



SISTEMA SANITARIO REGIONALE

AZIENDA OSPEDALIERO-UNIVERSITARIA  
SANT'ANDREA



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Ventilazione non invasiva

Dott.ssa Melania Evangelisti

Dott.ssa Natalia Lucangeli

Sapienza Università di Roma  
Facoltà di Medicina e Psicologia  
Anno Accademico 2020-2021

Scuola di Specializzazione in Pediatria  
Direttore: Prof. Pasquale Parisi  
E-mail: [pasquale.parisi@uniroma1.it](mailto:pasquale.parisi@uniroma1.it)



## Definizioni

**Ossigenoterapia:** somministrazione a scopo terapeutico di una miscela gassosa con  $O_2 > 21\%$  per aumentare la frazione inspiratoria di  $O_2$  ( $FiO_2$ ) e di conseguenza la saturazione dell'emoglobina  $SpO_2$  e del contenuto di  $O_2$  nel sangue  $PaO_2$

**Ipossiemia:**  $Pa < 60\text{mmHg}$  e/o di  $SpO_2 < 94\%$

**Ipossia:** condizione patologica di inadeguato apporto di ossigeno ai tessuti





## Insufficienza respiratoria

- L'incapacità dei polmoni di assicurare adeguati scambi gassosi
- $PaO_2 < 60\text{mmHg}$  o  $PaCO_2 > 50\text{mmHg}$
- Cause: alterazioni della funzionalità del polmone, un'inadeguata circolazione ematica (es. scompenso cardiaco), insufficiente forza della muscolatura respiratoria (patologia neuomuscolari)
- **Trattamento:**
  - basato sulla causa, es broncodilatatori e cortisone nel bambino con asma
  - somministrazione di  $O_2$
- due forme: **tipo I (ipossiémica e normo/ipocapnica)**, **tipo II (ipossiémica-ipercapnica)**



## Insufficienza respiratoria di tipo I- ipossiémica e normo/ipocapnica

- Forma più comune di ipossia
- Cause: accesso acuto d'asma in fase iniziale, bronchiolite, malattia delle membrane ialine del neonato --> alterazione del rapporto Ventilazione/Perfusione con persistenza di buona perfusione in aree di polmone poco ventilate
- Condizioni che riducono la perfusione polmonare in presenza di una ventilazione conservata come embolia polmonare, cardiopatie congenite cianotiche, scompenso cardiaco



**Alterazione rapporto Ventilazione/Perfusione --> ritorno di sangue non ossigenato al cuore con conseguente IPOSSIEMIA**



- Risposta compensatoria all'ipossiemia---> aumento della frequenza respiratoria ---> maggiore eliminazione di CO<sub>2</sub>--> riduzione paradossa dei livelli ematici di CO<sub>2</sub> (fenomano facilitato dal fatto che il fattore di diffusione della CO<sub>2</sub> è 24 volte maggiore di quello dell'ossigeno)
- **OSSIGENOTERAPIA** fondamentale
- L'ulteriore aggravamento dell'insufficienza respiratoria porta a ↑ CO<sub>2</sub> con successivo sviluppo di difetto di ventilazione alveolare



**Da insufficienza respiratoria di tipo I nelle fase iniziale, si passa ad  
Insufficienza respiratoria di tipo II nelle fasi più severe**



## Insufficienza respiratoria di tipo II- Ipossiemica- Ipercapnica

- Causa: Ipoventilazione alveolare es. intossicazione da sedativi, apnee del prematuro, malattie neuro-muscolari, forme di broncopneumopatia cronica ostruttiva severa come fibrosi cistica in fase avanzata
- Difetto del mantice respiratorio che non riesce più ad espellere CO<sub>2</sub> per patologia neuro-muscolare, per air-trapping e/o danno polmonare da broncopneumopatia cronica ostruttiva severa o per “affaticamento” acuto dei muscoli respiratori come nella fase tardiva dello stato asmatico o di una polmonite



- Oltre alla somministrazione di O<sub>2</sub> per correggere l'ipossiemia è **FONDAMENTALE** smaltire la CO<sub>2</sub> supportando un sistema neuro-muscolare che non funziona a sufficienza e “reclutando” alveoli per incrementare lo scambio
- La terapia deve comprendere O<sub>2</sub> e un supporto ventilatorio per lo più non invasivo con maschera nasale o facciale

**NB: Nelle forme croniche di insufficienza respiratoria di tipo II il drive respiratorio è sostenuto dall'ipossia piuttosto che dall'ipercapnia a cui l'organismo si è lentamente adattato**



**LA SOMMINISTRAZIONE INCONTROLLATA DI O<sub>2</sub> PUO' ESSERE DANNOSA CAUSANDO IPOVENTILAZIONE E PEGGIORAMENTO DEGLI SCAMBI**



## Indicazioni all'ossigenoterapia

Indicazioni	Controindicazioni
<b>IPOSSIEMIA</b> Cause: asma, croup, inalazione di corpo estraneo, bronchiolite, polmonite, patologie polmonari croniche	<b>CARDIOPATIE CONGENITE DOTTO-DIPENDENTI</b>
<b>IPOSSIA</b> in assenza di ipossiemia Cause: anemia, insufficienza cardiaca, sepsi, anfilassi, traumi severi	

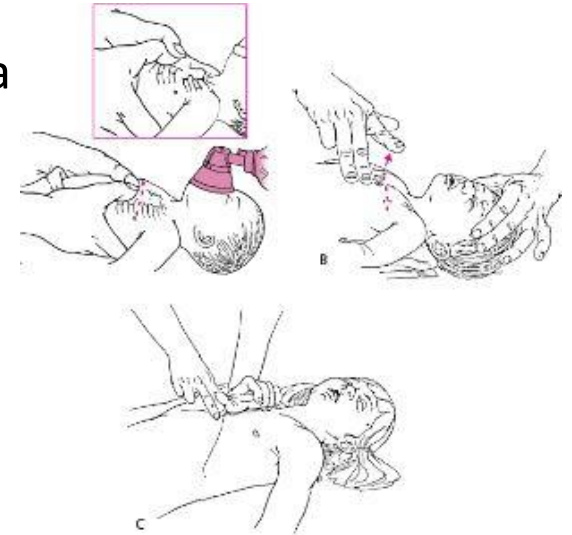




## Ipossia conseguente ad insufficienza respiratoria è la causa più frequente di arresto cardiaco nel neonato e nel bambino

**In caso di arresto cardiorespiratorio** --> somministrare la massima concentrazione di O<sub>2</sub> possibile

**In caso di ROSC**--> scalare O<sub>2</sub> somministrato fino a mantenere una SpO<sub>2</sub> fra 94%-98% con la minore FiO<sub>2</sub> possibile





