

REGIONE DEL VENETO – ULSS 7

Ospedale S. Maria dei Battuti - Conegliano
Unità Operativa di Anestesia e Rianimazione
Direttore Dr. C. Possamai

Note sulla regolazione del ventilatore nei pazienti con ALI e ARDS

Dr. U. Corbanese, Novembre 2003

I Revisione, Gennaio 2004; II Revisione, Agosto 2004

Ventilazione protettiva (o “gentile”)

Vi sono alcune novità relative al supporto ventilatorio nei pazienti con **Acute Lung Injury (ALI)** od **ARDS**, dove per ALI (e ARDS) si intende una situazione nella quale **sono contemporaneamente presenti: 1)** Inizio acuto dell’ipossiemia; **2)** Infiltrati bilaterali diffusi alla radiografia del torace; **3)** $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 300$ mmHg (ARDS se ≤ 200); **4)** Esclusione dell’edema polmonare cardiogeno $\cong \text{PCWP} \leq 18$ mmHg.

E’ stato dimostrato che l’utilizzo di volumi correnti bassi (TV) (≤ 6 ml/Kg, e tali comunque da **non ottenere Pplat > 30 cm H₂O**) nei pazienti con insufficienza respiratoria acuta riduce la mortalità in modo significativo (mortalità del 38% per i bassi TV contro il 71% per gli alti TV [12 ml/Kg] ¹, e mortalità del 31% contro 39.8% per gli alti TV ²). Quest’ultimo lavoro, controllato e randomizzato, si basa sui dati relativi a 861 pazienti, ed appare alquanto convincente².

Va rilevato che la ventilazione ad alti TV, per un uomo di 70 Kg significa un TV di 840 ml, non è mai stata usuale nella nostra Rianimazione. Va altresì rilevato che la ventilazione protettiva, o “gentile”, prevede l’utilizzo di valori di PEEP superiori a quelli generalmente applicati da noi. Le maggiori PEEP si rendono necessarie per contrastare l’ipossia severa che può essere presente anche a causa dei bassi TV. Lo schema dell’ARDS Network² prevedeva l’utilizzo di una serie di possibili coppie FIO₂ /PEEP, elencate in Tabella 1, da utilizzare in sequenza fino ad ottenere $\text{PaO}_2 > 55$ e ≤ 80 (o SpO₂ tra 88 e 95).

Tabella 1. Coppie FIO₂ /PEEP utilizzate nello studio dell’ARDS Network ²

0.3/5, 0.4/5, 0.4/8, 0.5/8, 0.5/10, 0.6/10, 0.7/10, 0.7/12, 0.7/14, 0.8/14, 0.9/14, 0.9/16, 0.9/18, 1.0/18, 1.0/22, 1.0/24

L’ipossia può comunque essere difficile da controllare a TV così bassi, per cui Amato *et al.* utilizzarono sistematicamente anche “*manovre di reclutamento*” (vedi più sotto) eseguite al bisogno (ad esempio dopo una disconnessione accidentale).

I bassi TV portano con loro un altro problema: l’ipercapnia e la conseguente acidosi respiratoria. La **frequenza respiratoria** fu fatta variare tra **6 e 35 atti/min** per ottenere un pH > di 7.3, se possibile.

Per finire, il **rapporto I:E** fu impostato su valori oscillanti tra **1:1 e 1:3**.

1. Amato MBP, Baras CSV, Medeiros DM et al. Effects of a protective ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 1998; 338:347-54

2. Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2000; 342: 1301-8

L’importanza dei risultati di questi studi (il NNT per lo studio ARDS Net è di 1.3 pazienti trattati per salvarne 1, sostanzialmente senza differenza di costi), impone che la regolazione del ventilatore sia fatta tenendo conto di queste esperienze (L.C.).

Ventilazione non invasiva (NIV)

Non esistono esperienze specifiche d’uso della ventilazione non invasiva nei pazienti con ALI o ARDS (vedi definizioni), tuttavia è stata usata con pazienti che avevano insufficienza respiratoria acuta con $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ analoghi a quelli della definizione di ARDS. In un gruppo di trapiantati la NIV permise di evitare l’intubazione (20% contro il 70% dei controlli), con riduzione altresì di mortalità e durata della degenza in

