

Caratteristiche dell'insufficienza respiratoria da coronavirus e NIV

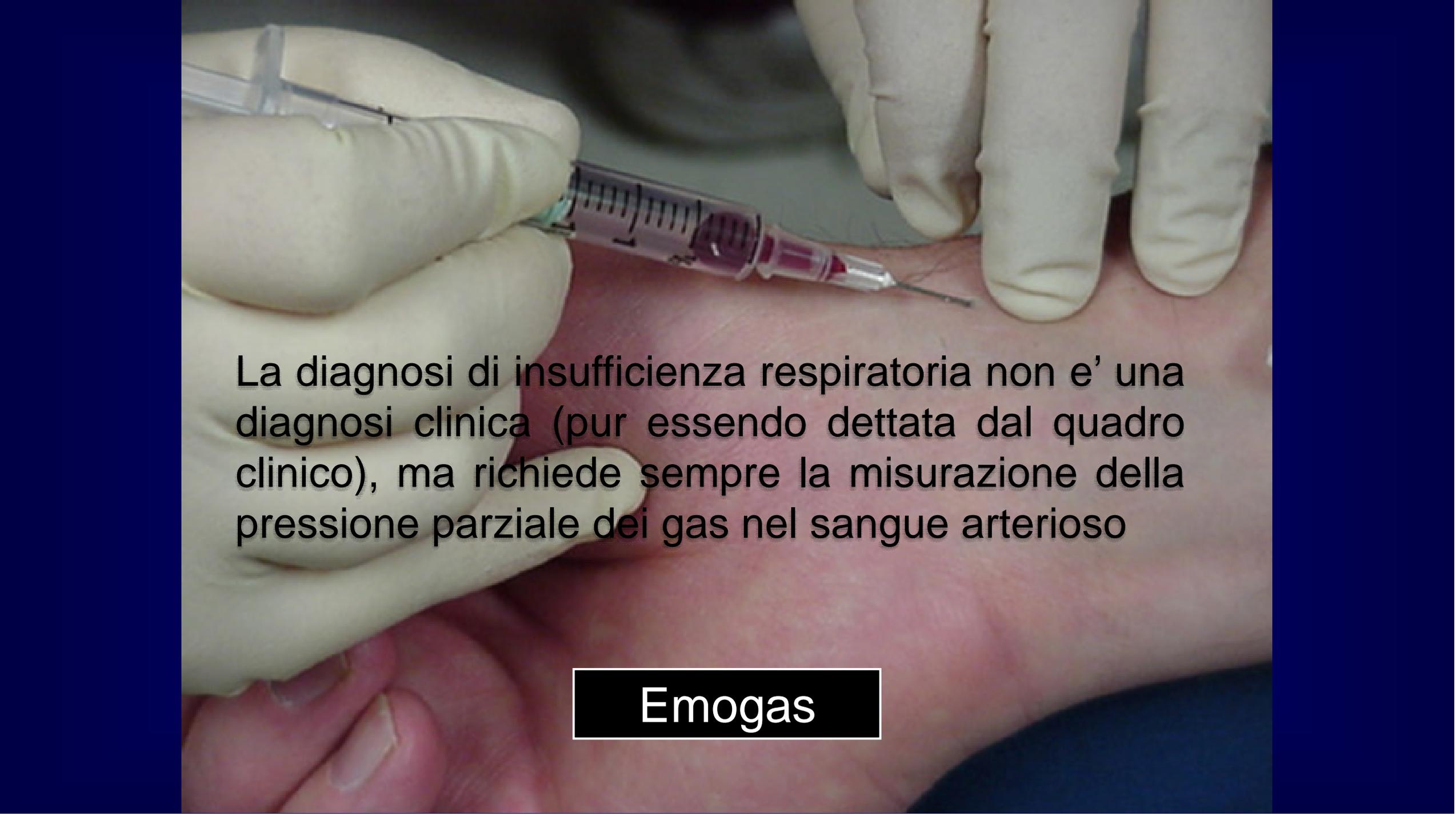




Insufficienza respiratoria

L'alterazione dei gas ematici con valori di pressione parziale di ossigeno al di sotto di 60 mmHg e/o di CO₂ superiori a 45 mmHg

- ✦ PaO₂ < 60 mmHg (**IPOSSIEMIA**)
- ✦ PaCO₂ > 45 mmHg (**IPERCAPNIA**)

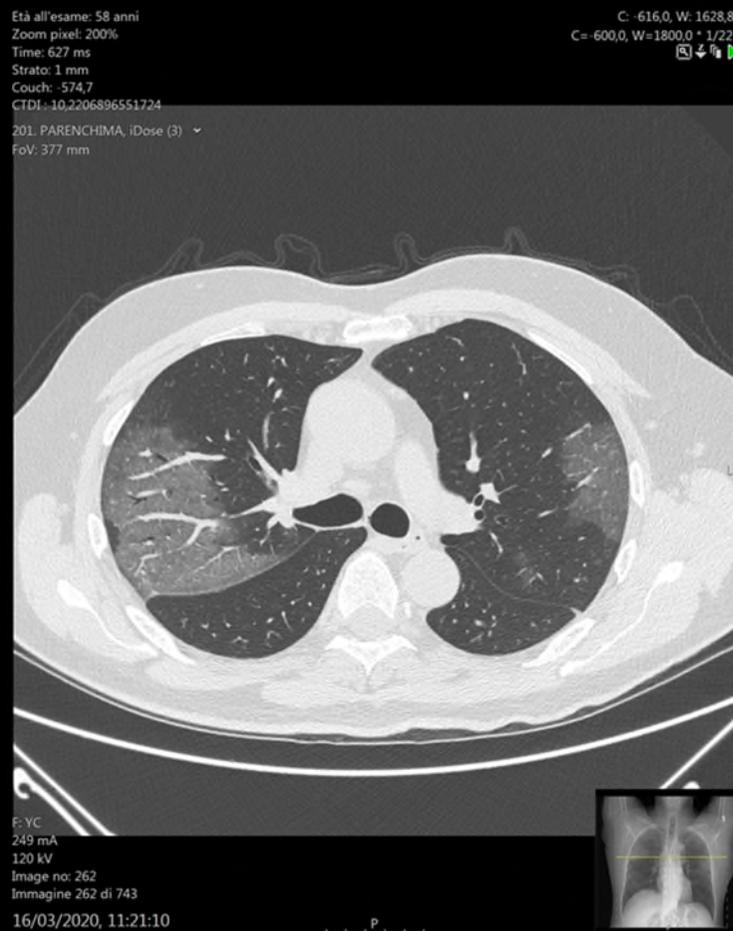


La diagnosi di insufficienza respiratoria non è una diagnosi clinica (pur essendo dettata dal quadro clinico), ma richiede sempre la misurazione della pressione parziale dei gas nel sangue arterioso

Emogas

La COVID-19 è una ARDS

La COVID-19 è senza dubbio una ARDS: è una sindrome con ipossiemia grave ($\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 < 300$ mmHg con almeno 5 cmH₂O di PEEP/CPAP) insorta acutamente, caratterizzata da infiltrati polmonari bilaterali, che non è secondaria ad una disfunzione ventricolare sinistra



La sindrome del distress respiratorio acuto (ARDS) è una malattia acuta grave del polmone

È caratterizzata dal danno diffuso della membrana alveolo-capillare

L'ARDS provoca una grave ipossiemia, che è refrattaria all'ossigeno-terapia e necessita di ventilazione assistita.

L'ARDS ha una scala di gravità:

- 1) lieve (rapporto PaO_2/FiO_2 superiore a 200 mmHg, ma inferiore a 300 mmHg);
- 2) moderata (rapporto di PaO_2/FiO_2 superiore a 100 mmHg, ma inferiore a 200 mmHg);
- 3) grave (rapporto PaO_2/FiO_2 non superiore a 100 mmHg).

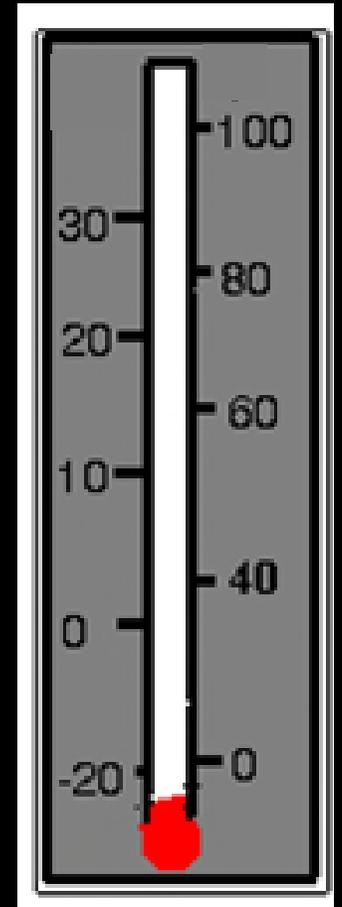
Rapporto PaO₂/FiO₂

il rapporto tra la tensione arteriosa dell'ossigeno (**PaO₂**, misurata in termini di mmHg) e la frazione di ossigeno nell'aria inspirata (**FiO₂**).

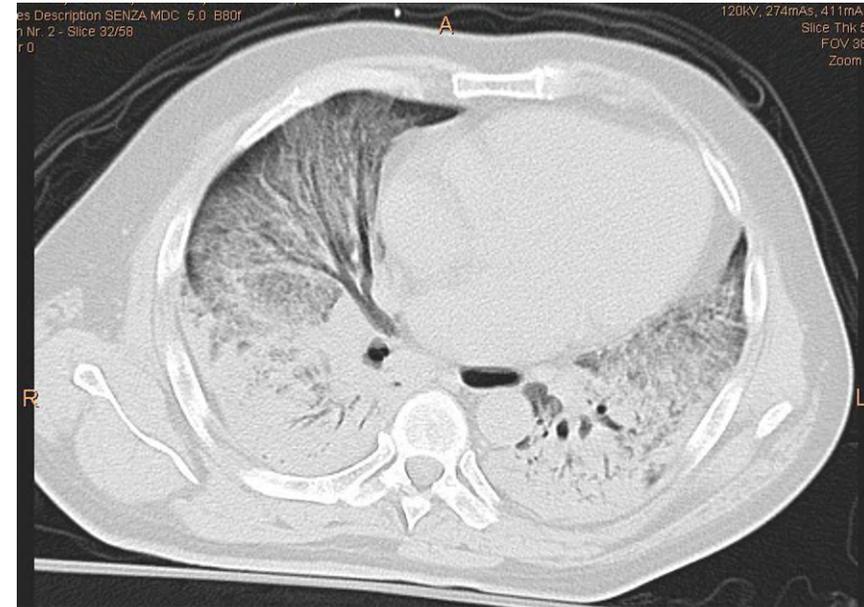
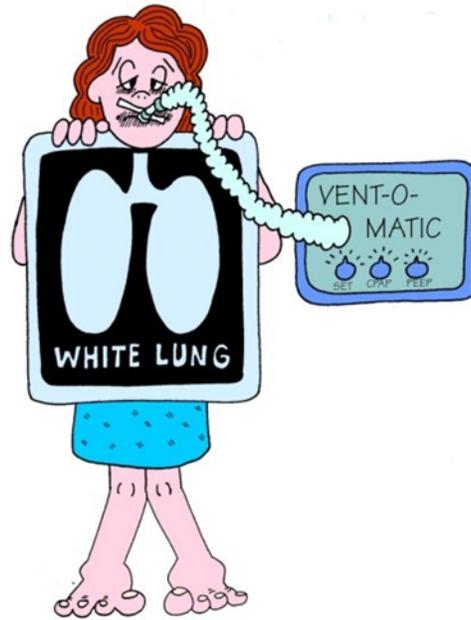
O₂