## Presidi a basso flusso con performance variabili

Erogano un flusso di O<sub>2</sub> al 100%  
ma < al flusso di picco inspiratorio  
del paziente



Il flusso erogato si mescola in  
varia misura con l'aria ambiente  
durante l'inspirazione attiva del  
paziente



FiO<sub>2</sub> erogata non precisamente  
determinabile ma < 50-60%

### INDICAZIONI

- Insufficienza respiratoria acuta con frequenza e dinamica respiratoria stabili
- Necessità di O<sub>2</sub> a basse dosi
- Patologia polmonari croniche

### PRESIDI

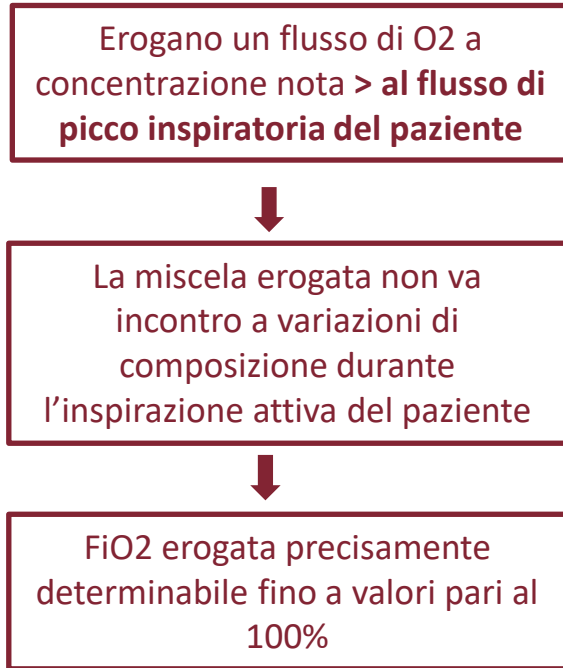
- Cannule nasali (occhialini a basso flusso)
- Maschera facciale semplice
- Cannula nasale singola
- Tenda o Cappetta

**N.B. La miscela gassosa erogata viene riscaldata e umidificata fisiologicamente dalle vie aeree superiori del paziente**



# Presidi di ossigenoterapia

## Presidi ad alto flusso con performance fisse



### INDICAZIONI

- Insufficienza respiratoria acuta con alterazione importante della dinamica respiratoria (tachipnea, uso dei muscoli accessori, alitamento delle pinne nasali, bobbing, respiro paradossale)
- Pazienti con distress respiratorio lieve e segni di aumentato fabbisogno di ossigeno al fine di prevenirne il deterioramento
- Necessità di O<sub>2</sub> ad alte dosi
- Persistenza di distress respiratorio e/o ipossiemia nonostante utilizzo di ossigenoterapia a basso flusso
- Patologie polmonari croniche
- Svezamento dalla ventilazione meccanica

### PRESIDI

- Cannule nasali ad alto flusso
- Maschera Venturi
- Maschera con reservoir
- Tenda o Cappetta
- Ventilatori meccanici

**N.B. E' indispensabile provvedere all'umidificazione e al riscaldamento della miscela erogata**



**Obiettivi  
terapeutici**

**Caratteristiche paziente:**

- età
- misure antropometriche
- condizioni cliniche
- fabbisogno di O<sub>2</sub> (SpO<sub>2</sub>, dinamica e lavoro respiratorio)

# **SCELTA DEVICE**

**Durata prevista  
della terapia**

**Presidi disponibili e  
tollerabilità**



## MONITORAGGIO

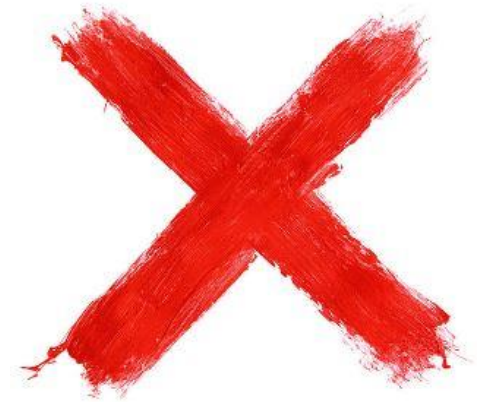
- Pulsossimetria
- Rivalutazione clinica
- Se livelli di saturazione non adeguati e/o mancato miglioramento della dinamica respiratoria (anche in presenza di livelli di SpO<sub>2</sub> rassicuranti) ---> **passare a presidi in grado di erogare flussi maggiori o presidi maggiormente invasivi**





## EFFETTI COLLATERALI OSSIGENOTERAPIA

- Irritazione delle mucose
- Atelettasia da riassorbimento
- Vasodilatazione e sovraccarico del flusso polmonare in pazienti con ampi difetti settali
- Danno da stress ossidativo a livello di polmoni, occhi, rene, tiroide, surrene



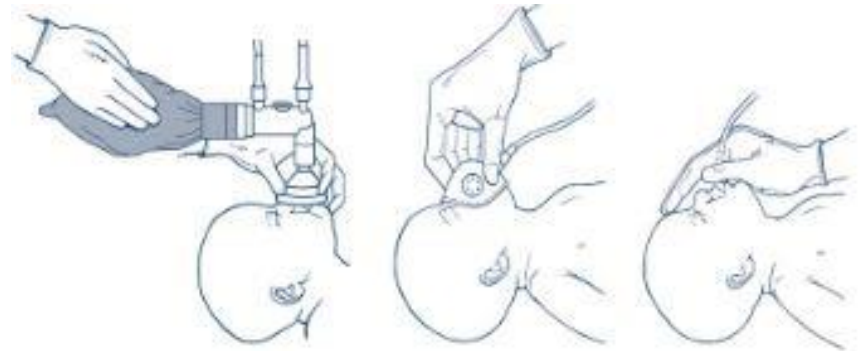


SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# **Presidi a basso flusso con performance variabili**

## Ossigeno a flusso libero

- Maschera facciale o semplice connettore posti a breve distanza dal volto del paziente
- Max FiO<sub>2</sub> ottenibile= 30%
- Semplice utilizzo e buona tollerabilità







## Maschera facciale semplice

- FiO<sub>2</sub> ottenibile range 30%-60% (non definibile con certezza)
- Presenza di due fori che in inspirazione consentono all'ossigeno di miscelarsi con l'aria, mentre in espirio consentono l'eliminazione della CO<sub>2</sub>.
- E' necessario erogare un flusso minimo 5L/min per flussi inferiori rischio di *rebreathing*