ICU¹. Similmente in un gruppo di pazienti neutropenici, noti per avere una pessima prognosi quando intubati, il 25% rispose alla CPAP in maschera e tutti sopravvissero, mentre tra quelli che invece fu necessario intubare sopravvisse solo l'8.3%². In genere i pazienti con instabilità circolatoria e/o COPD sono stati esclusi negli studi sopraccitati. In linea di massima non è indicata nei pazienti con ALI o ARDS, se non nelle forme più lievi e purché si preveda un decorso breve^{3,4}.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni criteri utili per identificare i pazienti che potrebbero giovare della NIV in situazioni diverse da ALI e ARDS: la decisione di iniziare la NIV va presa valutando la reversibilità dell'insufficienza respiratoria e l'evidenza che supporta l'uso della NIV in quella patologia, nonché la presenza di indicazioni e controindicazioni. Ove si ritenga di provare, la NIV va comunque applicata precocemente nel decorso³. Il ventilatore andrà regolato in linea di massima in pressione di supporto (tranne che nell'edema polmonare dove è indicata la sola CPAP a +10 cm H₂O) tra 8 e 20 cm H₂O, con una PEEP di 5 (-10) cm H₂O. È raccomandabile verificare le condizioni del paziente dopo 1 ora di trattamento: se pH, PaCO₂ e coscienza sono migliorate vi sono buone probabilità di successo, in caso contrario è probabilmente meglio desistere⁴.

<p>INDICAZIONI IN BASE A PATOLOGIA E POTENZIALE REVERSIBILITÀ (NB: la NIV va usata con cautela (o evitata) se presenti le indicazioni con evidenza incerta o dubbia, e/o se la reversibilità a breve scadenza è dubbia)</p>	<p>Evidenza forte: COPD riacutizzata (e/o polmonite su COPD), paziente immunodepresso, edema polmonare (ma solo per CPAP a +10 cm H₂O); Evidenza modesta: asma, fibrosi cistica, facilitazione dello svezzamento dei COPD, prevenzione della reintubazione, insufficienza respiratoria post-operatoria, pazienti che non vogliono essere intubati; Evidenza incerta o dubbia: ostruzione delle vie respiratorie superiori, ARDS, trauma, obesità-ipoventilazione, obstructive sleep apnea.</p>
<p>INDICAZIONI IN BASE ALLA NECESSITÀ DI ASSISTENZA VENTILATORIA</p>	<p>Distress respiratorio moderato, tachipnea, uso di muscoli accessori e/o movimenti addominali paradossi, alterazioni emogasanalitiche (pH < 7.35 (ma > 7.10), PaCO₂ >45 (ma <92), PaO₂ /FIO₂ <200.</p>
<p>CONTROINDICAZIONI ALLA NIV</p>	<p>Arresto respiratorio, instabilità circolatoria, incapacità a proteggere le vie aeree, secrezioni eccessive, mancata cooperazione o agitazione, tenuta pneumatica insufficiente, chirurgia recente delle vie aeree superiori o gastrointestinale.</p>

Tabella 2: riassunto delle indicazioni e controindicazioni alla NIV (modificata da Lieshing T *et al.*⁴)

1. Antonelli M, Conti G, Bufi M et al. Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation. JAMA 2000; 283: 235-41
2. Hilbert G, Gruson D, Vargas F et al. Noninvasive continuous positive airway pressure in neutropenic patients with acute respiratory failure requiring intensive care unit admission. Crit Care Med 2000; 28: 3185-90
3. Malarkkan N, Snook NJ, Lumb AB. New aspects of ventilation in acute lung injury. Anaesthesia 2003; 58: 647-667
4. Lieshing T, Kwok H, Hill NS. Acute applications of noninvasive positive pressure ventilation. Chest 2003; 124: 699-713

FIO₂

È dimostrato che l'esposizione del polmone sano ad alte FIO₂ causa danni al suo parenchima simili a quelli che si riscontrano nelle ARDS¹. Non è invece dimostrato un chiaro effetto negativo delle alte FIO₂ nei polmoni con ALI o ARDS². La consensus conference Americana ed Europea sull'ARDS³ raccomanda che, sebbene FIO₂ > 0.65 possano essere usate per brevi periodi come misura tampone, delle azioni vengano intraprese per portare la FIO₂ sotto al 0.65 (compreso il miglioramento della funzione cardiaca, l'uso di diuretici o l'accettazione di PaO₂ inferiori). **Comunque la maggior parte dei delegati alla conferenza era convinta che limitare le pressioni nelle vie aeree abbia la precedenza sulla limitazione della FIO₂.**

1. Slutsky AS. Lung injury caused by mechanical ventilation. Chest 1999; 9s-15s
2. Malarkkan N, Snook NJ, Lumb AB. New aspects of ventilation in acute lung injury. Anaesthesia 2003; 58: 647-667
3. Artigas A, Bernard GR, Carlet J et al. The American-European Consensus Conference on ARDS, part 2. Ventilatory, pharmacologic, supportive therapy, study design strategies and issues related to recovery and remodeling. Intensive Care Med 1998;24: 378-98.

