



Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information website.

Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded repositories, such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source. These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active.



Original

Métodos alternativos de CPAP para el tratamiento de insuficiencia respiratoria grave secundaria a neumonía por COVID-19



Alonso Mateos-Rodríguez^{a,b,c,*}, Justo Ortega-Anselmi^{a,d}, Francisco Javier Candel-González^{a,d}, Jesús Canora-Lebrato^{a,e}, Marcos Fragiél-Saavedra^{a,d}, Alba Hernández-Píriz^{a,e}, Navid Behzadi-Koocahni^{a,b}, Juan González-del Castillo^{a,d}, Antonio Pérez-Alonso^{a,f}, María Luisa de la Cruz-Conty^c, Gonzalo García-de Casasola^{a,g}, Javier Marco-Martínez^{a,d} y Antonio Zapatero-Gaviria^{a,e}

^a Hospital de Campaña IFEMA COVID-19, Madrid, España

^b Servicio de Urgencias Médicas de Madrid SUMMA112, Madrid, España

^c Facultad de Medicina, Universidad Francisco de Vitoria, Madrid, España

^d Hospital Universitario Clínico San Carlos, Madrid, España

^e Hospital Universitario de Fuenlabrada, Madrid, España

^f Servicio de Asistencia Municipal de Urgencias y Rescates-Protección Civil, Madrid, España

^g Hospital Universitario Infanta Cristina, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 6 de julio de 2020

Aceptado el 23 de septiembre de 2020

On-line el 6 de noviembre de 2020

Palabras clave:

COVID-19

Insuficiencia respiratoria

CPAP

R E S U M E N

Introducción: El uso de dispositivos que aportan presión positiva continua en la vía aérea ha demostrado mejoría en diversas patologías que producen insuficiencia respiratoria. En el episodio de pandemia por COVID-19, el uso de estos dispositivos se ha generalizado, pero, debido a la escasez de dispositivos convencionales de presión positiva continua en la vía aérea (CPAP), se han fabricado dispositivos alternativos. El objetivo de este estudio es describir el uso de estos, así como su eficacia.

Material y métodos: Se recogen datos de pacientes ingresados por neumonía por COVID-19 en el Hospital de Campaña de IFEMA, así como datos de pacientes con insuficiencia respiratoria y necesidad de soporte ventilatorio.

Resultados: Estudio realizado sobre un total de 23 pacientes, con fecha de ingreso de entre el 24 de marzo y el 28 de abril en IFEMA. Se empleó CPAP alternativa en cinco pacientes (21,7%), mientras que, en los 18 restantes (78,3%) se usó un soporte ventilatorio con mascarilla reservorio o Ventimask efecto Venturi. Se observó un aumento progresivo de la saturación en aquellos pacientes en los que se empleó CPAP alternativa (de 94% de promedio a 98 y 99% de promedio, tras 30 y 60 minutos con la máscara, respectivamente), aunque este cambio no resultó significativo ($p = 0,058$ y $p = 0,122$, respectivamente). De igual manera, no se observó un cambio significativo de frecuencia respiratoria al inicio y al final de la medición en pacientes que usaron CPAP alternativa ($p = 0,423$) pero sí entre los que no la usaron ($p = 0,001$). Se observó una mejoría estadísticamente significativa en la variable de saturación de oxígeno/fracción inspirado de oxígeno en los pacientes que usaron CPAP alternativa ($p = 0,040$).

Conclusión: El uso de estos dispositivos ha ayudado al trabajo ventilatorio de varios pacientes, mejorando sus parámetros de oxigenación. Para observar mejor la evolución de los pacientes sometidos a esta terapia y compararlos con pacientes con otro tipo de soporte ventilatorio, son necesarios más estudios en los que se aleatorice su uso.

© 2020 Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alonso.mateos@salud.madrid.org (A. Mateos-Rodríguez).

Alternative CPAP methods for the treatment of secondary serious respiratory failure due to pneumonia by COVID-19

A B S T R A C T

Keywords:
COVID-19
Respiratory insufficiency
CPAP

Introduction: The use of devices that provide continuous positive pressure in the airway has shown improvement in various pathologies that cause respiratory failure. In the COVID-19 pandemic episode the use of these devices has become widespread, but, due to the shortage of conventional continuous positive airway pressure (CPAP) devices, alternative devices have been manufactured. The objective of this study is to describe the use of these devices, as well as their efficacy.

