

# Dispositivi di ventilazione non invasiva nell'emergenza-urgenza pre-ospedaliera

## Pre-Hospital non-invasive ventilation devices

■ MAURIZIO BERETTA<sup>1</sup>, MASSIMO GUASCONI<sup>2</sup>, ALBERTO VENEZIANI<sup>3</sup>, LUCIANA BRANCHINI<sup>4</sup>, ENRICO LUCENTI<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Infermiere, Tutor Didattico. Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Corso di Studio in Infermieristica, sede formativa di Piacenza. Tutor didattico

<sup>2</sup> Infermiere, Tutor Didattico. Azienda USL Piacenza, Servizio Pronto Soccorso Ortopedico. Università di Parma, Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Corso di Studio in Infermieristica, sede formativa di Piacenza.

<sup>3</sup> Infermiere. Azienda USL di Piacenza, Dipartimento Cure Primarie, UO Territoriale Vaccinazioni.

<sup>4</sup> Infermiere. Azienda USL di Piacenza, U.O. Pneumologia.

<sup>5</sup> Infermiere, UOC Emergenza Territoriale 118 e CTIU, Azienda USL di Piacenza. Università di Parma, Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Sede Didattica Azienda USL di Piacenza, Direttore del Comitato Scientifico di SIIET (Società Italiana Infermieri Emergenza Territoriale).



### RIASSUNTO

**Introduzione:** La ventilazione non invasiva (NIV) risulta essere una procedura molto utilizzata in emergenza-urgenza territoriale; della corretta applicazione l'infermiere ne è responsabile. L'obiettivo di questo studio è indagare quali siano i dispositivi maggiormente utilizzati.

**Materiali e Metodi:** È stata condotta una ricerca in letteratura attraverso la metodologia del Rapid Evidence Assessment (REA). I database consultati tra Giugno ed Ottobre 2020 sono stati PubMed e Scopus. I risultati sono stati riportati seguendo le linee guida PRISMA.

**Risultati:** 9 sono gli articoli selezionati ed analizzati in questo studio. È emerso che la modalità di ventilazione non invasiva più conforme ed efficace nel setting pre-ospedaliero è la CPAP e il tempo di trasporto minimo necessario è di 20min affinché la terapia sia efficace. Altri dati significativi riguardano l'efficacia di tale terapia prevalentemente sull'edema polmonare acuto e sulla riacutizzazione di BPCO.

**Discussione:** Una parte significativa della popolazione che presenta disturbi respiratori ha le caratteristiche per la somministrazione della CPAP la quale risulta essere risolutiva se somministrata precocemente.

**Conclusione:** Sulla base di questa ricerca si può affermare che ad oggi la CPAP rappresenta la miglior modalità di ventilazione in ambulanza in quanto ha evidenziato miglioramenti sui parametri vitali (saturazione, frequenza respiratoria), sul tasso di intubazione e mortalità, sulla durata della degenza e sulla compliance del paziente. Con l'applicazione precoce della CPAP, c'è una riduzione del 10% del tasso di intubazione e del 3% del tasso di mortalità rispetto alla somministrazione della sola terapia medica.

**Parole chiave:** Emergenza Territoriale – ventilazione non invasiva - CPAP



### ABSTRACT

**Introduction:** Non-Invasive Ventilation (NIV) is frequently used in the territorial emergency-urgency setting, in which the nurse has a fundamental role. The aim of the review was to investigate, through a systematic review, which are the devices used for NIV in territorial emergency.

**Materials and Methods:** A literature review was conducted using the Rapid Evidence Assessment (REA) methodology. The databases consulted were PubMed and Scopus in the period between June and October 2020. The results were reported following the PRISMA guidelines.

**Results:** Nine articles were selected and assessed. Continued Positive Airway Pressure (CPAP) emerges that the most compliant and effective NIV mode in pre-hospital setting. The minimum transport time required is 20min for the therapy to be effective. Further findings emerge regarding effectiveness of this therapy mainly on acute pulmonary edema and on Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) exacerbation.

**Discussion:** A significant part of the population presenting respiratory disorders has the characteristics for CPAP administration and it turns out to be decisive if administered early.

**Conclusion:** CPAP represents the best mode of ventilation in ambulance because showed clear improvements in vital parameters (saturation, respiratory rate), on the rate of patient intubation and mortality, on the length of hospitalization and on the patient compliance. With the application of early CPAP, there is a 10% reduction in the intubation rate and a 3% reduction in the mortality rate compared to administration of medical therapy alone.

**Keywords :** Prehospital Emergency Care - Non-Invasive Ventilation - CPAP

**REVISIONE DELLA LETTERATURA**

 PERVENUTO IL 20/11/2020  
 ACCETTATO IL 05/03/2021

**Corrispondenza per richieste:**

 Dott. Enrico Lucenti  
[enicolucenti@gmail.com](mailto:enicolucenti@gmail.com)

Gli autori dichiarano l'assenza di conflitto d'interesse.

**INTRODUZIONE**

La ventilazione non invasiva (NIV) risulta essere una procedura vitale in alcune tipologie di distress respiratorio; il paziente al quale è stata applicata mostrati evidenti miglioramenti che non si avrebbero nel caso della sola terapia medica<sup>[1]</sup>. L'infermiere di emergenza-urgenza territoriale si trova a gestire la ventilazione non invasiva in ambulanza ed è responsabile della corretta somministrazione e del monitoraggio di tale terapia.

Il concetto di ventilazione meccanica non invasiva (NIV) si riferisce alla capacità di fornire un supporto ventilatorio attraverso le vie aeree superiori del paziente, utilizzando maschere o altri devices, senza dover utilizzare dispositivi invasivi, sfruttando il concetto di pressione positiva<sup>[2]</sup>.

Tale concetto è stato introdotto alla fine degli anni '60, inizialmente applicato all'ipoventilazione notturna. Il risultato fu talmente positivo che questa metodica venne largamente accettata come metodo terapeutico standard di ventilazione meccanica nei pazienti con insufficienza respiratoria<sup>[3]</sup>.