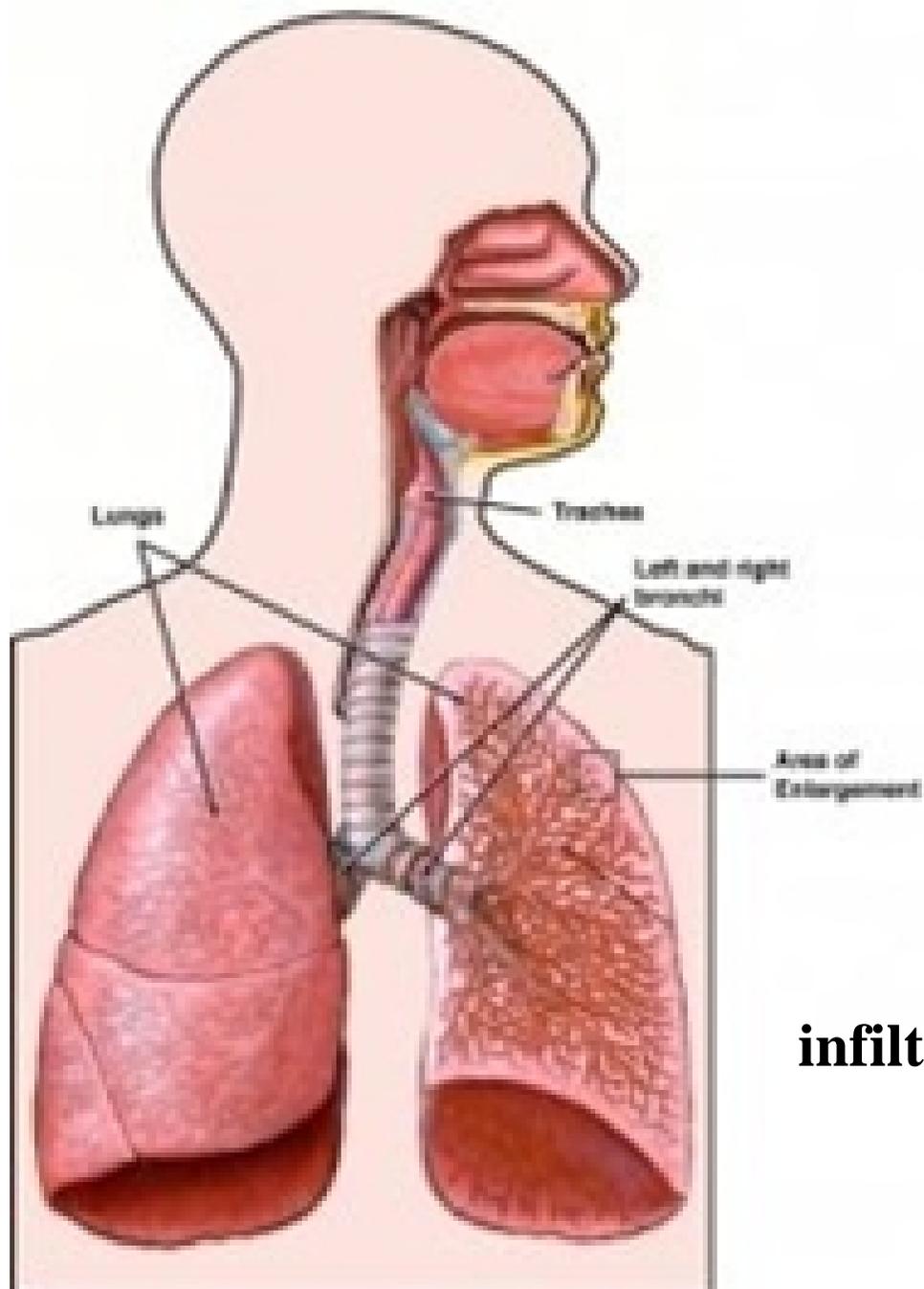
PaO₂



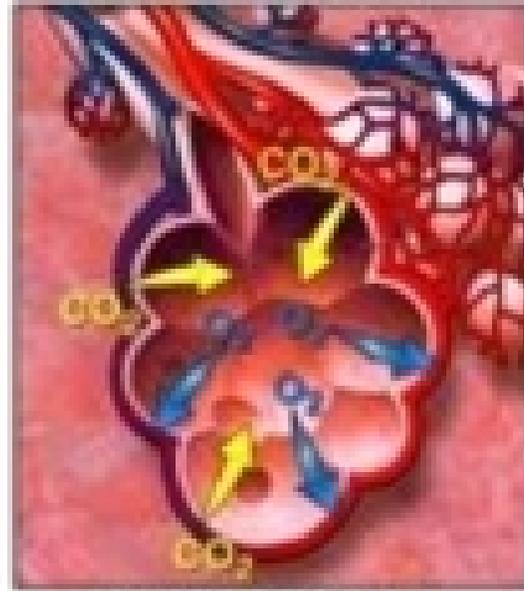
ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME (ARDS)



L'ARDS è una **sindrome**, come dice il nome stesso (Acute Respiratory Distress **Syndrome**) è un **complesso** di **segni e sintomi** che può essere **espressione** di **malattie** di natura completamente **diversa**. **L'ARDS** è un caso tipico: può essere **causata** da **malattie molto differenti tra loro**. Questo era già chiaro a chi ha "scoperto" l'ARDS, che aveva ben in mente che questa fosse una **manifestazione finale comune** di differenti condizioni patologiche (nello studio originale trauma, polmonite e pancreatite)



Normal Anatomy

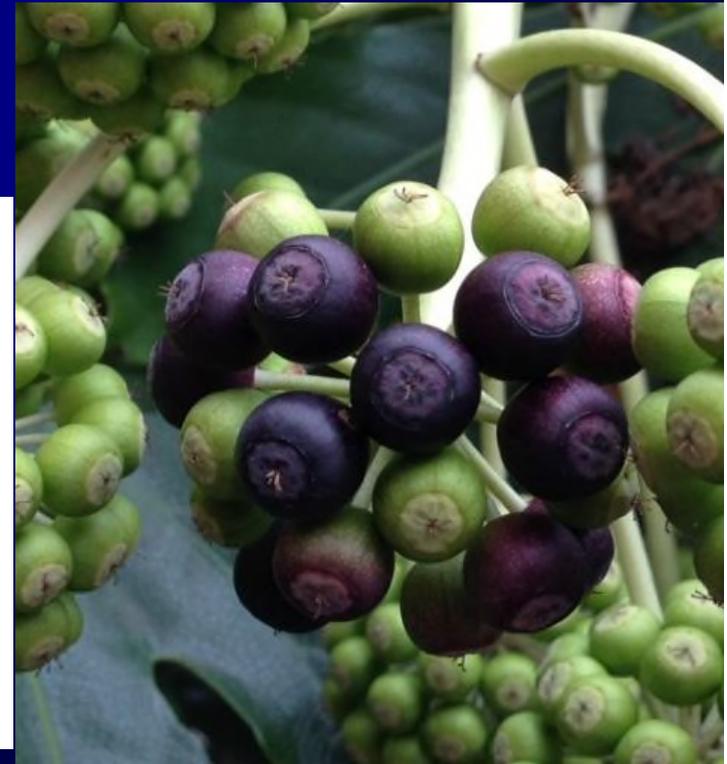
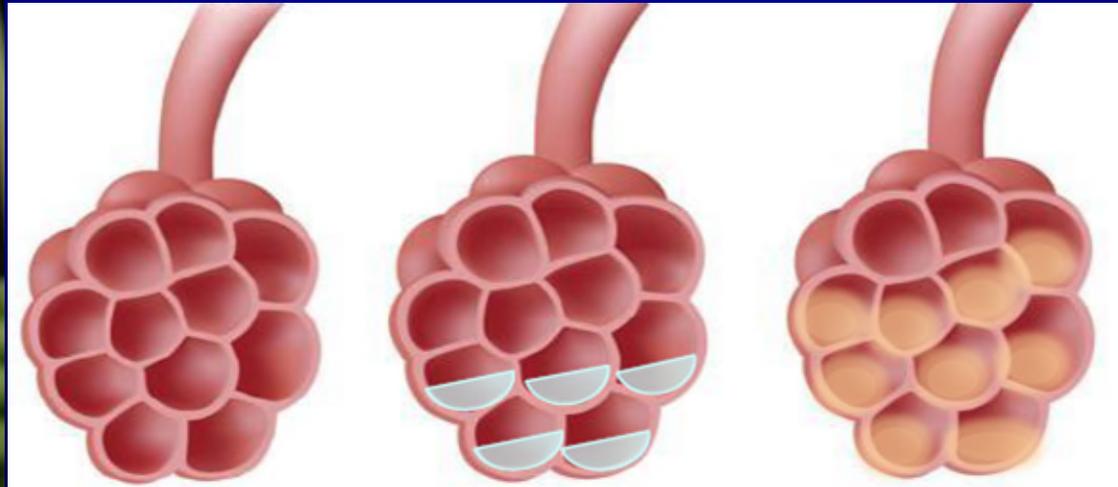


ADDENSAMENTO POLMONARE

infiltrati alveolari



Riempimento parziale o totale degli spazi alveolari da parte di liquidi (essudati, trasudati, sangue) di cellule o di tessuto patologico che sostituiscono l'aria



ARDS

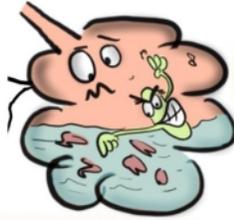
Danno alveolare acuto

Danno diretto

Danno indiretto



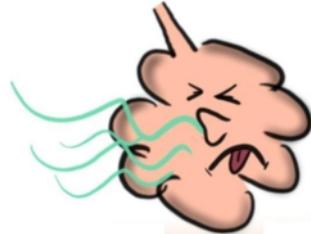
Aspirazione del contenuto gastrico



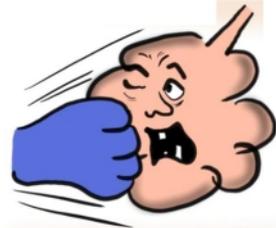
Polmonite



Annegamento



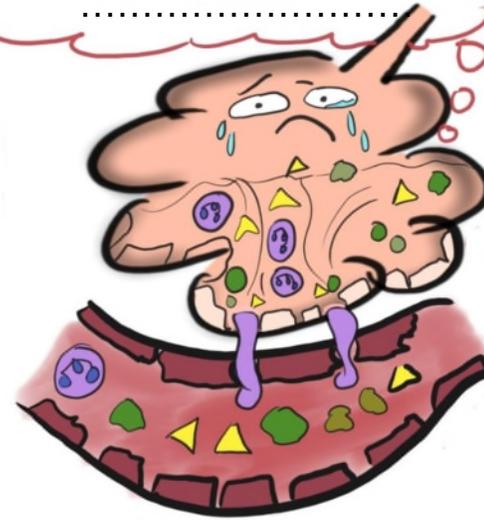
Inalazione di sostanze tossiche



Contusione polmonare



Pancreatite
Sepsi (causa molto comune
.....)



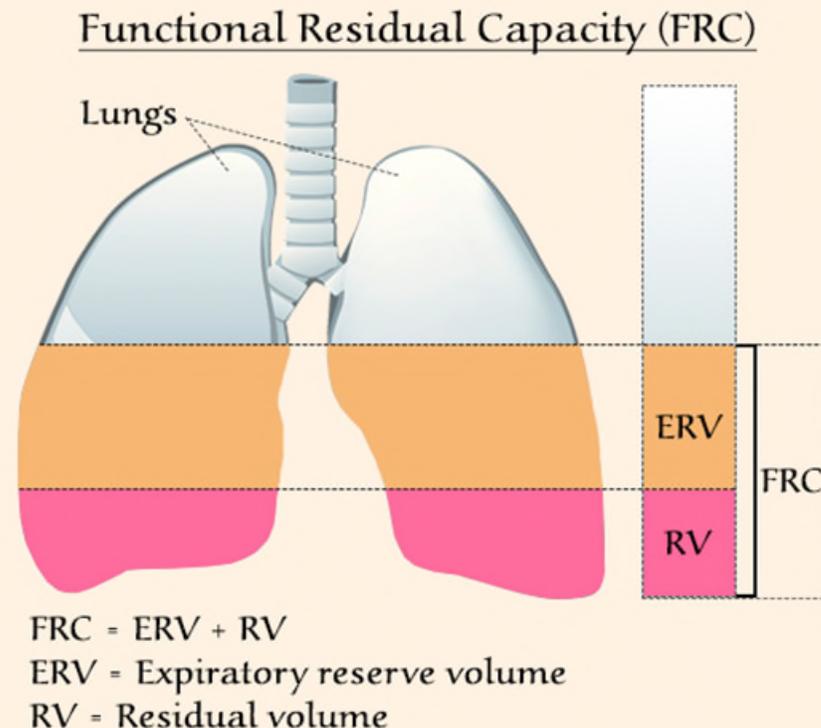


Perché ?

Tutte le **ARDS** hanno però una fondamentale **caratteristica comune**:

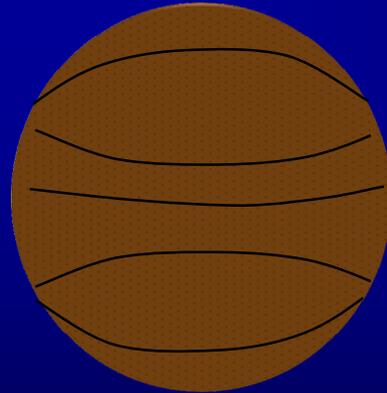
la riduzione del volume polmonare.

Tutte le ARDS hanno una riduzione della FRC, ma non tutte della stessa entità: in alcuni casi è più grave, in altri meno.



Tutte le ARDS si associano ad una riduzione della capacità funzionale residua, la quale si esprime anche con la riduzione della compliance.

La **compliance** quantifica quanti ml di gas entrano nei polmoni aumentando di 1 cmH₂O la **pressione nelle vie aeree**: se la **compliance** è 40 ml/cmH₂O, saranno necessari 10 cmH₂O per erogare un **volume corrente** di 400 ml (cioè circa i 6 ml/kg di peso ideale).