Material and methods: Data are collected from patients admitted for pneumonia due to COVID-19 at the IFEMA Field Hospital. Data are collected from 23 patients with respiratory failure and need for ventilatory support.

Results: Study carried out on a total of 23 patients, dated admission to IFEMA. Alternative CPAP was used in five patients (21.7%), while ventilatory support with a reservoir mask or Ventimask Venturi effect was used in the remaining 18 patients (78.3%). A progressive increase in saturation is observed in those patients in whom alternative CPAP was used (from 94% on average to 98 and 99% on average after 30 and 60 minutes with the mask, respectively), although this change was not significant ($p = 0.058$ and $p = 0.122$, respectively). No significant change in RF was observed at the beginning and end of the measurement in patients who used alternative CPAP ($p = 0.423$), but among those who did not use alternative CPAP ($p = 0.001$). A statistically significant improvement in the variable oxygen saturation / fraction inspired by oxygen is observed in patients who used alternative CPAP ($p = 0.040$).

Conclusion: The use of these devices has helped the ventilatory work of several patients by improving their oxygenation parameters. To better observe the evolution of patients undergoing this therapy and compare them with patients with other types of ventilatory support, further studies are necessary.

© 2020 Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La aplicación de presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) provoca un despliegue o reclutamiento de unidades alveolares parcial o totalmente colapsadas, mejora la compliance pulmonar, aumenta la presión transpulmonar y la capacidad residual funcional. Esto supone una mejoría del trabajo respiratorio, así como del intercambio gaseoso¹. A nivel hemodinámico, la aplicación de CPAP se traduce en una disminución de la precarga y de la postcarga (al reducir el retorno venoso y la tensión sistólica de la pared del ventrículo izquierdo), con una disminución ligera de la presión arterial sistólica y del gasto cardiaco en pacientes con función cardiaca normal. En pacientes con fallo cardiaco con aumento de la presión capilar pulmonar e hipovolemia, puede aumentar el gasto cardiaco². La comparación de la CPAP con los sistemas tradicionales de oxigenación muestra una reducción significativa de las necesidades de intubación (50 a 60%) y de la mortalidad intrahospitalaria (40 a 47%), y es considerado como el sistema de oxigenoterapia de elección en muchas patologías³. Recientemente, un estudio⁴ sugiere el uso de este dispositivo para CPAP, para limitar la propagación de virus al aire ambiente. También se ha descrito para evitar o retrasar el ingreso a la unidad de cuidados intensivos (UCI)⁵ y diversas publicaciones han comunicado la utilidad de la CPAP en el edema agudo de pulmón^{6–8} y su aplicación en los servicios de urgencias⁹.

La Sociedad Europea de Cuidados Intensivos ha recomendado el uso de CPAP en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda por COVID-19^{10,11}. No obstante, en los momentos de mayor presión asistencial por la pandemia de COVID-19, no había en el mercado suficientes sistemas de CPAP convencional para tratar a estos pacientes. Para poder dar soporte ventilatorio a pacientes con insuficiencia respiratoria aguda secundaria a COVID-19, se han desarrollado diversos sistemas alternativos capaces de producir esa CPAP.

Los dispositivos que se han ido usando se han modificado a lo largo de este primer envite contra la enfermedad. Los dispositivos alternativos más usados han sido desarrollados por los profesionales de las UCI del Hospital Universitario (HU) Príncipe de Asturias y del HU del Henares, y se montan con similares elementos:



Figura 1. Modelo CPAP alternativa tipo A.

1. Válvula de presión al final de la espiración (PEEP)
2. Filtro antibacteriano y antivírico
3. Balón de respirador de doble rama
4. Toma de oxígeno convencional
5. Mascarilla (Ventimask con obturadores tapados, interfase de CPAP convencional o máscara de submarinismo de Decathlon©)

En las figuras 1 y 2 se muestra la disposición de los elementos.

En el caso del primer dispositivo, la pieza en T para la instalación de los diversos elementos ha sido fabricada con impresoras en 3 D, específicamente para este dispositivo. La fabricación ha corrido a cargo de Hewlett Packard®.

El objetivo de este estudio es comprobar la eficacia de estos dispositivos en el estado clínico y respiratorio de los pacientes a quienes que se les aplica. Nuestra hipótesis es que el uso de estos dispositivos alternativos mejora el estado ventilatorio del paciente de forma más rápida que la oxigenoterapia convencional.



