




SOCIETÀ ITALIANA
DI GERONTOLOGIA
E GERIATRIA

64 CONGRESSO NAZIONALE SIGG

Continuità di affetti, continuità di cure
ROMA, 27/30 NOVEMBRE 2019 - AUDITORIUM DELLA TECNICA

LA VENTILAZIONE MECCANICA NON INVASIVA

OSSIGENO AD ALTI FLUSSI, TIPI DI VENTILATORI, CIRCUITI E MASCHERE

Dott.ssa Chiara Rivera

*Geriatra presso Policlinico Universitario Campus Bio-Medico
Roma*

INSUFFICIENZA RESPIRATORIA

1. OSSIGENOTERAPIA CONVENZIONALE
2. OSSIGENO AD ALTI FLUSSI - HIGH FLOW NASAL CANNULA (HFNC)
3. VENTILAZIONE MECCANICA NON INVASIVA
4. VENTILAZIONE MECCANICA INVASIVA

INSUFFICIENZA RESPIRATORIA

1. OSSIGENOTERAPIA CONVENZIONALE
2. OSSIGENO AD ALTI FLUSSI - HIGH FLOW NASAL CANNULA (HFNC)
3. VENTILAZIONE MECCANICA NON INVASIVA
4. VENTILAZIONE MECCANICA INVASIVA

OSSIGENOTERAPIA CONVENZIONALE

L'ossigenoterapia ha lo scopo di raggiungere una saturazione compresa tra 94-98% per la maggior parte dei pazienti acuti o una saturazione compresa tra 88-92% per i pazienti con insufficienza respiratoria ipercapnica

Thorax 2017;72:i 1-i90

Cannule nasali



Maschera di Venturi



Maschera con Reservoir



INSUFFICIENZA RESPIRATORIA

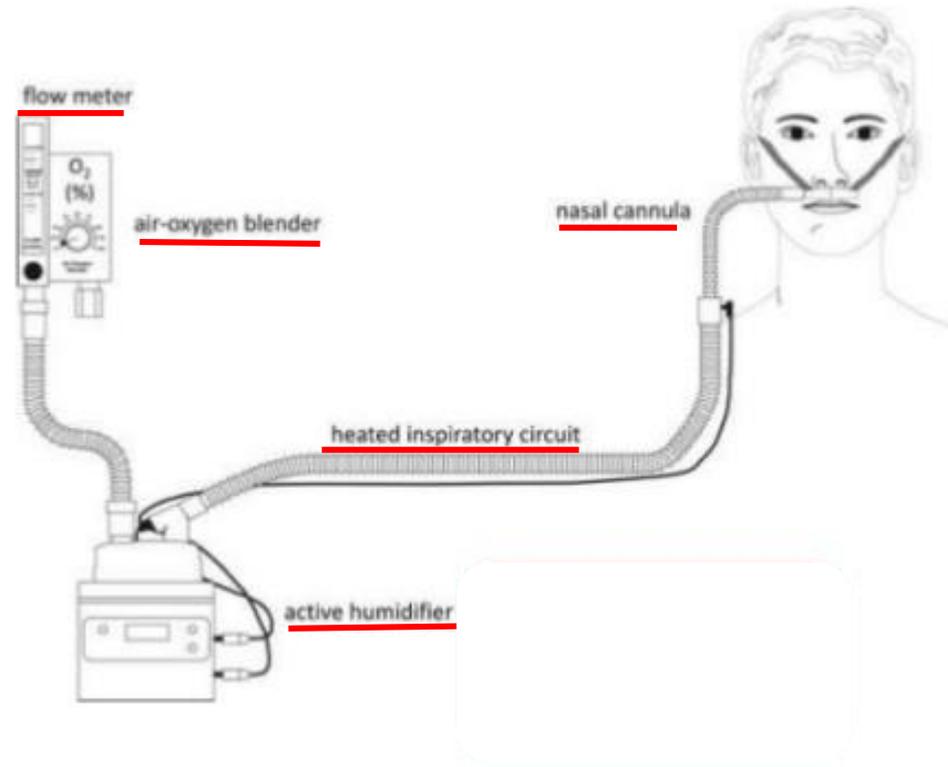
1. OSSIGENOTERAPIA CONVENZIONALE
2. OSSIGENO AD ALTI FLUSSI - HIGH FLOW NASAL CANNULA (HFNC)
3. VENTILAZIONE MECCANICA NON INVASIVA
4. VENTILAZIONE MECCANICA INVASIVA

OSSIGENO AD ALTI FLUSSI - HIGH FLOW NASAL CANNULA (HFNC)

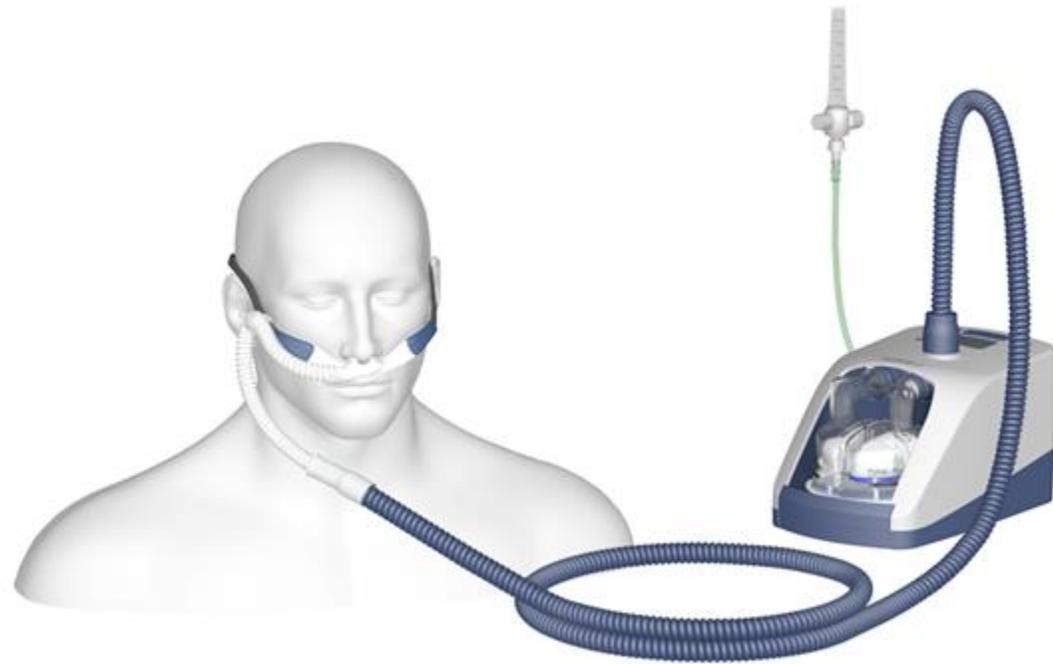
Il sistema di erogazione comprende:

- un generatore di flusso (fino 60 L/min)
- un miscelatore di aria ambiente/ossigeno (che consente di erogare una FiO_2 fino al 100%)
- un sistema di umidificazione e riscaldamento dei gas
- un circuito monouso riscaldato ed apposite cannule nasali di diametro interno maggiore rispetto a quelle comunemente utilizzate per l'ossigenoterapia convenzionale.