In effetti manca la dimostrazione di tossicità delle alte FIO_2 nei pazienti con ALI e ARDS, e credo che alte pressioni nelle vie aeree vadano usate con cautela maggiore rispetto alle alte FIO_2 (L.C.).

Scelta del valore di PEEP

Come scegliere il valore di PEEP è un problema che si trascina da lungo tempo, e che non ha avuto una soluzione definitiva. L'uso di valori di PEEP elevati nell'ambito della cosiddetta ventilazione gentile è un dato da considerare con attenzione. La prudenza nell'uso di $PEEP > 10$ cm H_2O nel nostro reparto si deve da un lato al fatto che PEEP elevate, e quindi pressioni medie elevate, hanno sicuramente un effetto negativo sul ritorno venoso e possono quindi compromettere il trasporto di O_2 in periferia, e dall'altro al timore, solo in parte giustificato, del barotrauma. Uno dei criteri possibili è quello di utilizzare **la PEEP più bassa che permetta di tenere la FIO_2 (se possibile) al di sotto del 50-65%, senza compromettere la portata cardiaca.**

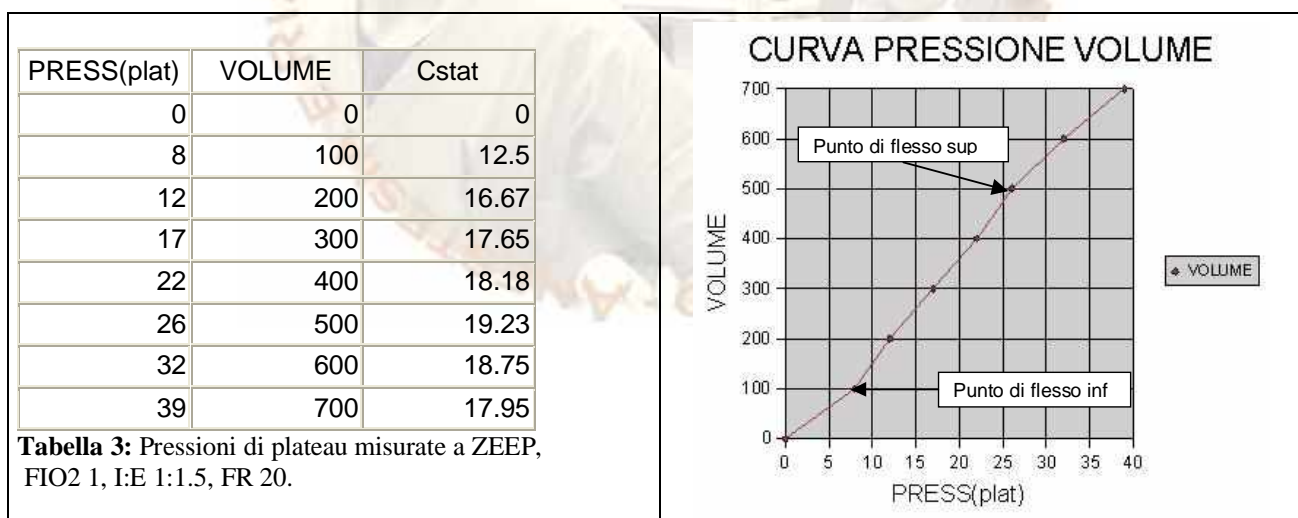
Va rilevato che se il paziente ha un auto-PEEP (e questa va sempre cercata!), la PEEP dovrà essere generalmente pari (o superiore) a questa, o al massimo di 1-2 cm H_2O inferiore. Ricordo (sebbene fuori tema) che i pazienti con broncospasmo serrato possono essere trattati associando la terapia medica ad un particolare settaggio del ventilatore (FIO_2 tali da ottenere $SpO_2 > 92\%$, frequenza respiratoria bassa, tidal volume bassi, I:E $\leq 1:3$, accettazione di elevate pressioni di picco ed elevate $PaCO_2$, associando una PEEP settata come descritto: tale strategia richiede tuttavia un monitoraggio quasi continuo dell'auto-PEEP per aggiustare la PEEP esterna mano a mano che l'auto-PEEP varia).

