

ETCO₂, PCO₂ END-TIDAL ARTERIAL PCO₂ GRADIENT IN PATIENTS WITH SEVERE HYPERCAPNIA UNDERGOING NON-INVASIVE VENTILATION

Dr. Davide D'Antini

U.O. Medicina e Chirurgia d'Urgenza ed Accettazione
Direttore: Dott. Vito Procacci



Regione Puglia

OSPEDALI RIUNITI
Azienda Ospedaliero - Universitaria
FOGGIA



INSUFFICIENZA RESPIRATORIA

DEFINIZIONE

“Si parla di insufficienza respiratoria (IR) quando il polmone non è in grado di procedere ad un'adeguata ossigenazione del sangue arterioso e/o non è in grado di prevenire la ritenzione di CO₂”

West J. B., Fisiopatologia polmonare. Mc Graw Hill 1999

- **PARZIALE (IPOSSIEMICA) o TIPO I:**



PaO₂ < 60 mmHg o P/F < 300

- **GLOBALE (IPOSSIEMICO-IPERCAPNICA) o TIPO II:**



PaO₂ < 60 mmHg e PaCO₂ > 50 mmHg

INSUFFICIENZA RESPIRATORIA

“I sintomi ed i segni clinici non sono sufficienti per la diagnosi; è indispensabile la misurazione della PaO₂ e della PaCO₂ del sangue arterioso, emogasanalisi, per determinare la presenza ed il grado di ipossiemia e di capnia, che consente la diagnosi di insufficienza respiratoria.”

CRITERI EMOGASANALITICI DI I.R.

PaO₂ < 60 mmHg (P/F<300)

IPOSSIEMIA

PaCO₂ > 50 mmHg

IPERCAPNIA

pH < 7.35

ACIDOSI RESPIRATORIA

SEGNI E SINTOMI DI IPERCAPNIA

- ▶ Encefalopatia ipercapnica: quadro neurologico che si instaura in corso di IR, causato dalla sofferenza dell'encefalo a causa dell'ipossia, ma soprattutto dell'ipercapnia.
 - ▶ Consiste in:
 - Turbe della coscienza (attenzione, orientamento, comprensione, percezione, vigilanza) con pH 7,30 – 7,25
 - Turbe motorie (tremori, mioclono multifocale) con pH 7,25 – 7,15
 - Stupor con pH < 7,15
 - Coma con pH < 7,10 (Kelly 5-6)
- 

SEVERITA'

LUOGO

INTERVENTO

$\text{pH} \geq 7.35$

REPARTO

Farmaci + O_2

$\text{pH} 7.35-7.30$

REPARTO

VMN

$\text{pH} < 7.30-7.25$;
Confusione, sonnolenza
 $\text{CGS} > 8 < 15$

UTIR

VMN

$\text{pH} < 7.25$
Cattivo status neurologico
Fatica respiratoria
 $\text{GCS} < 8$
Multiple Organ Failure

RIANIMAZIONE

Intubazione ET

INDICAZIONI DELLA NIMV

La prima indicazione all'uso della NIV è legata principalmente al deficit di pompa dei muscoli respiratori che si manifesta nelle malattie polmonari croniche ostruttive o neuromuscolari.

La VM in senso lato trova la sua principale indicazione terapeutica nel trattamento dell'Insufficienza Respiratoria Acuta sia nella sua forma ipossiémica (lung failure) che nella sua forma ipercapnica (pump failure).

L'ampia diffusione della metodica e la produzione di ventilatori sempre più sofisticati ne hanno favorito l'utilizzo in pazienti affetti da patologie diverse, in diversi settings, con grande beneficio per l'utenza, soprattutto in relazione alla PRECOCITA' di intervento.

PAZIENTI CHE NECESSITANO DI ASSISTENZA VENTILATORIA:

A. Segni e sintomi di distress respiratorio acuto:

- *Moderata/severa dispnea superiore al solito*
- *Frequenza respiratoria >24, utilizzo dei mm respiratori, respiro paradossoso*

B. Alterazioni degli scambi gassosi:

- *$PaCO_2 > 45$ mmHg, $pH < 7.35$ oppure $PaO_2/FiO_2 < 300$*

ESCLUDERE I PAZIENTI AD ALTO RISCHIO:

- *Arresto respiratorio*
- *Instabilità emodinamica (shock ipotensivo, ischemia cardiaca instabile o aritmie)*
- *Incapacità a proteggere le vie aeree (tosse incoercibile)*
- *Eccessive secrezioni*
- *Paziente agitato e non collaborante*
- *Trauma facciale, ustioni, o anomalie anatomiche/chirurgiche della faccia che interferiscono con la maschera*
- *Sanguinamenti delle alte vie digestive*

Metha S., Hill N. *Non Invasive Ventilation*, *Am J Resp Crit Care Med.* 2001; 163: 540-77.