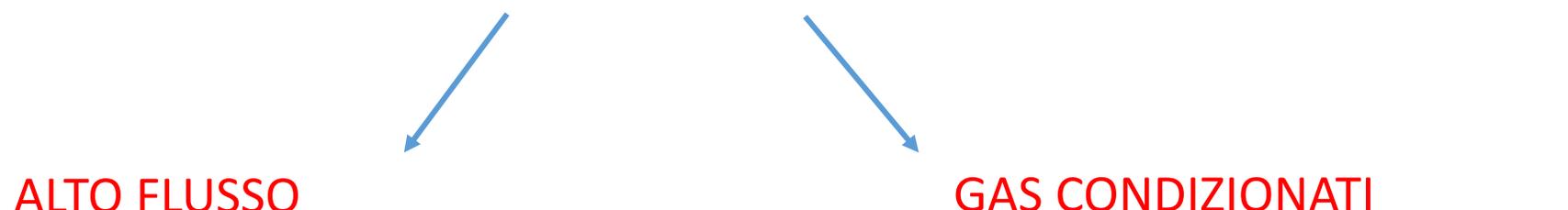
OSSIGENO AD ALTI FLUSSI - HIGH FLOW NASAL CANNULA (HFNC)



AIRVO 2 → fornisce gas ad alto flusso miscelando ossigeno (connessione con flussimetro) e aria ambiente per mezzo di una turbina



HFNC: EFFETTI FISIologici E VANTAGGI TERAPEUTICI



ALTO FLUSSO

- Controbilancia la domanda inspiratoria del paziente
- Washout di CO₂ a livello delle vie aeree superiori (spazio morto)
- Effetto CPAP

GAS CONDIZIONATI

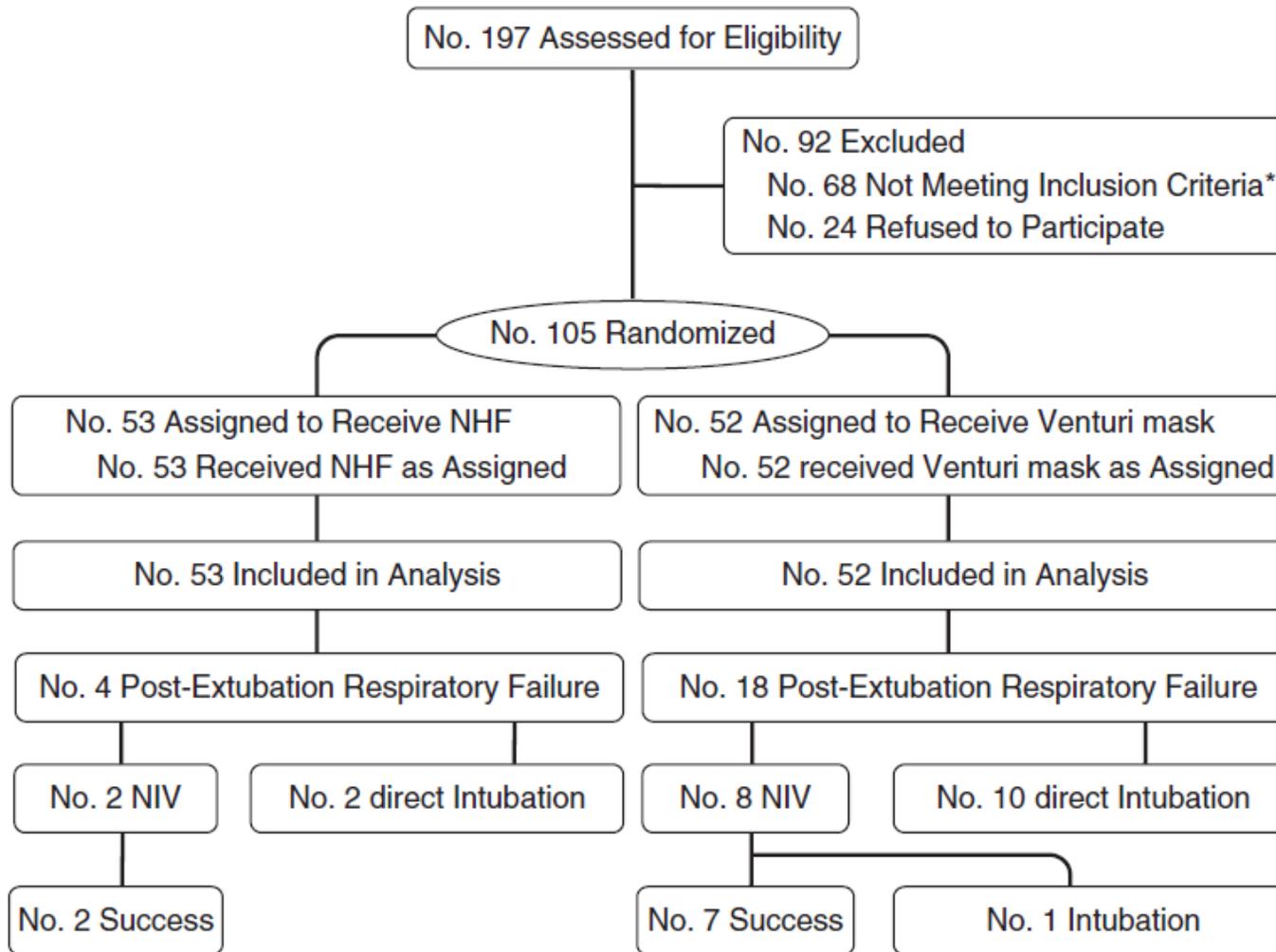
- Confort del paziente
- Ottimizzazione della clearance muco-ciliare
- Riduce il lavoro metabolico dell'organismo per il condizionamento del gas