Il paziente sottoposto a NIV necessita di monitoraggio emodinamico continuo in quanto questa procedura non è priva di complicanze e per questo motivo l'infermiere che somministra la NIV deve essere adeguatamente formato. Esso deve monitorare e rivalutare il quadro clinico del paziente, con particolare attenzione ai parametri vitali (ossia frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, saturazione O<sub>2</sub>, pressione arteriosa) e ai segni e sintomi correlati al sistema respiratorio, quali movimenti della gabbia toracica, utilizzo della muscolatura accessoria, colore della cute sia periferica che centrale<sup>[4,5]</sup>. Ad oggi, esistono due tipologie diverse di NIV che hanno elementi in comune ma presentano anche differenze ben definite: C-PAP e BILEVEL/BPAP. La prima tipologia che viene indicata con l'acronimo C-PAP, significa "Continuous Positive Airways Pressure", rappresenta la metodica più elementare e consiste nell'applicazione di una pressione positiva continua nei polmoni senza l'ausilio di un ventilatore<sup>[6]</sup>. Mentre la seconda tipologia viene indicata con l'acronimo B-PAP in quanto significa "Biphasic Positive Airway Pressure". Quest'ultima è caratterizzata dall'applicazione bifasica (cioè su due differenti livelli) della pressione positiva continua delle vie aeree. Necessita di un ventilatore pressometrico per poter controllare la pressione in fase inspiratoria (IPAP, Inspiratory Positive Airway Pressure) e quella in fase espiratoria (EPAP, Espiratory Positive

Airway Pressure)<sup>[6]</sup>. La ventilazione non invasiva, sfruttando il concetto di pressione positiva, mantiene costantemente aperte le vie respiratorie superiori, previene il collasso alveolare e di conseguenza c'è un interessamento maggiore di alveoli, riducendo così la sensazione di dispnea; cosicché il paziente possa passare da un respiro rapido e superficiale ad uno più lento e più profondo<sup>[6]</sup>.

Nonostante la scarsità di articoli specifici nell'ambito pre-ospedaliero, durante l'emergenza COVID-19 la ventilazione non invasiva è stata utilizzata frequentemente in emergenza-urgenza territoriale, sia nei servizi primari che secondari, parlando nella quasi totalità dei casi di ventilazione non invasiva con sistema Boussignac, ossia CPAP<sup>[7]</sup>.

Il quesito che sottende questa revisione è il seguente: nell'assessment del paziente soccorso in ambito extra ospedaliero, all'interno del sistema di emergenza-urgenza, quali sono i dispositivi maggiormente performanti per la ventilazione non invasiva?

L'obiettivo pertanto è di valutare la letteratura inerente alla ventilazione non invasiva ovvero NIV in ambito pre-ospedaliero.

**MATERIALI E METODI**

La metodologia scelta per sviluppare questo studio è la REA, ovvero Rapid Evidence Assessment<sup>[8]</sup>. Il team di ricerca è costituito da due ricercatori che sviluppano lo studio parallelamente. I risultati della ricerca verranno letti in modo indipendente dai due ricercatori e analizzati in base ai criteri di inclusione. Al fine di poter ottimizzare la strategia di ricerca

nelle banche dati scelte, si rende necessario basarsi sulla metodologia PIO<sup>[9]</sup> (**tabella 1**).

Le Keywords derivanti dalla formulazione del quesito di ricerca mediante metodo PIO sono riportate qui di seguito:

- prehospital, emergency care, setting, context;
- non-invasive ventilation, positive pressure ventilation, NIV, non-invasive pressure support ventilation, CPAP.

I database presi in considerazione sono stati PubMed e Scopus. La consultazione è avvenuta il 25 agosto 2020 ed ha preso in considerazione gli studi in un arco temporale di 10 anni (dal 24 agosto 2010 al 24 agosto 2020).

Nella tabella "Search Strategy" (**tabella 2**) si riportano le stringhe utilizzate all'interno dei database.

I criteri di inclusione e di esclusione applicati sono i seguenti:

Criteri di inclusione:

- articoli appartenenti alla letteratura primaria;
- articoli full-text;
- raccolta del dato nel setting pre-ospedaliero del sistema di emergenza-urgenza territoriale;
- rilevazione del dato in oggetto da parte di personale infermieristico, medico e tecnico del sistema di emergenza-urgenza territoriale;
- paziente adulto (età ≥ 18 anni).

**Tabella 1. Strategia di ricerca mediante metodo PIO**

P	Population	Paziente soccorso in ambito extra-ospedaliero che necessita di NIV
I	Intervention	Ventilazione non invasiva
O	Outcome	Applicazione in sicurezza dei dispositivi per la NIV con efficacia per la ventilazione del paziente

**Tabella 2. Search Strategy**

Banche dati	Stringa di ricerca	limiti
Pubmed	((“prehospital emergency care”[all fields] OR (“pre-hospital settings”[all fields] OR “prehospital setting”[all fields]) OR “prehospital context”[all fields] OR “prehospital”[all fields]) AND (“non invasive ventilation” or “NIV” or “non-invasive pressure support ventilation” OR “CPAP” or “positive pressure ventilation” )	full text, in the last 10 years,
scopus	((“prehospital” or “prehospital treatment” or “pre-hospital setting” or “prehospital emergency care”) AND (“non invasive ventilation” or “CPAP”))	10 years

**Criteri di esclusione:**

- letteratura grigia;
- revisioni sistematiche / meta-analisi;
- studi qualitativi;
- riferimenti a setting pre-ospedalieri non facenti parte del sistema di emergenza-urgenza;
- setting intra-ospedalieri;
- pazienti pediatrici (età < 18aa).

cludono dicendo che non hanno reperito un numero idoneo di casi per arrivare ad una conclusione sull'efficacia della NIV nel pre-ospedaliero<sup>[11,12]</sup>;

- perché trattasi di una revisione di letteratura<sup>[5,13-23]</sup>;
- NIV somministrata esclusivamente nel setting intra-ospedaliero; gli autori affermano di avere informazioni limitate circa i trattamenti e la somministrazione di NIV nel setting pre-ospedaliero<sup>[24]</sup>;
- non esiste una popolazione umana di riferimento ma lo studio è condotto su un manichino termico o modello costruito ad-hoc<sup>[25]</sup>;
- NIV somministrata esclusivamente nel setting inter-ospedaliero tramite aereomedicale/eli-ambulanza, quindi considerata una continuazione terapeutica<sup>[17]</sup>.