Figura 2. Modelo CPAP alternativa tipo B.

Material y métodos

Tipo de estudio

Se trata de un estudio observacional descriptivo en el que se recogen datos clínico-epidemiológicos de los pacientes mayores de edad que fueron tratados en el Hospital de Campaña de IFEMA, con fecha de ingreso de entre el 24 de marzo y el 28 de abril, por neumonía por SARS CoV-2 y que presentaron insuficiencia respiratoria (saturación de oxígeno [SatO₂] < 93 y saturación de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno [SatO₂/ FiO₂] < 300), y que precisaron la utilización de mascarilla reservorio o Ventimask efecto Venturi, así como dispositivos de CPAP alternativos. Se recogieron las siguientes variables:

- Edad
- Sexo
- Comorbilidad (obesidad, enfermedad pulmonar obstructiva crónica [EPOC], asma, enfermedad neuromuscular, hipertensión arterial [HTA], cardiopatía isquémica) y tromboembolia pulmonar (TEP).
- Tiempo de evolución de la enfermedad (días desde el inicio de síntomas)
- Tipo de dispositivo alternativo de CPAP prescrito
- Medicación para la COVID y tiempo en días desde el inicio del mismo:
 - o lopinavir/ritonavir
 - o cloroquina
 - o azitromicina
 - o IL-6
 - o corticoides
 - o tocilizumab
 - o anakinra
 - o heparina
 - o otro
- SatO₂/FiO₂ al inicio de la terapia
- SatO₂ cada hora después del inicio de la terapia
- Frecuencia respiratoria (FR) al inicio de la terapia
- FR cada hora después de la terapia
- Necesidad de ingreso en UCI

No se recogieron datos de los pacientes en los que existan circunstancias clínicas que impidieran la valoración correcta del uso de estos dispositivos como son:

- Imposibilidad de proteger vía aérea: enfermo en coma o agitado

- Cirugía gastrointestinal o de vía aérea superior reciente (< 15 días), vómitos no controlados y hemorragia digestiva alta (HDA) activa
- Imposibilidad de controlar las secreciones
- Inestabilidad hemodinámica (shock establecido no controlado con fluidos y/o fármacos vasoactivos) o arritmia maligna no controlada
- Crisis comicial
- Imposibilidad de fijación de la máscara
- Desconocimiento de la técnica

La recogida de variables se realizó desde el sistema informático donde se realizaba el registro clínico de los pacientes. No existía una indicación clara de uso de CPAP alternativa. Se instauraba en los casos de insuficiencia respiratoria refractaria a oxigenoterapia convencional con un índice de saturación parcial de oxígeno (PaO₂)/FR menor de 150.

Análisis de datos

Se formaron dos grupos de pacientes, aquellos en los que se usó oxigenoterapia convencional exclusivamente y aquellos en los que se usó CPAP alternativa. Se estudió la posible asociación de las características de los pacientes (datos demográficos, factores de riesgo y tratamiento farmacológico) con el empleo de CPAP alternativa mediante la prueba chi-cuadrado de Pearson y/o el test exacto de Fisher, mientras que las posibles diferencias en términos de parámetros bioquímicos se analizaron con la prueba t de Student. Los análisis anteriores se llevaron a cabo con el programa SPSS V.20 (IBM Inc., Chicago, Il., EE. UU.) y se consideró que existían asociaciones/diferencias estadísticamente significativas cuando el valor p se situó por debajo de 0,05.

Por otro lado, la comparación de la evolución (diferencia entre los valores iniciales y los finales tras el empleo de oxigenoterapia) de la SatO₂, FR y el análisis de la saturación de oxígeno (SpO₂)/FiO₂ entre los pacientes en los que se empleó CPAP y aquellos en los que no se usó esta alternativa, se llevó a cabo mediante regresión lineal. Para ello, se utilizó el paquete lme4 de R, versión 3.4 (RCoreTeam, 2017)¹².

Consentimiento informado

Todos los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y accedieron a participar en el estudio cumplieron una hoja de consentimiento informado. Dicho documento recogió la información más importante del estudio que atañe al paciente, de los posibles efectos adversos, de la confidencialidad y del derecho a retirarse en cuanto lo deseara.

El estudio ha recibido un dictamen positivo del Comité de Ética e Investigación Clínica del Hospital Universitario Clínico San Carlos.