MIGLIORA L'EFFICIENZA DELLA VENTILAZIONE

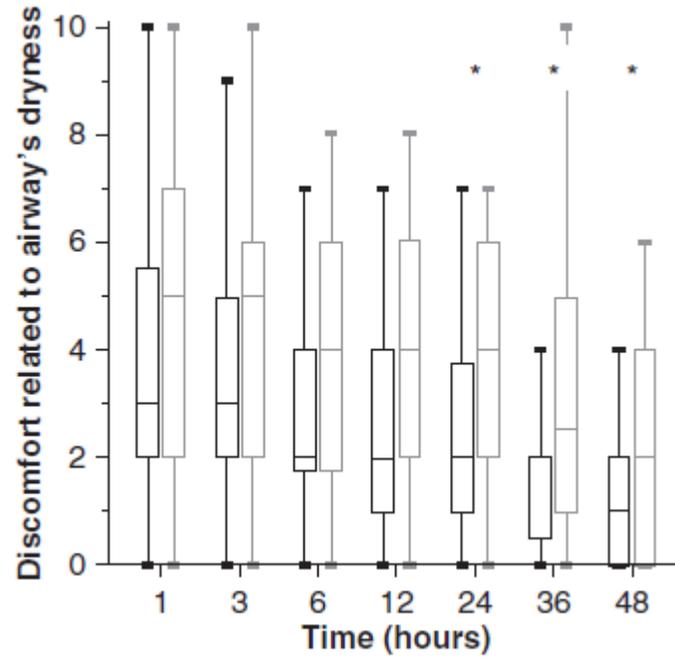
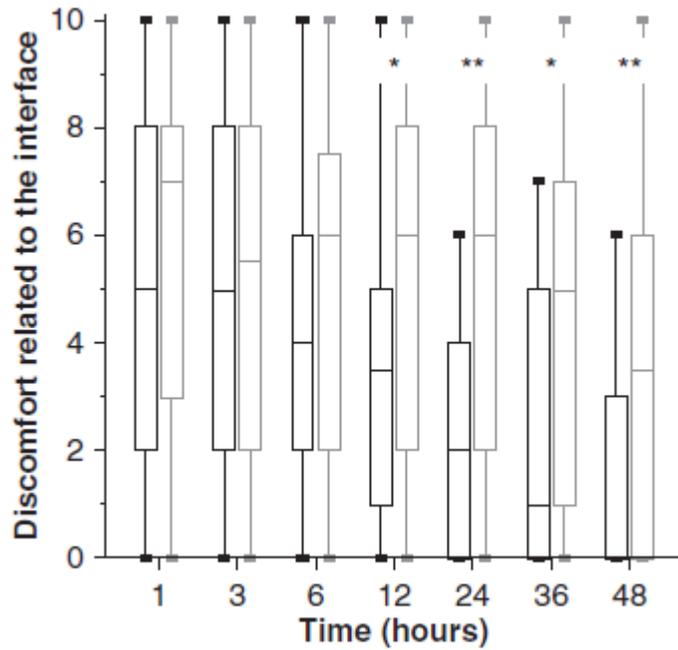
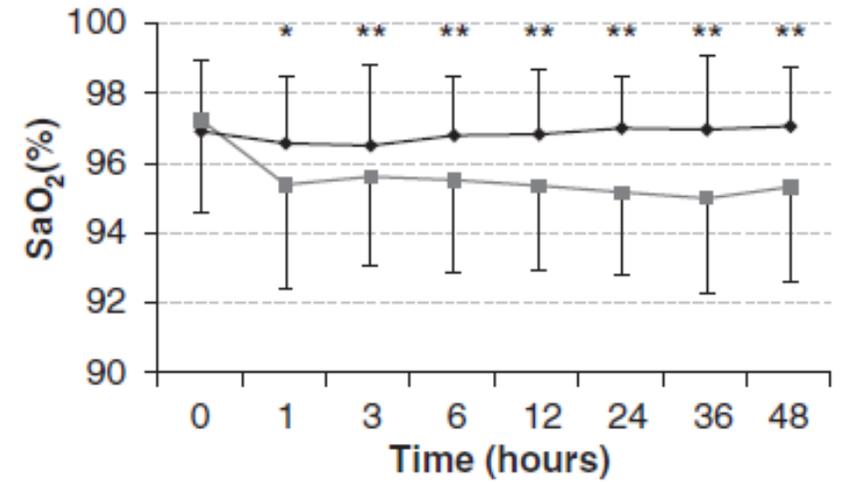
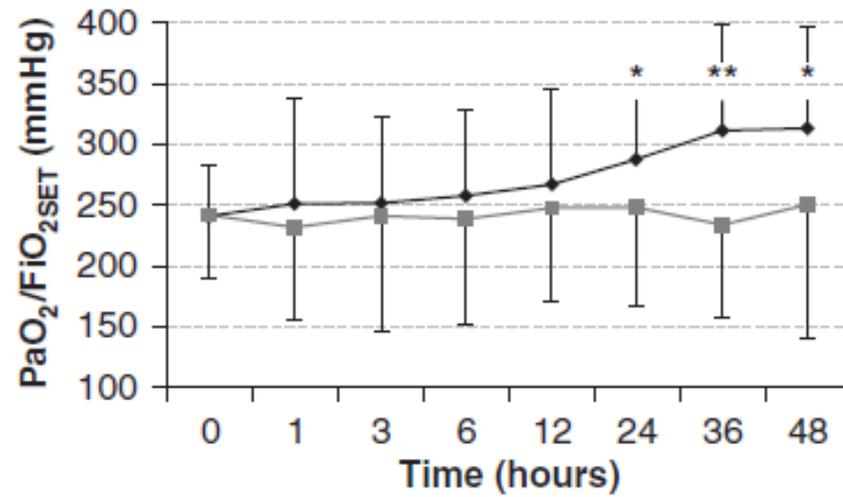
- Studio randomizzato controllato
- 105 pz con PaO₂/FiO₂ ≤300 dopo estubazione
- Endpoint: confrontare effetto di VM e NHF su PaO₂/FiO₂ dopo l'estubazione; valutazione discomfort ed eventi avversi

	Control Group (n = 52)	NHF (n = 53)	P Value
Age, yr	64 ± 17	65 ± 18	0.9
Male sex, n (%)	35 (67.3)	33 (62.3)	0.73
SAPS II	44 ± 16	43 ± 14	0.73
Type of admission			0.5
Medical, n (%)	31 (60)	35 (66)	
Surgical-trauma, n (%)	21 (40)	18 (34)	
Cause of acute respiratory failure			0.78
Pneumonia, n (%)	24 (46.2)	24 (45.3)	
Multiple trauma, n (%)	12 (23.1)	11 (20.8)	
Atelectasis, n (%)	5 (9.6)	4 (7.5)	
Shock, n (%)	3 (5.8)	5 (9.4)	
Cardiogenic pulmonary edema, n (%)	3 (5.8)	3 (5.7)	
Cardiac arrest, n (%)	2 (3.8)	3 (5.7)	
Other, n (%)*	3 (5.8)	3 (5.7)	
Length of mechanical ventilation before inclusion, d	5.2 ± 3.7	4.6 ± 4.1	0.43
Length of ICU stay before inclusion	5.6 ± 4.4	5.2 ± 4.4	0.67
PaO ₂ , mm Hg	93.4 ± 24.2	89.9 ± 19.5	0.41
PaCO ₂ , mm Hg	36 ± 7.1	34.7 ± 7.6	0.36
SaO ₂ , %	97.2 ± 2.6	96.9 ± 2.0	0.71
FiO ₂ , %	39 ± 7	38 ± 7	0.47
PaO ₂ /FiO ₂ , mm Hg	241.7 ± 51.1	239.4 ± 42.4	0.8
Respiratory rate, breaths/min	23 ± 6	23 ± 5	0.73
Heart rate, beats/min	91 ± 15	92 ± 19	0.84
Mean arterial pressure, mm Hg	94 ± 15	94 ± 12	0.88

Maggiore SM et al. Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. Am J Respir Crit Care Med 2014;190:282-8.



Maggiore SM et al. Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. Am J Respir Crit Care Med 2014;190:282-8.



Maggiore SM et al. Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Respir Crit Care Med* 2014;190:282-8.