**LIMITI:** scarsa tollerabilità

**N.B.** Non utilizzare in caso di:

- Insufficienza respiratoria ipercapnica (rischio di rebreathing)
- Vomito o rigurgito





## Nasocannule (occhialini) a basso flusso

- Tubo flessibile che termina con due cannucce per le narici
- Tre misure: neonato, bambino, adulto
- Flusso erogato compreso nel range 0.125-4L/min corrispondente ad una FiO<sub>2</sub> 25%-40%, **circa +4% per ogni L di flusso erogato**
- Flussi erogati > 4L/min non consentono di incrementare in maniera significativa la FiO<sub>2</sub> e si associano ad un maggior rischio di effetti collaterali
- Una stima approssimativa della FiO<sub>2</sub> può essere ottenuta per pazienti con frequenze respiratorie superiori a 30 atti/min

$$\text{FiO}_2: 21 + (3 \times \text{l/min di O}_2)$$



## Nasocannule (occhialini) a basso flusso

- FiO<sub>2</sub> fornita è **inversamente** proporzionale al flusso inspiratorio spontaneo e alla ventilazione/minuto del paziente e **direttamente** proporzionale al flusso di O<sub>2</sub> erogato.
- Il flusso inspiratorio aumenta con l'età



A parità di FiO<sub>2</sub> desiderata ad età maggiori corrisponderà la necessità di un flusso erogato maggiore



**Valori di flusso erogato che sono già un alto flusso per un neonato (es. 2L/min con nasocannule), saranno ancora un basso flusso per un bambino di età >1anno**



## Vantaggi

- Confortevoli e ben tollerate
- Consentono l'umidificazione fisiologica dell'aria inspirata
- Permettono di non sospendere l'ossigenoterapia durante i pasti e la somministrazione dei farmaci
- Basso costo e semplice utilizzo

## Limiti

- Non consentono FiO<sub>2</sub> elevate e precisamente determinate
- Ad alti flussi molto irritanti (secrezioni dense, secchezza della mucosa, epistassi)
- Controindicate se blocco nasale

**N.B.** Le nasocannule devono occupare circa il 50% dello spazio delle narici, se le narici sono totalmente occluse si potrebbe creare involontariamente una pressione espiratoria positiva



## Cannula nasale singola

- Simile ad un sondino di aspirazione ma più morbido e flessibile
- Lunghezza adeguata: distanza tra punta del naso e il trago
- Si arriva in rinofaringe e si ossigenano direttamente le vie aeree superiori bypassando naso e bocca
- Poco utilizzato in emergenza, si usa principalmente nel lattante





## Tenda o Cappetta



- Involucri in Plexiglas posizionati intorno alla testa del neonato/lattante o intorno al corpo del bambino più grande
- Flusso minimo 7-10L/min nel caso della cappetta e di 15-30L/min nel caso della tenda, necessario per evitare il ristagno di CO<sub>2</sub>
- FiO<sub>2</sub> ottenibile tra 22%-80%
- Presidi quasi del tutto abbandonati con l'avvento delle nasocannule



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# **Presidi ad alto flusso con performance fisse**



## Maschera facciale con RESERVOIR

- Le maschere con reservoir forniscono  $FiO_2$  più elevate e sono di due tipi: **rebreathing parziale e non-rebreathing**
- Entrambe hanno un reservoir che va collegato direttamente alla fonte di ossigeno e hanno bisogno di un flusso di  $O_2$  elevato,  $> 4$  l/min, per mantenere gonfio il palloncino







## Maschera facciale con RESERVOIR NON-REBREATHING

- Valvole unidirezionali inspiratoria ed espiratoria
- Durante l'inspirazione l'aria inalata proviene interamente dal reservoir (non consentono all'aria ambiente di entrare) e la concentrazione di O<sub>2</sub> è prossima al 100%.
- Durante l'espirazione l'aria fuoriesce dalla valvola espiratoria annullando il rischio di re-breathing
- Massima FiO<sub>2</sub> ottenibile= 95% con flussi di 10-12L/ (flussi inferiori non gonfiano sufficientemente il reservoir e possono causare rebreathing)
- FiO<sub>2</sub> costante se maschera ben adesa al viso
- Presidio che consente la massima FiO<sub>2</sub> in emergenza

**LIMITI** Flussi così alti non consentono un'adeguata umidificazione e possono essere utilizzati per brevi periodi per rischi connessi con l'esposizione ad alte concentrazioni di O<sub>2</sub>



## Maschera facciale con RESERVOIR PARTIAL REBREATHING

- Due fori, durante l'inspirazione l'aria del reservoir è miscelata con una piccola quantità di aria ambiente, raggiungendo una FiO<sub>2</sub> tra il 60-70%
- In espirazione l'aria è espulsa attraverso i fori limitando (ma non annullando) il rischio di rebreathing
- Massima FiO<sub>2</sub> ottenibile circa 80%





## Maschera con sistema venturi

- La maschera Venturi consiste in una maschera collegata a una fonte di ossigeno tramite raccordi di differenti dimensioni
- Durante il passaggio nel raccordo il flusso di O<sub>2</sub> è accelerato a causa di una differenza di calibro. Si crea quindi una depressione sulle pareti del dispositivo che permette l'entrata di una determinata quantità di aria (fenomeno Venturi) attraverso le aperture sul raccordo stesso
- Particolari valvole, a ciascuna valvola corrisponde una data FiO<sub>2</sub> ed è riportato il flusso da erogare per ottenerla: a seconda del raccordo utilizzato, una quantità di ossigeno nota si miscela con un volume fisso di aria, generando quindi una FiO<sub>2</sub> fissa.
- **I sistemi Venturi sono ad alto flusso e permettono un adeguato smaltimento della CO<sub>2</sub> evitando il rebreathing**



## Maschera con sistema venturi

- FiO<sub>2</sub> diverse 24%, 28%, 31%, 35%, 40% 50%, 60% corrispondono a colori diversi
- Possono essere usate anche in caso di insufficienza respiratoria con ipercapnia in quanto il fenomeno del rebreathing è nullo

### LIMITI

- A differenza della maschera con reservoir non consente di ottenere concentrazioni di O<sub>2</sub> > 60%
- Controindicata in caso di vomito e rigurgito
- Non ben tollerata dai bambini



## Nasocannule ad Alto Flusso (HFNC)

- Presidio che permette di somministrare una miscela di gas umidificati e riscaldati mediante nasocannule, con possibilità di regolare la temperatura (temperatura tra 34 e 37 ° C), il flusso (**maggiore del flusso di picco inspiratorio del paziente**) e la FiO<sub>2</sub>
- Il flusso generato da questi dispositivi sviluppa una discreta pressione, generando una CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) di circa 3-4 cm H<sub>2</sub>O, e aiuta a ridurre il rischio di accumulo di CO<sub>2</sub>
- Ponte fra ossigeno a basso flusso (in genere 2-4 L/min) e la ventilazione non invasiva NIV in modalità CPAP (NCPAP)
- Può determinare una riduzione della necessità di NIV, di ventilazione invasiva (intubazione) e accessi in terapia intensiva