La capacità funzionale residua è il contenitore, il volume corrente un oggetto da introdurvi: se il contenitore è grande, vi si può mettere, senza danneggiarlo, un oggetto grande. In un contenitore molto piccolo, si può infilare solo un oggetto piccolo se non lo si vuole rompere.



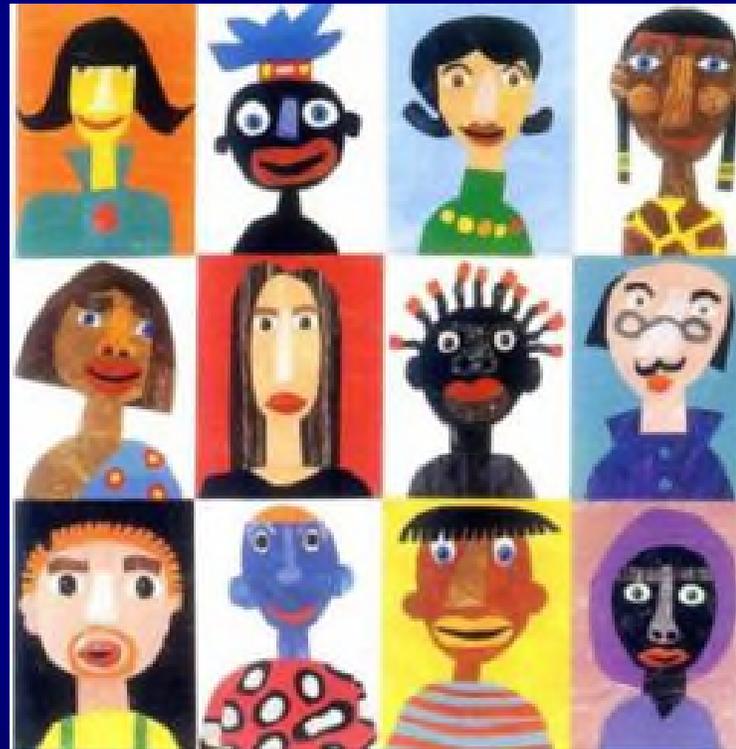


**ATTENZIONE
MESSAGGIO
IMPORTANTE**

I pazienti con ARDS da COVID-19 possono differire molto l'uno dall'altro, per le caratteristiche dell'apparato respiratorio. Ora tra i pazienti con COVID-19 possono esserci quelli con alta compliance e quelli con bassa compliance.

La COVID-19 è una malattia caratterizzata da una **polmonite con infiltrati interstiziali**, che rientra a pieno nella definizione di **ARDS**: è una condizione acuta con **ipossiemia grave e infiltrati polmonari bilaterali** non attribuibile ad una disfunzione ventricolare sinistra.

Ma dal punto di vista ventilatorio ha qualche peculiarità rispetto alle ARDS a cui siamo abituati.

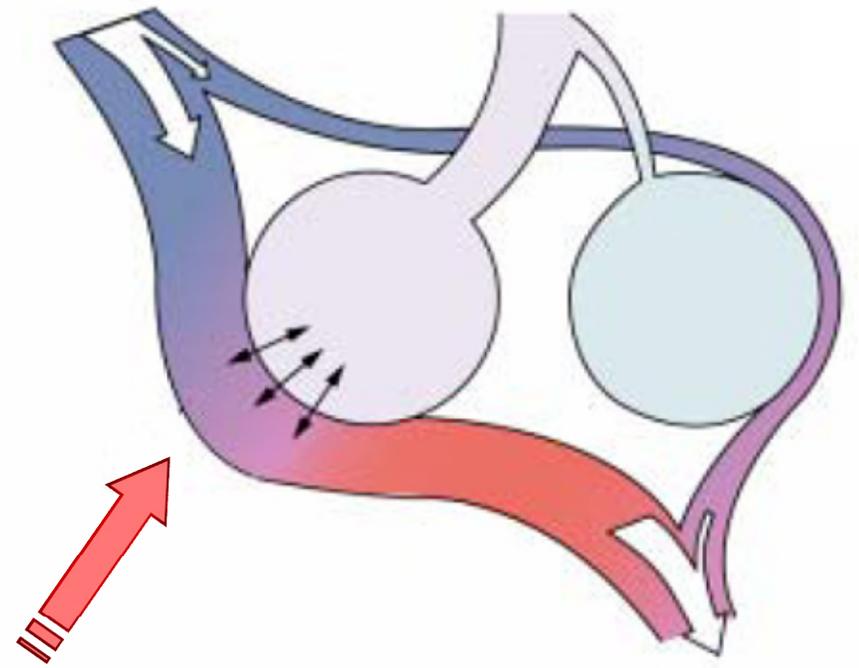
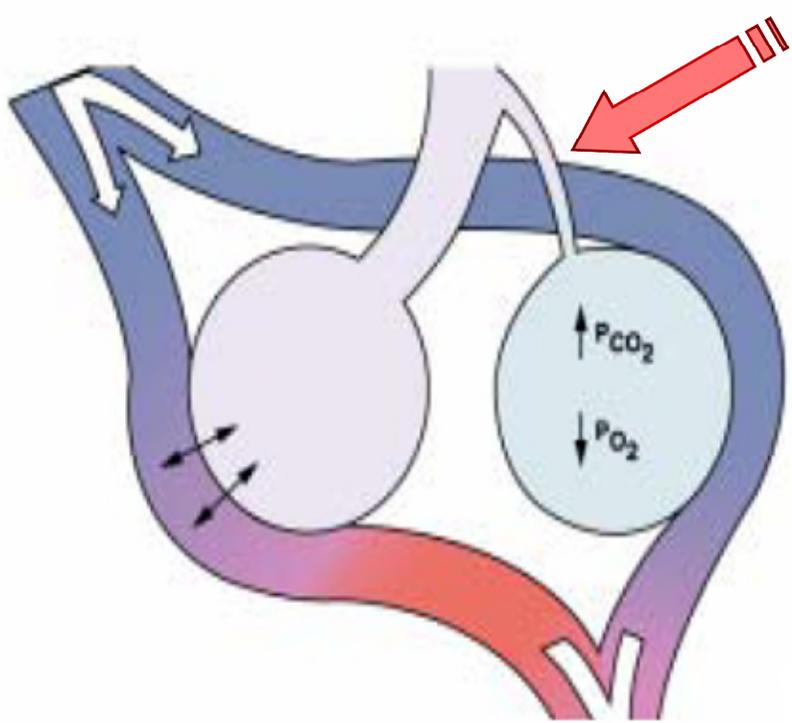


Tuttavia, non tutti pazienti COVID19 presentano una bassa compliance

il paziente “tipo” con COVID-19, che ha una gravissima disfunzione polmonare, con un $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ di circa 100 mmHg (anche meno), ed una **meccanica respiratoria** solo lievemente peggiore di quella dei pazienti ventilati senza ARDS, con una compliance dell'apparato respiratorio lievemente ridotta

Qual è quindi l'unica spiegazione di un fenomeno di questo genere per spiegare l'insorgenza dell'insufficienza respiratoria?

Una possibile spiegazione per tale grave ipossiemia che si verifica nei polmoni malati è la perdita della regolazione della perfusione polmonare e della vasocostrizione ipossica.



La diminuita pO_2 nell'alveolo ipoventilato determina vasocostrizione finalizzata a dirottare il sangue verso le aree meglio ventilate

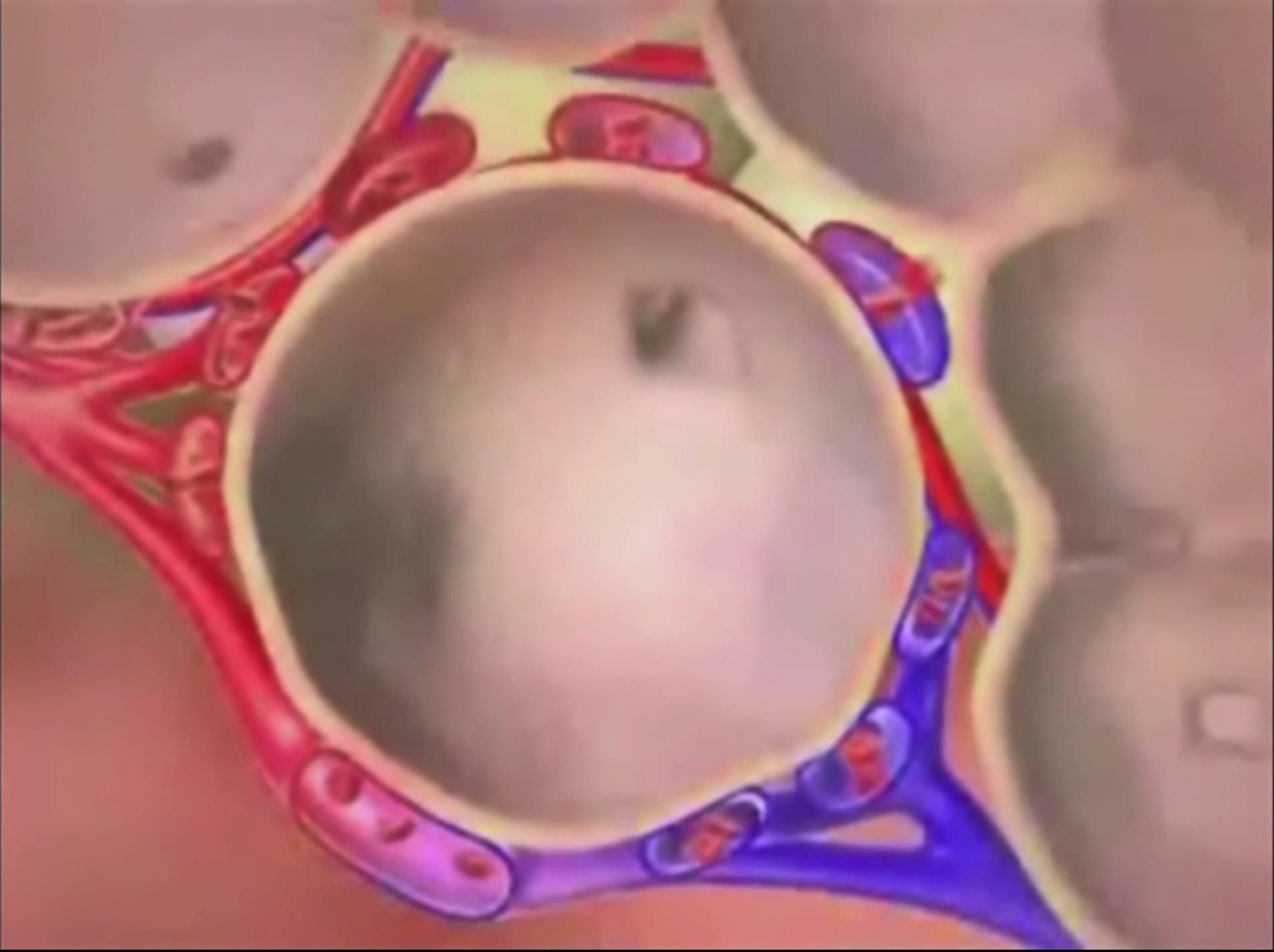
Il flusso ematico aumenta nelle aree meglio ventilate



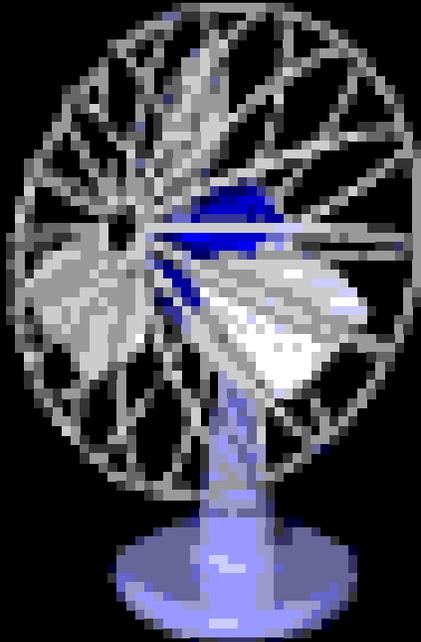
Ventilazione
e

Flusso

In questi pazienti si perde la regolazione del flusso polmonare. Flusso sanguigno e ventilazione seguono quindi due strade diverse. il flusso va da una parte e la ventilazione va dall'altra.



Il progresso della malattia è quindi dovuto, oltre alla severità dell'infezione, anche a questi fattori meccanici. Quando il paziente arriva ad avere grande dispnea, con un quadro TC che mostra grave compromissione polmonare, allora, solo allora, il paziente rientra nella cosiddetta ARDS.



