

# Utilizzo della CPAP nel DEA: confronto tra due diversi sistemi

Paolo Groff, Fabrizio Giostra, Nicola Di Battista\*, Federico Miglio, Mario Cavazza

Dipartimento Emergenza e Accettazione, Policlinico Sant'Orsola-Malpighi, Bologna

\*Ospedale degli Infermi, Faenza

## SINTESI

Nel DEA La Pressione Positiva Continua delle vie Aeree (CPAP) è spesso misurata con generatori di flusso che sfruttano il principio di Venturi, che difficilmente superano il 50%, per il rischio di ridurre l'entità del flusso erogato. Recentemente è stato introdotto l'uso della CPAP di Boussignac, che sfrutta un sistema di microgetti di ossigeno all'interno di un tubo per produrre flussi sufficienti a mantenere un valore desiderato di CPAP, con  $FiO_2$  variabili tra il 60 e il 90%.

Scopo del lavoro è confrontare l'efficacia di questi due differenti sistemi in ambito clinico.

È stata studiata retrospettivamente una serie di 25 pazienti: 12 trattati con CPAP-Venturi (gruppo 1) e 13 con CPAP di Boussignac (gruppo 2). In entrambi i gruppi è stata impiegata una PEEP di 10 cm  $H_2O$ ; nel gruppo 1 utilizzando una  $FiO_2$  del 50%, nel gruppo 2 una  $FiO_2$  stimata del 60-90% in base ad evidenze sperimentali già pubblicate. La terapia medica era uguale nei due gruppi. Per entrambi i gruppi sono stati rilevati i dati epidemiologici, clinici ed emogasanalitici all'ingresso.  $PaO_2$ ,  $PaCO_2$  e frequenza respiratoria sono state rilevate anche ad un'ora dall'inizio del trattamento. Durata del trattamento (DT), necessità e durata del ricovero presso l'Area Critica, durata della degenza ospedaliera sono stati assunti come param-

tri di risultato. In entrambi i gruppi il trattamento con CPAP ha comportato un miglioramento significativo di  $PaO_2$  e frequenza respiratoria; tuttavia il miglioramento di  $PaO_2$  era più evidente nel gruppo 2, mentre il miglioramento di frequenza respiratoria era più sensibile nel gruppo 1, nel quale peraltro tale valore era più basso già all'ingresso. Tutti i pazienti nel gruppo 1 e 7/13 nel gruppo 2 hanno necessitato del ricovero in area critica. La DT era più breve per il gruppo 2 e la differenza era altamente significativa. Alla correlazione dei parametri clinici ed emogasanalitici con i parametri di risultato effettuata sull'intera popolazione di pazienti, l'incremento di  $PaO_2$  tra l'ingresso e la prima ora di trattamento appariva significativamente e inversamente correlato con la durata del trattamento, mentre il valore di frequenza respiratoria alla prima ora di trattamento correlava con la durata della permanenza in Area Critica. Sulla base di questi dati il generatore di flusso tipo Venturi e la CPAP di Boussignac hanno un'efficacia paragonabile nel migliorare lo scambio dei gas e nel ridurre la frequenza respiratoria nei pazienti con insufficienza respiratoria acuta di tipo iposiemico. Tuttavia, il dispositivo di Boussignac, fornendo una  $FiO_2$  più elevata, sembra consentire tempi di trattamento inferiori. Ciò può avere rilevanti ricadute organizzative sulla gestione del paziente e sull'utilizzo delle risorse.

## Scopo dello studio

La Pressione Positiva Continua delle vie Aeree (CPAP) si è dimostrata capace di ridurre significativamente il ricorso all'intubazione tracheale con le sue conseguenze, riducendo la durata del ricovero ospedaliero, con una tendenza alla riduzione della mortalità a breve termine, in diversi studi sull'insufficienza respiratoria acuta, soprattutto secondaria a edema polmonare acuto cardiogeno (EPAC)<sup>1-4</sup>. Nel Dipartimento d'Emergenza questo trattamento viene effettuato ricorrendo prevalentemente a sistemi a flusso continuo che, sfruttando il principio di Venturi, consentono la

generazione di elevati flussi con una  $FiO_2$  che però raramente supera il 50%, pena la riduzione del flusso e l'impossibilità di mantenere una pressione positiva continua durante l'intero ciclo respiratorio<sup>5</sup> e un corretto washout dell'anidride carbonica. In tempi relativamente recenti, un nuovo device per CPAP a flusso continuo è stato introdotto nell'uso clinico e approvato dalla FDA americana. Sviluppato da studi sperimentali<sup>6</sup> e applicato come strumento per la ventilazione durante rianimazione cardiopolmonare<sup>7</sup>, il sistema CPAP di Boussignac (Figura 1 – dal nome dello sperimentatore che lo ha progettato) presenta ca-