Resultados

Análisis descriptivo

Se reclutaron un total de 23 pacientes. El 52,2% (n = 12) eran hombres, mientras que se desconoce el sexo de uno de ellos. La edad media fue de 63 años (desviación estándar [DE] = 11,3), siendo la paciente más joven de 44 años y el paciente más anciano de 85 años.

Los antecedentes personales de los pacientes fueron los siguientes: el 52,2% (n = 12) de los pacientes padecía hipertensión arterial, el 13,0% (n = 3) diabetes mellitus, el 26,1% (n = 6) obesidad, únicamente el 8,7% (n = 2) sufría de cardiopatía isquémica, el 21,7% (n = 5) enfermedad renal crónica, el 13% (n = 3) admitió ser fumador y el 26,1% (n = 6) padecía neumoopatía, siendo esta, en concreto, asma en

Tabla 1
Secuencia del empleo de los diferentes modos de ventilación en los pacientes ingresados en IFEMA y bajo estudio

Modo de ventilación	Secuencia temporal					Núm. de pacientes
	Primero	CPAP alternativa	Segundo	Tercero	Cuarto	
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	Sí	Reservorio/VMK	GN	Reservorio/VMK	1
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	Sí	Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	GN	2
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	Sí		Reservorio/VMK	GN	1
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	Sí		Reservorio/VMK		1
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	No	GN	Basal		4
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	No	GN	GN		2
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	No	GN	GN		2
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	No	Reservorio/VMK	Basal		1
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	No	Reservorio/VMK			1
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	No		Basal		1
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	No		GN		2
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	No		Reservorio/VMK		1
Reservorio/VMK	Reservorio/VMK	No				4

CPAP: presión positiva continua en la vía aérea; GN: gafas nasales; VMK: Ventimask.

Tabla 2
Mediciones iniciales y finales (media y desviación estándar) de saturación de oxígeno, frecuencia respiratoria y SpO₂/FiO₂ obtenidas en los pacientes con CPAP y aquellos en los que se empleó otra oxigenoterapia, y el valor p obtenido de la comparación de la evolución de estos valores en uno y otro grupo mediante regresión lineal

	CPAP sí		CPAP no		Valor p
	Medición inicial	Medición final	Medición inicial	Medición final	
Saturación de oxígeno	94% (2,63)	96% (2,08)	96% (1,98)	95% (1,44)	0,013*
Frecuencia respiratoria	27 (7,9)	27 (9,64)	20 (4,26)	15 (4,9)	0,033*
SpO ₂ /FiO ₂	106,60 (29,91)	239,33 (75,04)	181,37 (112,62)	299,50 (106,91)	0,759

CPAP: presión positiva continua en la vía aérea; SpO₂/FiO₂: análisis de la saturación de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno.

* diferencias estadísticamente significativas

cuatro pacientes, EPOC en dos y síndrome de la apnea obstructiva del sueño (SAOS) en un único paciente.

El inicio de la sintomatología de todos los pacientes reclutados fue entre el 16 de marzo hasta el 12 de abril.

Los valores promedio de los parámetros bioquímicos (y DE) fueron los siguientes: dímero D = 2.053 ng/dL (3.178,8); IL-6 = 29,3 pg/mL (21,0); ferritina = 1.052 µg/L (537,7).

Los medicamentos utilizados como tratamiento para la COVID-19 fueron los siguientes: hidroxycloroquina, 100% de los pacientes del estudio; lopinavir/ritonavir, 56,5% (n = 13); tocilizumab, 60,9% (n = 14); corticoides, 95,7% (n = 22); antibióticos, azitromicina en el 82,6% (n = 19) y ceftriaxona en el 13,0% (n = 3).

Se empleó CPAP alternativa en cinco pacientes (21,7%), algo que no se hizo en los otros 18 (78,3%). En la [tabla 1](#) se observa la secuencia temporal del soporte ventilatorio de los pacientes reclutados.

Análisis de saturación de oxígeno

La SatO₂ media inicial global fue de 96% (2,25). La SatO₂ anterior al uso de CPAP en los pacientes en los que se empleó esta alternativa era dos unidades porcentuales menor (IC 95% entre -0,13 y 4,75) a la saturación inicial registrada en el resto de pacientes ([tabla 2](#)).