Dagli studi analizzati in full-text inclusi nel processo di revisione si presentano i risultati focalizzando le tematiche di analisi funzionali

agli obiettivi della REA in oggetto (**tabella 3**):

- PAESE DELLO STUDIO
- DISEGNO DELLO STUDIO
- POPOLAZIONE
- OBIETTIVO DELLO STUDIO
- DEVICE UTILIZZATO
- EQUIPE
- RISULTATI DELLO STUDIO
- CONCLUSIONI DELLO STUDIO

**RISULTATI**

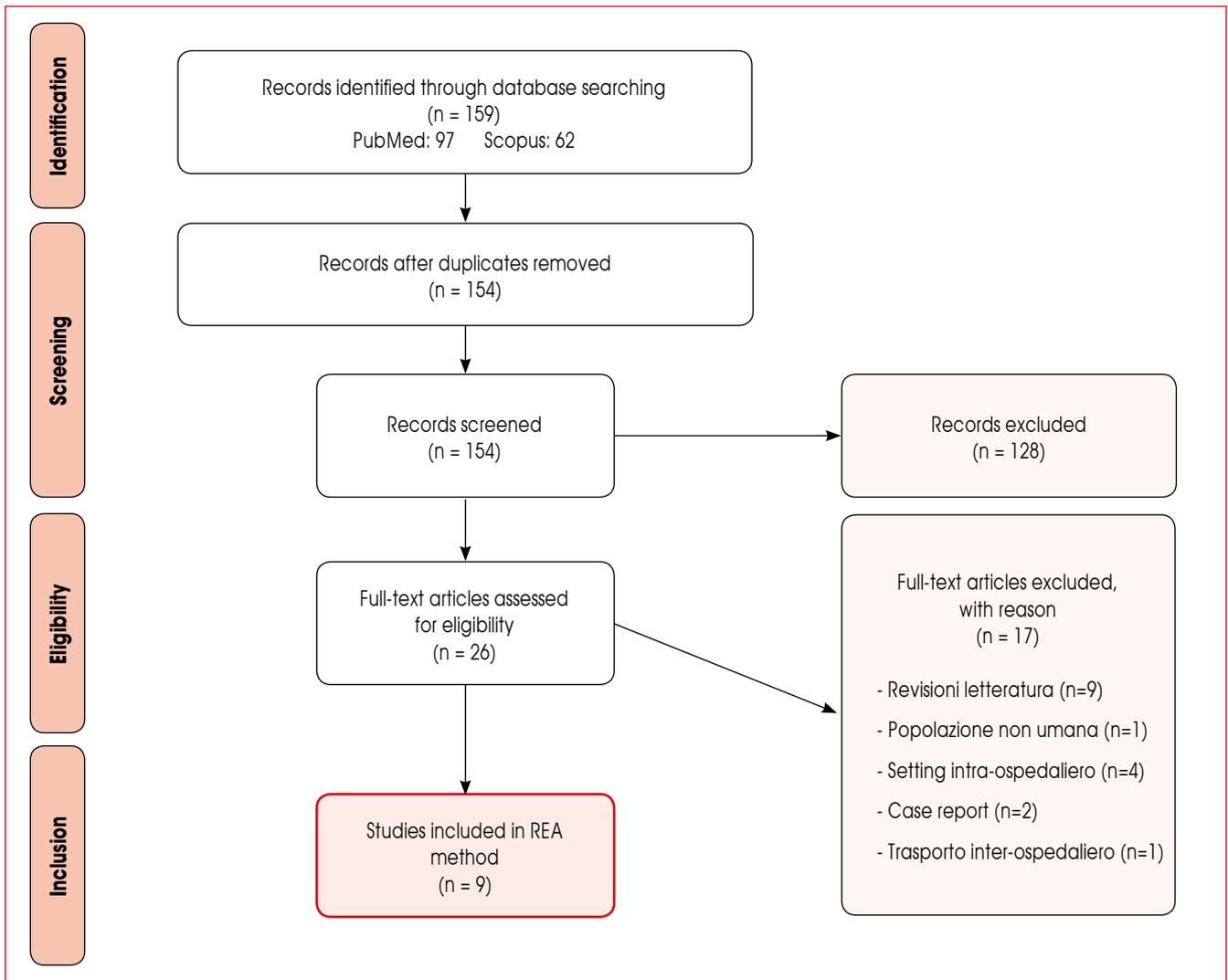
I risultati della ricerca sono stati estrapolati mediante il metodo PRISMA<sup>[10]</sup>. Gli articoli trovati sono stati 159 (PubMed=97 e scopus=62). Dopo l'eliminazione dei duplicati (n=5) gli articoli rimasti sono stati 154 e quindi sottoposti a screening. Gli studi rimanenti il cui full text è stato analizzato sono stati 26 (**figura 1**). Tra questi, gli articoli eliminati (n=17) con le rispettive motivazioni sono i seguenti:

- trattasi di "case report" con associata revisione di letteratura, inoltre gli autori con-

Gli articoli analizzati sono, nella quasi totalità dei casi, stati condotti in Europa, mentre due studi sono stati effettuati in America (Canada e California).