Fig. 1 – Sistema CPAP “Boussignac” (Vygon, Ecouen, France). Attraverso il condotto verde l’ossigeno viene veicolato nel dispositivo e, attraverso un sistema di canalicoli praticato nelle sue pareti, il flusso viene accelerato alla velocità del suono. La collisione delle molecole d’ossigeno nel lume interno del sistema genera pressione (CPAP). La turbolenza che ne deriva realizza un “diaframma virtuale” (valvola PEEP). Attraverso il secondo ingresso (in bianco) è possibile misurare e monitorare il valore di pressione ottenuto. Nell’immagine, tra il dispositivo e la maschera è inserito un sistema per aerosolterapia, non utilizzato in questo studio (cortesia di Vygon Italia).

ratteristiche del tutto peculiari rispetto a quelli fino ad ora descritti. Infatti esso sfrutta l’effetto di turbolenza ottenuto da multipli microgetti d’ossigeno che vengono fatti collidere all’interno di un tubo cavo, generando una PEEP e flussi sufficienti a produrre una pressione positiva continua a  $FiO_2$  comprese tra 60 e 90%, in dipendenza della ventilazione-minuto del paziente. I livelli di CPAP-PEEP sono regolati dal flusso di ossigeno che alimenta i canalicoli: per esempio, un flusso di  $O_2$  di 20 l/min realizza una CPAP-PEEP di 5 cm  $H_2O$ , un flusso di  $O_2$  di 30 l/min realizza una CPAP-PEEP di 10 cm  $H_2O$ .

Il sistema così costituito presenta alcuni vantaggi teorici. Innanzitutto si tratta di un dispositivo mono-uso molto economico e di facile utilizzo, compatibile con qualsiasi maschera standard per ventilazione non-invasiva, non richiede quindi taratura o calibrazione e non necessita di maschere dedicate. Inoltre, il livello di PEEP-CPAP è regolabile in continuo agendo sul flusso d’ossigeno, consentendo un aumento graduale del livello di pressione che può rendere il trattamento più gradito al paziente. In più, si tratta di un sistema aperto all’esterno e privo di circuiti corrugati ed è quindi spesso descritto come meno “claustrofobico” per il paziente stesso. La caratteristica di sistema aperto all’esterno, che consente il passaggio di strumenti diagnostici senza in-

fluire sul livello di CPAP-PEEP, ha consentito l’utilizzo di questo strumento in corso di broncoscopia a fibre ottiche nel paziente ipossiemico per prevenire le desaturazioni ampiamente descritte durante questa manovra<sup>8</sup>. Un ulteriore vantaggio è quello di disporre di una via di accesso al lume del cilindro che consente il monitoraggio in continuo della pressione realizzata, attraverso un manometro dedicato, permettendo aggiustamenti del flusso d’ossigeno, o la somministrazione aggiuntiva d’ossigeno, senza influire sul livello di CPAP ove necessario. Un limite intrinseco di questo sistema è quello di non poter impostare a priori una  $FiO_2$  desiderata, dipendendo essa continuamente dal flusso di  $O_2$  necessario per ottenere un determinato livello di CPAP e dalla ventilazione-minuto del paziente (cioè dal suo volume corrente e dalla sua frequenza respiratoria). Uno studio di laboratorio condotto su un modello artificiale di polmone ha però dimostrato che utilizzando un livello di CPAP di 10 cm  $H_2O$ , cioè fornendo un flusso di  $O_2$  al 100% di 30 l/min, la  $FiO_2$  erogata non è inferiore al 70% per una ventilazione-minuto inferiore a 15 l/min, e non è inferiore al 60% per una ventilazione minuto compresa tra 15 e 20 l/min<sup>9</sup>.

Dato lo scarso ingombro del sistema, esso è stato inizialmente impiegato con successo nel trattamento pre-ospedaliero dell’edema polmonare acuto<sup>10</sup>, tuttavia uno studio pilota randomizzato vs terapia medica standard ne dimostra l’efficacia anche nel Dipartimento d’Emergenza<sup>11</sup>.

A tutt’oggi mancano studi che mettano a confronto l’efficacia dei due sistemi sopra descritti. Scopo del presente studio è quindi il confronto, sul piano clinico, dell’efficacia del sistema CPAP con generatore di flusso tipo Venturi e del sistema CPAP Boussignac nel trattamento dell’insufficienza respiratoria acuta di tipo ipossiemico nel Dipartimento d’Emergenza.

## Metodi

A questo scopo abbiamo studiato retrospettivamente una serie di pazienti consecutivamente trattati con CPAP a 10 cm  $H_2O$  presso il Pronto Soccorso del Policlinico Sant’Orsola-Malpighi di Bologna per insufficienza respiratoria acuta di tipo ipossiemico in un periodo di tempo di tre mesi (1° gennaio 2005-31 marzo 2005). Sono stati selezionati a priori e analizzati i casi il cui report di Pronto Soccorso o la cui cartella clinica contenesse un numero sufficiente di dati per l’elaborazione descritta più oltre. Alcuni dati relativi all’outcome (durata della degenza ospedaliera, esito alla dimissione, eventuale prosecuzione del trattamento con CPAP nel reparto di destinazione, vedi oltre) sono stati raccolti dall’archivio informatizzato delle cartelle cliniche del Policlinico Sant’Orsola-Malpighi. In ogni momento della ricerca e dell’elaborazione dei dati è

stata garantita la massima riservatezza e protezione dei dati personali "sensibili" dei pazienti, sotto la supervisione del Direttore del Dipartimento.