# Nasocannule ad Alto Flusso (HFNC)



## VANTAGGI

- Somministrazione di un flusso di gas più elevato del picco inspiratorio del paziente, si evita il fenomeno della diluizione dell'ossigeno e si permette che la FIO<sub>2</sub> inspirata sia molto simile alla Fi<sub>2</sub> impostata
- Gli HFNC determinano un effetto washout delle alte vie aeree con riduzione di CO<sub>2</sub> e la generazione di un reservoir di O<sub>2</sub>.
- E' descritto un modesto effetto PEEP (2-4 cmH<sub>2</sub>O) che contribuisce a migliorare la capacità funzionale residua del paziente, riducendo il lavoro respiratorio
- La somministrazione di gas umidificati e riscaldati, oltre a non causare irritazioni e lesioni mucosali, avrebbe un ruolo nel favorire la clearance mucociliare e l'espettorazione.
- La FiO<sub>2</sub> e il flusso possono essere titolati indipendentemente l'uno dall'altro



## Nasocannule ad Alto Flusso (HFNC)

### EFFETTI AVVERSI

- Epistassi
- Distensione addominale (risolvibile con posizionamento di sondino nasogastrico)
- Raramente pneumotorace e pneumomediastino





## Nasocannule ad Alto Flusso (HFNC)

### INDICAZIONI

Insufficienza respiratoria acuta (IRA: *incapacità del sistema respiratorio di mantenere un adeguato scambio di ossigeno e/o di anidride carbonica*)

#### In particolare:

- Distress respiratorio da patologia respiratoria (bronchiolite, polmonite, asma);
- Distress respiratorio da patologia cardiaca (scompenso cardiaco congestizio);
- Supporto ventilatorio post-estubazione oppure Svezzamento da ventilazione NIV (CPAP o BiPAP);
- Supporto ventilatorio a pazienti con malattie neuromuscolari;
- Apnee della prematurità o ostruttive





# Nasocannule ad Alto Flusso (HFNC)

## CONTROINDICAZIONI

- Instabilità emodinamica
- Alterazione dello stato di coscienza (GCS <8)
- Ostruzione delle vie aeree (es. atresia delle coane/croup)
- Recente trauma o chirurgia del nasofaringe
- Trauma ossa facciali e frattura della base cranica (rischio pneumoencefalia)
- Pneumotorace



## Quando inizia le terapia con HFNC?

- Riconoscere l'insufficienza respiratoria IRA sulla base della frequenza respiratoria, dei segni di distress respiratorio, della SatO<sub>2</sub>, del colorito e dello stato di coscienza del paziente
- Al tempo zero assegnare uno dei due score in base all'età





## M-WCAS pazienti 1-24 mesi

PARAMETRO	DESCRIZIONE	SCORE
Auscultazione fase inspiratoria	ingresso aereo simmetrico	0
	ingresso aereo lievemente asimmetrico	0.5
	fortemente asimmetrico	1
	diminuito / assente	2
Auscultazione fase espiratoria	non fischi espiratori	0
	rari fischi espiratori	0.5
	fischi espiratori moderati	1
	fischi espiratori diffusi in tutto l'ambito polmonare	2
Utilizzo dei muscoli accessori	nessuno	0
	lieve	0.5
	moderato	1
	grave	2
Status neurologico	normale	0
	agitato se stimolato	0.5
	depresso / agitato	1
	molto depresso /coma	2
SpO2	> 95% in aa	0
	90-95% in aa	0.5
	> 90% con FiO2 > 21%	1
	< 90% con FiO2 > 21%	2
<b>TOTALE</b>	LIEVE <4 pt; MODERATO fra 4 e 7 pt; GRAVE > 7 pt	