Fattori predittivi positivi nell'utilizzo della VMNI

1. Giovane età
2. Bassa acuità di malattia (APACHE score)
3. Capacità di cooperare, di coordinarsi
4. Ipercapnia non severa (PaCO_2 da 45 a 60 mm Hg)
5. Acidosi non severa (pH tra 7.35 e 7.40)
6. Miglioramento emogasanalitico entro 2 ore di ventilazione

“Il successo della NIMV può seguire una curva progressiva di apprendimento e i primi risultati possono non essere così buoni come quelli ottenuti successivamente.”

Brochard L, Mechanical ventilation: invasive versus noninvasive. Eur Respir J 2003; 22 (Suppl. 47): 31s-37s.

Ventilazione Meccanica Non Invasiva

1. Appropriatelyzza della ventilazione; accertarsi della possibilità di controllare i parametri essenziali quali ossimetria, pressione arteriosa...
2. Pz a letto seduto con un angolo di almeno 30°
3. Scegliere la maschera di ventilazione
4. Scegliere il ventilatore
5. Posizionare la cuffia di sostegno della maschera in modo da evitare una eccessiva tensione; incoraggiare il pz a tenere la maschera
6. Connettere la maschera al ventilatore
7. **Iniziare con basse pressioni/volumi**; IPAP: 8-12 cm H₂O, EPAP: 3-5 cm H₂O
8. **Aumentare gradualmente le pressioni inspiratorie** (da 10 a 20 cm H₂O) fintanto da alleviare la dispnea, ridurre la frequenza respiratoria, aumentare il volume corrente
9. Somministrare ossigeno (se necessario) in modo da ottenere una SpO₂ >90%
10. Valutare che non ci siano perdite
11. Valutare la possibilità di una modica sedazione (es. Lorazepam 0.5 mg ev)
12. Incoraggiare/rassicurare il paziente
13. **Monitorare** dopo 1-2 ore l'emogasanalisi arteriosa...



Valutazione della ventilazione e dei gas espirati (Capnografia)

Per capnometria s'intende la misurazione della concentrazione o della pressione parziale di CO₂ nei gas respiratori mentre la capnografia ne rappresenta la forma analogica, in altre parole la curva

Misurazione non invasiva della concentrazione dell'anidride carbonica (CO₂) presente nell'aria espirata attraverso il capnografo è lo strumento che fornisce sia il valore numerico di EtCO₂ (End Tidal CO₂, anidride carbonica di fine espirazione) sia l'andamento nel tempo della CO₂, noto come capnogramma