Con queste premesse, 25 pazienti sono risultati idonei e selezionabili per lo studio.

Secondo il protocollo interno alla struttura, e in base a procedure già pubblicate<sup>12</sup>, i criteri di inclusione ed esclusione dei pazienti potenzialmente candidati alla ventilazione non invasiva sono stati i seguenti.

Criteri di inclusione:

- dispnea moderata-severa a riposo, reclutamento della muscolatura accessoria della respirazione, paradosso toraco-addominale;
- frequenza respiratoria > 25/min;
- PaCO<sub>2</sub> > 45 mmHg (o un aumento acuto di 15-20 mmHg);
- pH < 7,35 (ma > 7,10);
- PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 250 in aria ambiente o in *ventimask* al 50% per il paziente ipossimico;
- capacità di collaborare (*score* di Kelly max 3).

Criteri di esclusione:

- necessità immediata di proteggere le vie aeree;
- instabilità emodinamica (PAS < 90 mmHg);
- aritmie severe;
- PNX;
- impossibilità ad adattare la maschera;
- incapacità del paziente a collaborare;
- bradipnea (< 12 atti/min);
- arresto respiratorio;
- coma.

All'inizio del trattamento il torace del paziente è stato mantenuto sollevato con un'inclinazione di 45°; la maschera facciale è stata adattata al viso del paziente e inizialmente sostenuta dalle mani dell'operatore, allo scopo di evitare reazioni claustrofobiche, quindi il nucale è stato assicurato alla maschera con un livello di tensione appena sufficiente a prevenire le perdite all'interfaccia paziente-maschera e in modo da evitare un'eccessiva pressione sulle parti del viso in contatto con il cuscino della maschera. Il gonfiaggio ad aria di quest'ultimo è stato regolato in modo da garantire una buona adesione della maschera preservando per quanto possibile il comfort del paziente.

Il livello di CPAP-PEEP prescelto è stato raggiunto in *steps* successivi fino a un massimo di 10 cm H<sub>2</sub>O. Durante le prime fasi del trattamento il paziente veniva strettamente monitorato per quanto riguarda parametri clinici (PA, frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, livello del sensorio) e saturimetria (SpO<sub>2</sub>). Prima dell'inizio del trattamento e a 30-60 minuti dall'inizio dello stesso è stata effettuata un'emogasanalisi arteriosa (EGA), ripetuta successivamente in base alle necessità e al giudizio clinico dell'operatore. Dei 25 pazienti considerati, 12 (gruppo 1) sono stati

trattati con un generatore di flusso tipo Venturi (Vital Flow 100, Vital Signs, Totowa NJ, USA), mentre 13 (gruppo 2) sono stati trattati con la CPAP Boussignac (Vygon, Ecoen, Francia). In entrambi i gruppi è stata utilizzata una PEEP di 10 cm H<sub>2</sub>O, nel primo gruppo mediante impiego di una valvola a molla prearata (Vital Signs, Totowa NJ, USA), nel secondo gruppo mediante utilizzo di un flusso di ossigeno di 30 l/min. In questo gruppo di pazienti il mantenimento di un livello di PEEP/CPAP costante durante l'intero ciclo respiratorio è stato monitorato mediante apposito manometro applicato al secondo ingresso del *device*, fornito dal costruttore (Vygon, Ecoen, Francia). Nel gruppo 1 la FiO<sub>2</sub> è stata impostata al 50%, mentre per il gruppo 2 è stata stimata tra il 60 e il 90% sulla base di precedenti studi sperimentali<sup>9</sup>.

Entrambi i gruppi di pazienti sono stati trattati con terapia medica secondo la necessità e secondo il giudizio del medico responsabile (diuretici, nitro-derivati, vasopressori, antibiotici).

Nella raccolta dei dati, per tutti i pazienti sono stati considerati i seguenti parametri alla presentazione (con relative abbreviazioni tra parentesi): sesso, età, etiologia dell'insufficienza respiratoria acuta (etio), *score* neurologico di Glasgow (GCS), *score* neurologico di Kelly, SAPS II (*Simplified Acute Physiology Score*), pH, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> misurato in aria ambiente o in *ventimask* al 50%, frequenza respiratoria (FR), frequenza cardiaca (FC), pressione arteriosa media (PAM), saturazione (SpO<sub>2</sub>), positività delle troponine cardiache (pos/neg: tropo), presenza di patologia respiratoria concomitante (Pat Resp), comorbidità (aritmia, diabete, obesità: comorb.). I seguenti parametri sono stati rilevati a un'ora di trattamento: PaO<sub>2</sub> (PaO<sub>2</sub> T1); PaCO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub> T1); frequenza respiratoria (FR T1). I seguenti sono stati considerati parametri di risultato: durata del trattamento in ore (Dur); necessità di ricovero in Area Critica (TI); permanenza in Area Critica in ore (Dur TI), durata della degenza intraospedaliera in giorni (Dur Deg); esito del trattamento (dimissione; decesso: esito). Per tutti i pazienti sono stati inoltre rilevati i seguenti dati: *compliance* al trattamento secondo il medico responsabile (presente/assente: comp); necessità di sedazione (sì/no: Sed); necessità di proseguire il trattamento nel reparto di destinazione (sì/no: proseq); positività delle troponine cardiache a 12 ore dall'ingresso (pos/neg; Tropo 12 h).