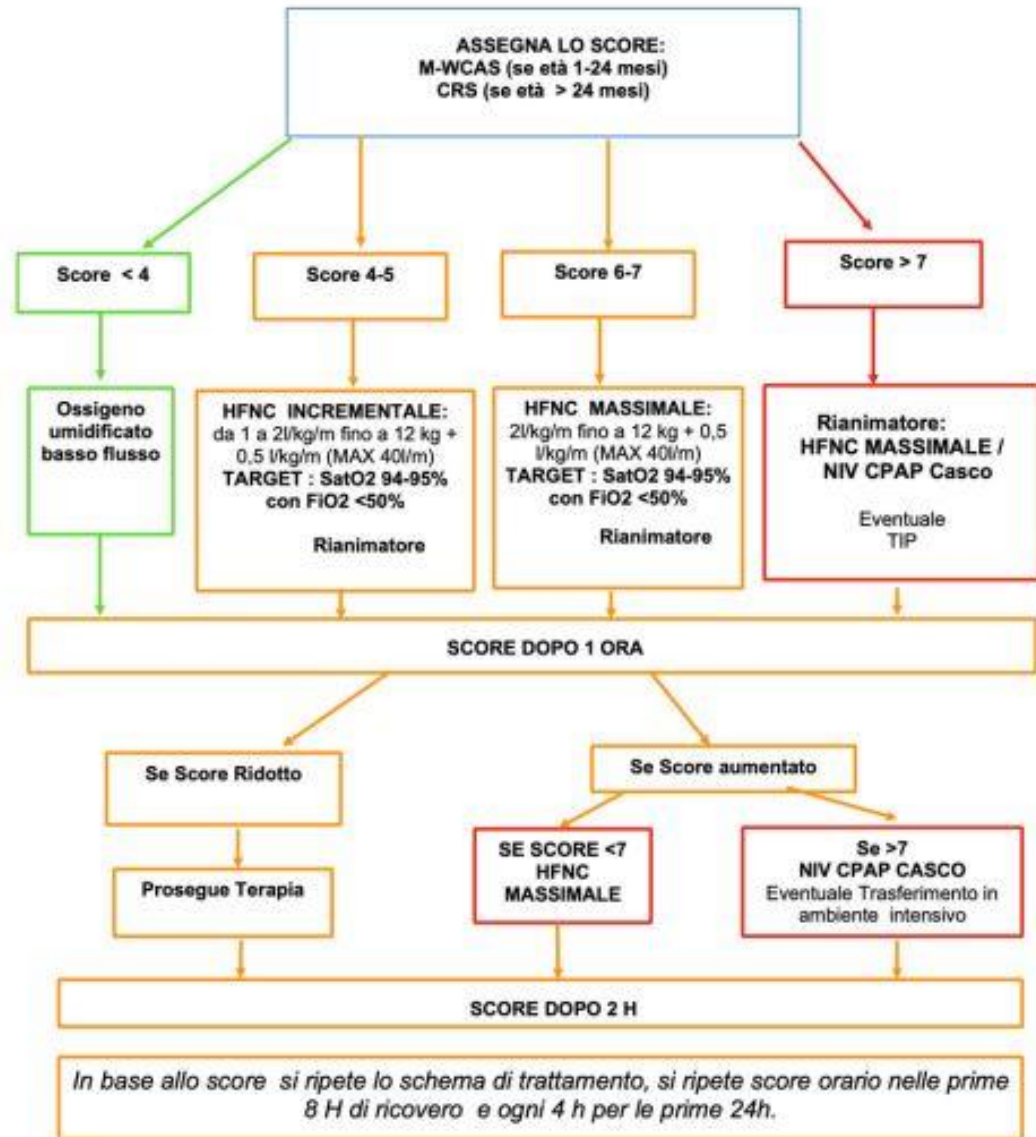


## CRS pazienti > 24 mesi

PARAMETRO	DESCRIZIONE	SCORE
Frequenza respiratoria	fra 1 e 5 anni: FR<30 apm; > 5 anni: FR <20 apm	0
	fra 1 e 5 anni: FR>30 e <40 apm; > 5 anni: FR >20 e <30 apm	1
	fra 1 e 5 anni: FR > 40 apm > 5 anni: FR > 30 apm	2
Auscultazione	buon ingresso aereo + rari fischi espiratori e/o crepiti	0
	ingresso aereo diminuito + fischi e rantoli inspiratori ED espiratori	1
	ingresso aereo fortemente diminuito o assente + espirio marcatamente prolungato + fischi e crepiti evidenti	2
Rientramenti	lievi o nessuno; non allungamento pinne nasali	0
	rientramenti intercostali moderati + allungamento delle pinne nasali	1
	rientramenti intercostali marcati + retrazioni sottosternali + allungamento delle pinne nasali	2
Status neurologico	normale / lievemente irritabile	0
	irritabilità / agitazione	1
	letargico	2
SpO2 in aria ambiente	> 95%	0
	90-95%	1
	< 90%	2
Colorito	roseo / normale	0
	pallido	1
	cianotico / cereo	2
<b>TOTALE</b>	LIEVE <4 pt; MODERATO fra 4 e 7 pt; GRAVE > 7 pt	



3. Seguire la flow chart:





## Regolare i parametri

- **FiO2:** da regolare in modo da avere la SpO2 target di 94-95%. La FiO2 è da ridurre per valori di SatO2 > 98%
  - **Flusso:**
    - </= 10 Kg: fino a 2 L/Kg/minuto
    - > 10 Kg: fino a 2L/Kg/minuti per i primi 12Kg
    - +0.5L/Kg/minuto per ogni Kg sopra i 12 Kg (massimo 40L/min)
- NB: aumentare il flusso lentamente per favorire l'adattamento del paziente e ridurre il discomfort e l'agitazione**
- NB: i paziente con distress respiratorio senza ipossiemia e senza fabbisogno di ossigeno beneficiano degli HFNC perchè è possibile regolare solo il flusso (L/min) mantenendo la FiO2 al 21% migliorando la dinamica respiratoria**
- **Temperatura:** valori analoghi a quelli della temperatura corporea ideale del paziente, compresa fra 35 e 37° C.

## REGOLARE I TRE PARAMETRI

- In alto a sinistra (bianco): flusso L/min
- In alto a destra (verde): FiO<sub>2</sub>
- In basso (rosso): temperatura

DOPO AVER IMPOSTATO I  
PARAMETRI QUANDO LA  
TEMPERATURA SARA' ARRIVATA  
A 35° CONNETTERE LE  
NASOCANNULE AL CIRCUITO





## Monitorare l'efficacia

- Rievazione continua della SatO2 e della FR
- Rivalutazione clinica **ogni ora** con assegnazione score per le **prime 8 ore**, poi **ogni 4 ore** per le **prime 24 ore**



**Dopo due ore di HFNC massimale se ho un peggioramento dello score, dopo valutazione congiunta con anestesista-rianimatore, passare alla NIV CPAP**





## Svezzamento dalla terapia

- Dopo 24h se lo score è ridotto e quindi il distress respiratorio è migliorato, e se la  $FiO_2 \leq 40\%$  per ottenere  $SatO_2$  94-95%, si può considerare lo svezzamento
- Il flusso si riduce di **0.2 L/Kg/min ogni 2 h** se non peggiora il distress respiratorio e se la  $SatO_2$  si mantiene fra 94-95%.

NB: Secondo alcuni autori è opportuno passare a un flusso intermedio , “di svezzamento”, a 1L Kg/min per i primi 12Kg di peso corporeo + 0.25 L/Kg/min per ogni Kg di peso corporeo sopra i 12 Kg.

**LO STOP DELLA TERAPIA PUO' ESSERE PRESO IN CONSIDERAZIONE QUANDO IL DISTRESS RESPIRATORIO è LIEVE O ASSENTE (SCORE 0-3)**



**DIFFERENTI SISTEMI DI EROGAZIONE DI OSSIGENO**

Dispositivi	FiO <sub>2</sub> fornita	Vantaggi	Svantaggi
<i>FiO<sub>2</sub> variabile</i>			
Cannule nasali	24-40%	Leggere, economiche, comode e ben tollerate, permettono l'alimentazione e la parola	Non forniscono FiO <sub>2</sub> elevate, umidificazione non efficace con i sistemi a muro
Maschere semplici	35-50%	Leggere, economiche, comode e ben tollerate anche in presenza di respirazione buccale	Flusso necessario >5 l/min, non permettono alimentazione, umidificazione non efficace
Maschere a <i>rebreathing</i> parziale	Fino a 70%	Leggere, economiche, permettono di raggiungere FiO <sub>2</sub> maggiori	Flusso elevato necessario per mantenere gonfio il <i>reservoir</i> . Umidificazione non efficace
Maschere <i>non-rebreathing</i>	Fino al 90%	Leggere, economiche, permettono di raggiungere le più alte FiO <sub>2</sub>	Flusso elevato necessario per mantenere gonfio il <i>reservoir</i> . Umidificazione non efficace
<i>FiO<sub>2</sub> fissa</i>			
Sistema Venturi	24-60%	Facile da utilizzare, possibilità di monitorare correttamente la FiO <sub>2</sub> . Alti flussi garantiscono l'assenza di <i>rebreathing</i> di CO <sub>2</sub>	Sistema non umidificato e ad alto flusso, con rischio elevato di irritazione delle mucose
Sistema ad alto flusso	> 90%	Miscela riscaldata e umidificata. Cannule ben tollerate. Monitoraggio della FiO <sub>2</sub> . Alti flussi garantiscono l'assenza di <i>rebreathing</i>	Apparecchio e accessori usa e getta costosi