Un altro modo di scegliere la PEEP è quello di utilizzare coppie fisse di FIO_2 e PEEP come nei lavori dell'ARDS Network¹. Un recente articolo dell'ARDS Network⁵, non ha potuto dimostrare alcun beneficio dall'uso di alte PEEP (Tabella 4) associate a bassi TV in confronto all'uso di PEEP inferiori sempre associate a bassi TV (Tabella 1).

Più complessi, di non certa efficacia in termini di outcome, ma frequentemente utilizzati dai ricercatori (molto meno dai clinici), sono i metodi di individuazione del valore di PEEP ideale basati sull'analisi della curva pressione-volume e della compliance allo scopo di mantenere "aperto" il polmone, e identificare i polmoni che possiedono una riserva reclutabile (cioè alveoli collassati, atellettasici, che possono essere riaperti)².

Dall'analisi della curva pressione/volume dovrebbe essere possibile definire i valori di PEEP minimi che garantiscono di mantenere "aperto" il polmone, evitando i danni dal ripetersi di aperture e chiusure dei bronchioli a causa di una PEEP insufficiente³, nonché identificare i volumi correnti che portano le pressioni oltre il punto di flesso superiore (cioè dove la compliance inizia a calare), con conseguente sovradistensione. Un modo spesso citato⁴ di regolare la PEEP è quello di impostarla 2 cm H_2O sopra il punto di flesso inferiore (Pflex), cioè il punto dove la compliance comincia ad aumentare. Ora, è tutt'altro che semplice interpretare una curva pressione volume in generale, ed ancora di più una misurata empiricamente al letto del malato utilizzando il ventilatore automatico.

Setteremo il ventilatore in volume controllato, flusso quadro, pausa inspiratoria di almeno 0.5 sec, I:E pari a quello che intendiamo usare, PEEP 0, FIO_2 1. A questo punto con il paziente sedato, curarizzato e aspirato da poco, si ventilerà a TV crescenti da 100 ml a 700-1000 ml secondo il peso^{1, 4}. Per ogni settaggio si registrerà il valore di pressione di plateau una volta equilibrato il sistema (3-4 atti). **Bisogna cercare di essere accurati e rapidi nello stesso tempo in quanto all'inizio si ipoventila e poi si iperventila il paziente.** Il risultato alla fine è il seguente.



L'esempio è reale, e nel grafico sembrano intravedersi i 2 flessi, tuttavia è ancora più interessante vedere, sulla tabella, come aumenta significativamente la compliance del polmone quando la pressione nelle vie aeree passa da 8 a 12 cm H₂O. Allo stesso modo si vede che a 32 di pressione la compliance ha già iniziato a scendere.

Alternativamente², mantenendo fisso il TV, aumentiamo progressivamente la PEEP registrando la pressione di plateau e calcolando quindi la compliance. La PEEP alla quale la compliance aumenta dovrebbe indicare il Pflex.

Altro metodo, ancora più empirico: in ventilazione a pressione controllata (valore fisso scelto per esempio tra 15 e 30 cm H₂O a seconda del paziente) con FIO₂ 1 e I:E e frequenza respiratoria normali, si aumenta progressivamente la PEEP di 2 cm H₂O osservando il variare del TV ottenuto a distanza di qualche minuto. Quando il TV aumenta significa che siamo sulla zona ripida della curva PV, quando torna a diminuire significa che abbiamo superato il flesso superiore e stiamo "sovradistendendo".

L'interpretazione, come già detto, non è semplice. È possibile che non si riesca ad individuare un flesso inferiore: ciò può dipendere da errori o problemi tecnici, ma anche significare che non vi è "potenziale per reclutamento"², come può accadere nell'ARDS da polmonite bilaterale, ed in questi casi l'uso di PEEP elevate e/o di manovre di reclutamento può non avere significato².

1. Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2000; 342: 1301-8

2. Gattinoni L, Vagginelli F, Chiumello D et al. Physiologic rationale for ventilator setting in acute lung injury / acute respiratory distress syndrome patients. Crit Care Med 2003; 31: s300-304

3. Brower JC and Rubenfeld GD. Lung-protective ventilation strategies in acute lung injury. Crit Care Med 2003; 31: s312-6

4. Malarkkan N, Snook NJ, Lumb AB. New aspects of ventilation in acute lung injury. Anaesthesia 2003; 58: 647-667

5. Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2004; 351: 327-36

Nel dubbio va usata prudenza, e se PEEP ≤10 sono relativamente innocue, sopra a questi valori gli effetti sull'emodinamica vanno attentamente valutati, giacché possono vanificare gli eventuali effetti positivi della PEEP sull'ossigenazione, o richiedere un aumento compensatorio della volemia per ripristinare la portata cardiaca. D'altra parte, una PEEP di zero è raramente appropriata, ed è accettabile solo se si è dimostrato che valori superiori di PEEP provocano sovradistensione. Come punto di riferimento, nello studio ARDS Network la PEEP media nel gruppo trattato a bassi volumi il primo giorno è stata di 9,4 cm H₂O (SD ± 3,5), con valori leggermente inferiori nei giorni seguenti, mentre lo studio sulle alte PEEP associate a bassi TV non ha migliorato l'outcome (U.C.).