Tutti i parametri sopra descritti sono stati confrontati tra i due gruppi; all'interno di ciascun gruppo è stato effettuato un confronto tra PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> e FR prima del trattamento e a un'ora dall'inizio dello stesso. Infine, tutti i parametri clinici ed epidemiologici, così come la differenza tra i parametri di base e gli stessi parametri a un'ora di trattamento, sono stati correlati ai parametri di risultato nell'intera serie di pazienti.

TAB. 1

Caratteristiche epidemiologiche e cliniche dei due gruppi di pazienti.

	Sesso	Età	Etio	GCS	Kelly	SAPS II	pH	PaO <sub>2</sub>
<b>Gruppo 1</b>	6F/12	76 (11,6)	11 Epac	14,5 1 infilt.	1,3 (0,65) (0,99)	32,8 (9,05)	7,26 (0,13)	53,7 (10,5)
<b>Gruppo 2</b>	7F/13	81 (12,3)	9 Epac 4 infilt.	14,6 (0,6)	1,2 (0,43)	32,2 (7,35)	7,39 (0,07)	50,7 (12,6)
<b>P &lt;</b>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,01	NS

Dati espressi come media (DS). PaO<sub>2</sub>: mmHg. Per altre abbreviazioni vedi testo.

TAB. 2

Caratteristiche epidemiologiche e cliniche dei due gruppi di pazienti.

	PaCO <sub>2</sub>	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	FR	FC	PAM	SpO <sub>2</sub>	Comorb	Pat Resp	Tropo
<b>Gruppo 1</b>	44,1 (16,9)	215,1 (90,1)	30,5 (6,5)	107 (27,7)	112	83 (9,3)	Diab 7/12 Arit 3/12 Obes 1/12	COPD 3/12	Pos. 3/12
<b>Gruppo 2</b>	38,6 (3,9)	220,6 (50,1)	37,5 (8,4)	106 (17,8)	107,1 (16,2)	82 (10,3)	Diab 3/13 Arit 6/13 Obes 1/13	COPD 2/13	Pos. 4/13
<b>P &lt;</b>	NS	NS	0,06	NS	NS	NS	0,01	NS	

Dati espressi come media (DS). PaCO<sub>2</sub>: mmHg; SpO<sub>2</sub>: %; FC: battiti/min.; FR: atti/min.; PAM: mmHg; Diab: diabete mellito; Arit: fibrillazione atriale cronica; Obes: obesità; COPD: bronco-pneumopatia cronica ostruttiva; Tropo: Pos > 0,15 ng/ml. Per altre abbreviazioni vedi testo.

TAB. 3

Parametri misurati a un'ora di trattamento mediante CPAP.

	PaO <sub>2</sub>	PaCO <sub>2</sub>	FR
<b>Gruppo 1</b>	105,4 (52,3)	36,4 (11,1)	22,5 (5,1)
<b>Gruppo 2</b>	188,9 (89,9)	37,4 (8,8)	30,5 (9,5)
<b>P &lt;</b>	0,01	NS	0,02

Dati espressi come media (DS).

TAB. 4

Parametri di risultato.

	Dur	TI	Dur TI	Dur deg	Esito	Comp	Sed	Prosec	Tropo 12 h
<b>Gruppo 1</b>	7,8 (6,0)	12/12	15,6 (8,4)	12,5 (8,5)	1 dec./12	12/12	0/12	0/12	5/12
<b>Gruppo 2</b>	2,8 (3,0)	7/13	22,8 (22,8)	9,5 (4,7)	1 dec./13	12/13	0/13	1/13	5/13
<b>P &lt;</b>	0,001	0,06	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Per abbreviazioni e unità di misura, vedi testo.

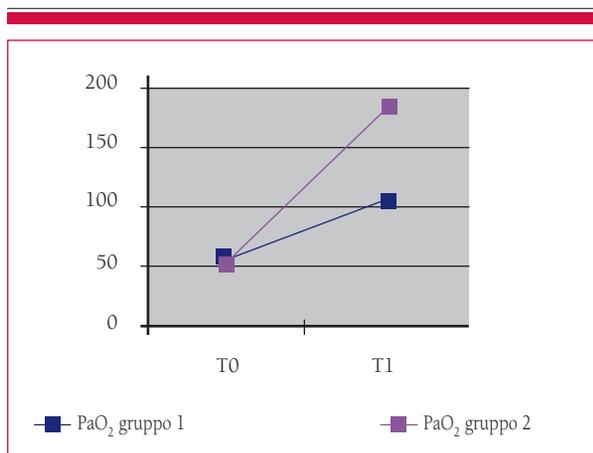


Fig. 2 – PaO<sub>2</sub> nei due gruppi di trattamento.