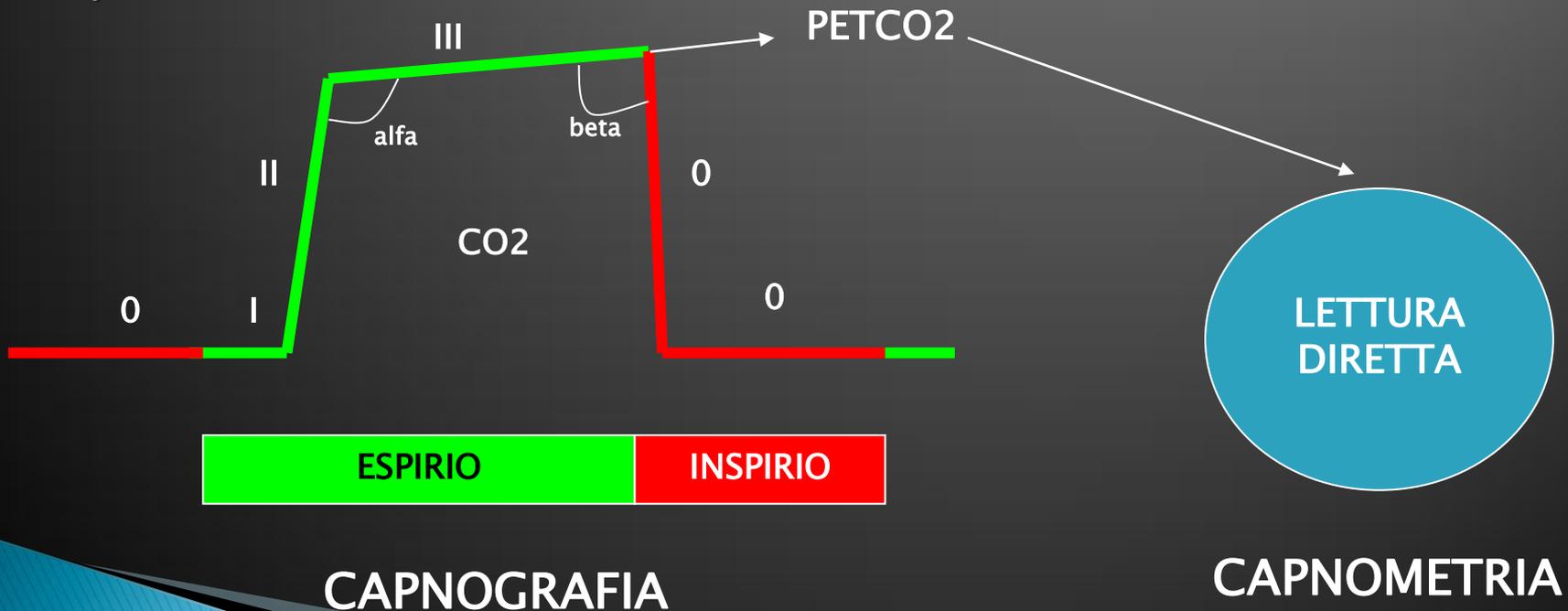
Si basa sul principio che le molecole di CO₂ assorbono la radiazione infrarossa ad una particolare lunghezza d'onda attraverso particolari fotorivelatori, specifici per tale lunghezza d'onda, che permettono di calcolare la quantità di CO₂ presente nell'aria espirata

Ci fa disporre senza dubbio di un parametro fondamentale nel monitoraggio del pz: ventilazione alveolare, rebreathing, gittata cardiaca, distribuzione flusso ematico e attività metabolica

Il Monitoraggio Capnometrico/Capnografico

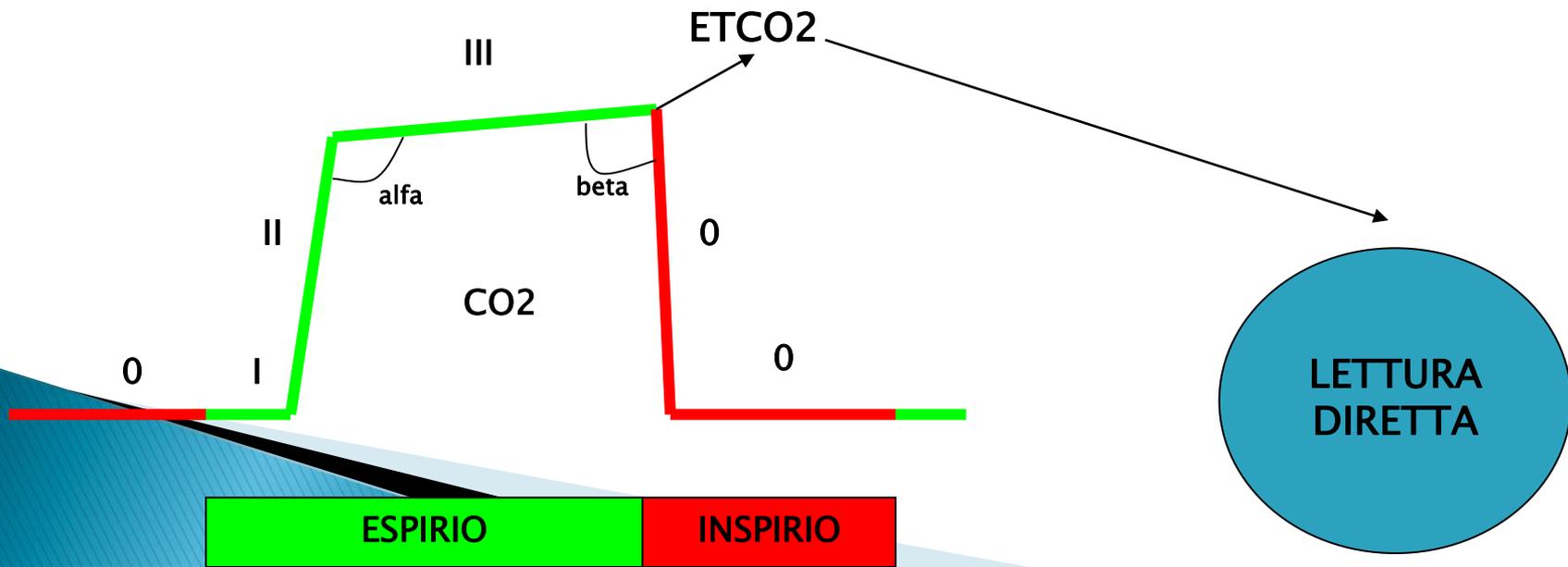
La misurazione della CO_2 nell'aria espirata indica in maniera diretta le condizioni di eliminazione di CO_2 dai polmoni, indirettamente indica anche le caratteristiche della produzione tissutale di CO_2 , del trasporto di CO_2 dalla periferia ai polmoni attraverso il torrente circolatorio.