Gli obiettivi degli studi erano: valutare l'efficacia della somministrazione della CPAP nel setting pre-ospedaliero confrontata con la somministrazione della sola terapia medica<sup>[1,26]</sup>; valutare l'efficacia della CPAP del setting pre-ospedaliero in ambito urbano secondo i criteri di mortalità, durata del ricovero e tasso di intubazione<sup>[27]</sup>; valutare l'effi-

**Figura 1. Diagramma di flusso che descrive il processo di screening degli articoli** tratto da: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. J Clin Epidemiol. 2009 Oct; 62



cacia della CPAP in setting pre-ospedaliero confrontandola con la sola terapia medica su due gruppi di patologie differenti: EPA e BPCO riacutizzata<sup>[28]</sup>; valutare l'efficacia della CPAP in ambulanza in setting pre-ospedaliero durante un trasporto con durata limitata ed inferiore a 60min<sup>[29-32]</sup>; valutare l'efficacia della CPAP rispetto alla sola somministrazione di O<sub>2</sub> con maschera venturi<sup>[33]</sup>.

5 degli articoli selezionati sono studi retrospettivi, ossia studi longitudinali che analizzano dati del passato, mentre i rimanenti 4 sono studi prospettici, ossia studi longitudinali nel quale si raccolgono dati dal momento corrente, per poi seguirne l'evoluzione nel tempo<sup>[27,32,33]</sup>.

In tutti gli studi la popolazione faceva riferimento a pazienti soccorsi in ambito pre-ospedaliero, con un primo iniziale assessment e un successivo trattamento che si è sempre concluso con il trasportato in ospedale.

La somministrazione della CPAP, essendo una manovra avanzata, viene eseguita in tutti gli studi da sanitari, in quattro studi viene somministrata dal "team MICU" (mobile intensive care unit) con medico e infermiere specializzati a bordo<sup>[1,28,30,33]</sup>, in uno solo studio viene somministrata dal medico<sup>[29]</sup>, nei restanti quattro studi, viene somministrata da infermieri adeguatamente formati.

Prima di eseguire la manovra, deve essere effettuato un preciso e scrupoloso accertamento in cui vengono raccolti tutti i parametri vitali e valutati segni e sintomi del paziente. In tutti gli studi presi in esame vengono specificate tali caratteristiche, saturazione e frequenza respiratoria, mentre solo in due studi vengono presi in esame i valori emogas-analitici una volta arrivato in ospedale<sup>[31,33]</sup>.

In tutti gli studi esaminati l'interfaccia utilizzata è la maschera facciale in quanto sembra essere il dispositivo più adatto e maggiormente tollerato dal paziente in ambito extra-ospedaliero. In 7 studi su 9 viene utilizzato il sistema Boussignac in cui è possibile regolare la pressione erogata (per la presenza della valvola PEEP) attraverso la fonte di ossigeno e monitorarne il valore tramite un manometro. Il range di pressione può variare da un minimo di 5cm H<sub>2</sub>O ad un massimo di 15 cm H<sub>2</sub>O. In solo uno studio, viene utilizzato il sistema Pulmodyne O<sub>2</sub>- RESQ System (CPAP), che fornisce il 30% di FiO<sub>2</sub> e una pressione che varia da 5 a 15 cm H<sub>2</sub>O<sup>[27]</sup>. Mentre nello studio rimanente, viene utilizzata la modalità CPAP alternata alla modalità BiLEVEL<sup>[29]</sup>.

I risultati che emergono dagli studi analizzati sono molteplici. La modalità prevalentemente e quasi esclusivamente utilizzata in ambito pre-ospedaliero è la CPAP in quanto rappresenta il sistema più leggero e di rapida applicazione poiché non necessita di ventilatori o macchine con collegamento principale o tubi pesanti, mantenendo comunque un

risultato ottimale sul quadro clinico del paziente<sup>[27,29,31]</sup>. La modalità di ventilazione BiLEVEL in ambito pre-ospedaliero è sconsigliata in quanto non ha mostrato chiari risultati sul quadro clinico del paziente ove il tempo di trasporto è breve<sup>[29]</sup>.

Una patologia frequente in cui la CPAP ha mostrato evidenti miglioramenti del quadro clinico del paziente è l'EPA (edema polmonare acuto) mentre per altre patologie, i risultati non sono così evidenti<sup>[28]</sup>. Il tempo di trasporto in ospedale è proporzionale all'efficacia del sistema prima mostrato, e il tempo minimo di trasporto affinché sia efficace è 20 min<sup>[1,31,32]</sup>. La somministrazione di CPAP precoce porta ad un miglioramento dei parametri vitali, con un aumento del 4% della saturazione e una riduzione del 3% della frequenza cardiaca, e della meccanica respiratoria anche se si tratta di un trasporto breve<sup>[1,28,29]</sup> e dei valori emoganalitici rispetto alla sola terapia medica<sup>[31,33]</sup>. Il tasso di intubazione (riduzione del 10%) e di mortalità (riduzione 3%) sono diminuiti radicalmente con la ventilazione precoce<sup>[26,30-33]</sup>. La modalità di ventilazione quasi esclusivamente utilizzato in ambulanza è la CPAP con sistema Boussignac. La pressione maggiormente tollerata è 10 cm H<sub>2</sub>O<sup>[33]</sup>. Ventilare un paziente è una manovra complessa che può comportare l'insorgenza di complicanze quindi il sanitario responsabile deve essere adeguatamente formato<sup>[33]</sup>.

## DISCUSSIONE

Dagli studi analizzati si può affermare che la somministrazione precoce di tale terapia può dare grossi miglioramenti su tutti i criteri presi in considerazione dagli studi stessi, ossia quadro clinico, tasso di intubazione e tasso di mortalità. Lo studio di Ducros nel 2011 mette in evidenza la riduzione in percentuale dei pazienti intubati (dal 14% al 7%) e dei deceduti (dal 7% al 3%) grazie alla somministrazione della CPAP prima dell'arrivo in ospedale<sup>[33]</sup>.

La CPAP con il suo semplice utilizzo di dispositivi facilmente trasportabili è diventata un'opzione realistica e praticabile per i servizi sanitari extra-ospedalieri.

Un altro dato significativo emerso da questa revisione è che l'efficacia del sistema NIV è proporzionale alla durata del trasporto e della conseguente applicazione: il tempo minimo si attesta ai 20 minuti<sup>[1,31,32]</sup>.