IL VENTILATORE POLMONARE



>> 0 >> 1 >> 2 >> 3 >> 4 >>

IL RUOLO DELLA VENTILAZIONE MECCANICA NON INVASIVA

La **ventilazione non invasiva (NIV – *non invasive ventilation*)** è un'assistenza ventilatoria che utilizza un'interfaccia, rappresentata da una maschera. In questo modo vengono rispettate le vie aeree del paziente che respira, quindi in maniera spontanea.

I ventilatori meccanici a pressione positiva assistono la inspirazione somministrando gas pressurizzato nelle vie aeree, incrementando la pressione transpolmonare ed insufflando il polmone. Durante la fase espiratoria può essere aggiunta una pressione positiva di fine espirazione allo scopo di mantenere pervie le vie aeree.

NIMV

MANDATARIO

A/C

SIMV

ASSISTITO

A.BILEVEL

BiPAP

SPONTANEO

CPAP/PSV

CPAP

CARATTERISTICHE DEI VENTILATORI

MONO TUBO / BITUBO

PRESSOMETRICO - VOLUMETRICO - CONTROLLATO A TEMPO

SISTEMI AD ALTO FLUSSO CON GENERATORI DI FLUSSO TIPO VENTURI

TRIGGER
INSPIRATORIO

PSV

TRIGGER
ESPIRATORIO

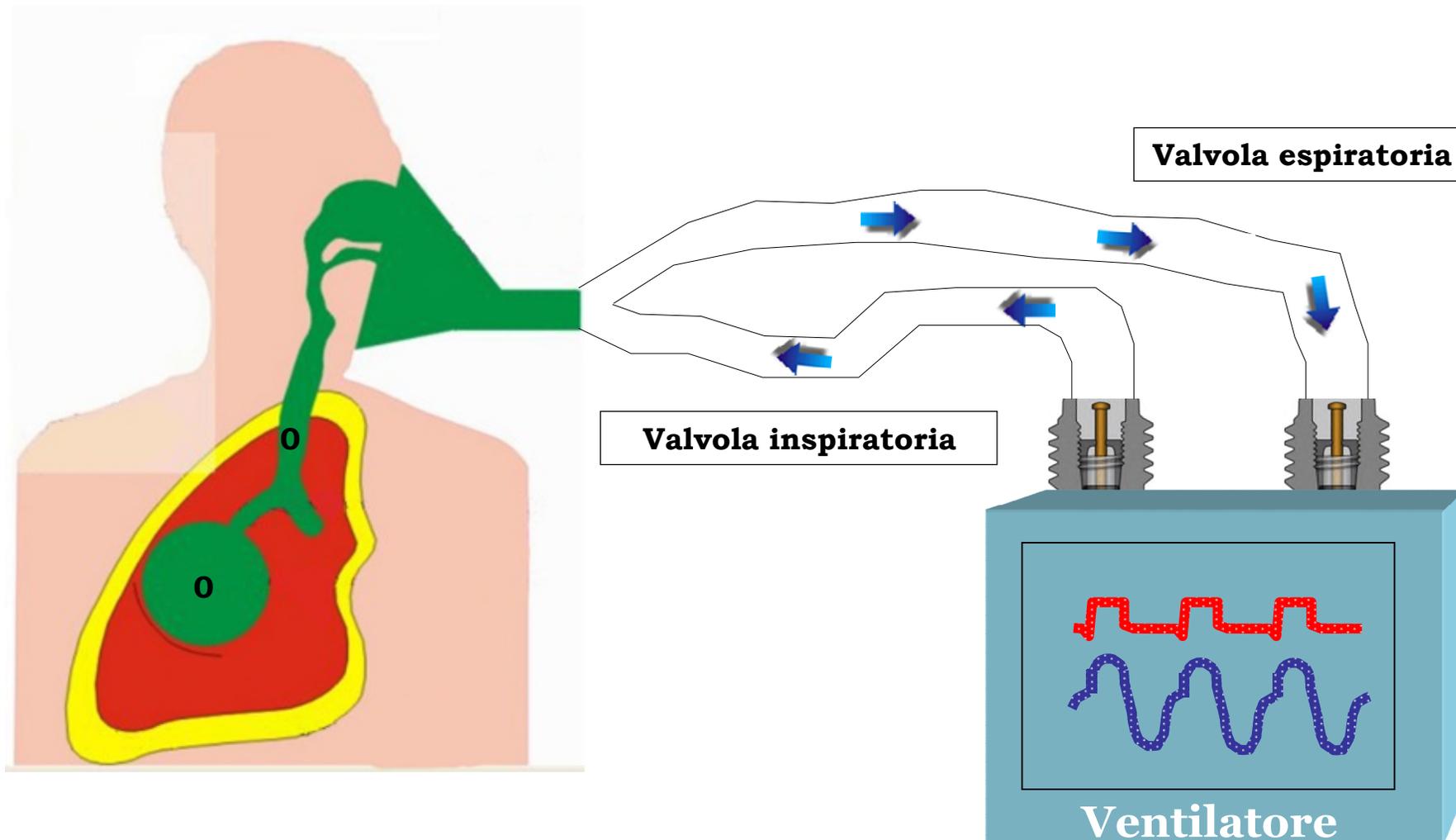
PEEP

PIP

Vt

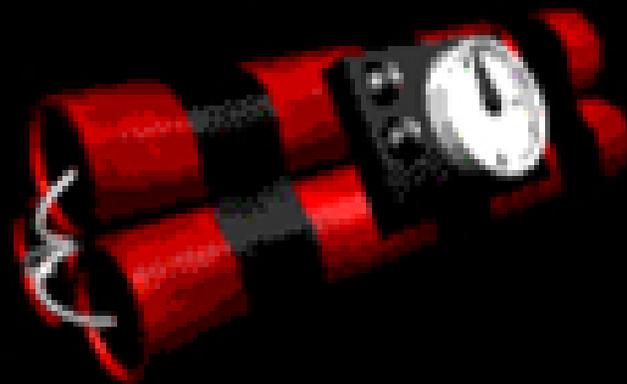
Freq (imp)

I/E



Il paziente respira spontaneamente in un circuito chiuso all'interno del quale il ventilatore eroga un flusso continuo di base (*flow-by*) regolato dall'apertura e dalla chiusura di due valvole (inspiratoria ed espiratoria) dotate di sensori.

Gli enormi benefici della ventilazione meccanica non invasiva sono oggi supportati da una ricchissima letteratura: la precocità del suo impiego costituisce probabilmente la vera chiave di lettura dell'enorme successo della metodica "esplosa" in ambito clinico.

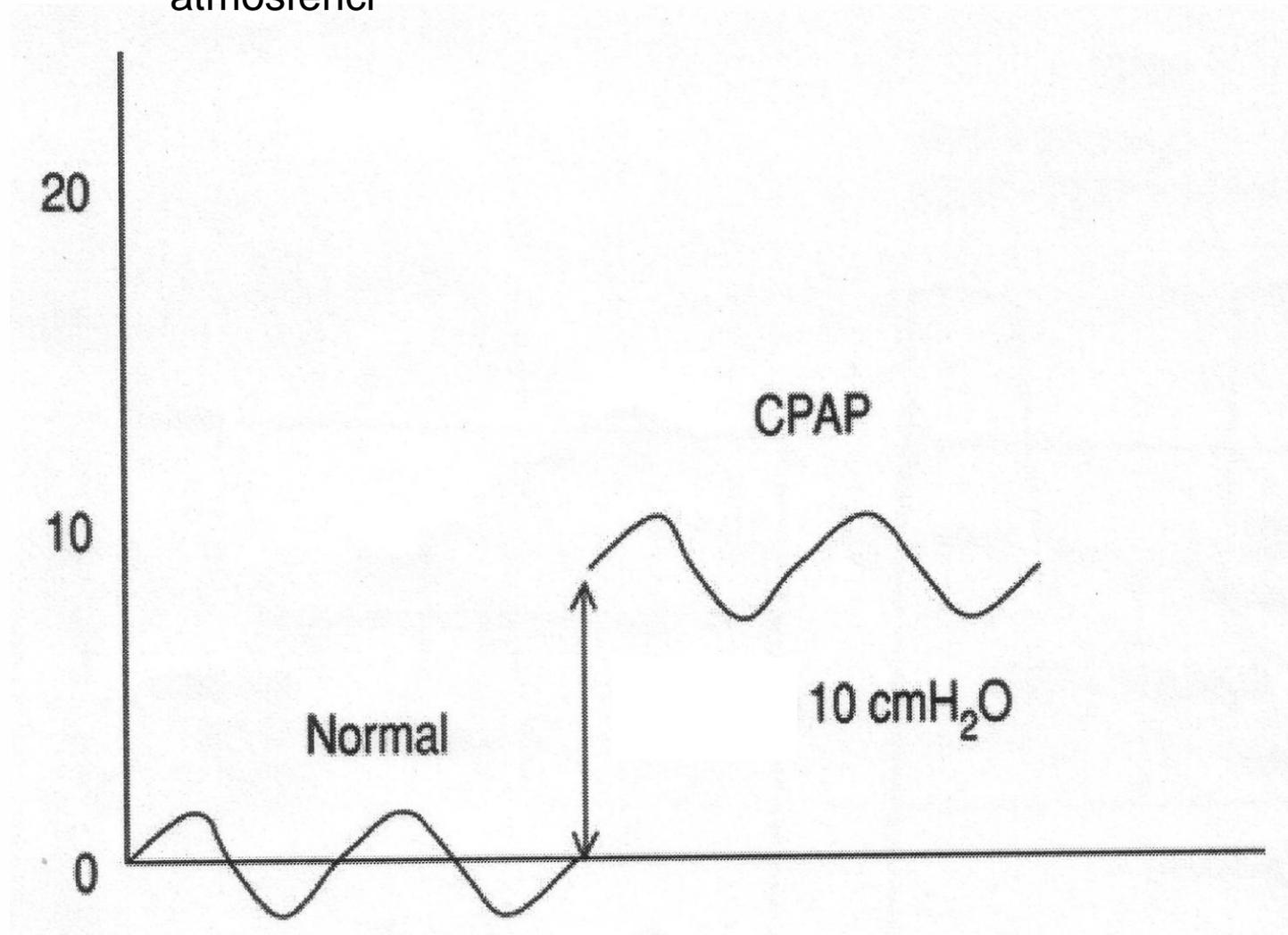


La CPAP

La **CPAP** (**CONTINUOUS POSITIVE AIRWAY PRESSURE**) consiste nell'applicazione di una *pressione positiva continua in tutte le fasi del respiro*, in paziente in respiro spontaneo.

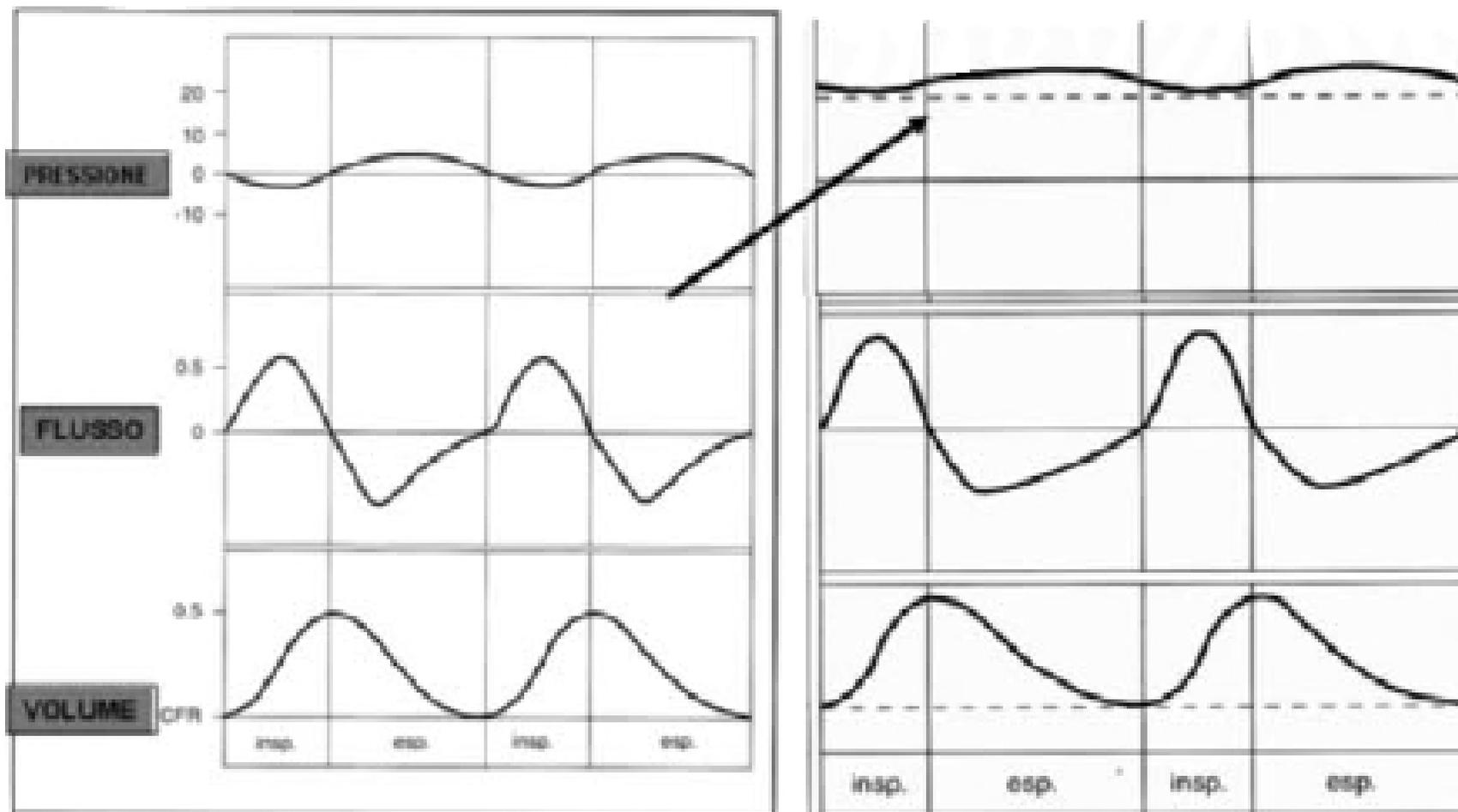
La CPAP **non** è una modalità ventilatoria.