La capnografia è un'importante tecnica non invasiva che permette di monitorare la produzione di CO_2 , la perfusione e la ventilazione polmonare, nonché le principali turbe dell'equilibrio acido-base.

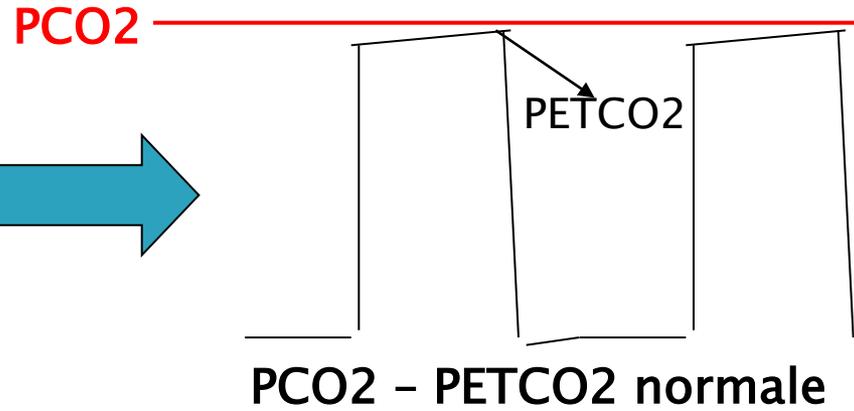


Fasi del Capnogramma

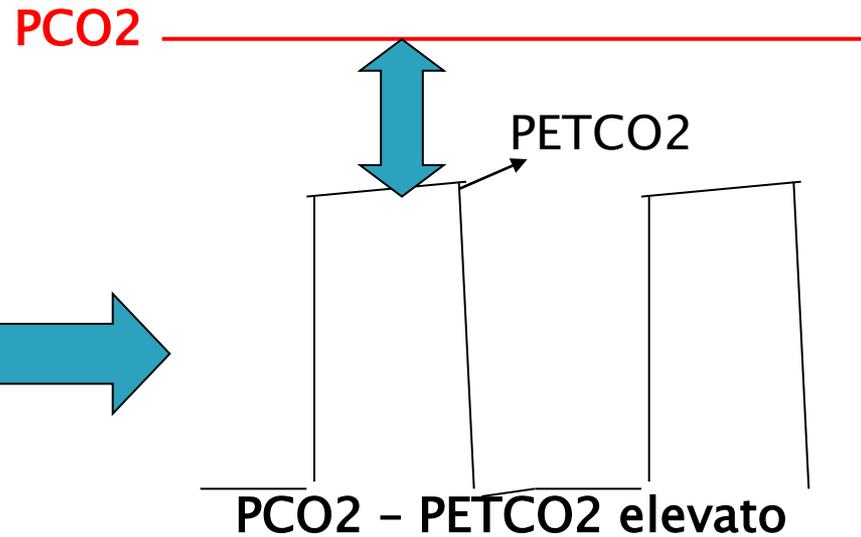
- ▶ Fase 0 = inspirio
- ▶ Fase I = Spazio Morto Anatomico
- ▶ Fase II = Mix Spazio Morto Anatomico - Aria Alveolare
- ▶ Fase III = Plateau alveolare