Nell'ambito dell'emergenza-urgenza territoriale si parla, nella quasi totalità dei casi, di ventilazione non invasiva con sistema Boussignac. Solo uno studio prende in esame anche la modalità BiLEVEL concludendo però che servono studi più ampi per valutare l'efficacia di quest'ultima modalità di ventilazione<sup>[29]</sup>. Ne consegue che la migliore modalità per l'ambito extra-ospedaliero sia la CPAP prevalentemente con maschera facciale, in quanto rappresenta il sistema più leggero e

di rapida applicazione poiché non necessita di ventilatori o macchine con collegamento principale o tubi pesanti, mantenendo comunque un risultato ottimale sul quadro clinico del paziente<sup>[27,29,31]</sup>. Nello studio francese di Ducros del 2011, e in quello tedesco di Hensel del 2019 viene presa in esame anche la pressione meglio tollerata dal paziente, che risulta essere di 10cmH<sub>2</sub>O in quanto valori inferiori risultano essere inefficaci mentre valori superiori nella maggior parte dei pazienti risultano essere mal tollerati rendendo il paziente irrequieto: ciò rappresenta una controindicazione nella somministrazione di tale terapia<sup>[29,33]</sup>.

## CONCLUSIONE

Alla luce di quanto emerso da questa revisione della letteratura, la somministrazione della NIV prevede un accertamento e un monitoraggio scrupoloso in quanto può comportare l'insorgenza di diverse complicanze correlate; per questo motivo l'infermiere che somministra tale terapia deve essere adeguatamente formato. Emerge che il dispositivo prevalentemente utilizzato in setting pre-ospedaliero è la CPAP, in quanto rappresenta il sistema più leggero e di rapida applicazione poiché non necessita di ventilatori o macchine con collegamento principale. Mentre la modalità BiLEVEL è sconsigliata in quanto non ha mostrato chiari risultati sul miglioramento del quadro clinico del paziente ove il tempo di trasporto è breve.

Il risultato comune a tutti gli studi è che la somministrazione della CPAP precoce ha portato a un miglioramento, rispetto alla sola terapia medica, di tutti i criteri presi in esame dagli studi analizzati. Emerge inoltre che l'interfaccia maggiormente e quasi esclusivamente utilizzata per la NIV sia la maschera facciale, in quanto rappresenta il dispositivo più performante per una situazione di emergenza-urgenza; infatti il paziente in fase acuta presenta sempre una respirazione sia nasale che boccale contemporaneamente. Questo dato, allo stesso tempo, risulta essere un limite poiché non sono presenti interfacce di confronto con tale dispositivo.

Un altro dato emergente da questa revisione della letteratura è il valore pressorio meglio tollerato dai pazienti che risulta essere di 10 cmH<sub>2</sub>O: valori pressometrici inferiori risultano essere inefficaci mentre, valori superiori compromettono il confort del paziente rendendolo irrequieto, e ciò rappresenta una controindicazione alla somministrazione della NIV.

Sono auspicabili ulteriori studi per approfondire la tematica dell'utilizzo della NIV mediante CPAP per pazienti COVID positivi soccorsi in ambito pre-ospedaliero.

**Tabella 3. Rappresentazione dei risultati**

TITOLO STUDIO	PAESE DELLO STUDIO	DISEGNO DELLO STUDIO	POPOLAZIONE	OBV	DEVICE UTILIZZATO	EQUIPE	RISULTATI DELLO STUDIO	CONCLUSIONI DELLO STUDIO
<b>C. Mac Donncha 2017</b>	Irlanda (Midwest region)	Studio retrospettivo osservazionale di coorte	I pazienti sono stati identificati nel database dell'Advanced Paramedic Clinical Activity Study (APCAS). Selezionati 141 pazienti	Valutare l'efficacia della somministrazione della CPAP nel setting pre-ospedaliero	CPAP (Boussignac)	Paramedici avanzati	Vengono analizzati 141 in un periodo di 6 mesi. Solo 63 la riceverono in quanto i restanti 78 avevano controindicazioni alla CPAP. Di questi 63 solo 23 sono arrivati in ospedale senza complicanze.	Una buona percentuale di pazienti con insufficienza respiratoria, hanno soddisfatto i criteri per la somministrazione della CPAP. La CPAP pre-ospedaliera permette una riduzione del tasso di intubazione e del tasso di mortalità.
<b>Vibe Maria Laden Nielsen. 2016</b>	regione del nord della Norvegia	studio retrospettivo	910 pazienti, suddivisi in due gruppi: gruppo A, composta da 171 pazienti a cui è stata somministrata la CPAP; gruppo B (dati recuperati da database regionale), composta dai restanti 739 pazienti, che sono stati trattati con la sola terapia medica.	Analizzare l'efficacia della CPAP nel setting pre-ospedaliero confrontato con la somministrazione della sola terapia medica.	CPAP/PEEP (Boussignac) regolabile nella portata 0-13 cmH2O, con maschera facciale	Team MICU (mobile intensive care unit) con medico e infermiere specializzati a bordo più aurista	Viene somministrata la CPAP a 171 pz in un periodo di 14 mesi. I paramedici hanno somministrato il trattamento CPAP per $\leq 20$ min in 42 casi, per 21-40 min in 78 casi e per più di 40 min in 48 casi e il tempo medio di trattamento è stato di $35 \pm 18$ min per un totale di 168 pz in quanto mancano i dati di 3 pazienti. L'aderenza al trattamento è stata dell'88% e si sono verificate complicanze solo a 6 pazienti.	La CPAP nel pre-ospedaliero per un trasporto che dura almeno un tempo di 20min circa, si ha un aumento della saturazione e una diminuzione della FR, quindi un miglioramento della sintomatologia del paziente rispetto alla somministrazione della sola terapia medica
<b>Andrew Wilmore. 2015</b>	Città di Ottawa-Canada	Studio "before and after"	Viene somministrata la CPAP a 341 pz di età media di 71,5 anni. Suddivisi a metà per effettuare due gruppi di studio: before e after	Valutare l'efficacia della CPAP del setting pre-ospedaliero in ambito urbano secondo i criteri di mortalità e durata del ricovero e tasso di intubazione	sistema Pulmonary O2-RESQ System (CPAP), che fornisce il 30% di FiO2. Il CPAP può essere applicato da 5 cm H2O a 15 cm H2O, con maschera facciale	Infermiere	Somministrata CPAP a 341 pz di età media di 71 aa in un periodo di circa 1 anno. Analizzati i dati prima e dopo la somministrazione di CPAP. I due gruppi hanno riportato circa gli stessi risultati per quanto riguarda i criteri di intubazione e mortalità del paziente.	Non sono stati trovati benefici dal CPAP in questo tipo di ambiente pre-ospedaliero per quanto riguarda la mortalità e la durata del ricovero in ospedale, mentre c'è stato un miglioramento nel quadro clinico.