- Respirazione spontanea a valori pressori sovra atmosferici



Durante la CPAP la pressione nelle vie aeree si mantiene costantemente positiva.

CURVE DI PRESSIONE, FLUSSO E VOLUME



VENTILAZIONE SPONTANEA

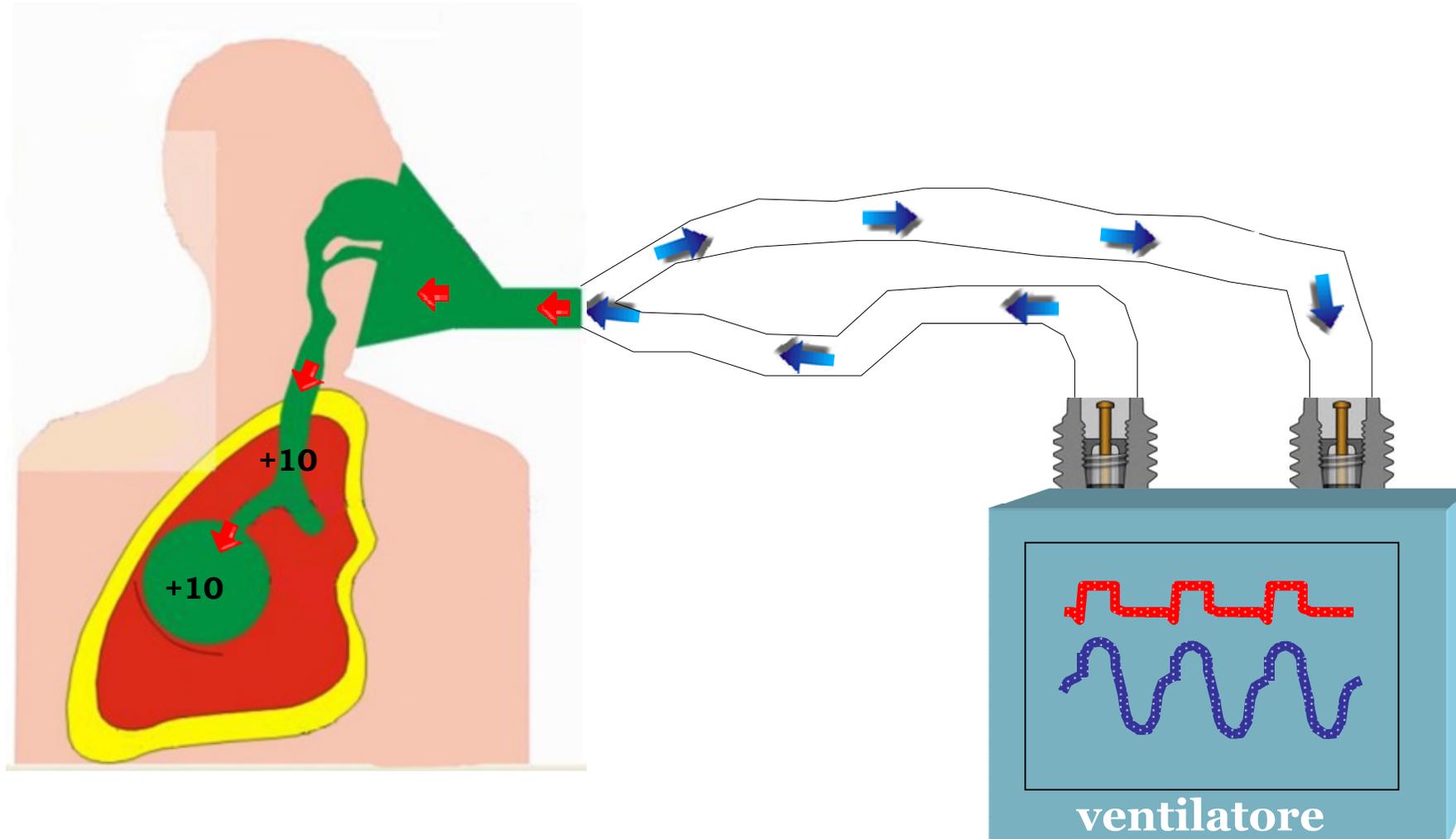
CPAP

Fig 2

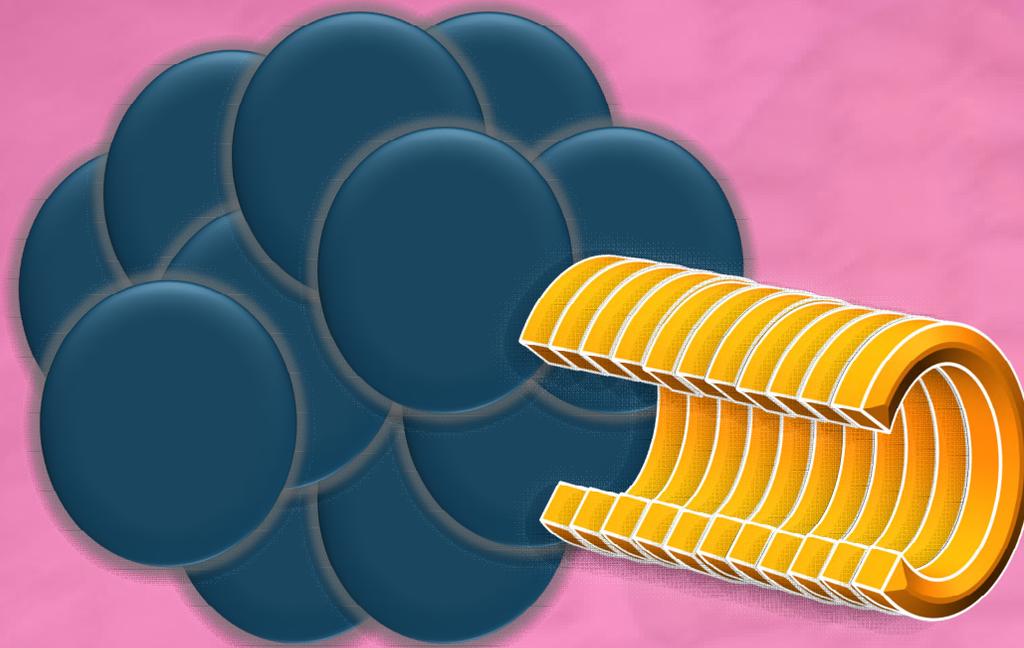
Da Petraglia modif.

QUALI SONO GLI EFFETTI DELLA CPAP SUL POLMONE ?

Perché mantenere pressioni positive durante tutto il ciclo respiratorio?



*L'obiettivo fondamentale è di EVITARE IL COLLASSO
DELL'ALVEOLO.*



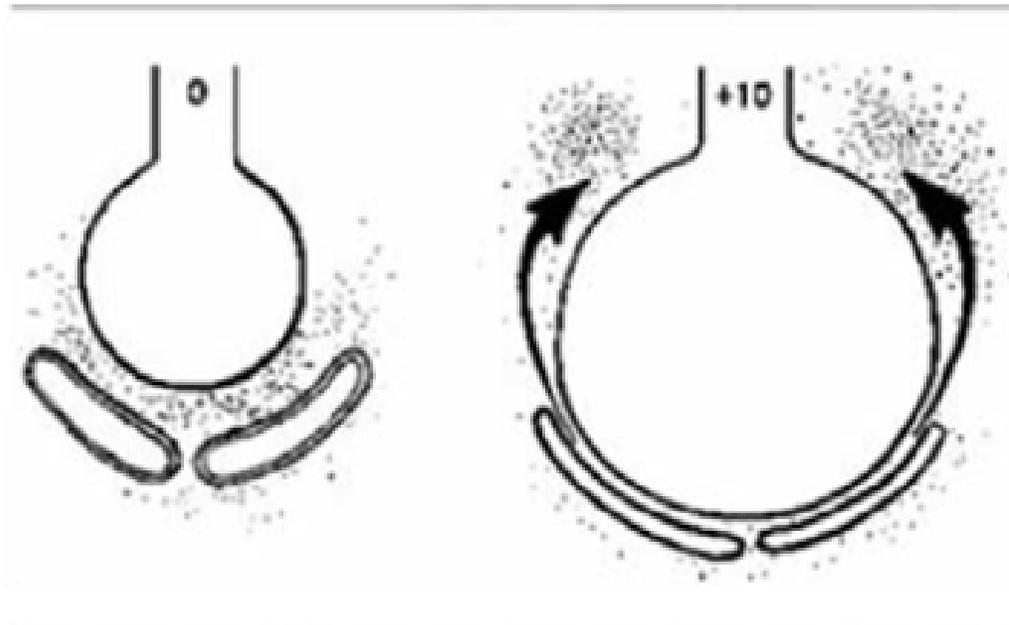
La CPAP non rappresenta propriamente un tipo di ventilazione, in quanto al paziente non viene fornito un “volume” inspiratorio di aria da parte del ventilatore, ma solo una pressione, per cui egli deve essere in grado di esercitare una sua forza inspiratoria sufficiente a sviluppare un adeguato volume corrente. Essa è considerata la modalità ventilatoria che più si avvicina al respiro spontaneo, in quanto la ventilazione è completamente affidata al paziente.

Le condizioni cliniche in cui l'alveolo può essere collassato sono rappresentate fondamentalmente dall'ARDS e dall'edema polmonare acuto cardiogeno.

L'applicazione di una pressione positiva nelle vie aeree determina *effetto volume* ed un *effetto pressione*

La distensione alveolare con aumento della Capacità Funzionale Residua (CFR) consente di:

- 1) Reclutare territori non ventilati ma perfusi;
- 2) Migliorare la ventilazione alveolare e riducendo lo shunt;
- 3) Contrastare l'eventuale penetrazione plasmatica nell'alveolo (edema polmonare) con redistribuzione dell'edema dalle zone peri-alveolari a quelle peri-bronchiali.