## NIV

- Supporto ventilatorio meccanico senza la necessità di intubazione endotracheale, somministrato attraverso mezzi differenti (maschera nasale, maschera facciale, casco) che fornisce **Pressione Positiva Continua della Vie Aeree (CPAP) o Pressione Positiva su due livelli delle Vie Aeree (BiPAP)**
- La NIV permette la riduzione del lavoro respiratorio del paziente e migliora lo scambio di gas -->
  - mantenimento della pervietà di tutto il tratto respiratorio dalle alte vie alle piccole vie aeree
  - recrutamento alveolare con aumento della Capacità Funzionale Residua e diminuzione del mismatch Ventilazione-Perfusione
- Diminuzione dei rischi e le complicazioni relative all'utilizzo di un tubo endotracheale, la somministrazione di anestesia e la ventilazione meccanica invasiva



## Modalità di ventilazione

- **CPAP** (Pressione Positiva Continua della Vie Aeree) fornisce un livello costante e programmato di pressione che mantiene distese le vie aeree durante tutto il ciclo respiratorio. Fisiologicamente è l'equivalente della Pressione Positiva di fine espirazione (PEEP)
- **NIPPV** (Ventilazione non invasiva a pressione positiva) fornisce una pressione o sincronizzata con ogni sforzo respiratorio spontaneo o ad una frequenza di backup definita

**BPAP** fornisce due livelli di pressione dell'aria durante tutto il ciclo respiratorio, uno durante l'inspirazione (IPAP) e uno durante l'espirazione (EPAP). Quando il ventilatore rileva il flusso inspiratorio fornisce una pressione inspiratoria più alta finché non capta una riduzione nel flusso o quando raggiunge un limite di tempo inspiratorio stabilito. Quando l'inspirazione termina, il dispositivo passa ad una pressione espiratoria inferiore



## Indicazioni

- Pazienti emodinamicamente stabili con insufficienza respiratoria ipossiémica o ipercapnica che non necessitino di intubazione endotracheale d'urgenza e non abbiano controindicazioni all'uso della NIV
- Parametri clinici o di laboratorio per iniziare la NIV
  - dispnea da moderata a severa non responsiva ad altre modalità di somministrazione di ossigeno o altre terapia (es. broncodilatatori nello stato asmatico)
  - tachipnea persistente causata da una malattia respiratoria (frequenza respiratoria  $> 75^{\circ}$  percentile per l'età)
  - ipossiémia ( $FiO_2 > 0.5$  per mantenere la  $SaO_2 > 94\%$ )
  - acidosi respiratoria (pH arterioso  $< 7.35$  o venoso  $< 7.30$ )
- Compliance del paziente



## Controindicazioni

- **Necessità di intubazione endotracheale immediata**
  - arresto cardiorespiratorio
  - stato mentale fortemente alterato (GCS <8 o in rapido declino o pazienti in stato epilettico)
  - alto rischio di aspirazione (es.epiglottidite, edema delle alte vie, ustioni)
- **Instabilità emodinamica che richiede supporto vasopressorio**
- **Sanguinamento gastrointestinale alto**
- **Lesioni facciali** (es. lacerazioni estese, frattura delle ossa facciali) per cui il mantenimento di una buona adesione della maschera facciale non è possibile o possa causare un peggioramento della condizione
- **Pneumotorace non trattato** (NIV possibile se viene posizionato un drenaggio toracico)
- **Situazioni in cui una buona adesione della maschera facciale sia impossibile** (es. micrognazia, sindrome di Apert, sindrome di Coruzon)



## Monitoraggio

- stesso livello di monitoraggio dei paziente che necessitano di intubazione endotracheale e ventilazione meccanica--> monitoraggio continuo della pulsossimetria e dell'attività cardiorespiratoria
- monitoraggio della pressione arteriosa
- monitoraggio dell'efficacia della ventilazione tramite frequenti EMOGASANALISI





## Scelta del device di interfaccia

La selezione del giusto mezzo di interfaccia tra ventilatore e paziente si basa su:

- massimo comfort per aumentare la compliance del paziente
- soluzione più adeguata per minimizzare le perdite e massimizzare l'efficacia
- scelta del mezzo di interfaccia adeguato con meno possibilità di eventi avversi
- l'età del paziente
- severità dell'insufficienza respiratoria



- La maschera nasale viene di solito utilizzata nei neonati e nei bambini più piccoli con un grado minore di distress respiratorio
- La maschera facciale è il mezzo di prima scelta nei bambini in età scolare e negli adolescenti





## Scelta della modalità di Ventilazione

### CPAP

- Riduce l'otrusione dinamica delle alte vie aeree (es. tracheomalacia, laringomalacia, ipotoni dell'orofaringe), il grado di apnea e il lavoro respiratorio legato all'insufficienza respiratoria acuta in particolare quando **l'ipossia** è la problematica principale
- Esempi: paziente con bronchiolite e apnee intermittenti, pazienti con elevato lavoro respiratorio con rischio di eccessivo affaticamento, pazienti con processi ostruttivi reversibili come lo stato asmatico, la croup
- Pazienti con polmonite possono trarre beneficio dalla CPAP se la problematica principale è ipossiemia e non ipercapnia



## CPAP- setting iniziale

### Pressione:

- Solitamente la pressione iniziale è 5 cm H<sub>2</sub>O
- Regolazione rapida in base alla risposta clinica e fisiologica ed alla tolleranza del paziente
- Modelli pratici descrivono l'utilizzo di una pressione iniziale tra 8-10 cmH<sub>2</sub>O senza compromissione emodinamica associata
- Max pressione 20 cm H<sub>2</sub>O

### FiO<sub>2</sub>:

- Regolata per raggiungere una saturazione target > 92%
- L'obiettivo è aumentare la PEEP (CPAP) in modo che la FiO<sub>2</sub> possa essere svezzata al 50% o meno



## BPAP

- Utilizzata per pazienti con la necessità di un supporto respiratorio maggiore, inclusi pazienti che non hanno avuto beneficio dall'utilizzo della CPAP
- Risposta più efficace all'ipossiemia viste le pressioni medie delle vie aeree più elevate
- Un maggiore supporto durante l'inspirazione può alleggerire ulteriormente il lavoro respiratorio, aumentare il volume corrente della ventilazione e aiutare rapidamente a gestire l'ipercapnia
- Esempi: pazienti con malattie delle basse vie aeree come fibrosi cistica, polmonite, con aumentato lavoro respiratorio e ipercapnia associata
- **Principale indicazione nei pazienti in cui l'ipercapnia è la problematica principale**