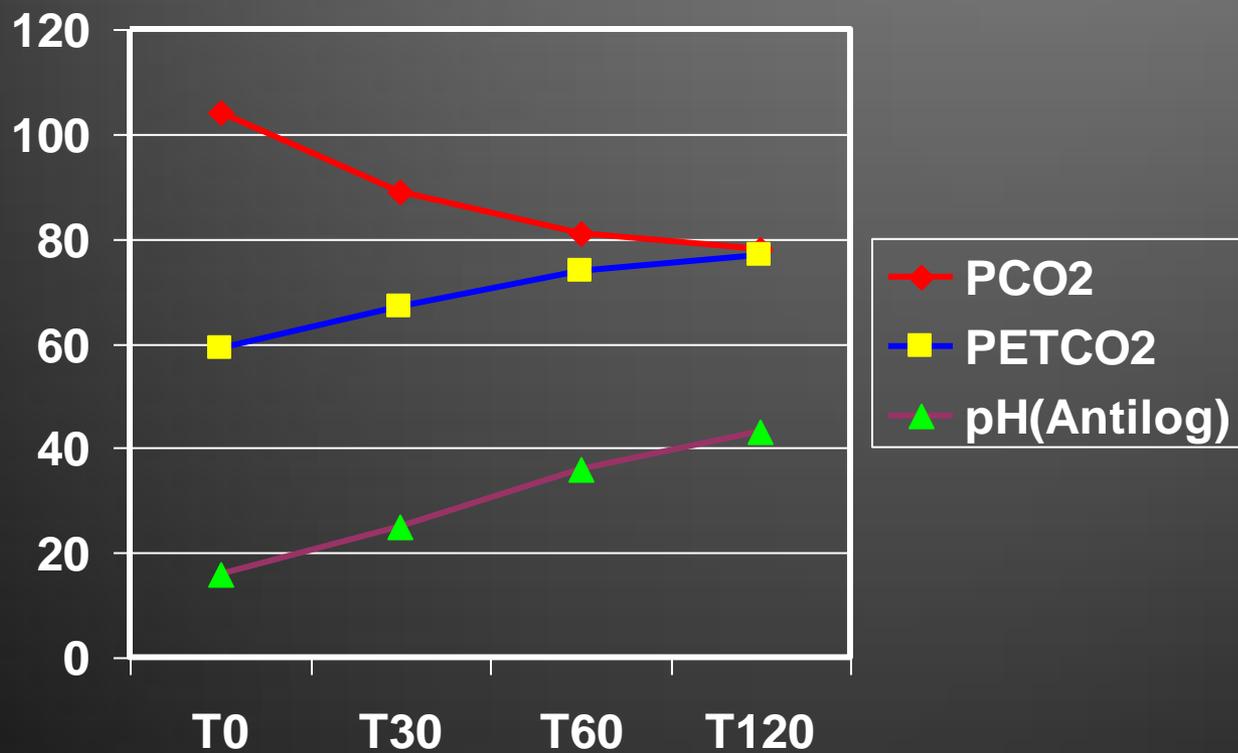
Ipoventilazione
centrale



Ipoventilazione
Con air
trapping

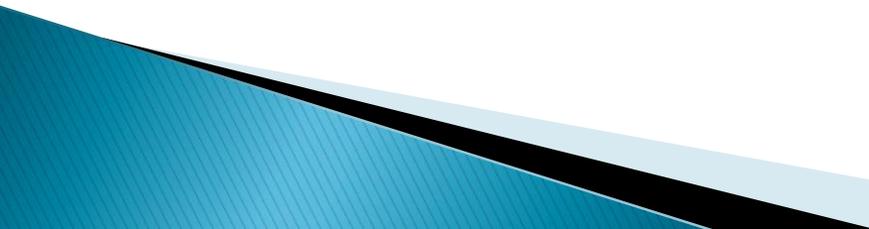


Effetti dell'applicazione della PSV sul Tracciato capnografico nell'IRA ipercapnica



Obiettivi dello studio

The present study aims to validate the measurement of end-tidal PCO₂ as an instrumental non-invasive technique useful in monitoring the effectiveness of the NIV in hypercapnic patients; we evaluated the difference between the partial pressure of arterial CO₂ and end-tidal CO₂ pressure (CO₂ gradient) overtime, and arterial blood pH changes in hypoxemic-hypercapnic patients admitted to our Emergency Department, treated by mean of non-invasive bilevel pressure (BiPAP).