AL MOMENTO NON ESISTONO LINEE GUIDA PER L'USO DI HFNC NELL'ADULTO

Le evidenze in letteratura ci parlano di efficacia in caso di **INSUFFICIENZA RESPIRATORIA ACUTA IPOSSIEMICA**:

- Polmonite
- ARF post-operatoria
- Post-estubazione
- Scompenso cardiaco acuto
- Trattamento palliativo o paziente con do-not-intubate
- Fibrosi polmonare

INSUFFICIENZA RESPIRATORIA

1. OSSIGENOTERAPIA CONVENZIONALE
2. OSSIGENO AD ALTI FLUSSI - HIGH FLOW NASAL CANNULA (HFNC)
3. VENTILAZIONE MECCANICA NON INVASIVA
4. VENTILAZIONE MECCANICA INVASIVA

- ✓ MODALITÀ VENTILAZIONE
- ✓ TIPO DI VENTILATORE
- ✓ CIRCUITO
- ✓ ARRICCHIMENTO OSSIGENO
- ✓ INTERFACCIA
- ✓ UMIDIFICAZIONE



- ✓ MODALITÀ VENTILAZIONE
- ✓ TIPO DI VENTILATORE
- ✓ CIRCUITO
- ✓ ARRICCHIMENTO OSSIGENO
- ✓ INTERFACCIA
- ✓ UMIDIFICAZIONE



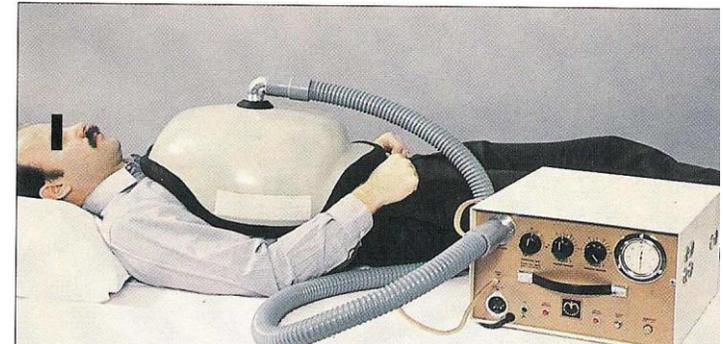
MODALITA' DI VENTILAZIONE

VENTILAZIONE A PRESSIONE NEGATIVA

VENTILAZIONE A PRESSIONE POSITIVA

VENTILAZIONE A PRESSIONE NEGATIVA

Ventilatori a pressione negativa extratoracica che modificano la pressione intrapleurica agendo all'esterno della gabbia toracica: polmone d'acciaio, poncho, corazza



VENTILAZIONE A PRESSIONE POSITIVA

Ventilatori meccanici promuovono un atto respiratorio erogando una pressione positiva intermittente e forniscono al paziente una miscela di aria e ossigeno.

INVASIVA



NON INVASIVA

- ✓ MODALITÀ VENTILAZIONE
- ✓ TIPO DI VENTILATORE
- ✓ CIRCUITO
- ✓ ARRICCHIMENTO OSSIGENO
- ✓ INTERFACCIA
- ✓ UMIDIFICAZIONE



TIPO DI VENTILATORE

Fonte di energia del
gas



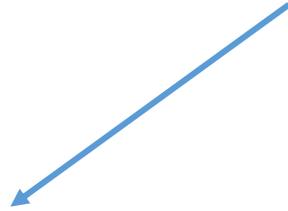
Ventilatori da terapia intensiva
(fonte di energia pneumatica):

- Funzionano con gas compressi ad alta pressione (4 BAR)
- Garantiscono stabilità di FiO₂
- Garantiscono erogazione di volume anche in caso di impedenza elevata (pz obeso)

Ventilatori domiciliari
(fonte di energia elettromeccanica)

TIPO DI VENTILATORE

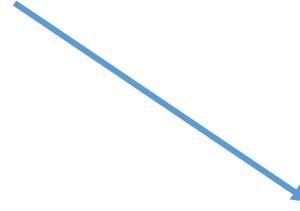
Ventilatori domiciliari (fonte di energia elettromeccanica)



A pistone o pompa alternata

Raccoglie i gas anche a bassa pressione, li miscela e li spinge nel circuito esterno durante la fase inspiratoria.

Meno efficaci nel compensare le perdite.



A turbina

Aspira i gas, li comprime e li invia al pz tramite una valvola inspiratoria unidirezionale.

Sono in grado di controllare la pressione mediante erogazione di flusso e di volume.

TIPO DI VENTILATORE

Ventilatori domiciliari (turbina con sistema di alimentazione del gas a bassa pressione):

1. Cpap e autocpap
2. Bi-level
3. Pressovolumetrici

TIPO DI VENTILATORE

1. CPAP e auto CPAP

- Si utilizzano per il trattamento dei disturbi del sonno
- La CPAP fornisce un predeterminato livello di pressione positiva uguale in entrambe le fasi del respiro che impedisce il collasso delle vie aeree
- L'auto CPAP eroga una pressione positiva in entrambe le fasi del respiro a secondo le esigenze del paziente in quel determinato momento (si imposta una forchetta di pressione)

(N.B. non modalità di ventilazione ma tipo di ventilatore!)



TIPO DI VENTILATORE

2. Bi-level

- Macchina di ventilazione non invasiva che offre due livelli di pressione: IPAP (pressione positiva in fase inspiratoria) e EPAP (pressione positiva in fase espiratoria)
- Non consentono il monitoraggio dei parametri ventilatori
- Si utilizzano per il trattamento dei disturbi del sonno
- Quando la CPAP non corregge le apnee e/o per forme severe o con associata ipossiemia



TIPO DI VENTILATORE

3. Ventilatori pressovolumetrici

Permettono di utilizzare modalità pressometriche o volumetriche di ventilazione.
Si distinguono in base al circuito utilizzato.

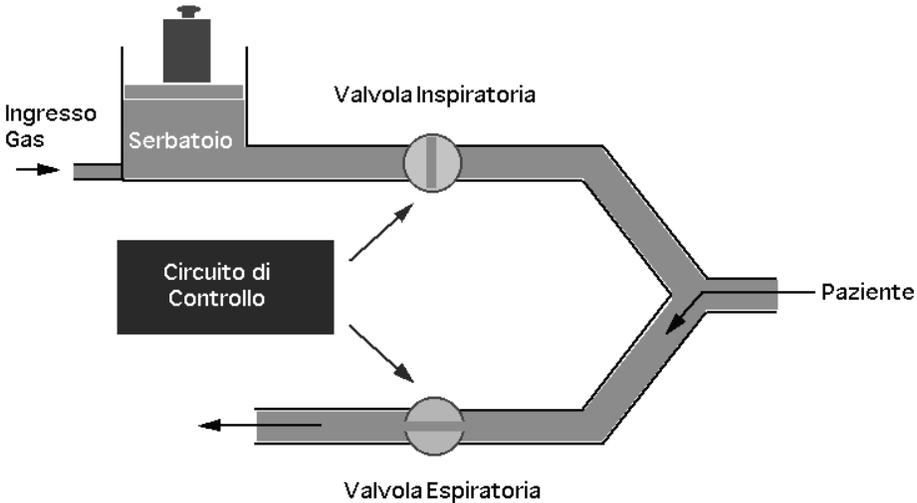
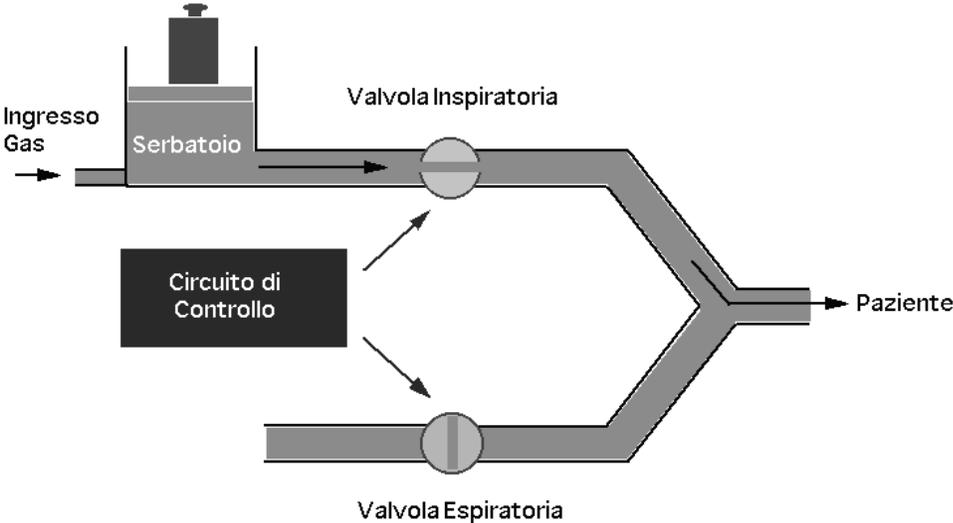