## BPAP- setting iniziale

### Pressione

- Pressione espiratoria (EPAP) iniziale 5cm H<sub>2</sub>O e pressione inspiratoria (IPAP) iniziale 8-10 cm H<sub>2</sub>O
- IPAP finale di 15-22 cm H<sub>2</sub>O sono comuni

### FiO<sub>2</sub>

- Regolata per raggiungere una saturazione target > 92%
- L'obiettivo è aumentare la PEEP (EPAP) in modo che la FiO<sub>2</sub> possa essere svezzata al 50% o meno



## Valutazione dell'efficacia



- **Frequenza respiratoria:** una riduzione nella frequenza respiratoria è un segno affidabile di buona risposta alla NIV, soprattutto nella prima ora
- **Dispnea:** una valutazione soggettiva e l'utilizzo di score possono essere utilizzati per valutare l'efficacia della NIV
- **O<sub>2</sub>:** la pulsossimetria o la misurazione della PaO<sub>2</sub> all'EGA possono essere usati per determinare la FiO<sub>2</sub> necessaria. Una NIV efficace riduce la FiO<sub>2</sub> necessaria nella prima ora di trattamento. L'obiettivo è fornire una NIV che possa svezzare la FiO<sub>2</sub> al 50% mantenendo una satO<sub>2</sub> > 92%-95%
- **Ipercapnia:** l'EGA fornisce dati oggettivi sull'andamento della ventilazione. Un mancato miglioramento o un peggioramento dei livelli di ipercapnia può essere utilizzato come parametro per modificare i valori della NIV quando clinicamente possibile, cambiare il tipo di ventilatore da CPAP a BPAP o passare alla ventilazione invasiva mediante intubazione endotracheale. Il monitoraggio transcutaneo della CO<sub>2</sub> correlato ad un EGA iniziale può essere utile

**NB: miglioramenti clinici e di laboratorio solitamente avvengono nelle prime 2 ore. La mancanza di miglioramento può suggerire la necessità di passare ad una ventilazione invasiva**



## Fattori predittivi di fallimento

- **Diagnosi di base:** polmonite e sindrome del distress respiratorio acuto (ARDS) sono fattori di rischio per il fallimento della NIV. Condizioni che richiedono ventilazione prolungata come sepsi, tumori, immunosoppressione più facilmente richiedono l'intubazione
- **Markers di severità della patologia:** pazienti con gradi di severità elevati misurati da diversi score (es. PRISM, PLOD) hanno un maggior rischio di fallimento della NIV
- **Risposta al trattamento:** una risposta inadeguata alla NIV in termini di mancata riduzione della FR, necessità continua di livelli elevati di FiO<sub>2</sub>, pH <7.25 specialmente nelle prime 2 ore di trattamento sono associati ad un maggior rischio di fallimento



## Rischi e Benefici

**Benefici:** Riduzione dei rischi legati alla ventilazione invasiva e all'intubazione endotracheale:

- Rischio di traumi della laringe o della trachea che possono risultare dalla procedure di intubazione
- Interruzione dei naturali meccanismi di clearing delle vie aeree che può risultare in polmoniti associate a ventilazione meccanica
- Potenziali complicazioni legati alla sedazione per la procedure di intubazione

### Rischi

- Ritardo nel procedere all'intubazione endotracheale e alla ventilazione meccanica nei pazienti che la necessitano
- PEEP insufficiente se si verificano numerose perdite d'aria



## Complicazioni maggiori

- **Barotrauma:** Pneumotorace iperteso, pneumomediastino, enfisema sottocutaneo esteso. Il rischio di barotrauma è del 1.4%-9%. Un monitoraggio stretto dei segni di barotrauma è fondamentale e le impostazioni dovrebbero essere regolate per ottenere un miglioramento fisiologico con la quantità più bassa possibile di pressione positiva delle vie aeree
- **Aspirazione:** rischio legato ad episodi di vomito e l'uso contemporaneo di maschere facciali. L'uso di antiemetici può essere utile.
- **Instabilità emodinamica:** possibile rischio legato alla diminuzione del ritorno venoso in seguito all'inizio di una qualsiasi forma di ventilazione a pressione positiva. Si verifica una riduzione della gittata cardiaca (**evitare di intraprendere la NIV in paziente in stato di shock che non rispondono rapidamente all'amministrazione di fluidi**)





## Complicazioni minori

- **Lesioni cutanee**
- **Traumi della mucosa nasale**
- **Distensione gastrica:** si verifica quando le pressioni inspiratorie superano la pressione dello sfintere esofageo inferiore (normalmente 10mmHg) o quando il paziente ingoia aria. Può portare ad episodi di vomito che aumentano il rischio di aspirazione nei pazienti con maschere facciali



## Caso Clinico

### ANAMNESI PATOLOGIA PROSSIMA

- Lattante di 2 mesi e 12 giorni giunge in data 10/12 presso il PS dell'Ospedale San Camillo di Roma per difficoltà respiratoria insorta nella notte
- A domicilio somministrato Betametasone 1 mg ed Aerosolterapia con Salbutamo + Soluzione Fisiologica

### IN PS

- Tripletta con Salbutamolo e terapia steroidea con Betametasone
- $\text{satO}_2 < 92\%$  in AA --> INIZIA ossigenoterapia con nasocannule a bassi flussi 1l/min
- Esami ematochimici: GB 10.320, PCR neg
- Tampone molecolare per Sars-Cov2: negativo



**RICOVERO**



**Anamnesi fisiologica:** Nato a termine da gravidanza riferita normodecorsa, parto eutocito, PN 4650g. Allattamento misto. Vaccinazioni secondo norma di legge

**Anamnesi familiare:** Sorella di 4 anni in abs. Madre con asma allergico (allergia ad acari della polvere, graminacee, effettuata vaccinazione in infanzia ed adolescenza). Padre in abs. NOP pregresso tumore alla prostata. NAM cardiopatia.