PaO<sub>2</sub> gruppo 1:  $p < 0,002$  T1 vs T0; PaO<sub>2</sub> gruppo 2:  $p < 0,001$  T1 vs T0.

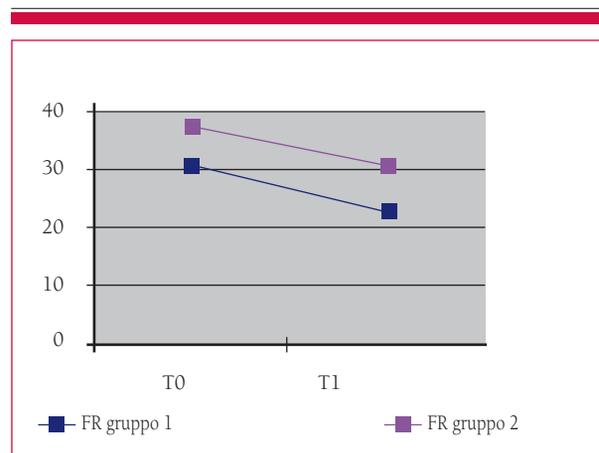


Fig. 4 – Frequenza respiratoria nei due gruppi di trattamento.

Gruppo 1:  $p < 0,002$  T1 vs T0; gruppo 2:  $p < 0,04$  T1 vs T0.

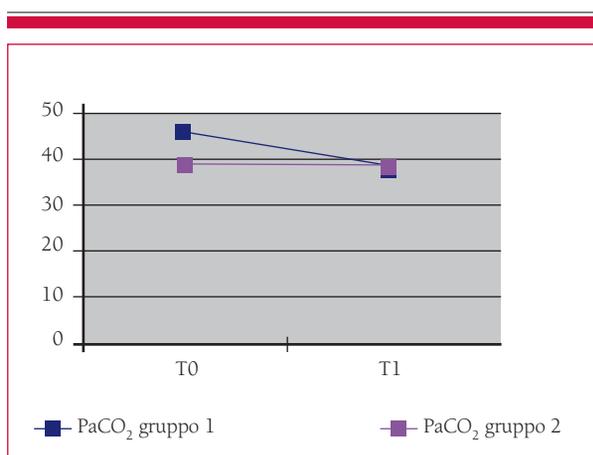


Fig. 3 – PaCO<sub>2</sub> nei due gruppi di trattamento.

PaCO<sub>2</sub> gruppo 1:  $p < 0,023$  T1 vs T0; PaCO<sub>2</sub> gruppo 2: NS T1 vs T0.

È stata poi condotta un'analisi statistica: in ciascun gruppo di pazienti sono stati calcolati i valori medi e la deviazione standard. La comparazione tra dati non parametrici è stata effettuata mediante *Mann-Whitney U test*, mentre il *Wilcoxon signed rank test* è stato utilizzato per i dati appaiati. Ove opportuno, è stata impiegata la correlazione di Pearson. La correlazione tra dati clinici e parametri di risultato è stata effettuata mediante *Kendall tau-b test*. In tutti i casi un valore di  $p < 0,05$  è stato considerato significativo.

## Risultati

Le Tabelle 1 e 2 mostrano i dati epidemiologici e clinici nei due gruppi all'ingresso; la Tabella 3 mostra i dati clinici a un'ora di trattamento nei due gruppi; la Tabella 4 mostra i parametri di risultato nei due grup-

pi. Le Figure 2-4 evidenziano le modificazioni dei gas ematici e della frequenza respiratoria tra l'ingresso e la prima ora di trattamento all'interno di ciascun gruppo. Benché la differenza non risulti statisticamente significativa, un maggior numero di pazienti nel gruppo 2 risultava portatore di infiltrato polmonare (4/13 vs 1/12). Pur mancando i criteri indicati dall'*American Thoracic Society* per la diagnosi di polmonite acquisita in comunità (CAP)<sup>13</sup>, questi pazienti presentavano segni clinici e radiologici riconducibili a tale condizione. Tutti gli altri pazienti erano portatori di edema polmonare acuto cardiogeno sulla base di una precedente anamnesi di malattia cardiaca, la presenza di crepitazioni bibasilarie in assenza di una storia compatibile con polmonite o aspirazione e la presenza di opacità bilaterali interstiziali o alveolari all'RX del torace. Questa disomogeneità nelle due popolazioni, che riflette il carattere retrospettivo dello studio, può almeno in parte giustificare la significativa differenza nel pH alla presentazione nelle due popolazioni, così come la differenza, tendenzialmente significativa, nella frequenza respiratoria (più elevata nel gruppo 2). I due gruppi, composti da una popolazione di pazienti mediamente anziana, risultavano peraltro omogenei per *score* fisiologico e neurologico, anamnesi di malattia polmonare cronica ostruttiva, comorbidità (in questo studio fibrillazione atriale cronica, obesità, diabete), positività delle troponine cardiache all'ingresso.

Nessun paziente in entrambi i gruppi ha necessitato di intubazione endotracheale; un paziente nel gruppo 1 e un paziente nel gruppo 2, entrambi portatori di edema polmonare acuto complicante un infarto miocardico acuto, sono deceduti per arresto cardiaco. La *compliance* al trattamento è stata completa, a eccezione di un paziente nel gruppo 2; nessun paziente ha peraltro necessitato di sedazione farmacologica per poter proseguire il trattamento.