- ✓ MODALITÀ VENTILAZIONE
- ✓ TIPO DI VENTILATORE
- ✓ CIRCUITO
- ✓ ARRICCHIMENTO OSSIGENO
- ✓ INTERFACCIA
- ✓ UMIDIFICAZIONE



CIRCUITI

Doppio tubo: con branca inspiratoria e branca espiratoria



CIRCUITI

Monotubo: unica branca per fase inspiratoria e fase espiratoria
→ rischio di accumulo del gas espirato (rebreathing)

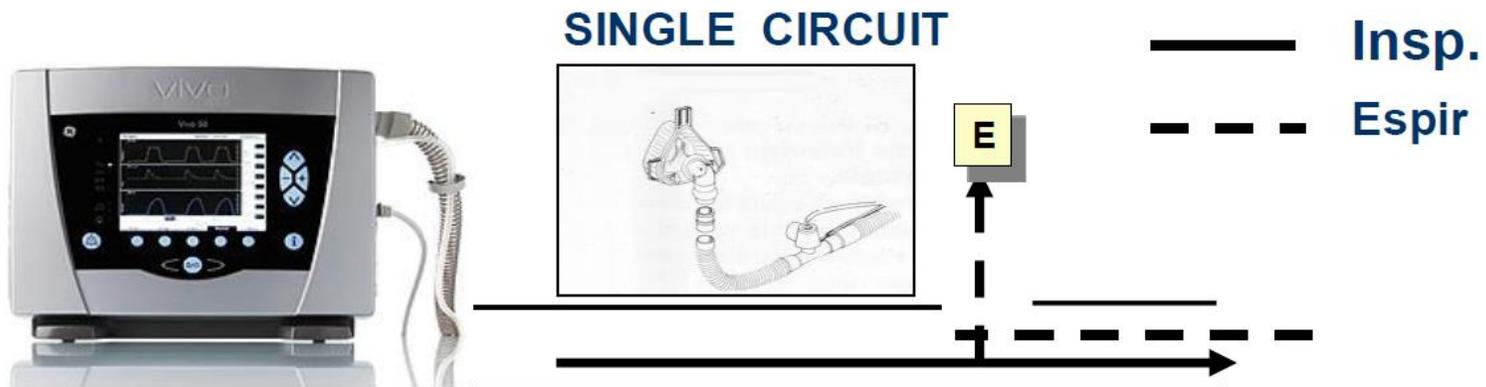


- Monotubo senza perdite intenzionali con valvola espiratoria vera
- Monotubo con perdite intenzionali senza valvola espiratoria vera

CIRCUITI

Monotubo senza perdite intenzionali con valvola espiratoria:

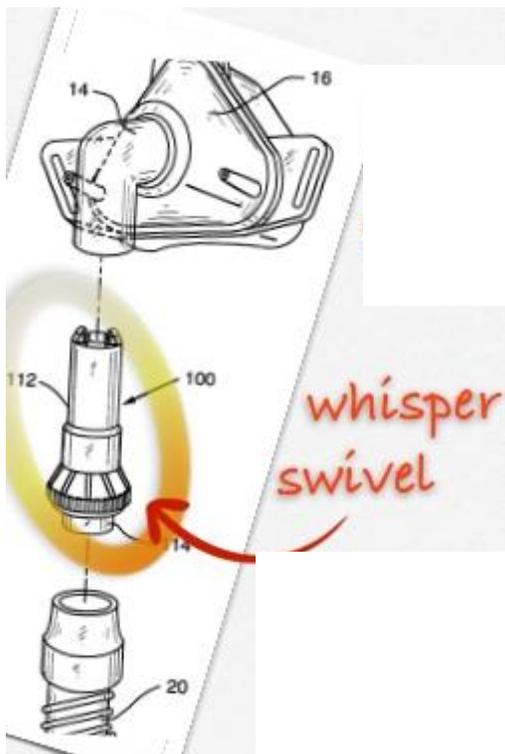
- Valvola unidirezionale che si chiude durante l'inspirazione
- Previene sempre il rebreathing di CO₂
- Garantisce il monitoraggio del Vt
- Può essere utilizzato anche in corso di ventilazione invasiva



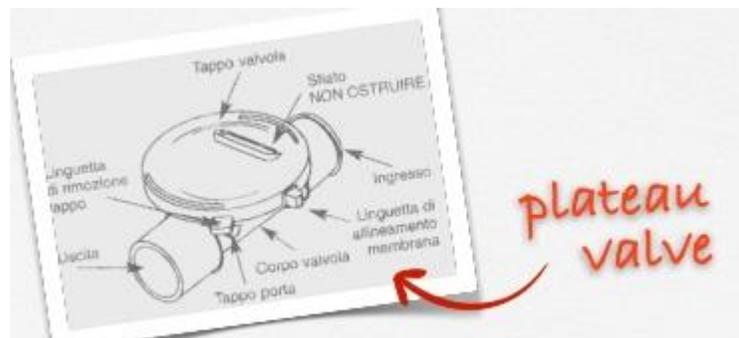
CIRCUITI

Monotubo con perdite intenzionali senza valvola espiratoria vera:

- Si avvalgono di sistemi di dispersione → perdite intenzionali: maschere ventilate (orifizi sulla maschera), plateau valve, whisper
- Non consentono il monitoraggio del Vt



- Necessità di PEEP > 4 per ridurre il rebreathing
- In caso di maschera orofacciale necessità di valvola antisoffocamento



CIRCUITI

Il gas espirato che si accumula nel circuito può determinare **rebreathing** al ciclo inspiratorio successivo.