Se observó un aumento progresivo de la SatO₂ en aquellos pacientes en los que se empleó CPAP alternativa, de un promedio inicial de 94% a una saturación media de 98 y 99% tras 30 y 60 minutos, respectivamente. Posterior a la retirada del dispositivo, la saturación media de estos pacientes fue de 96% (2,08), mientras que la registrada en ese mismo momento en los pacientes en los que no se empleó CPAP fue de 95% (1,44), siendo significativamente superior el incremento alcanzado con CPAP (p = 0,013).

Análisis de la frecuencia respiratoria

La FR media inicial global fue de 22 rpm (5,51). En el grupo CPAP, esta era de siete unidades (IC 95% entre 0,1 y 12,0) superior a la

registrada en los pacientes en los que posteriormente no se empleó esta alternativa ([tabla 2](#)).

Tras el empleo de la CPAP, la FR se mantuvo en valores similares a los iniciales (media final = 27 rpm, DE = 9,64), mientras que la FR registrada en el resto de los pacientes en los que no se empleó esta alternativa descendió hasta una media de 15 rpm (p = 0,033) ([tabla 2](#)).

Análisis de SpO₂/FiO₂

La SpO₂/FiO₂ inicial global fue de 164,38 (104,22). En el grupo de CPAP, esta era de 74,8 unidades (IC 95% entre 11,3 y 138,2), inferior a la registrada en los pacientes en los que posteriormente no se empleó esta alternativa. Tras el uso de la CPAP, la SpO₂/FiO₂ media ascendió a 186,73 unidades, alcanzando un valor final de 293,33 (75,04), similar al que se alcanzó en el resto de los pacientes en los que no se empleó esta alternativa (media = 299,50, DE = 106,91), por lo que ambos abordajes fueron igualmente útiles en lo que respecta a la restauración de la SpO₂/FiO₂ (p = 0,759) ([tabla 2](#)).

Análisis de otras variables

Un paciente presentaba sensación de disnea moderada previa a la colocación de la CPAP alternativa, dos disneas leves y los otros dos pacientes que usaron CPAP no referían sensación de disnea.

La CPAP empleada en todos los casos presentaba válvula en la parte inferior (CPAP alternativa de tipo A) y la PEEP fue de media 9,50 cm de H₂O, con una DE de 1,12; la tolerancia de la máscara fue buena en los cinco casos y, por otro lado, ninguno de los pacientes con CPAP alternativa requirió la administración de mórnicos.

No hemos encontrado diferencia significativa en relación con los antecedentes personales entre los pacientes que han recibido la CPAP alternativa y los que no ([tabla 3](#)). En cambio, se objetiva una asociación entre pacientes con niveles de ferritina alta y uso de la CPAP alternativa ([tabla 4](#)). Tampoco hay asociación entre los

Tabla 3

Comparación de las características de los pacientes entre el grupo con CPAP y aquel en el que no se empleó esta alternativa

	CPAP no (n = 18)	CPAP sí (n = 5)	Contraste
Edad (media ± DE)	65 ± 11,1	56 ± 9,64	p = 0,101
Sexo	Mujeres 50% Hombres 44,4% Dato desconocido 5,6%	Mujeres 20% Hombres 80%	p = 0,323
HTA	No 38,9% Sí 55,6% Dato desconocido 5,6%	No 60% Sí 40%	p = 0,624
DM	No 77,8% Sí 16,7% Dato desconocido 5,6%	No 100%	p = 0,558
Obesidad	No 66,7% Sí 27,8% Dato desconocido 5,6%	No 80% Sí 20%	p = 1,000
Cardiopatía isquémica	No 83,3% Sí 11,1% Dato desconocido 5,6%	No 100%	p = 1,000
Enfermedad renal crónica	No 72,2% Sí 27,8%	No 100%	p = 0,545
Tabaquismo	No 88,9% Sí 11,1%	No 80% Sí 20%	p = 0,539
Neumopatía	No 72,2% Sí 27,8%	No 80% Sí 20%	p = 1,000

CPAP: presión positiva continua en la vía aérea; DE: desviación estándar; DM: diabetes mellitus; HTA: hipertensión arterial.

Tabla 4

Parámetros bioquímicos (media ± DE)

	CPAP no (n = 18)	CPAP sí (n = 5)	Contraste
Dímero D	2.436 ± 3.545	828 ± 969	p = 0,336
Interleuquina 6	28,6 ± 25,4	30,3 ± 15,7	p = 0,908
Ferritina	920 ± 467	1.476 ± 576	p = 0,040*

CPAP: presión positiva continua en la vía aérea; DE: desviación estándar.