**Anamnesi remota:** NDR



## Esame Obiettivo

**Condizioni generali:** Buone. Vigile e reattivo. FA lievemente depressa. Tono e riflessi evocabili nella norma

**Cute:** Rosea

**Rinoscopia:** Rinorrea sierosa

**Otoscopia:** MMTT indenni

**Faringe:** Iperemico con scolo di muco nel retrofaringe

**Torace:** FR 50 atti/minuti. Pectus excavatum. Lievi rientramenti sottodiaframmatici, assenza di rientramenti al giugolo e rientramenti intercostali. No alitamento delle pinne nasali. Discreta penetrazione d'aria bilateralmente, rantoli crepitanti alle basi, rumori aggiunti dalle alte vie

**Cuore:** ACR, toni netti e pause apparentemente libere

**Addome:** piano trattabile, non dolente nè dolorabile alla palpazione superficial e profonda



## Durante il ricovero:

### Terapia:

- Bentelan 0.5mg/die
- Ventolin 2 puff/4h
- Ossigeniterapia tramite nasocannule a bassi flussi 1l/m
- Glucosalina 25ml/h



**Effettuato tampone nasale per virus respiratori:  
POSITIVO PER VRS (11/12)**



## Decorso Clinico

11/12/2022

- Riferito scarso introito alimentare
- sO<sub>2</sub><92% con O<sub>2</sub> 1/min (bassi flussi) e FR aumentata



**Somministrato Metilprednisolone ev e  
aumentato O<sub>2</sub> 2l/m (sO<sub>2</sub> 96%)**



11/12/2022

- **Rx torace:** “Accentuazione della trama polmonare bilateralmente e delle ombre ilari. Ipodiafania basale di sinistra con mancata apprezzabilità del profilo dell’emidiaframma”
- **ECG:** nella norma; Ecocardiogramma: “Situs solitus. Levocardia. Concordanza AV e VA. Normale arco aortico. POF con minimo shunt non significativo. Normali dimensioni delle cavità cardiache con normale contrattilità. Assenza di versamento pericardico. Pectus excavatum. La riduzione dello spazio retrosternale spiega l’aumento del diametro trasverscardiaco all’Rx torace”



13/12/2022

- Polipnea ingravescente
- Scadimento delle condizioni cliniche generali



**Osigenoterapia mediante HFNC:  
Flusso 8L/min (Peso 5.250Kg)  
FiO2 30-35%**

14/12/2022

- Graduale aumento dell'introito alimentare
- Parametri vitali stabili
- Dopo 24h distress respiratorio migliorato (FiO2 21% per SatO2 95-96%)
- Si può considerare lo svezzamento







**N.B. Flusso si riduce di 0.2 L/Kg/min ogni 2 h**

**18/12/2022**

- Dopo graduale svezzamento interrompe O<sub>2</sub>terapia

**20/12/2022**

- Dimesso stabile, eupnoico, no segni di distress respiratorio

INDICAZIONI:

- Proseguire terapia inalatoria in corso con Ventolin 1 puff/ 5 vv al giorno
- Tornare in Dimissione Protetta in data 27/12

**DP 27/12:** Buone condizioni generali. Vigile e reattivo. Apiretico, eupnoico, no segni di distress respiratorio. SatO<sub>2</sub> 98% in AA. Al torace buona penetrazione d'aria, MV normotrasmesso, assenza di rumori aggiunti



## Esami ematici

	PS 11/12	Reparto 14/12
PCR	0.15	0.51
LDH		348
GB cell/mm <sup>3</sup> 10 <sup>3</sup>	10.32	coagulato
N %	60.1	
L%	32.5	
M%	7.2	
E%	0	

	PS 11/12	Reparto 14/12
B%	0.2	
GR cell/mm <sup>3</sup> x10 <sup>6</sup>	3.62	
Hb g/l	11.2	
Hct%	31	
MCV	85.6	
PLT cell/mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	561	
Uricemia md/dl		1.9



	PS 11/12	Rparto 14/12
Sideremia mcg/dl		33
Creatinina md/dl	0.15	
Na mmol/l	138	135
K mmol/l	4.52	4.45
Cl mmol/l	103	105
Ca mg/dl	10.5	9.9
P mg/dl		4.3

	PS 11/12	Reparto 14/12
Proteine g/dl	6.9	6.1
Albumina g/dl		4.1
AST U/L	39	40
ALT U/L	32	27
Bilirubina tot/diretta mg/dl		0.24/0.11
Urea mg/dl		8
Glicemia mg/dl	106	97



	<b>PS 11/12</b>	<b>Rparto 14/12</b>
Colesterolo tot mg/dl		104
HDL mg/dl		44
CPK U/L		49
gGt U/L		23
Fosfatasi alcalina U/L		178
Amilasi UI/L	<13	<13
Procalcitonina ng/ml		0.17



## Ossigenoterapia e Bronchiolite

- Ossigenoterapia iniziata se la  $\text{satO}_2 < 92\%$
- **Primo step:** Ossigenoterapia a bassi flussi tramite cannule nasali o maschera facciale ---> risoluzione della maggior parte dei casi
- **Rischio di insufficienza respiratoria** ---> HFNC o CPAP---> riduzione del lavoro respiratorio + miglioramento degli scambi gassosi + mancanza dei rischi associati ad intubazione e ventilazione invasiva





## HFNC e Bronchiolite

- Nei pazienti in cui i bassi flussi non sono stati sufficienti e con un alto rischio di insufficienza respiratoria (sforzo respiratorio aumentato, ipossiemia)
- ↓ del rischio di intubazione endotracheale
- Meno effetti indesiderati rispetto alla CPAP: riduce il rischio di sedazione, la durata della degenza nel reparto intensivo e la durata del ricovero
- Utilizzate nelle **bronchioliti severe** (riduzione della necessità di passare a ventilazione invasiva)
- Nelle bronchioliti non severe non diminuiscono il tempo del ricovero o la durata dell'ossigenoterapia
- **Nei lattanti con bronchiolite <2anni il flusso max è 8L/min (flussi maggiori possono essere usati)**
- **Un flusso >6L/min fornisce una pressione positiva durante il ciclo respiratorio con pressione positiva ed espiratoria nel range 2-5 cmH<sub>2</sub>O**



## CPAP e Bronchiolite



- Usata meno frequentemente delle HFNC
- Riduzione del lavoro respiratorio, riduzione della necessità di intubazione nei bambini con progressiva ipossiemia o ipercapnia
- Maggiori effetti avversi delle HFNC
- **Utilizzata in caso di fallimento dei bassi flussi o HFNC**
- Studi in corso per accertare una riduzione della durata del ricovero in Terapia Intensiva nei pazienti con bronchiolite che intraprendono la CPAP

Scuola di Specializzazione in Pediatria  
Direttore Prof. Pasquale Parisi  
Facoltà di Medicina e Psicologia, Università di Roma Sapienza  
Anno Accademico 2020-2021

Dr.ssa Melania Evangelisti  
Dr.ssa Natalia Lucangeli

**Grazie per la Vostra Attenzione!**



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