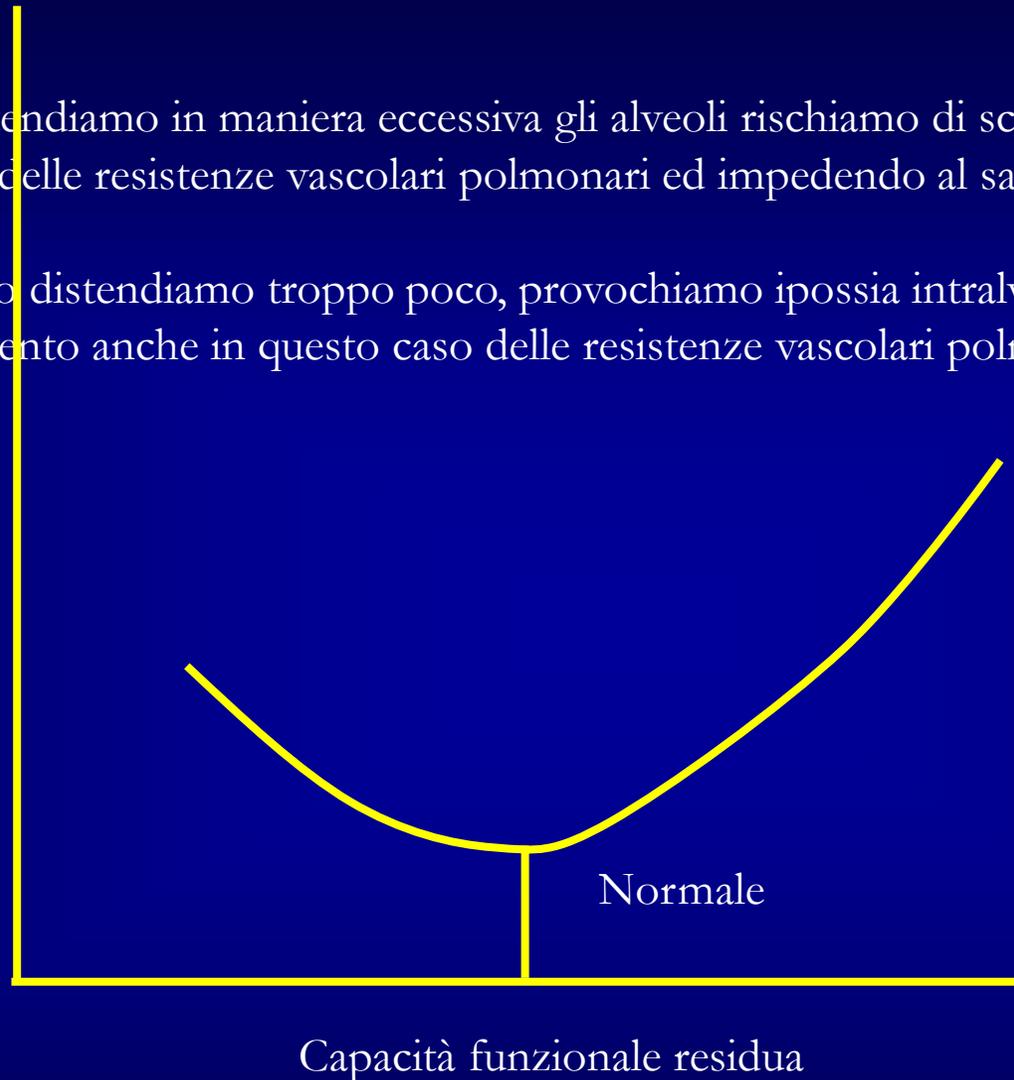
Ridistribuzione dell'edema

Best CPAP

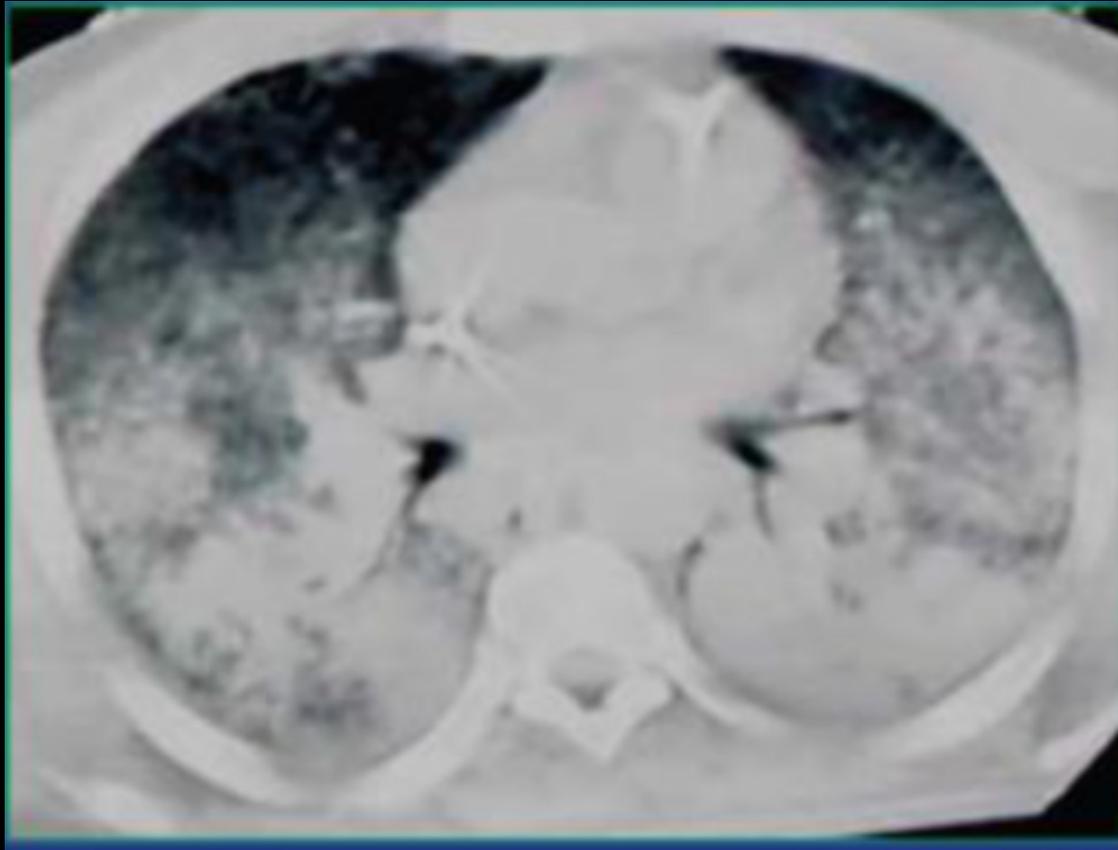
Eccessiva pressione: Se distendiamo in maniera eccessiva gli alveoli rischiamo di schiacciare il capillare determinando un aumento delle resistenze vascolari polmonari ed impedendo al sangue di prendere ossigeno dall'alveolo;

Bassa pressione: se invece lo distendiamo troppo poco, provochiamo ipossia intralveolare che determina vasocostrizione con incremento anche in questo caso delle resistenze vascolari polmonari.

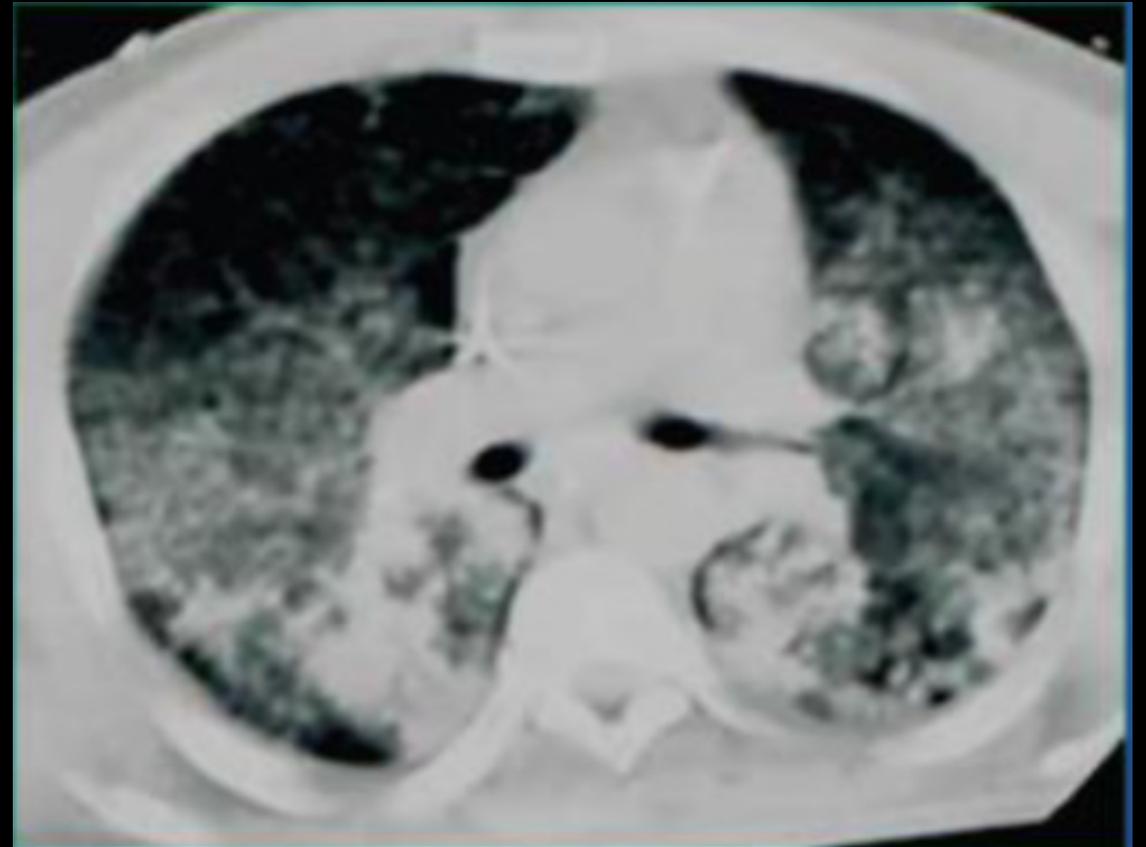
resistenze
vascolari
polmonari.



La ventilazione sia in realtà un'”arte”; si può sbagliare sia insufflando molto che insufflando poco. L'obiettivo è quello di trovare la CFR ottimale, a cui corrispondono le più basse resistenze vascolari polmonari.



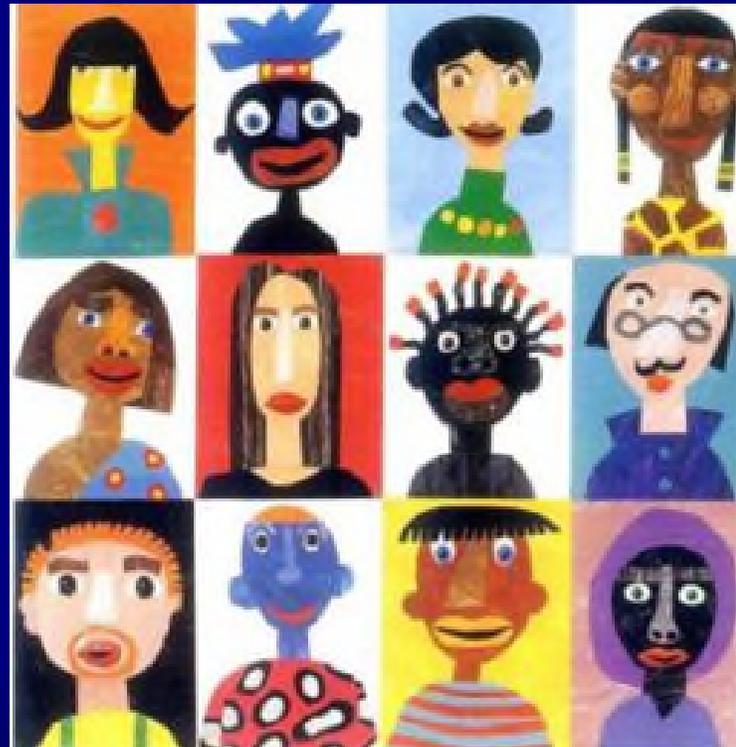
Senza CPAP



Con CPAP

La COVID-19 è una malattia caratterizzata da una **polmonite con infiltrati interstiziali**, che rientra a pieno nella definizione di **ARDS**: è una condizione acuta con **ipossiemia grave e infiltrati polmonari bilaterali** non attribuibile ad una disfunzione ventricolare sinistra.

Ma dal punto di vista ventilatorio ha qualche peculiarità rispetto alle ARDS a cui siamo abituati.

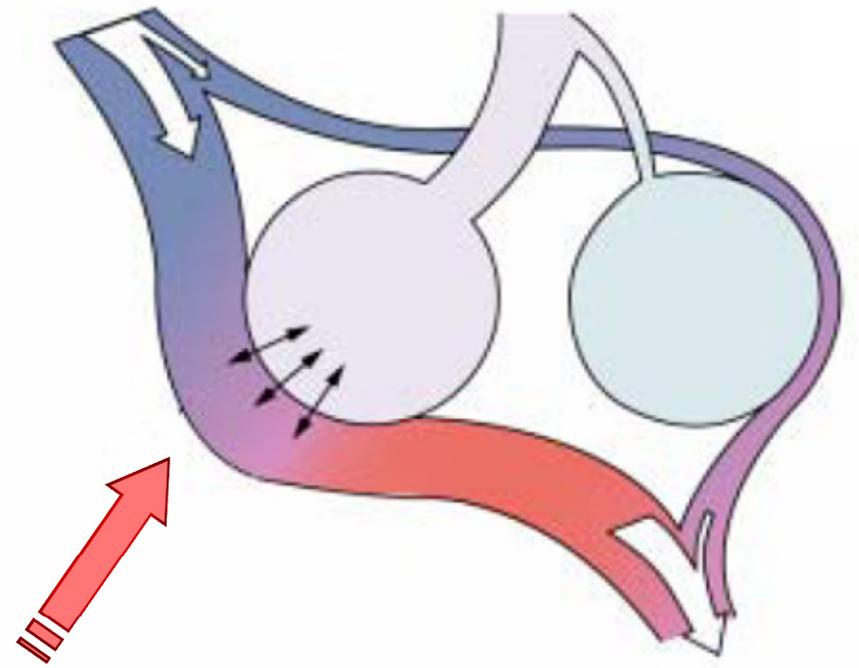
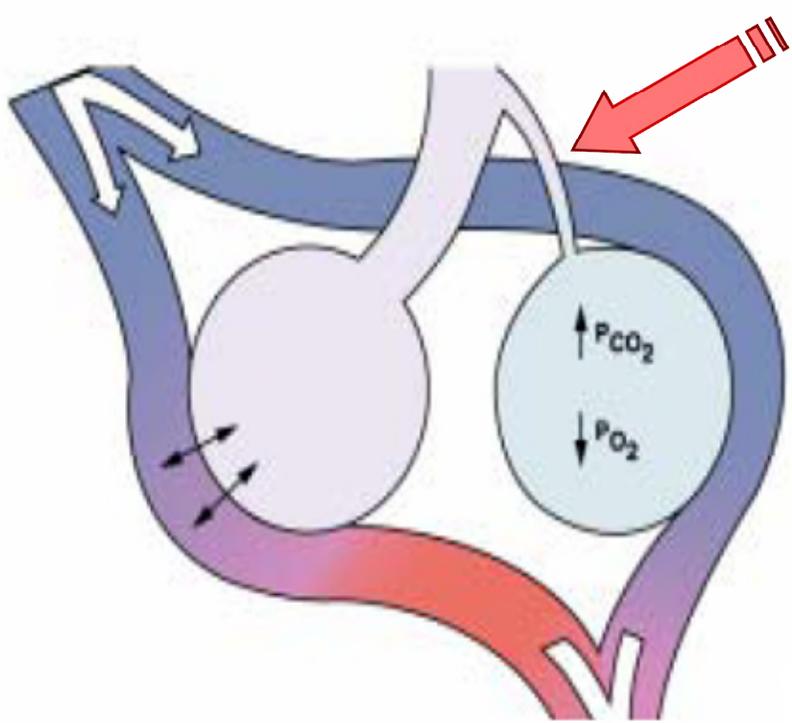