In entrambi i gruppi il trattamento con CPAP ha comportato un miglioramento significativo di PaO<sub>2</sub> e frequenza respiratoria, tuttavia il miglioramento di PaO<sub>2</sub> era, con elevata significatività, più evidente per il gruppo 2, mentre il miglioramento di frequenza respiratoria era più sensibile nel gruppo 1 rispetto al gruppo 2, in cui peraltro questo parametro tendeva a essere più elevato già all'ingresso. Coerentemente, solo nel gruppo 1 è stato osservato un miglioramento significativo di PaCO<sub>2</sub>. Tutti i pazienti del gruppo 1, e solamente sette su tredici nel gruppo 2, hanno necessitato di una fase di trattamento presso l'Area Critica del Dipartimento di Emergenza. La durata del trattamento mediante CPAP è risultata peraltro inferiore nel gruppo 2 rispetto al gruppo 1 e la differenza era altamente significativa. Non sono state osservate, invece, differenze statisticamente significative per quanto concerne durata della

permanenza in Area Critica, durata della degenza ospedaliera, positività delle troponine cardiache a 12 ore dall'ingresso.

Lo studio della correlazione tra parametri clinici e parametri di risultato effettuato sull'intera popolazione di pazienti ha evidenziato una correlazione inversa, statisticamente altamente significativa, tra incremento della PaO<sub>2</sub> tra l'ingresso e la prima ora di trattamento e durata del trattamento mediante CPAP ( $p < 0,002$ ); inoltre, ha evidenziato una correlazione diretta tra il valore della frequenza respiratoria a un'ora di trattamento e durata della permanenza in Area Critica ( $p < 0,01$ ).

## Discussione

Il presente studio retrospettivo era disegnato per confrontare l'efficacia di due differenti sistemi CPAP nel trattamento in emergenza dell'insufficienza respiratoria acuta di tipo ipossiemico nelle condizioni di comune utilizzo nella pratica clinica di un Dipartimento d'Emergenza. Benché alcuni studi avessero dimostrato l'efficacia e l'applicabilità del sistema Boussignac nel trattamento dell'edema polmonare acuto cardiogeno nel contesto operativo del soccorso pre-ospedaliero e nel Dipartimento di Emergenza<sup>10,11</sup>, non sono disponibili lavori dedicati a un confronto operativo di efficacia, basato su specifiche di funzionamento fino a ora dimostrate su modelli in laboratorio<sup>9</sup>, tra questo sistema e altri, più frequentemente utilizzati, quale il sistema a generatore di flusso secondo Venturi.

Sulla base dei nostri dati, il presente studio dimostra che il sistema Boussignac e il generatore di flusso tipo Venturi sono comparabili nella capacità di migliorare lo scambio dei gas e i parametri clinici. In entrambi i gruppi di trattamento, la *compliance* del paziente è stata ottimale, nessun paziente ha richiesto sedazione per poter proseguire il trattamento ventilatorio, che solo in un paziente del gruppo 2 è proseguito nel reparto di destinazione. Tuttavia, il sistema Boussignac, per la capacità di fornire una più elevata FiO<sub>2</sub> nelle condizioni operative standard in cui i pazienti sono stati trattati, pur mantenendo un flusso sufficiente a garantire la costanza delle pressioni nelle vie aeree durante l'intero ciclo respiratorio, sembra consentire una minore durata del trattamento, con ovvie ricadute in termini di gestione delle risorse, tra cui, probabilmente, il ricorso alle terapie intensive. Questo dato appare rafforzato dall'omogeneità dei due gruppi rispetto ad altre variabili quali lo *score* neurologico e fisiologico, la presenza di comorbidità, la presenza di COPD.

Oltre a confermare in parte queste conclusioni, la correlazione inversa tra incremento della PaO<sub>2</sub> alla prima ora e durata del trattamento, e riduzione della frequenza respiratoria alla prima ora e durata della permanenza in area critica, da noi riscontrate, sono in

linea con precedenti studi che fanno di questi semplici parametri alcuni dei più importanti elementi predittivi di successo del trattamento ventilatorio non invasivo nel paziente ipossiemico<sup>14,15</sup>.

Il numero di casi con positività delle troponine cardiache era equidistribuito tra i due gruppi di trattamento; in particolare, il numero delle positività non aumentava in maniera ingiustificata dalle condizioni cliniche di base, e comunque non in modo diverso tra i due gruppi a 12 ore dall'ingresso. Non è stata rilevata alcuna correlazione tra positività delle troponine e parametri di risultato. Questi dati sono coerenti con i risultati di precedenti lavori che escludevano una correlazione tra ventilazione meccanica non invasiva e insorgenza di sindrome coronarica acuta<sup>16,17</sup>.