TITOLO STUDIO	PAESE DELLO STUDIO	DISEGNO DELLO STUDIO	POPOLAZIONE	OBV	DEVICE UTILIZZATO	EQUIPE	RISULTATI DELLO STUDIO	CONCLUSIONI DELLO STUDIO
<b>Thomas Luiz, 2016</b>	Germania sud-occidentale	Studio retrospettivo osservazionale	57 pazienti di cui 35 con edema polmonare acuto e 22 con BPCO riacuitizzata con una media di 79 anni.	Valutare l'efficacia della CPAP in setting pre-ospedaliero confrontandola con la sola terapia medica su due gruppi di patologie differenti: EPA e BPCO riacuitizzata	CPAP (Boussignac) che fornisce il 60% di FiO2. La pressione può variare da 5 a 15 cm H2O, con maschera facciale	Infermiere e medico	57 pazienti di cui 35 con edema polmonare acuto e 22 con BPCO riacuitizzata con una media di 79 anni. Di questi pazienti solo il 7% (ovvero 4 pz) hanno dovuto terminare la CPAP prima dell'arrivo in ospedale per un peggioramento del quadro clinico	Con la somministrazione della CPAP precoce c'è stato un miglioramento dei parametri vitali, ossia saturazione è aumentata e FR diminuita. Per quanto riguarda il tasso di intubazione, si è verificato un aumento nel caso dell'EPA con sindrome coronarica acuta concomitante. Gli autori sostengono che per valutare l'efficacia della CPAP nel pre-ospedaliero per quanto riguarda la BPCO riacuitizzata servono studi più ampi.
<b>Irene Pérez Regueiro, 2016</b>	Asturie (regione nord-occidentale della Spagna)	Studio osservazionale descrittivo retrospettivo	203 pazienti, con un'età media di 74,5 anni per un trasporto medio di 40min	Valutare l'efficacia della CPAP in setting pre-ospedaliero	CPAP (Boussignac)	unità mobili delle Asturie composte da Infermiere, medico e autista	203 pazienti, con un'età media di 74,5 anni per un trasporto medio di 40min. Ventotto (13,8%) pazienti hanno presentato un fallimento del dispositivo per un peggioramento del quadro clinico, i restanti hanno mostrato un miglioramento nel quadro clinico e un tasso di intubazione e di mortalità ridotti.	La maggior parte dei pazienti che hanno ricevuto il CPAP, ha tollerato il trattamento e ha mostrato un miglioramento clinico, basso fabbisogno di IOT e mortalità molto bassa
<b>Eva Eiske Spijker 2013</b>	L'Alta, città posta sulla costa occidentale dell'Olanda	Studio retrospettivo osservazionale	76 pz con una media di 77aa i cui sintomi riconducono all'edema polmonare acuto e il trasporto dura 20-40min	Analizzare l'efficacia della CPAP nel setting pre-ospedaliero qualora il trasporto dura dai 20 a 40min	CPAP (Boussignac) con interfaccia maschera facciale. La pressione può variare da 5 a 15 cm H2O.	Infermiere	studio effettuato nel periodo dal 1° giugno 2008 al 30 aprile 2009, 76 pz con una media di 77aa a cui è stata somministrata la Boussignac, di cui 14 casi non sono presenti dati. Dei rimanenti, 36 pz a cui è stata somministrata la CPAP, non hanno evidenziato complicanze prima di arrivare in ospedale.	CPAP (Boussignac) utilizzato come interfaccia la maschera facciale, sembra fattibile ed efficace per il trattamento dell'edema polmonare cardiogeno acuto in ambiente pre-ospedaliero in quanto il sistema è leggero e non c'è bisogno di ventilatori e inoltre porta ad un miglioramento del quadro clinico, ossia parametri vitali e valori emogamifici. Inoltre, riduce indubbiamente il tasso di intubazione e mortalità soprattutto nel caso dell'edema polmonare acuto con un tempo di fra- sperto medio 20-40min