Materiali e Metodi

Studio prospettico, osservazionale, non comparativo.

20 pazienti ammessi al PS degli OORR Riuniti di Foggia con dispnea severa

8 M / 12 F; Età: 77 ± 9 anni

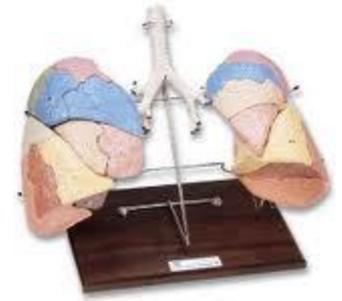
Criteria di inclusione:

- Severa dispnea con RR > 24 atti/min
- utilizzo muscolatura respiratoria accessoria
- acidosi ($\text{pH} < 7.35$)
- ipercapnia severa ($\text{PaCO}_2 > 70$ mmHg)

Criteria di esclusione:

- GCS < 12
- RR < 12 atti/min o arresto respiratorio
- grave instabilità emodinamica (PAS < 90 mmHg)
- aritmia cardiaca
- pneumotorace
- necessità di intubazione oro-tracheale

Ventilazione non invasiva



BiPAP in S/T MODE CON MASCHERA FACCIALE

IMPOSTAZIONI:

- IPAP (16.5 ± 3 cmH₂O) fino a ottenere $V_t > 8$ ml/Kg e miglioramento clinico
- EPAP (6.1 ± 1.3 cmH₂O)
- FiO₂ in base a SpO₂% (obiettivo: >90%)
- Durata: 12 ore

Misurazioni



Emogasanalisi

End-tidal CO₂ (capnografia side-stream)



TEMPI

T0 (valutazione basale)

T1h (dopo un'ora)

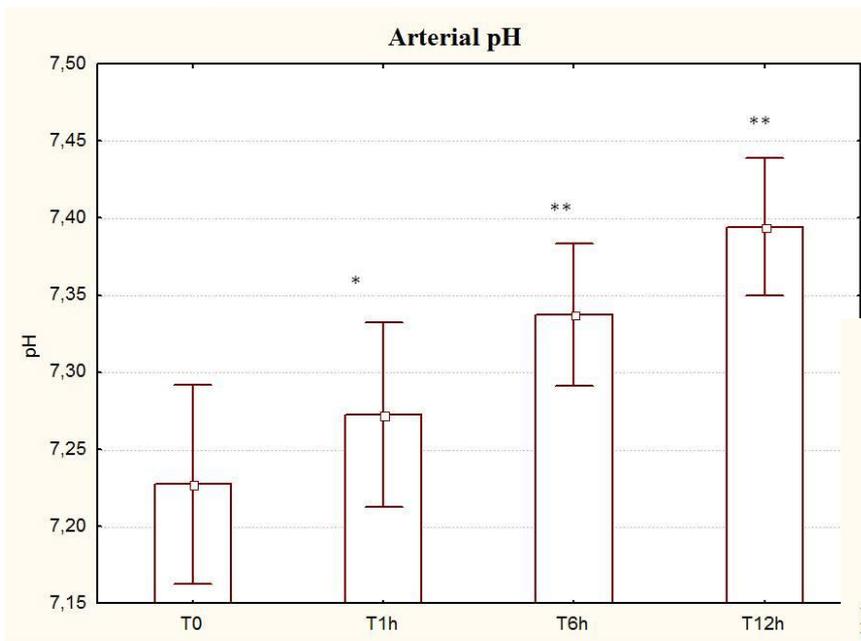
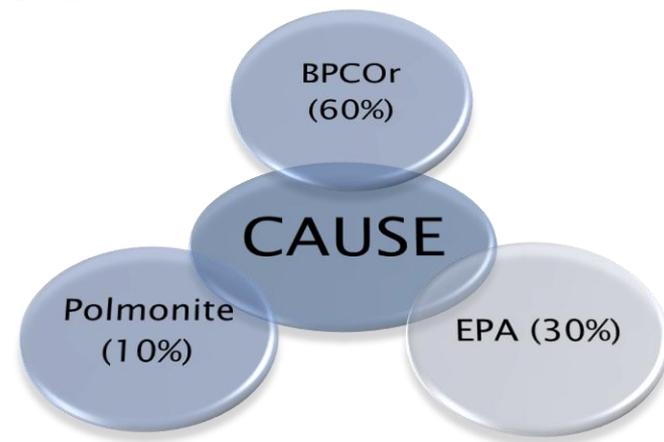
T6h (dopo 6 ore)