In questo studio nessun paziente ha richiesto intubazione endotracheale e due soli pazienti, uno per entrambi i gruppi di trattamento, sono deceduti per arresto cardiaco complicante un infarto miocardico acuto. Tuttavia, ricorso all'intubazione e mortalità precoce non erano stati inclusi tra i parametri di risultato in quanto, nelle condizioni attuali di utilizzo della ventilazione meccanica non invasiva in una popolazione la cui condizione è prevalentemente costituita da edema polmonare acuto, essi rappresentano eventi piuttosto rari. Solo studi prospettici su larghi numeri di pazienti possono quindi fornire informazioni attendibili su questi *end points*.

I gruppi di trattamento considerati in questo studio presentavano alcune significative disomogeneità, come risultato del disegno retrospettivo: nel primo gruppo era incluso un maggior numero di pazienti con edema polmonare acuto rispetto al gruppo 2. Corrispondentemente, nel gruppo 1 si rilevava un più basso valore medio di pH e una frequenza respiratoria tendenzialmente più bassa. Studi precedenti hanno dimostrato peraltro che la presenza di edema polmonare acuto e un pH più basso sono fattori predittivi positivi di risposta alla ventilazione meccanica non invasiva nel paziente con edema polmonare acuto cardiogeno<sup>2,16,18</sup>. Inoltre, uno studio recente sembra dimostrare che la performance della CPAP nell'edema polmonare acuto ipercapnico sia paragonabile a quella della ventilazione *bilevel* nel migliorare lo scambio gassoso<sup>19</sup>. Questa considerazione rafforza i migliori risultati ottenuti con la CPAP di Boussignac nel gruppo 2. Il fatto di aver studiato una casistica di pazienti ipossiemici mista (EPAc + infiltrati flogistici) rappresenta un evidente limite dello studio<sup>20</sup>. Tuttavia, esso era disegnato per confrontare l'efficacia di due differenti metodiche di CPAP in condizioni simili di utilizzo routinario nel paziente con insufficienza respiratoria acuta di tipo ipossiemico e non per stu-

diare l'efficacia della CPAP come terapia ventilatoria per questo tipo di condizione clinica. Va detto peraltro che l'*outcome* dei pazienti con addensamento polmonare flogistico non è stato diverso da quello dei pazienti con edema polmonare acuto, benché, dato lo scarso numero di pazienti, questo punto non sia stato fatto oggetto di analisi statistica.

In conclusione, la CPAP di Boussignac e il generatore di flusso tipo Venturi hanno un'efficacia comparabile nel migliorare lo scambio dei gas e ridurre la frequenza respiratoria nel paziente con insufficienza respiratoria acuta di tipo ipossiemico. Tuttavia, l'utilizzo del *device* di Boussignac sembra comportare un tempo di trattamento più breve e probabilmente un minor ricorso al ricovero in Area Critica. Tali effetti sono verosimilmente correlati alla capacità dello strumento di fornire elevate  $FiO_2$  nelle condizioni di utilizzo standard. Queste caratteristiche, unitamente alla facilità di impiego e al relativo basso costo, ne fanno uno strumento ideale per il contesto organizzativo del Dipartimento d'Emergenza.

## Bibliografia

1. Rasanen J, Heikkilä 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 (4): 296-300.
2. Bersten AD, Holt AW, Vedig AE, Skowronski GA, Baggoley CJ. Treatment of severe cardiogenic edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. *N Engl J Med* 1991; 325 (26): 1825-30.
3. 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 (5): 1379-86.
4. 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 (4): 1185-92.
5. L'Her E, Moriconi M, Texier F, Bouquin V, Kaba L, Renault A, Garo B, Boles JM. Non-invasive continuous positive pressure in acute hypoxaemic respiratory failure. Experience of an emergency department. *Eur J Emerg Med* 1998; 5: 313-318.
6. Isabey D, Boussignac G, Harf A. Effect of air entrainment on airway pressure during endotracheal gas injection. *J Appl Physiol* 1989; 67: 771-779.
7. Saissy JM, Boussignac G, Cheptel E *et al.* Efficacy of continuous insufflation of oxygen combined with active cardiac compression-decompression during out-of-hospital cardio-respiratory arrest. *Anesthesiology* 2000; 6: 1523-30.
8. Maitre B, Jaber S, Maggiore SM, Bergot E, Richard JC, Bakthiari H, Housset B, Boussignac G, Brochard L. Continuous Positive Airway Pressure during fiberoptic bronchoscopy in hypoxemic patients. A randomised double blind study using a new device. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 1063-67.
9. Templier F, Dolveck F, Baer M, Chauvin M, Fletcher D. Mesure sur banc d'essai des  $FiO_2$  délivrées par la CPAP Boussignac alimentée en oxygène pur. *Annales Françaises de Anesthésie et Réanimation* 2003; 22: 103-107.
10. Templier F, Dolveck F, Baer M, Chauvin M, Fletcher D, Boussignac G. "Boussignac" continuous positive airway pressure system: practical use in a prehospital medical care unit. *Eur J Emerg Med* 2003; 10: 87-93.
11. Moritz F, Benichou J, Vanhese M, Richard JC, Line S, Hellot MF, Bonmarchand G, Muller JM. Boussignac continuous positive air-