TITOLO STUDIO	PAESE DELLO STUDIO	DISEGNO DELLO STUDIO	POPOLAZIONE	OBV	DEVICE UTILIZZATO	EQUIPE	RISULTATI DELLO STUDIO	CONCLUSIONI DELLO STUDIO
<b>Steve A. Aguilar 2013</b>	Città di San Diego (California)	Studio prospettico di coorte	410 pazienti, di età media 67 anni, suddivisi in 2 gruppi così descritti: 235 a cui non è stata somministrata la CPAP nel pre-ospedaliere per la mancanza di protocolli, 175 a cui è stata somministrata la CPAP nel pre-ospedaliere	Analizzare il cambiamento del quadro clinico del paziente con l'aggiunta della CPAP in ambito pre-ospedaliere in zone urbane	CPAP (Boussignac)	infermiere	410 pazienti totali, suddivisi in due gruppi: A = 235 non è stata somministrata la CPAP nel pre-ospedaliere, B = 175 a cui è stata somministrata. Nel gruppo B, 72 pz ovvero 71% hanno avuto un miglioramento del quadro clinico e una diminuzione del tasso di intubazione del 2,8%, i restanti sono rimasti invariati	L'aggiunta di CPAP a un protocollo di emergenza respiratoria pre-ospedaliere EMS ha portato a un miglioramento della frequenza cardiaca e respiratoria. I pazienti con assistenza ventilatoria continua pre-occe sembravano aver migliorato i tassi di intubazione e ridotto i tempi di ricovero in terapia intensiva.
<b>Laurent Ducros 2011</b>	Parigi (Francia)	Studio multicentrico, prospettico, randomizzato	207 pazienti suddivisi in due gruppi così descritti: gruppo controllo (A) di 100 pazienti, gruppo CPAP (B) di 107 pazienti. Lo studio è stato effettuato da Ottobre 2004 e ottobre 2007	Valutare l'efficacia della CPAP rispetto alla sola somministrazione di O <sub>2</sub> con maschera venturi.	CPAP collegato ad una maschera facciale e tre diverse valvole espiratorie calibrate per 5, 7,5 o 10 cmH <sub>2</sub> O, con una FIO <sub>2</sub> massimo del 60%	Team MICU (mobile intensive care unit) con medico e infermiere specializzati a bordo più autista	207 pazienti suddivisi in due gruppi così descritti: gruppo controllo (A) di 100 pazienti, gruppo CPAP (B) di 107 pazienti. Il tempo medio di trasporto per entrambe i gruppi è di 60 min. Gruppo A ha mostrato il 14% di intubazione e il 7% di morte entro 7 giorni successivi. Gruppo B ha mostrato il 4% di intubazione e il 4% di morte entro i 7 giorni successivi e ha riportato un miglioramento significativo dei parametri vitali.	L'uso precoce della CPAP in ambito pre-ospedaliere ha mostrato chiari miglioramenti del quadro clinico, ossia parametri vitali e valori emoganalitici, riducendo, inoltre, il tasso di intubazione e di mortalità.
<b>Mario Hensel 2019</b>	Amburgo (Germania)	Studio prospettico osservazionale	103 pazienti analizzati in un periodo di 4 anni (da gennaio 2012 a dicembre 2015) suddivisi in due gruppi, a seconda della durata del trattamento NIV pre-ospedaliere (NIV-gruppo 1: ≤15 min, NIV-gruppo 2: >15 min), e poi confrontati con i dati del database EMS sottoposti alle sole cure standard (ossia O <sub>2</sub> , alto flusso, diuretici e broncodilatatori) comprendenti 30 pz.	studiare l'efficacia della NIV in pazienti con BPCO o EPA con particolare riferimento all'impatto della durata del trattamento NIV pre-ospedaliere	Inizialmente CPAP con pressione di fine espirazione di 5cm H <sub>2</sub> O aumentanti gradualmente fino a 10cmH <sub>2</sub> O, poi sostituita con dispositivi bipap	medico	103 pazienti, 3 pazienti non c'è stato miglioramento del quadro clinico, 1 pz non ha tollerato la ventilazione. 41 pz è stata somministrata per meno di 15 min (gruppo 1) mentre in 58 pz è stata somministrata per >15min (gruppo 2). Solo il 2% di tutti i pazienti inclusi aveva bisogno di ventilazione BIPAP. Gruppo di controllo sottilevato 91%, gruppo niv 1 e 2 sottilevato 97%. Non sono state riscontrate differenze significative per quanto riguarda la pressione di fine espirazione	L'uso pre-ospedaliere della NIV in pazienti con ARF comporta un rapido e significativo miglioramento delle funzioni vitali come la pressione sanguigna, la frequenza cardiaca, la frequenza respiratoria e l'ossigenazione. Questo effetto stabilizzante sembra essere ampiamente indipendente dalla durata del trattamento NIV. Il trattamento NIV è stato efficace anche se applicato solo per un breve periodo di tempo. Il CPAP deve essere considerato come un intervento di prima linea, perché è economico e facile da implementare nella pratica clinica, per quanto riguarda la BIPAP servono studi più ampi.