L'ammontare del rebreathing è funzione di:

- Flusso attraverso gli orifizi di dispersione
- Livello di PEEP (>8 cmH₂O; ATTENZIONE: non sempre il pz ha necessità di PEEP alte)
- Posizionamento nel circuito del sistema di dispersione (più vicino possibile alla maschera)
- Tipo di interfaccia
- Spazio morto dell'interfaccia

- ✓ MODALITÀ VENTILAZIONE
- ✓ TIPO DI VENTILATORE
- ✓ CIRCUITO
- ✓ ARRICCHIMENTO OSSIGENO
- ✓ INTERFACCIA
- ✓ UMIDIFICAZIONE



ARRICCHIMENTO IN OSSIGENO

Ventilatori con ingresso di ossigeno ad alta pressione:

- garantiscono stabilità della FiO_2 (presenza di «miscelatore»)
- permettono di calcolare il rapporto PaO_2/FiO_2

Ventilatori con ingresso di ossigeno a bassa pressione:

- instabilità $FiO_2 \rightarrow FiO_2$ varia in rapporto al punto in cui viene aggiunto al circuito (la connessione in prossimità della porta espiratoria garantisce livelli più elevati di FiO_2)
- l'aumento della pressione inspiratoria determina una riduzione della FiO_2

- ✓ MODALITÀ VENTILAZIONE
- ✓ TIPO DI VENTILATORE
- ✓ CIRCUITO
- ✓ ARRICCHIMENTO OSSIGENO
- ✓ INTERFACCIA
- ✓ UMIDIFICAZIONE



INTERFACCE

- Senza perdite
- Non traumatica
- Garantire stabilità
- Leggera
- Non deformabile
- Anallergica
- Bassa resistenza al flusso di aria
- Minimo spazio morto
- Basso costo
- Facile da posizionare
- Disponibile in varia taglia

INTERFACCE : MASCHERE

NASALI

Olive Nasali

olive inserite all'interno delle narici



Maschera Nasale

coprono il naso e non la bocca



Utilizzate per il trattamento dei disturbi del sonno

INTERFACCE : MASCHERE

ORONASALI

Maschera Oronasale
copre naso e bocca



Abrasioni e/o ulcerazioni della pelle dovuti al contatto delle maschere



Totalface
copre bocca, naso e occhi



Congiuntiviti, ulcere corneali e congiuntivali
Distensione gastrica, aerofagia
Abrasioni e/o ulcerazioni della pelle dovuti al contatto delle maschere
Secchezza naso e fauci
Ostruzioni delle vie aeree
Claustrofobia

INTERFACCE : MASCHERE

Maschera ventilata



Maschera non ventilata



CODICE COLORE!

Le maschere non ventilate hanno un
attacco blu o verde



Sistema di dispersione sulla
maschera + wisper



Sistema di dispersione
sulla maschera +
valvola espiratoria

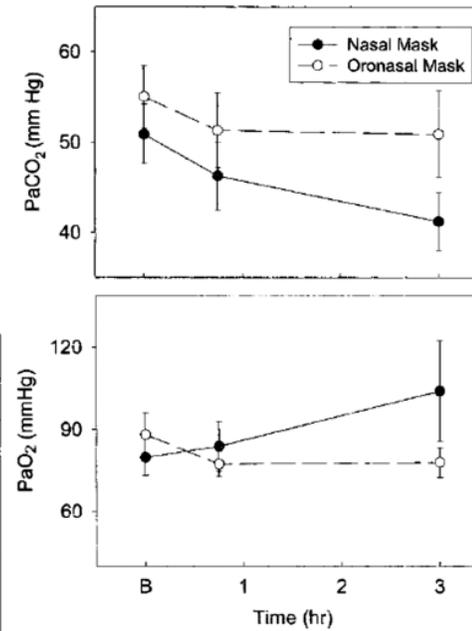
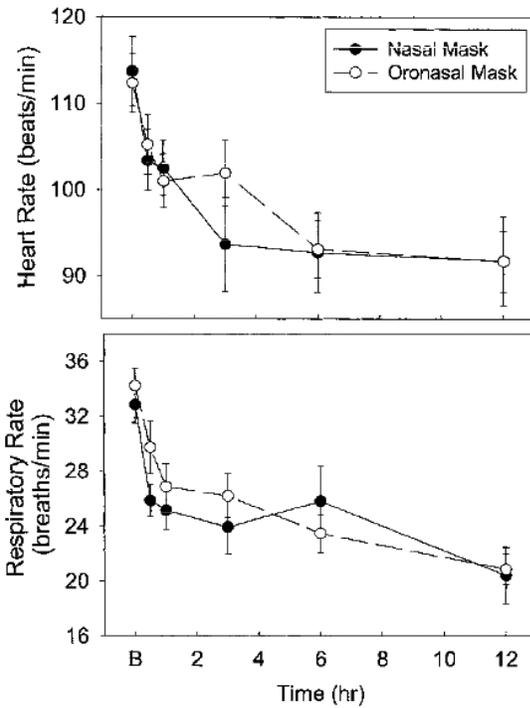
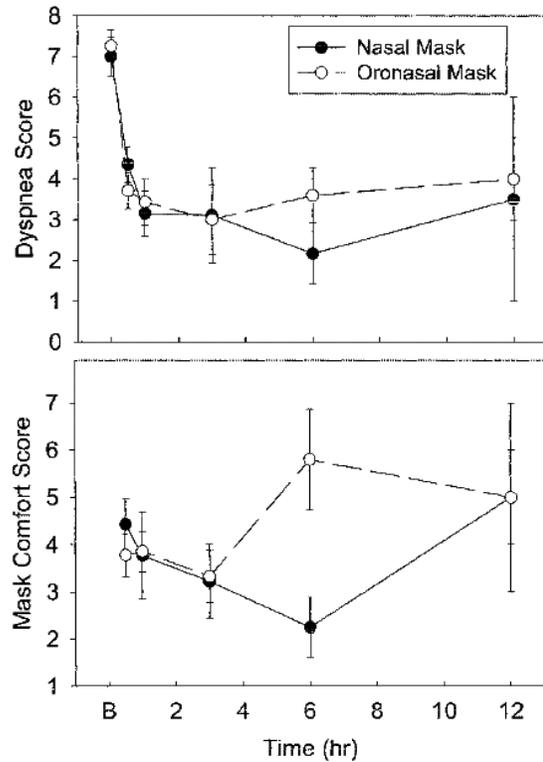
Maschera non ventilata
(connettore blu) senza
wisper



INTERFACCE : MASCHERE

Come ridurre il rischio di decubito da NIV?

- Ruotare il tipo di interfaccia (cambiando i punti di distribuzione della pressione e i punti di frizione)
- Uso intermittente (se possibile)
- Corretto posizionamento
- Evitare di stritolare il pz (è accettabile una minima quota di perdita aerea)
- Igiene della cute e della maschera
- Utilizzare cuscinetti di protezione



- studio RCT, unico centro
- 70 pz con IRA (CHF 46%, COPD 33%)
- 2 maschere: facciale e nasale
- 2 mod. ventilazione: CPAP o PSV+PEEP
- Endpoints: tolleranza, IOT, durata ospedalizzazione, mortalità