- way pressure device in the emergency care of acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised pilot study. *Eur J Emerg Med* 2003; 10: 204-208.
12. Meduri GU, Turner RE, Abou Shala N *et al.* Noninvasive positive pressure ventilation via face mask: first line intervention in patients with acute hypercapnic and hypoxemic respiratory failure. *Chest* 1996; 109: 179-193.
  13. Niederman MS, Bass JB, Campbell D, Fein AM, Grossman RF, Mandell LA, Marie TJ, Sarosi GA, Torre A, Yu VL. Guidelines for the initial management of adults with community-acquired pneumonia: diagnosis, assessment of severity, and initial antimicrobial therapy. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 1418-26.
  14. Antonelli M, Conti G, Moro ML, Esquinas A, Gonzalez-Diaz G *et al.* Predictors of failure of non-invasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multicenter study. *Intensive Care Med* 2001; DOI 10.1007/s00134-001-1114-4.
  15. Domenighetti G, Gayer R, Gentilini R. Non-invasive pressure support ventilation in non-COPD patients with cardiogenic pulmonary oedema and severe community acquired pneumonia. Acute effects and outcome. *Intensive Care Med* 2002; 28: 1373-78.
  16. Nava S, Carbone G, Di Battista N, Bellone A, Baiardi P, Cosentini R, Marengo M, Giostra F, Borasi G, Groff P. Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema. A multicenter randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168: 1432-37.
  17. Bellone A, Monari A, Cortellaro F, Vettorello M, Arlati S, Coen D. Myocardial infarction rate in acute pulmonary edema: noninvasive pressure support ventilation versus continuous positive airway pressure. *Crit Care Med* 2004; 32: 1860-65.
  18. Masip J, Betbese AJ, Paez J, Vecilla F, Canizares R, Pedro J *et al.* Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary edema: a randomised trial. *Lancet* 2000; 356 (9248): 2126-32.
  19. Bellone A, Vettorello M, Monari A *et al.* Noninvasive pressure support ventilation vs. continuous positive airway pressure in acute hypercapnic pulmonary edema. *Intensive Care Med* 2005; 31: 807-811.
  20. Nava S, Carlucci A. Non-invasive pressure support ventilation in acute hypoxemic respiratory failure: common strategy for different pathologies? *Intensive Care Med* 2002; 28: 1205-07.

## ABSTRACT

In the ED, CPAP is frequently delivered via Venturi-generators, that afford high flows at a FiO<sub>2</sub> that rarely exceeds 50% at the cost of lowering flow and preventing continuous pressure to be maintained. In recent years a different tool, the Boussignac system, that employes multiple O<sub>2</sub> jets inside a plastic tube to attain gas flow sufficient to sustain continuous pressures at a FiO<sub>2</sub> ranging from 60 to 90%, has been introduced.

Aim of this study was to compare the efficacy of these two different systems on a clinical ground.

For this purpose we retrospectively evaluated a series of 25 patients consecutively treated in our ED for AHRF. 12 out of them (11 ACPE, 1 CAP: group 1) were treated with a Venturi flow-generator (Vital Signs Vital flow 100, Totowa, NJ, USA), while 13 (9 ACPE, 4 CAP: group 2) underwent CPAP with the Boussignac device (Vygon, Ecouen, France). A PEEP level of 10 Cm H<sub>2</sub>O was used in both groups. FiO<sub>2</sub> was set at 50% in group 1, while for group 2 it was estimated to range from 60 to 90% based on previous experimental studies. For both groups, epidemiologic, clinical and blood gas parameters were recorded at entry. PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, Respiratory Rate were recorded at 1 hour of treatment. Duration of

treatment (DT), length of stay in the critical care area of the ED (LCC), length of hospital stay (LH) were recorded as outcome results. Data were compared between groups for statistical significance. Finally, all the above parameters were correlated to outcome results for the whole series of patients.

In both groups CPAP sorted a significant improvement in PaO<sub>2</sub> and RR. However, the improvement of PaO<sub>2</sub> was more sensible in group 2, while improvement of RR was more evident in group 1, in wich this parameter tended to be lower at entry. All the patients in group 1 and 7 out of 13 in group 2 required a period of treatment in the critical care area of the ED. DT was shorter in group 2 and the difference was highly significant. At correlation of clinical parameters to outcome results, improvement of PaO<sub>2</sub> from baseline to 1 hour of treatment resulted to inversely correlate to DT, while RR at 1 hour directly correlated with LCC. Based on these data, the two devices appear to be comparable in efficacy for the treatment of AHRF in the ED. However, Boussignac CPAP, prompting an higher FiO<sub>2</sub>, seems to allow a shorter duration of treatment. This may help to optimise the need for critical care utilization in this condition.

[www.ecj.it](http://www.ecj.it)

**Emergency Care Journal** mette a disposizione dei suoi Lettori un sito web dove poter reperire notizie relative al mondo dell'Emergenza-Urgenza, consultare i sommari dei numeri pubblicati, visionare un numero gratuito e sottoporre al Comitato Scientifico quesiti sui temi legati alla Medicina d'Emergenza. Sul sito potrà inoltre trovare link, recensioni, segnalazioni di corsi e congressi.