T12h (dopo 12 ore)

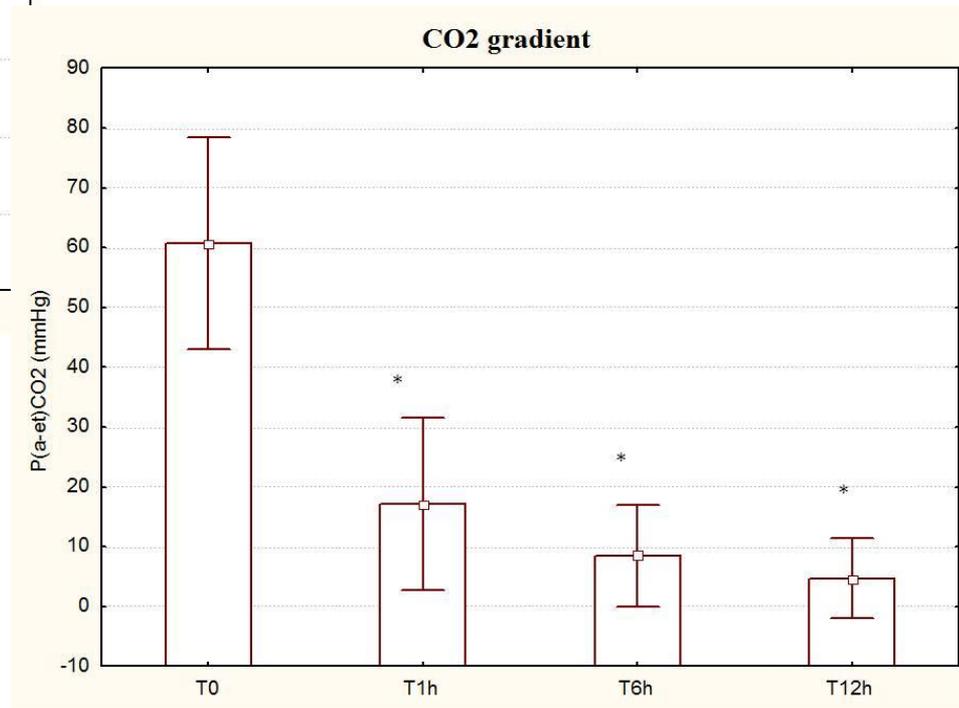
*Trattamento farmacologico e fluidoterapia
secondo linee guida*