Tuttavia, non tutti pazienti COVID19 presentano una bassa compliance

il paziente “tipo” con COVID-19, che ha una gravissima disfunzione polmonare, con un $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ di circa 100 mmHg (anche meno), ed una **meccanica respiratoria** solo lievemente peggiore di quella dei pazienti ventilati senza ARDS, con una compliance dell'apparato respiratorio lievemente ridotta

Qual è quindi l'unica spiegazione di un fenomeno di questo genere per spiegare l'insorgenza dell'insufficienza respiratoria?

Una possibile spiegazione per tale grave ipossiemia che si verifica nei polmoni malati è la perdita della regolazione della perfusione polmonare e della vasocostrizione ipossica.



La diminuita pO_2 nell'alveolo ipoventilato determina vasocostrizione finalizzata a dirottare il sangue verso le aree meglio ventilate

Il flusso ematico aumenta nelle aree meglio ventilate

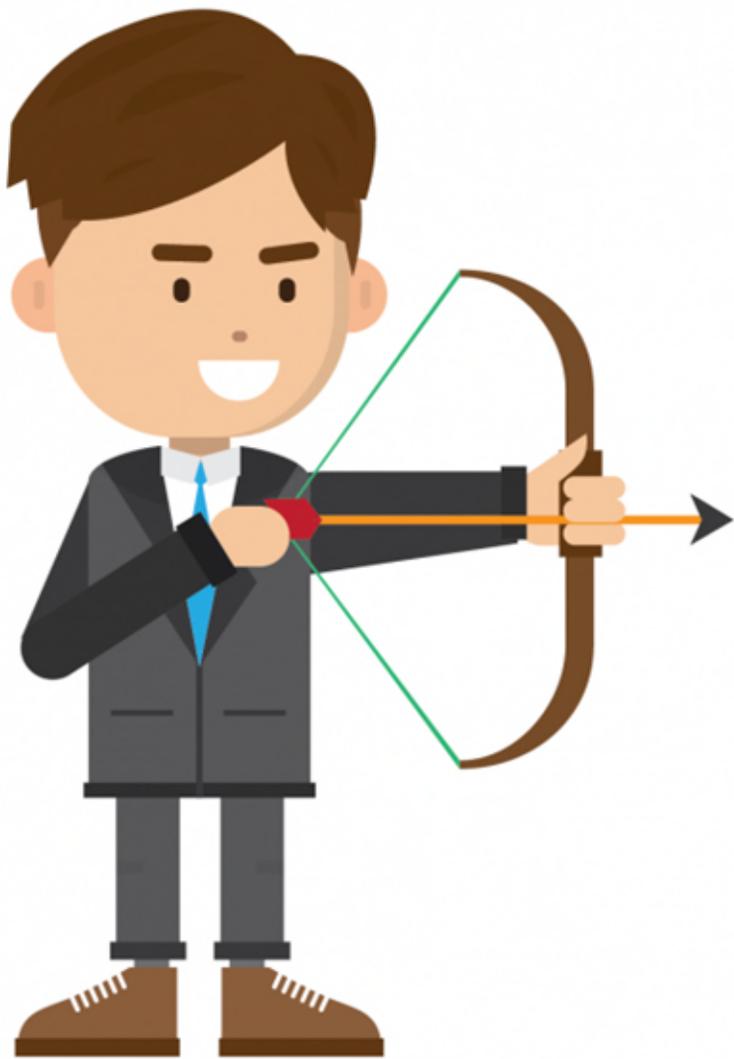


Ventilazione

Flusso

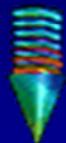
In questi pazienti si perde la regolazione del flusso polmonare. Flusso sanguigno e ventilazione seguono quindi due strade diverse. il flusso va da una parte e la ventilazione va dall'altra.

La NIV vera e propria



L'obiettivo nel fornire un supporto ventilatorio è quello di ridurre il lavoro respiratorio e migliorare gli scambi gassosi. Ciò permette di guadagnare tempo prezioso in modo tale che la terapia medica posta in atto permetta di trattare le cause scatenanti l'insufficienza respiratoria.

GENERATORE DI FORZA



eleva la pressione del gas da insufflare



gradiente pressorio fra ventilatore e alveoli



Fisiologia della respirazione

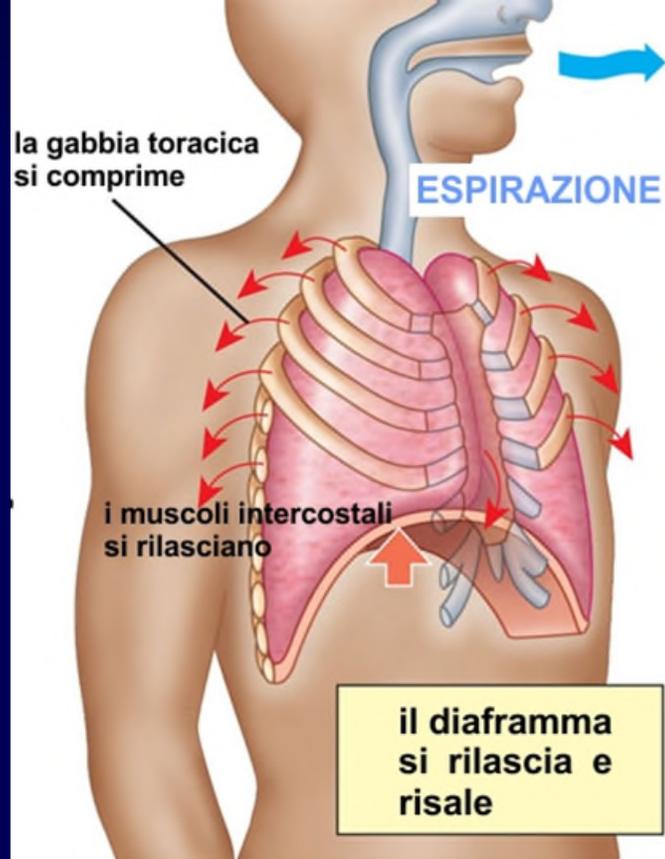


La pressione pleurica diventi ancora più negativa (sino a valori di - 10 cmH₂O a fine inspirazione)

aumento di volume all'interno dei polmoni

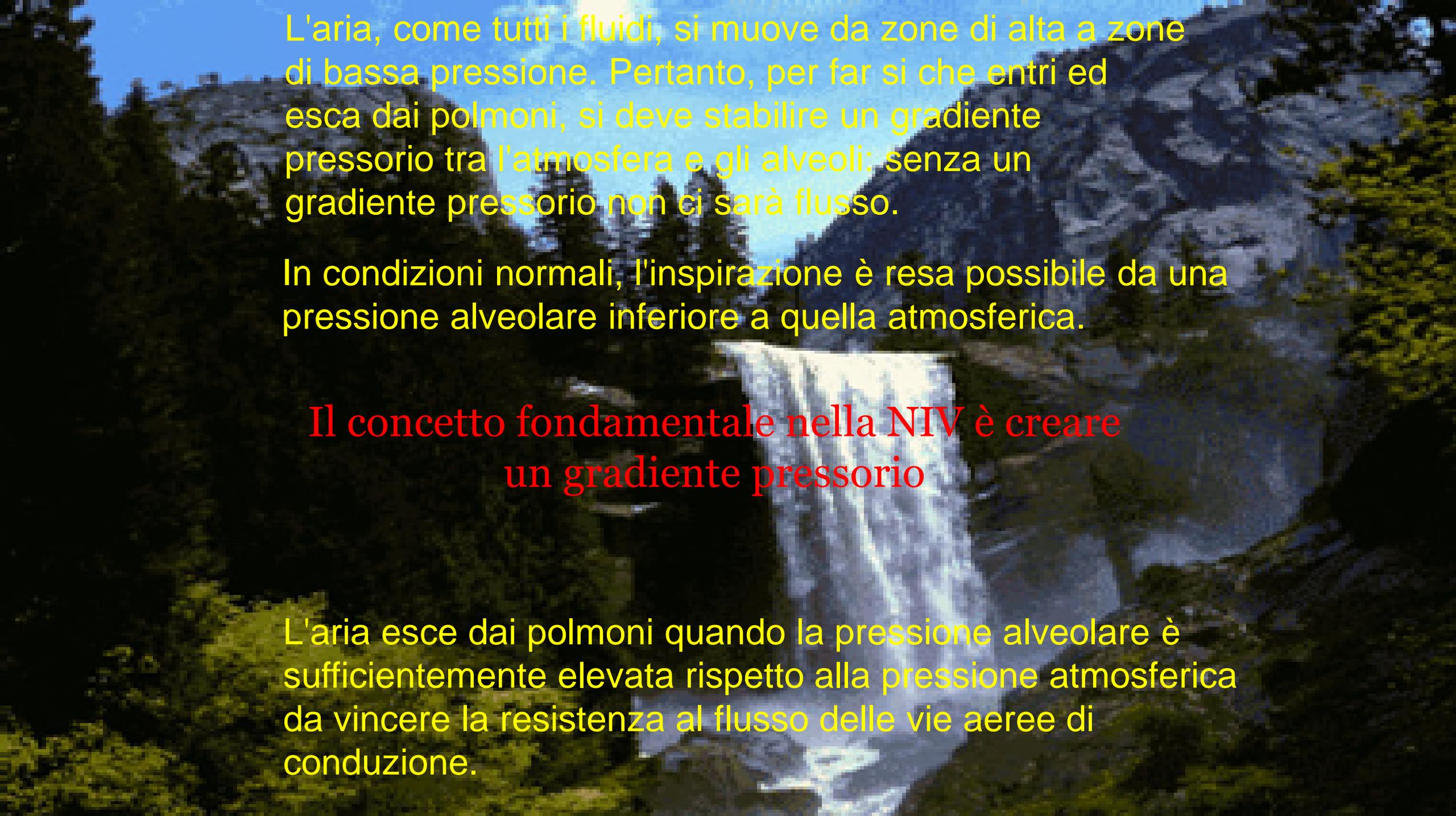
viene a crearsi, pertanto, un gradiente tra la pressione a livello della bocca che è atmosferica, e la pressione pleurica che è sub-atmosferica.

Questo gradiente pressorio è la **pressione transpolmonare**



Durante la fase espiratoria, cessando la contrazione dei muscoli inspiratori, la pressione pleurica ritorna gradualmente ai valori normali (comunque resta sub-atmosferica) e la pressione alveolare diventa positiva (sopra-atmosferica):

si crea, quindi, un gradiente pressorio tra alveoli (Pressione sopra-atmosferica) e bocca (Pressione atmosferica) ed inizia il flusso espiratorio (in senso caudo-craniale).



L'aria, come tutti i fluidi, si muove da zone di alta a zone di bassa pressione. Pertanto, per far sì che entri ed esca dai polmoni, si deve stabilire un gradiente pressorio tra l'atmosfera e gli alveoli: senza un gradiente pressorio non ci sarà flusso.

In condizioni normali, l'inspirazione è resa possibile da una pressione alveolare inferiore a quella atmosferica.

Il concetto fondamentale nella NIV è creare un gradiente pressorio

L'aria esce dai polmoni quando la pressione alveolare è sufficientemente elevata rispetto alla pressione atmosferica da vincere la resistenza al flusso delle vie aeree di conduzione.