**BIBLIOGRAFIA**

1. NIELSEN VML, MADSEN J, AASEN A, TOFT-PETERSEN AP, LÜBCKE K, RASMUSSEN BS, ET AL. *Prehospital treatment with continuous positive airway pressure in patients with acute respiratory failure: A regional observational study*. Scand J Trauma Resusc Emerg Med [Internet]. 2016;24(1):1-10.
2. CHIARA D'ANGELO. *La ventilazione non invasiva: Gestione Infermieristica della NIV* [Internet]. 14/06/2014. Available from: <https://www.infermieristicamente.it/articolo/4491/la-ventilazione-non-invasiva-gestione-infermieristica-della-niv> [Accessed 20 luglio 2020]
3. RAINE R. *Noninvasive ventilation in acute respiratory failure*. Crit Care. 2000;2(1):192-211.
4. MASIP J, PEACOCK WF, PRICE S, CULLEN L, MARTIN-SANCHEZ FJ, SEFEROVIC P, ET AL. *Indications and practical approach to non-invasive ventilation in acute heart failure*. Eur Heart J. 2018;39(1):17-25.
5. MAS A, MASIP J. *Noninvasive ventilation in acute respiratory failure*. Int J COPD. 2014;9:837-52.
6. MEDICINA ONLINE. 2018. [internet] *Differenza tra NIV, CPAP e BIBAP*. Available from: <https://medicinaonline.co/2018/07/16/differenza-tra-niv-cpap-e-bibap/> (accessed: 20 luglio 2020)
7. NIGHTINGALE R, NWOSU N, KUTUBUDIN F, FLETCHER T, LEWIS J, FROST F, ET AL. *Is continuous positive airway pressure (CPAP) a new standard of care for type 1 respiratory failure in COVID-19 patients? A retrospective observational study of a dedicated COVID-19 CPAP service*. BMJ Open Respir Res. 2020;7(1):8-10.
8. GRANT MJ, BOOTH A. *A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies*. Health Info Libr J. 2009;26(2):91-108.
9. POLIT DF BT. *Fondamenti di Ricerca Infermieristica*. 2° edizione. Milano: McGraw-Hill, 2014.
10. MOHER D, LIBERATI A, TETZLAFF J, ALTMAN DG, GROUP TP. *Linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi: il PRISMA Statement*. Evidence. 2015;7(6): 1-8
11. FULLER G, KEATING S, GOODACRE S, HERBERT E, PERKINS G, ROSSER A, ET AL. *Is a definitive trial of prehospital continuous positive airway pressure versus standard oxygen therapy for acute respiratory failure indicated? The ACUTE pilot randomised controlled trial*. BMJ Open. 2020;10(7).
12. FUBINI PE, SUPPAN L. *Prehospital reversal of profound respiratory acidosis and hypercapnic coma by non-invasive ventilation: A report of two cases*. Int J Emerg Med. 2020;13(1):20-2.
13. DANIEL L. SCHWERIN; SCOTT GOLDSTEIN. (2020). "EMS, Prehospital CPAP Devices". Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470429/> Published online: 28 giugno 2020 (Accessed: 25 luglio 2020)
14. BAKKE SA, BOTKER MT, RIDDERVOLD IS, KIRKEGAARD H, CHRISTENSEN EF. *Continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in prehospital treatment of patients with acute respiratory failure: A systematic review of controlled studies*. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2014;22(1).
15. KNOX N. *Relationship between intubation rate and continuous positive airway pressure therapy in the prehospital setting*. World J Emerg Med. 2015;6(1):60.
16. SALTURK C, ESQUINAS AM. *CPAP devices for emergency prehospital use: Looking inside of it*. Respir Care. 2016;61(5):719.
17. COGGINS AR, CUMMINS EN, BURNS B. *Management of critical illness with non-invasive ventilation by an Australian HEMS*. Emerg Med J. 2016;33(11):807-11.
18. SIMPSON PM, BENDALL JC. *Prehospital non-invasive ventilation for acute cardiogenic pulmonary oedema: An evidence-based review*. Emerg Med J. 2011;28(7):609-12.
19. WONG DT, TAM AD, VAN ZUNDERT TCRV. *The usage of the Boussignac continuous positive airway pressure system in acute respiratory failure*. Minerva Anestesiol. 2013;79(5):564-70.
20. SEN A. *Review: In acute respiratory failure, prehospital CPAP reduces mortality and intubation rates*. Ann Intern Med. 2015;162(8):JC5.
21. DAILY JC, WANG HE. *Noninvasive positive pressure ventilation: Resource document for the National Association of EMS physicians position statement*. Prehospital Emerg Care. 2011;15(3):432-8.
22. BELLO G, DE SANTIS P, ANTONELLI M. *Non-invasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema*. Ann Transl Med. 2018;6(18):355-355.
23. VOLSKO TA. *Devices used for cpap delivery*. Respir Care. 2019;64(6):723-34.
24. CLUZOL L, CAUTELA J, MICHELET P, ROCH A, KERBAUL F, MANCINI J, ET AL. *Parcours de soins pré- et intra-hospitalier des patients admis pour insuffisance cardiaque aiguë: caractéristiques et impact sur le pronostic dans la «vraie vie»*. Arch Cardiovasc Dis. 2017;110(2):72-81.
25. BRUSASCO C, CORRADI F, DE FERRARI A, BALL L, KACMAREK RM, PELOSI P. *CPAP devices for emergency prehospital use: A bench study*. Respir Care. 2015;60(12):1777-85.
26. MAC DONNCHA C, CUMMINS N, HENNELLY D, HANNIGAN A, RYAN D. *An observational study of the utility of continuous positive airway pressure ventilation for appropriate candidates in prehospital care in the Midwest region*. Ir J Med Sci. 2017;186(2):489-94.
27. WILLMORE A, DIONNE R, MALONEY J, OUSTON E, STELL I. *Effectiveness and safety of a prehospital program of continuous positive airway pressure (CPAP) in an urban setting*. Can J Emerg Med. 2015;17(6):609-16.
28. LUIZ T, KUMPMCH M, GRÜTTNER J, MADLER C, VIERGUTZ T. *Prehospital CPAP Therapy by Emergency Physicians in Patients with Acute Respiratory Failure due to Acute Cardiogenic Pulmonary Edema or Acutely Exacerbated COPD*. In Vivo. 2016;30(2):133-9.
29. HENSEL M, STRUNDEN MS, TANK S, GAGELMANN N, WIRTZ S, KERNER T. *Prehospital non-invasive ventilation in acute respiratory failure is justified even if the distance to hospital is short*. Am J Emerg Med [Internet]. 2019;37(4):651-6.
30. PÉREZ REGUEIRO I, MOSTEIRO DÍAZ MP, HERRERO PUENTE P, ARGÜELLES LUIS J, CAMPA GARCÍA AM, GARCÍA FERNÁNDEZ JA. *Efectividad del dispositivo de generación de presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) de Boussignac en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda atendidos por un servicio de emergencias médicas*. Emergencias. 2016;28(1):26-30.
31. SPUKER EE, DE BONT M, BAX M, SANDEL M. *Practical use, effects and complications of prehospital treatment of acute cardiogenic pulmonary edema using the Boussignac CPAP system*. Int J Emerg Med. 2013;6(1):1-7.
32. AGUILAR SA, LEE J, CASTILLO E, LAM B, CHOY J, PATEL E, ET AL. *Assessment of the addition of prehospital continuous positive airway pressure (CPAP) to an urban emergency medical services (EMS) system in persons with severe respiratory distress*. J Emerg Med [Internet]. 2013;45(2):210-9.
33. DUCROS L, LOGEART D, VICAUT E, HENRY P, PLAISANCE P, COLLET JP, ET AL. *CPAP for acute cardiogenic pulmonary oedema from out-of-hospital to cardiac intensive care unit: A randomised multicentre study*. Intensive Care Med. 2011;37(9):1501-9.