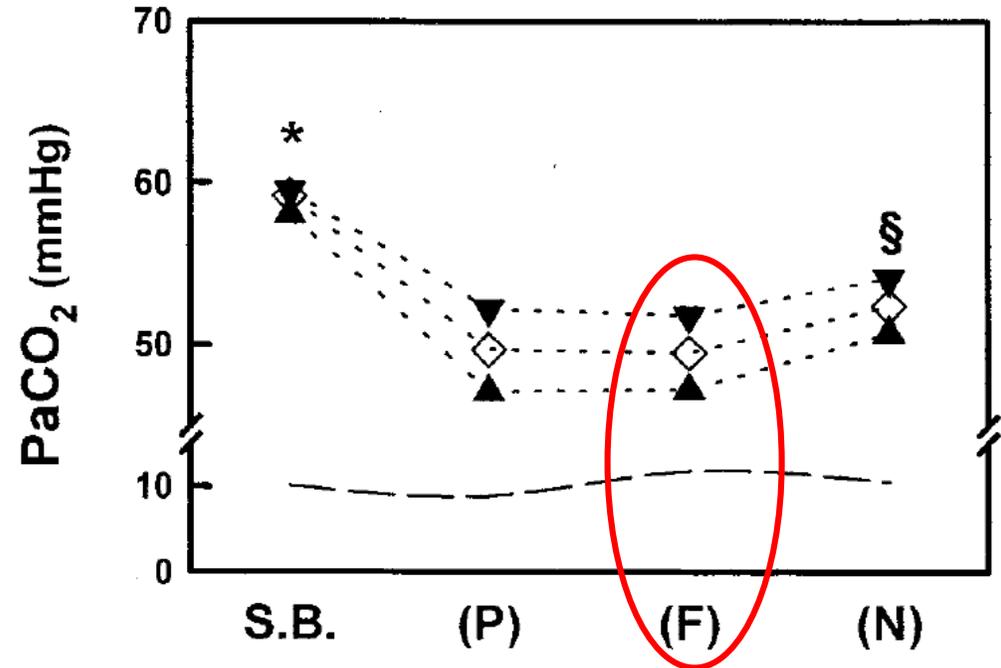
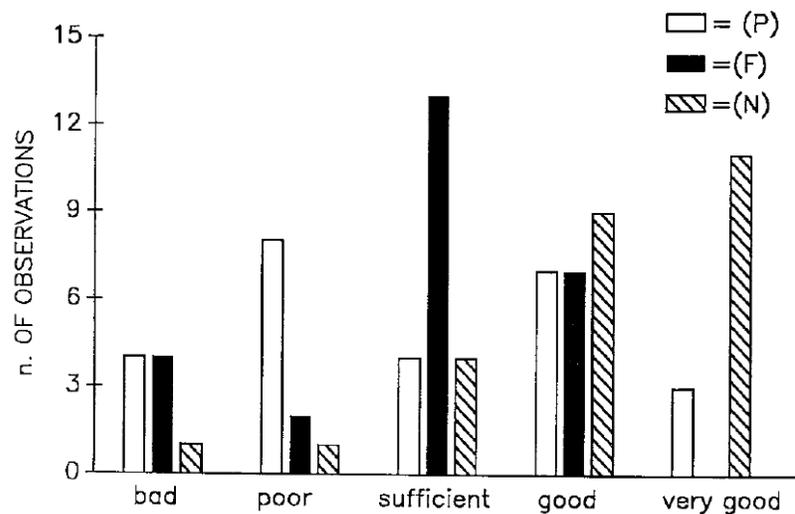
Maschera facciale meglio tollerata in acuto

	Nasal Mask (n = 35)	Facial Mask (n = 35)	p Value
Mask intolerance (%)	12 (34.3)	4 (11.4)	.023
Success (%)	17 (48.6)	23 (65.7)	.152
Intubation (%)	8 (22.9)	8 (22.9)	1.000
Reasons for intubation (%)			
Continued respiratory distress	4 (50.0)	6 (75)	.502
Mask intolerance	2 (25.0)	0	.160
Increased PaCO ₂	1 (12.5)	1 (12.5)	1.000
Airway protection	0	1 (12.5)	
Chest pain	1 (22.5)	0	
Length of hospital stay, days	10.5 ± 1.5	13.2 ± 2.9	.429
Mortality (%)	4 (11.4)	2 (5.7)	.400

Maschera facciale più efficace nella riduzione CO2

26 pz con ipercapnia stabile

- 2 modalità di ventilazione: PSV o VAC, no PEEP (n=13)
- 3 interfacce: facciale, nasale e olive nasali



Navalesi P et al. Crit Care Med 2000; 28: 1785-90

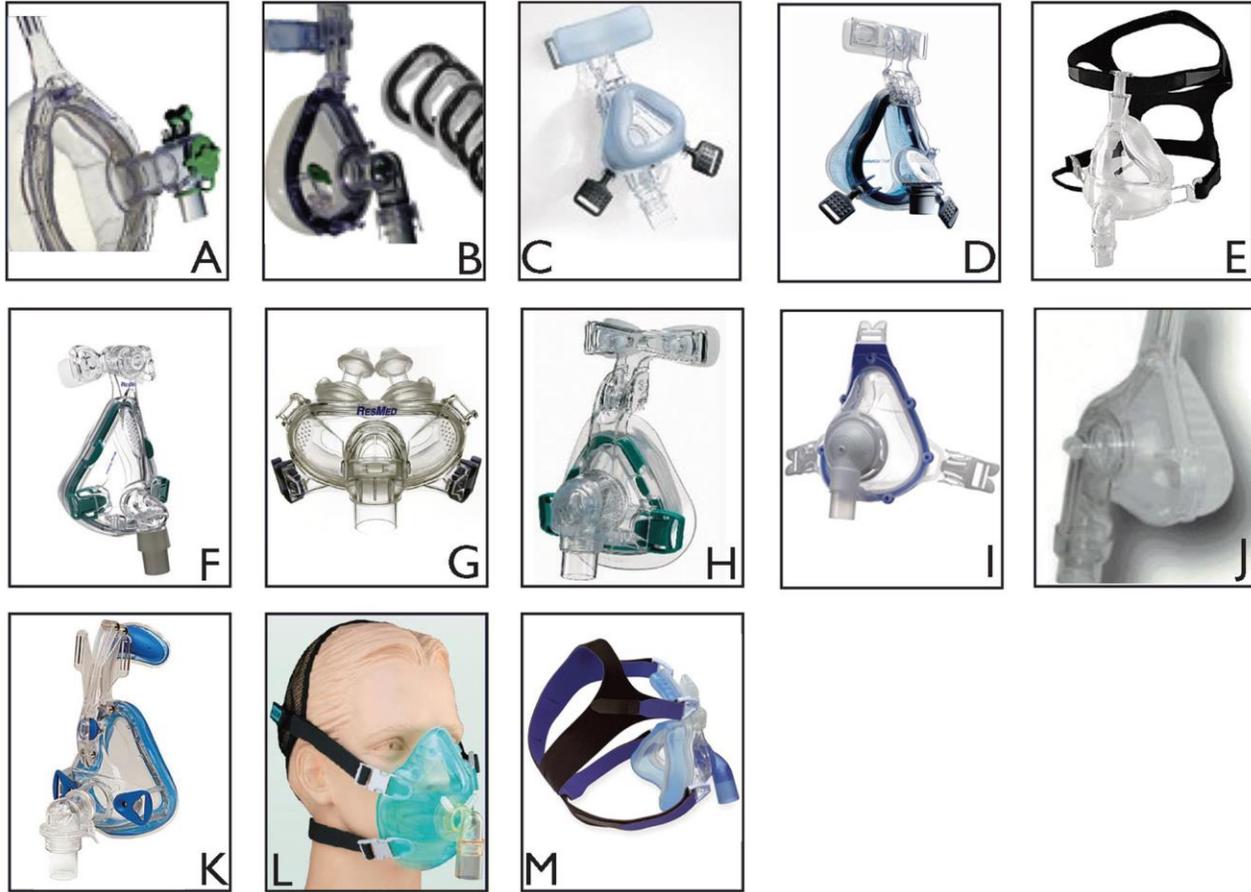
INTERFACCE: BOCCAGLI



Ventilazione a circuito aperto con boccaglio (open mouthpiece ventilation-OMV) utilizzata in pazienti come supporto ventilatorio diurno in associazione a qualsiasi altra modalità di ventilazione o interfaccia efficaci per la ventilazione notturna