RISULTATI



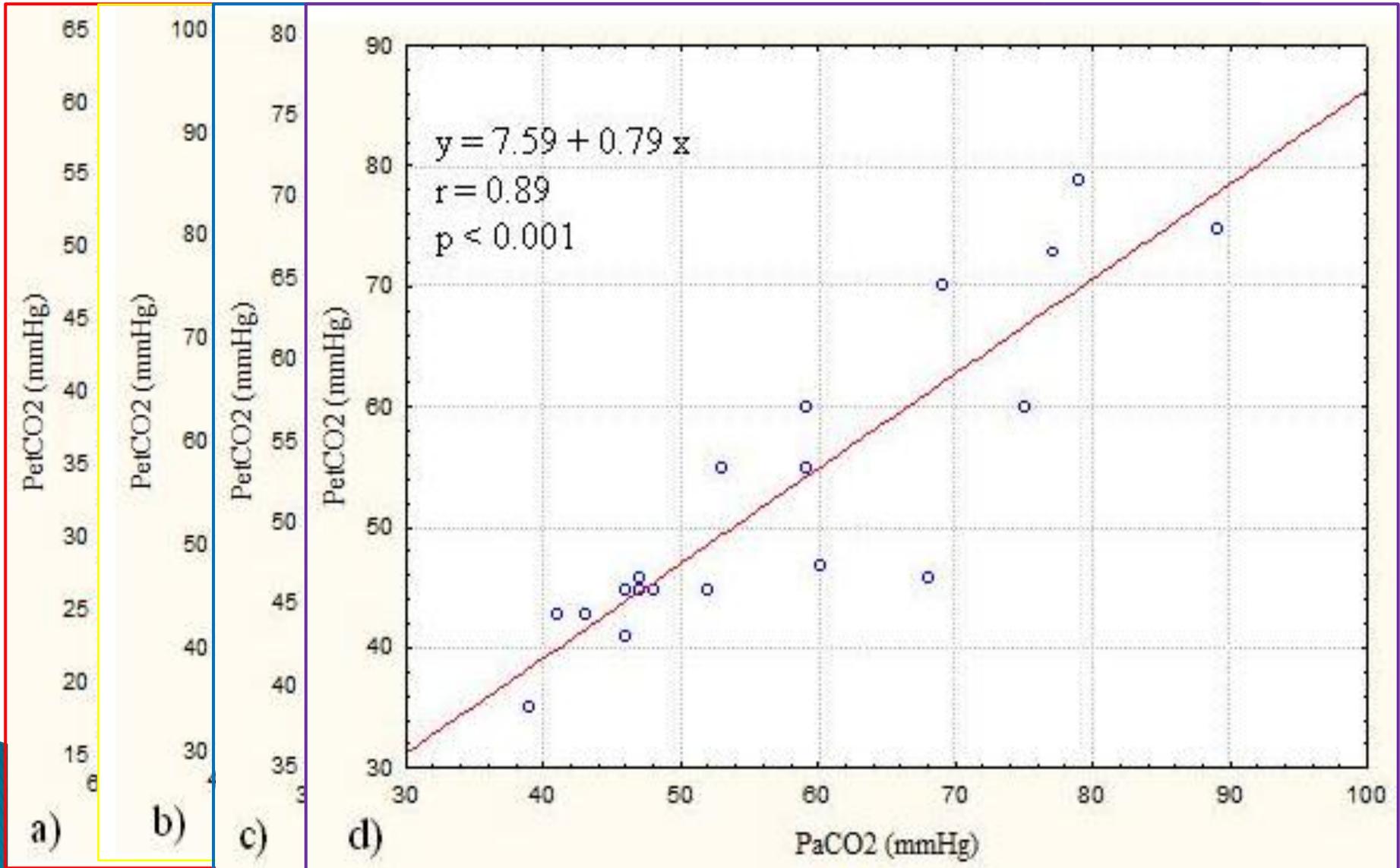
* p < 0,05
** p < 0,001



*p < 0,001

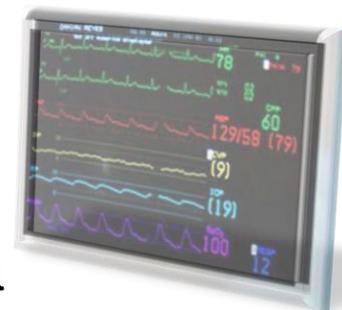
RISULTATI

CORRELAZIONE TRA CO₂ ARTERIOSA STIMATA (EtCO₂) E MISURATA (PaCO₂)



PARAMETRI VITALI

- ▶ Miglioramento del ritmo respiratorio, della saturazione arteriosa periferica di ossigeno e della frequenza cardiaca dai valori basali a T12(12h) ($p < 0.001$).



OUTCOME

- ▶ 60% DIMESSI
- ▶ 40% trasferiti alla locale unità di malattie dell'apparato respiratorio per osservazione
- ▶ **Nessun paziente sottoposto a ventilazione meccanica invasiva nè ricoverato in Unità di Terapia Intensiva.**



DISCUSSIONE



- Il miglioramento del rapporto ventilazione/perfusione determina una progressiva riduzione del gradiente di CO₂, che può essere utilizzato come parametro per valutare l'efficacia del trattamento mediante BiPAP delle insufficienze respiratorie acute ipercapniche nel Dipartimento di Emergenza.
- Questo trattamento viene impostato al riscontro di una acidosi respiratoria severa, in assenza di controindicazioni alla NIV, indipendentemente dal meccanismo fisiopatologico sottostante, che viene indagato successivamente all'applicazione del supporto ventilatorio.

CONCLUSIONI

Questo è di aiuto al medico di Pronto Soccorso, che

- A) risparmia tempo prezioso per il paziente, anticipando la applicazione della NIV
- B) può utilizzare un monitoraggio non invasivo per valutare l'efficacia della terapia, unitamente ad altri parametri clinici e laboratoristici.





Grazie...