* diferencias estadísticamente significativas

fármacos usados para el tratamiento de la infección y la necesidad de soporte ventilatorio alternativo (tabla 5).

Discusión

Según nuestros datos, parece que el uso de la CPAP alternativa mejora el estado ventilatorio de los pacientes con insuficiencia respiratoria refractaria a oxigenoterapia convencional. En los pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo, la heterogeneidad en el llenado del parénquima pulmonar da lugar a la aparición, existan tanto áreas distendidas como colapsadas. Las estrategias de ventilación protectora basadas en el empleo de volúmenes bajos han mostrado, en este contexto, un aumento de supervivencia. Para distender el pulmón, además de usar la PEEP, se

Tabla 5

Tratamiento del SARS-CoV-2

	CPAP no (n = 18)	CPAP sí (n = 5)	Contraste
HCQ	Sí 100%	Sí 100%	
Lpn/Rtn	No 50%	No 20%	p = 0,339
Remdisivir	Sí 50%	Sí 80%	
Tocilizumab	No 100%	No 100%	
	No 44,4% Sí 55,6%	No 20% Sí 80%	p = 0,611
Corticoides	No 5,6% Sí 94,4%	Sí 100%	p = 1,000
Antibiótico	Azitromicina 83,3% Ceftriaxona 11,1% Dato desconocido 5,6%	Azitromicina 80% Ceftriaxona 20%	p = 1,000

CPAP: presión positiva continua en la vía aérea; HCQ: hidroxicloroquina; Lpn/Rtn: lopinavir/ritonavir.

emplean las maniobras de reclutamiento, todavía en debate¹³. Para el desarrollo de esa PEEP lo ideal es el uso de ventilación mecánica no invasiva⁹, pero el elevado número de pacientes con insuficiencia respiratoria grave y la poca cantidad de dispositivos de ventilación no invasiva han obligado al uso de alternativas de CPAP que fueran capaces de producir esa PEEP.

A priori, los pacientes a los que se colocó la CPAP no tenían una saturación diferente al resto. En la serie se observa cómo la indicación para el uso de estos dispositivos fue el trabajo respiratorio ya que, los niveles de saturación iniciales fueron similares en ambos grupos, no así la frecuencia respiratoria que fue mucho mayor en el grupo de CPAP alternativa antes de su colocación. Aun así, pasado un tiempo, la SatO₂ aumenta en el grupo de CPAP alternativa y disminuye en el otro grupo, contrario a la frecuencia respiratoria que queda similar.

Si unimos las variables de SatO₂/FiO₂ sí que hay una evolución significativa en la mejoría de los pacientes que precisaron el uso de CPAP alternativa. La utilidad de la SatO₂/FiO₂ es equiparable a PaO₂/FiO₂ (PAFi) para el diagnóstico de distrés respiratorio^{14,15}. La SpO₂/FiO₂ ha demostrado ser equiparable a la PAFi en pacientes con deterioro de la función ventilatoria y puede ser un indicador fiable de la necesidad de escalada en el soporte ventilatorio. Pacientes con una relación entre la SatO₂ y una FiO₂ inferior a 100 o 200 deberían ser candidatos a este tipo de terapia.

Otro dato interesante es que no se demuestra alguna relación entre el uso del soporte ventilatorio con patologías previas. Si buscamos relación con niveles analíticos de pacientes que estén peor, desde el punto de vista ventilatorio, encontramos una asociación, solamente, con la ferritina. A mayores valores de ferritina se observa peor pronóstico, como atestiguan otros estudios recientemente publicados¹⁶.

Las limitaciones más importantes del estudio son el tamaño muestral que se ha visto reducido con el cierre del hospital de campaña y la heterogeneidad en la recogida de datos retrospectiva al ir realizando cambios dinámicos en el hospital cada día.

El uso de estos dispositivos ha ayudado a disminuir el trabajo ventilatorio de varios pacientes, mejorando sus parámetros de oxigenación. Son necesarios más estudios para observar mejor la evolución de los pacientes sometidos a esta terapia y compararlos con pacientes con otro tipo de soporte ventilatorio. El uso de dispositivos inventados «sobre la marcha» por profesionales puramente

asistenciales ha sido fruto de la improvisación bien entendida y de la necesidad de adaptarse a los tiempos que hemos vivido. En artículos recientes¹⁷ se han mostrado las dificultades a las que nos hemos encontrado, que se han ido superando gracias a la aportación de muchos profesionales de distintos niveles asistenciales. Este es un ejemplo más de todo lo vivido en estas últimas semanas.

