003;54:444–53.
24. Wang HE, Davis DP, Wayne MA, Delbridge T. Prehospital rapid-sequence intubation—what does the evidence show? Proceedings from the 2004 National Association of EMS Physicians annual meeting. *Prehosp Emerg Care.* 2004;8:366–77.
25. Rieck J, Garzman I, Or J, Schabar A. The routine use of continuous positive airway pressure (CPAP) by face mask with positive end expiratory pressure (PEEP) for the treatment of cardiogenic pulmonary edema in the emergency room reduces the need for intubation and artificial mechanical ventilation. *Resuscitation.* 1996;31:179–90.
26. Delclaux C, L'Her E, Alberti C, et al. Treatment of acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory insufficiency with continuous positive airway pressure delivered by a face mask: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2000;284:2352–60.
27. Kallio T, Kuisma M, Alaspaa A, Rosenberg PH. The use of prehospital continuous positive airway pressure treatment in presumed acute severe pulmonary edema. *Prehosp Emerg Care.* 2003;7:209–13.
28. Kosowsky JM, Stephanides SL, Branson RD, Sayre MR. Prehospital use of continuous positive airway pressure (CPAP) for presumed pulmonary edema: a preliminary case series. *Prehosp Emerg Care.* 2001;5:190–6.
29. Welsford M, Morrison LJ. Defining the outcome measures for out-of-hospital trials in acute pulmonary edema. *Acad Emerg Med.* 2002;9:983–8.
30. Keim SM, Spaite DW, Maio RF, et al. Risk adjustment and outcome measures for out-of-hospital respiratory distress. *Acad Emerg Med.* 2004;11:1074–81.
31. Takeda S, Nejima J, Takano T, et al. Effect of nasal continuous positive airway pressure on pulmonary edema complicating acute myocardial infarction. *Jpn Circ J.* 1998;62:553–8.
32. Crane SD, Elliott MW, Gilligan P, Richards K, Gray AJ. Randomised controlled comparison of continuous positive airways pressure, bilevel non-invasive ventilation, and standard treatment in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary oedema. *Emerg Med J.* 2004;21:155–61.
33. Bair AE, Smith D, Lichty L. Intubation confirmation techniques associated with unrecognized non-tracheal intubations by prehospital providers. *J Emerg Med.* 2005;28:403–7.
34. Cady CE, Pirralo RG. The effect of Combitube use on paramedic experience in endotracheal intubation. *Am J Emerg Med.* 2005;23:868–71.
35. Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head-injured patients. *J Trauma.* 2004;57:1–8; discussion 10.
36. Dunford JV, Davis DP, Ochs M, Doney M, Hoyt DB. Incidence of transient hypoxia and pulse rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med.* 2003;42:721–8.
37. Jemmett ME, Kendal KM, Fourre MW, Burton JH. Unrecognized misplacement of endotracheal tubes in a mixed urban to

- rural emergency medical services setting. *Acad Emerg Med.* 2003;10:961-5.
38. Wang HE, Kupas DF, Paris PM, Bates RR, Costantino JP, Yealy DM. Multivariate predictors of failed prehospital endotracheal intubation. *Acad Emerg Med.* 2003;10:717-24.
  39. Wang HE, Yealy DM. Out-of-hospital endotracheal intubation—it's time to stop pretending that problems don't exist. *Acad Emerg Med.* 2005;12:1245; author reply 124-6.
  40. Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Ann Emerg Med.* 2001;37:32-7.
  41. Moritz F, Benichou J, Vanheste M, et al. Boussignac continuous positive airway pressure device in the emergency care of acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomized pilot study. *Eur J Emerg Med.* 2003;10:204-8.
  42. Bertini G, Giglioli C, Biggeri A, et al. Intravenous nitrates in the prehospital management of acute pulmonary edema. *Ann Emerg Med.* 1997;30:493-9.
  43. Hoffman JR, Reynolds S. Comparison of nitroglycerin, morphine and furosemide in treatment of presumed pre-hospital pulmonary edema. *Chest.* 1987;92:586-93.
  44. Sacchetti A, Ramoska E, Moakes ME, McDermott P, Moyer V. Effect of ED management on ICU use in acute pulmonary edema. *Am J Emerg Med.* 1999;17:571-4.
  45. Prasad NH, Brown LH, Ausband SC, Cooper-Spruill O, Carroll RG, Whitley TW. Prehospital blood pressures: inaccuracies caused by ambulance noise? *Am J Emerg Med.* 1994; 12:617-20.
  46. Wuerz RC, Meador SA. Effects of prehospital medications on mortality and length of stay in congestive heart failure. *Ann Emerg Med.* 1992;21:669-74.
  47. Schwind D, Allegra J, Cody R. The effect of the initial sublingual nitroglycerin on systolic blood pressure in the differentiation of CHF from other causes of dyspnea in the prehospital setting. *J Card Fail.* 2001;7(suppl 2):89.
  48. Pozner CN, Levine M, Shapiro N, Hanrahan JP. Concordance of field and emergency department assessment in the prehospital management of patients with dyspnea. *Prehosp Emerg Care.* 2003;7:440-4.
  49. Stevenson LW, Perloff JK. The limited reliability of physical signs for estimating hemodynamics in chronic heart failure. *JAMA.* 1989;261:884-8.
  50. McNamara RM, Cionni DJ. Utility of the peak expiratory flow rate in the differentiation of acute dyspnea. Cardiac vs pulmonary origin. *Chest.* 1992;101:129-32.
  51. Fonarow GC, Yancy CW, Heywood JT. Adherence to heart failure quality-of-care indicators in US hospitals: analysis of the ADHERE Registry. *Arch Intern Med.* 2005;165:1469-77.