SVANTAGGI

- Perdite aeree
- Secchezza della bocca
- Problemi dentali e temporo-mandibolari
- Stimola la salivazione e può eventualmente causare il vomito e conseguente aspirazione



Nasal masks. ResMed (A) Papillon, (B) Vista, (C) Activa, (D) Mirage Micro, (E) Hospital Mirage Micro. (F) SleepNet IQ, Phantom, and MiniMe. (G) Fisher and Paykel HC407. (H) Koo Deluxe. (I) Hans Rudolph Nasal Alizes 7800. (J) Viasys Hospital Nasal Mask. (K) Respiration Comfort Classic, (M) Comfort Curve,



A: Covidien Breeze. B: AeiMed Headrest. ResMed (C) Mirage Swift II and (D) Mirage Swift. E: InnoMed Nasal-Airell. F: Fisher and Paykel Infinity. G: Respiration OptiLife. H: Respiration Comfort Lite 2.

INTERFACCE: CASCO

- Può essere applicato ad ogni paziente
- Consente al pz di parlare, tossire, interagire
- Minor resistenza al flusso aereo
- Non necessita di compliance del pz
- Maggior confort e minor rischio di decubito cutaneo

MA

- Aumento dello spazio morto
- Difficoltà di monitorare i volumi → il volume ventilazione = $V_{\text{casco}} + V_{\text{pz}}$ (il V_{casco} dipende da: livello di supporto, PEEP, volume del casco, rigidità del casco, fissaggio del casco, perdite, attività dei muscoli respiratori, meccanica respiratoria)
- Rischio di dissincronia



- Multicentrico, prospettico, caso-controllo
- 66 pz COPD ipercapnici (pH 7.25, PaCO₂ 84, P/F149)
- Helmet (n=33) vs maschera facciale(n=66)
- modalità ventilatoria: PSV + PEEP
- Endpoints: miglioramento equilibrio acido-base, intubazione, complicanze NIV

	Helmet group (n = 33)	Mask group (n = 66)	p Value
Initial improvement in PaO ₂ :FIO ₂ , no. (%)	21 (63)	44 (66)	.40
Sustained improvement in PaO ₂ :FIO ₂ , without intubation, no. (%)	20 (60)	34 (51)	.26
PaO ₂ :FIO ₂ after 1 hr, mean (SD)	241 (78)	228 (75)	.79
PaO ₂ :FIO ₂ at treatment discontinuation, mean (SD)	267 (104)	224 (81)	.05
PaCO ₂ after 1 hr mm Hg, mean (SD)	39 (10)	42 (12)	.29
PaCO ₂ at treatment discontinuation, mm Hg, mean (SD)	40 (10)	43 (13)	.27
pH after 1 hr, mean (SD)	7.41 (0.07)	7.44 (0.08)	.30
pH at support discontinuation, mean (SD)	7.41 (0.08)	7.41 (0.06)	.10
Respiratory rate after 1 hr, breaths/min, mean (SD)	23 (7)	25 (3)	.06
Respiratory rate at support discontinuation, breaths/min, mean (SD)	23 (6)	24 (2)	.14
Pressure support applied, cm H ₂ O, mean (SD)	13 (3)	13 (3)	.79
PEEP applied, cm H ₂ O, mean (SD)	8 (2)	5 (1)	<.001
Hours of continuous NPSV, mean (SD)	36 (29)	26 (13)	.05
Total hours of NPSV, hours, mean (SD)	40 (30)	42 (21)	.73
Length of intensive care unit stay, days	9 (10)	12 (14)	.28
Patients requiring intubation, no. (%)	8 (24)	21 (32)	.30
Reason for endotracheal intubation, n (% of intubations)			
Intolerance ^a	0 (0)	8 (38)	.05
Inability to correct hypoxia	2 (25)	9 (43)	.13
Inability to manage secretions	2 (25)	2 (9.5)	.30
Mental status alterations	1 (12)	0 (0)	.30
Hemodynamic instability	3 (37)	2 (9.5)	.11
Intensive care unit deaths	3 (9)	16 (24)	.14
Hospital deaths	4 (12)	18 (27)	.12

Antonelli M. et al New treatment of acute hypoxemic respiratory failure: Noninvasive pressure support ventilation delivered by helmet—A pilot controlled trial. Crit Care Med 2002 Vol. 30, No. 3

- ✓ MODALITÀ VENTILAZIONE
- ✓ TIPO DI VENTILATORE
- ✓ CIRCUITO
- ✓ ARRICCHIMENTO OSSIGENO
- ✓ INTERFACCIA
- ✓ UMIDIFICAZIONE



UMIDIFICAZIONE DELLE VIE AEREE DURANTE VENTILAZIONE NON INVASIVA

American National Standard Institute 1979: umidità assoluta $\geq 30\text{mgH}_2\text{O/L}$

Il naso agisce come un umidificatore naturale dei gas inspirati, ma durante NIV la secchezza nasale e faringea e la tenacia delle secrezioni rappresentano un problema per il mantenimento della ventilazione.

ASSENZA DI UMIDIFICAZIONE:

- Aumenta la resistenza nasale
(*Richard G et al. AJRCCM 1996.154:182-6; Fontanari P et al ERJ 1996,13:867-72*)
- Riduce la tolleranza e la compliance: secchezza nasale/orale, congestione nasale, rinorrea, epistassi
(*Hoffstein V et al. ARRD 1992,145:841-5; Kribbs NB et al ARRD 1993, 147:887-95; Pepin JL et al. Chest 1995, 107:375-81; Engleman HM et al Chest 1996, 109:1470-6; Massie CA et al Chest 1999,116: 403-8; Rakotonanahary D et al. Chest 2001, 119:460-5*)
- Disfunzione mucociliare
(*Wood K et al. Respir Care 2000, 45:491-3*)

UMIDIFICATORI PASSIVI Heat Moisture Exchangers (HME)

Trattiene calore ed umidità dall'aria espirata per restituirla in parte durante l'inspirazione.



Viene inserito in prossimità dell'Interfaccia

UMIDIFICATORI PASSIVI

Heat Moisture Exchangers (HME)



Vantaggi

- Sono in grado di fornire una buona umidificazione
- Anche attività antibatterica

• Svantaggi

- Non associabili a umidificatori riscaldanti
- Non da usare in pazienti con eccessive secrezioni

UMIDIFICATORI ATTIVI

Consente il contatto tra gas inspirato e acqua riscaldata ad una temperatura prefissata, consentendo il raggiungimento di un'umidificazione vicina al 100%.



Viene inserito sulla via inspiratoria del circuito

UMIDIFICATORI ATTIVI

Vantaggi

- Umidificazione maggiore
- Possibilità di controllare temperatura

Svantaggi

- Inquinamento
- ustioni tracheali
- aumento resistenze delle vie aeree

UMIDIFICATORI ATTIVI



Umidificatori a gorgogliamento



Umidificatori riscaldanti

NON TI DARE ARIE
CHE NON SEI UN VENTILATORE.

13



universal studios

GRAZIE PER L'ATTENZIONE