Financiación

Este artículo no ha recibido financiación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Al Dr. Federico Gordo del HU Henares y a la Dra. María Trascasa del HU Príncipe de Asturias, y a sus equipos, por ceder sus innovaciones de CPAP alternativas al Hospital de Campaña de IFEMA.

Bibliografía

1. L'Her E, Taille S, Deye N, Lellouche F, Fraticelli A, Demoule A, et al. Physiological response of hypoxemic patients to different modes of noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168:27.
2. Chadda K, Annane D, Hart N, Gajdos P, Raphaël JC, Lofaso F. Cardiac and respiratory effects of continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in acute cardiac pulmonary edema. *Crit Care Med*. 2002;30:2457–61.
3. Masip J, Roque M, Sánchez B, Fernández R, Subirana M, Expósito JA. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2005;294:3124–30.
4. Cabrini L, Landoni G, Zangrillo A. Minimise nosocomial spread of 2019-nCoV when treating acute respiratory failure. *Lancet*. 2020;395:685.
5. Bellani G, Patroniti N, Greco M, Foti G, Pesenti A. The use of helmets to deliver non-invasive continuous positive airway pressure in hypoxemic acute respiratory failure. *Minerva Anesthesiol*. 2008;74:651–6.
6. Dieperink W, Van der Horst IC, Nannenberg-Koops JW, Brouwer HW, Jaarsma T, Nieuwland W, et al. A 64-year old man who sustained many episodes of acute cardiogenic pulmonary edema successfully treated with Boussignac continuous positive airway pressure: A case report. *Int J Cardiol*. 2007;119:268–70.
7. Dieperink W, Nijsten MW, Van der Stadt M, Van der Horst IC, Aarts LHP, Zijlstra F, et al. Implementation of Boussignac continuous positive airway pressure in the coronary care unit: experiences and attitudes. *Heart Lung*. 2008;37:449–54.
8. Dienperik W, Jaarsma T, Van der Horst IC, Nieuwland W, Vermeulen KM, Rosman H, et al. Boussignac continuous positive airway pressure for the management of acute cardiogenic pulmonary edema: prospective study with a retrospective control group. *BMC Cardiovasc Disord*. 2007;7:40.
9. Moritz F, Benichou J, Vanhese M, Richard JC, Line S, Hellot MF, 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.
10. Alhazzani W, Møller MH, Arabi YM, Loeb 3M, Gong MN, Fan E, et al. Surviving sepsis campaign: guidelines on the management of critically ill adults with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Crit Care Med*. 2020. <https://www.esicm.org/wp-content/uploads/2020/03/SSC-COVID19-GUIDELINES.pdf>.
11. Cinesi-Gómez C, Carratalá-Perales JM. Soporte respiratorio en el paciente adulto con insuficiencia respiratoria aguda secundaria a COVID-19 en urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2020;32:197–200.
12. Bates DM, Mächler M, Bolker B, Walker S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *J Stat Softw*. 2014;67:1–48, doi:10.18637/jss.v067.i01.
13. Algaba A, Nin N. Alveolar recruitment maneuvers in respiratory distress syndrome. *Med Intensiva*. 2013;37:355–62.
14. Chen W, Janz DR, Shaver CM, Bernard GR, Bastarache JA, Ware LB. Clinical characteristics and outcomes are similar in ARDS diagnosed by oxygen saturation/Fio2 ratio compared with Pao2/Fio2 ratio. *Chest*. 2015;148:1477–83.
15. Bilan N, Dastranji A, Ghalehgalab-Behbahani A. Comparison of the spo2/fio2 ratio and the pao2/fio2 ratio in patients with acute lung injury or acute respiratory distress syndrome. *J Cardiovasc Thorac Res*. 2015;7:28–31.
16. Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan China: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2020;395:1054–62.
17. González-del Castillo J, Cánora-Lebrato J, Zapatero-Gaviria A, Barba-Martín R, Prados-Roa F, Marco-Martínez J. Epidemia por COVID-19 en Madrid: crónica de un reto. *Emergencias*. 2020;32:191–3.