MODALITÀ DI NIV

MODALITA' PRESSOMETRICA

Si imposta il ventilatore in modo tale che mantenga sempre le stesse pressioni positive scelte dall'operatore, a prescindere dal volume corrente che sarà sviluppato dal paziente. È la modalità di ventilazione comunemente usata per la NIV

MODALITA' VOLUMETRICA

Si imposta il ventilatore in modo che il paziente mantenga un volume corrente costante stabilito dall'operatore, a prescindere dalle pressioni erogate dal ventilatore necessarie per ottenerlo.

La ventilazione meccanica

la pompa muscolare viene sostituita da una pompa meccanica esterna. Il lavoro necessario per assicurare la ventilazione non viene più eseguito dai muscoli respiratori ma da questa pompa artificiale.

La pompa respiratoria artificiale può espletare la sua funzione in due modi diversi:

Insufflando attivamente gas nelle vie aeree e generando dunque una pressione inspiratoria positiva all'interno di esse



è questa la cosiddetta **ventilazione meccanica a pressione positiva** o **ventilazione meccanica interna**

dilatando dall'esterno la gabbia toracica e generando una pressione intratoracica negativa che determina l'aspirazione di aria dall'ambiente esterno

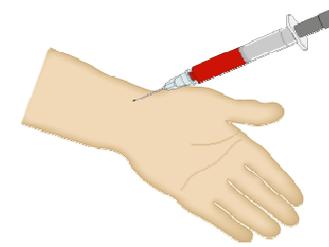


è questa la **ventilazione meccanica a pressione negativa** o **ventilazione meccanica esterna**. È evidente come questa modalità di ventilazione artificiale riesca a simulare in maniera efficace la ventilazione spontanea fisiologica

INDICAZIONI ALLA NIV

CRITERI EMOGASANALITICI

PH < 7.35 (ma > 7.10);
PaCO₂ > 45-50 mmHg o incremento improvviso di PaCO₂ di 15-20 mmHg;
FR > 25/min.



CRITERI CLINICI

Dispnea grave a riposo con reclutamento della muscolatura accessoria e discinesia toraco-addominale;
Alterazioni del sensorio (ad esclusione del coma).

Scala di Kelly

Grado 1. pz sveglio: esegue 3 ordini complessi

Grado 2. pz sveglio: esegue ordini semplici

Grado 3. pz sonnolento: risvegliabile al comando verbale

Grado 4. pz soporoso: esegue ordini semplici al comando vigoroso

Grado 5. pz in coma: senza alterazioni del tronco encefalico

Grado 6. pz in coma: con alterazioni del tronco encefalico

CONTROINDICAZIONI ALLA NIV

Apnea o bradipnea $< 12/\text{min}$;

Coma;

Necessità di proteggere le vie aeree;

Grave instabilità emodinamica;

Aritmie gravi;

PNX, pneumomediastino;

Impossibilità di adattare la maschera;

Impossibilità del paziente a cooperare

Circuiti

E' l'elemento di collegamento tra macchina e paziente

Doppio tubo: uno per l'inspirazione e uno per l'espiazione

Monotubo con valvola espiratoria a "fungo"

Monotubo: il flusso di gas passa nell'unico tubo sia durante l'inspirazione che durante l'espiazione







EFFETTI DELLA NIV

Migliora gli scambi gassosi.

Riduce il carico dei muscoli respiratori (carico eccessivo per la pompa ventilatoria con rischio di fatica muscolare).

Permette di guadagnare tempo per il trattamento della malattia alla base dell'insufficienza ventilatoria.



EFFETTI COLLATERALI

Decubiti nasali

Dolore in sede nasale

Distensione gastrica

Secchezza di naso e fauci

Claustrofobia

Chiusura della glottide

Asincronismo paziente-ventilatore



CRITERI DI SOSPENSIONE

Incapacità a tollerare la maschera;
Mancato miglioramento dell'EGA o della dispnea;
Instabilità emodinamica;
Instabilità ECG (grave ischemia; significativa aritmia ventricolare);
Mancato miglioramento dello stato soporoso

Il “setting” per iniziare

PS: pressione di supporto 8-10 cmH₂O

PEEP 4-6 cmH₂O

FR minima 14

Rapporto I/E 1-3

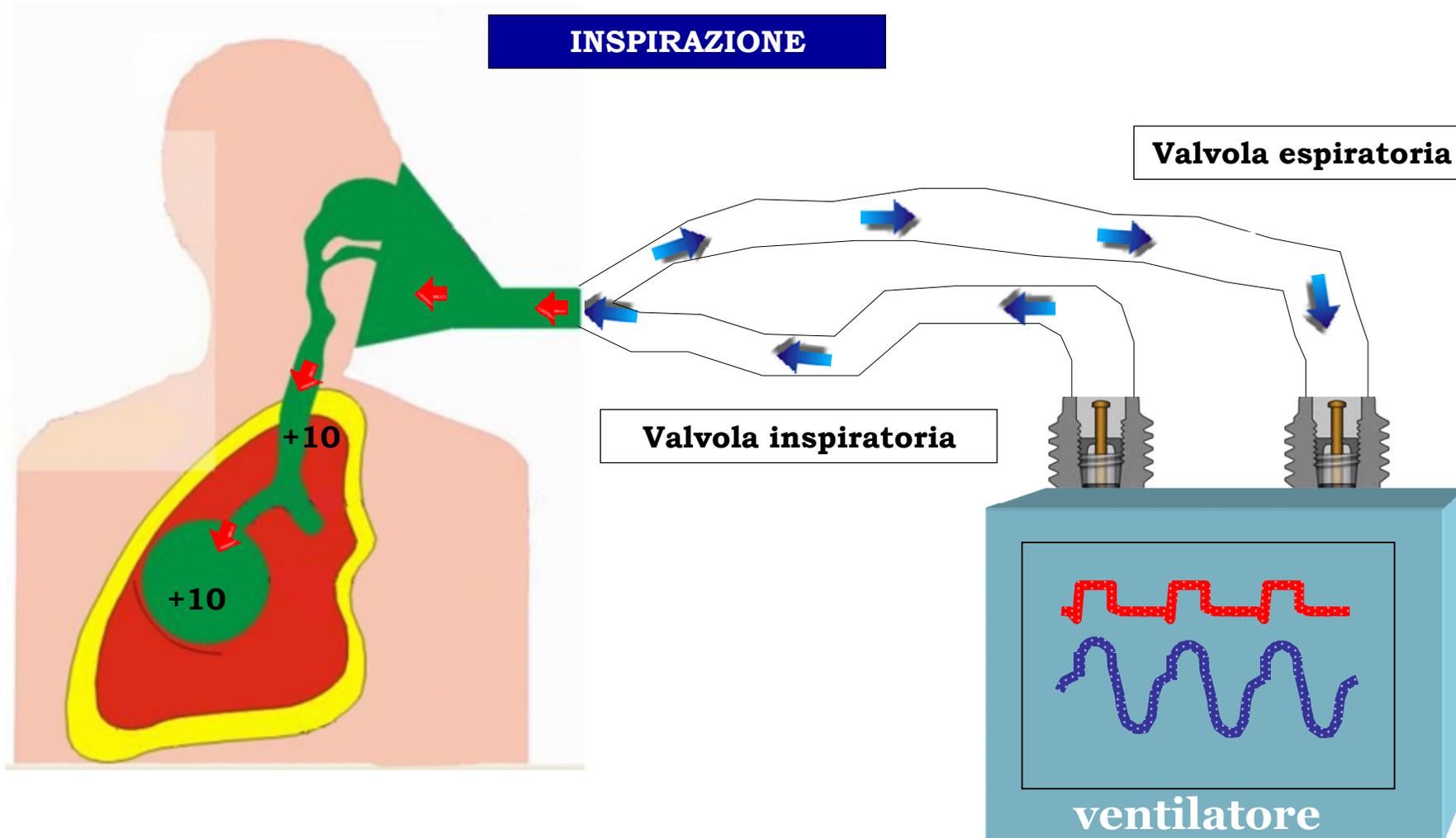
Trigger inspiratorio

Trigger espiratorio

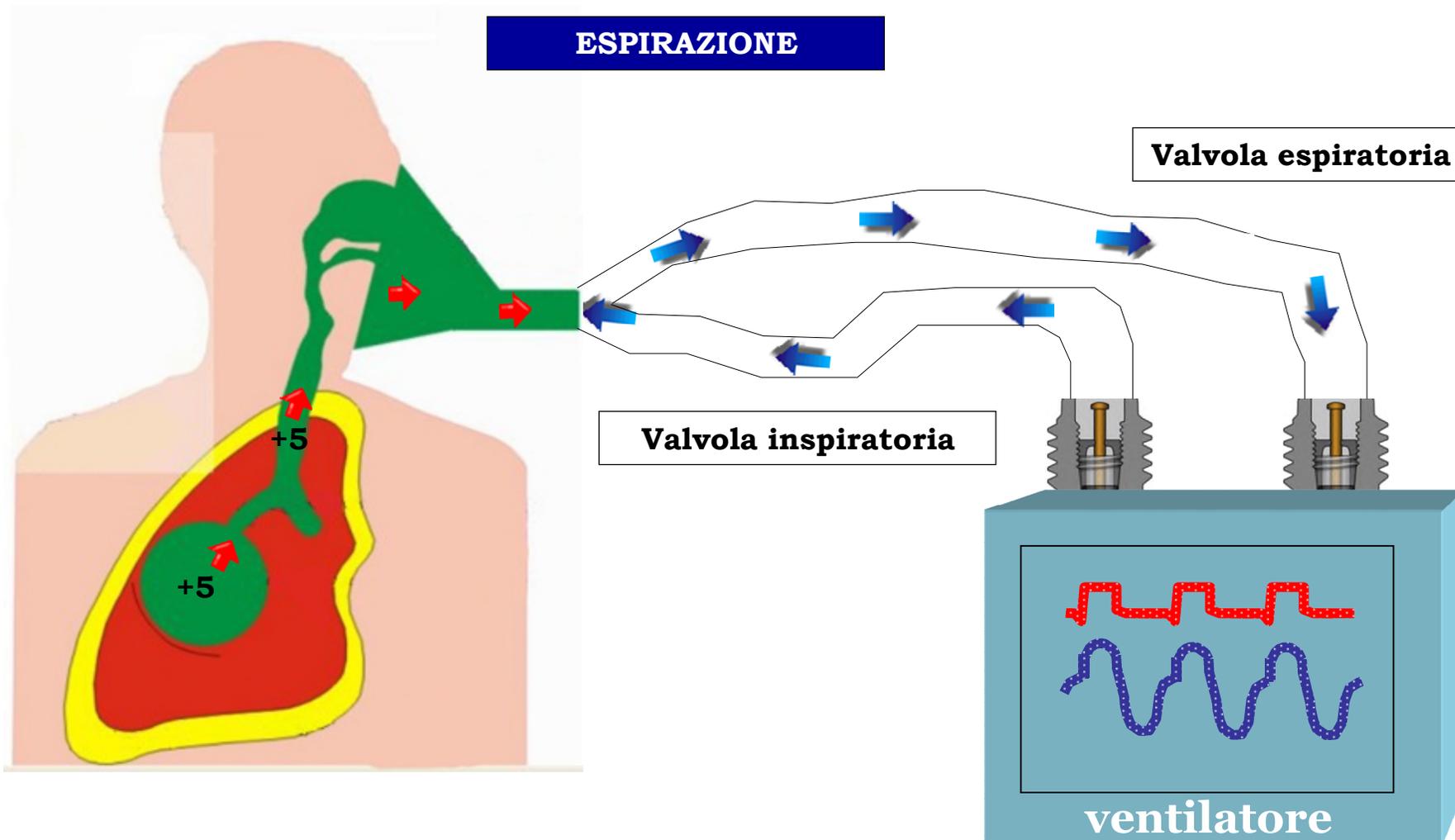
Risetime (tempo di raggiungimento della pressione di supporto) 1

VT minimo: garantisce un determinato VT 7-10 ml/Kg

INSPIRAZIONE



ESPIRAZIONE



CONCLUSIONI

Ridurre il lavoro respiratorio

Favorire il riposo dei muscoli della respirazione

Migliorare la toilette bronchiale

Migliorare gli scambi gassosi

Minimizzare le riserve normalmente impiegate
in Rianimazione

Aumentare la percentuale di successi

Riduzione della frequenza di ricorso alla IOT

Riduzione della mortalità



La **ventilazione non-invasiva** deve essere utilizzata con **molta cautela** e **sospesa tempestivamente** se non si ha un rapido ed evidente miglioramento di dispnea ed ipossiemia e se persiste l'utilizzo dei muscoli accessori della ventilazione.

*Il medico non deve nutrire piena fiducia nella macchina;
egli deve preoccuparsi dell'intero paziente, e non solo dei
suoi polmoni.*

Grazie per l'attenzione