Ipercapnia permissiva

L'ipercapnia riduce la contrattilità miocardica, aumenta i volumi telediastolico e telesistolico ed il flusso coronarico, aumenta la frequenza cardiaca e di conseguenza anche la portata. La cessione d'ossigeno ai tessuti aumenta per lo spostamento a destra della curva di dissociazione dell'emoglobina. Nel cuore insufficiente però il flusso alle aree ischemiche potrebbe ridursi, pertanto l'iperapnia permissiva andrebbe evitata se possibile nei coronaropatici, come anche nei pazienti con ipertensione endocranica^{1,2}. Le alterazioni emodinamiche descritte tendono a scomparire, almeno nei soggetti sani, nel giro di 36 ore, nonostante il permanere dell'iperapnia³.

In uno studio animale l'iperapnia indotta con la somministrazione di CO₂ riduce i danni polmonari secondari a ventilazione ad alti TV (12 ml/Kg)^{4,5}.

Da quanto detto deriva che nei pazienti con ALI o ARDS non si devono inseguire valori di PaCO₂ ≤ 40 mmHg, ma possono essere accettabili valori anche di 53 mmHg¹, ovviamente in assenza di controindicazioni.

1. Malarkkan N, Snook NJ, Lumb AB. New aspects of ventilation in acute lung injury. Anaesthesia 2003; 58: 647-667

2. Feihl F, Perret C. Permissive hypercapnia. How permissive should we be? Am J Respir Crit Care Med 1994; 150: 1722-37

3. Carvalho CR, Barbas CS, Medeiros DM et al. Temporal hemodynamic effects of permissive hypercapnia associated with ideal PEEP in ARDS. Am J Respir Crit Care Med 1997; 156: 1458-66

4. Laffey JG, Engelbers D, Duggan M et al. Carbon dioxide attenuates pulmonary impairment resulting from hyperventilation. Crit Care Med 2003; 31: 2634-40

5. Torbati D. Carbon dioxide: a "waste product" with potential therapeutic utilities in critical care. Crit Care Med 2003; 31: 2705-7

Nei pazienti già ipercapnici per patologie croniche il target di PaCO₂ deve ovviamente essere ≥ al valore del paziente stabile a domicilio. *Ove*, nei pazienti con grave insufficienza respiratoria, per ottenere valori di PaCO₂ ≈ 52 si renda necessario usare pressioni di plateau maggiori di quelle raccomandate, credo sia ragionevole accettare PaCO₂ anche di 60-65 mmHg, eventualmente utilizzando del bicarbonato per facilitare l'adattamento all'acidosi respiratoria (U.C.).

Manovre di reclutamento (ovvero riespansione delle atelettasie diffuse)

L'uso della ventilazione a bassi TV può provocare episodi di desaturazione rilevanti nonostante (o addirittura a causa) delle alte FIO₂, secondari al formarsi di atelettasie diffuse. Le atelettasie vengono distinte in "loose atelectasis" dovute a compressione, e "sticky atelectasis" dovute a riassorbimento del gas negli alveoli¹. Mentre non vi è modo invece di aprire alveoli completamente allagati da edema, fibrina o pus², sulle atelettasie c'è qualche possibilità di intervento. Le "loose atelectasis" sono dovute al peso stesso del polmone, aumentato ad esempio dall'edema interstiziale, che grava sulle sue porzioni declivi, dal peso del cuore e/o dalla pressione endoaddominale. Dato che la densità massima del polmone non può superare il grammo/cm³, le pressioni non possono superare l'altezza massima del torace rispetto al piano (15-25 cm a seconda della taglia: ma in caso di elevata pressione endoaddominale i valori potrebbero essere più alti). Sulla radiografia si presentano come iperdensità bilaterali prevalenti ai lobi inferiori. In genere valori moderati di PEEP (5-12) si dimostrano efficaci^{1,3}.

Le atelettasie da riassorbimento invece, dovute a bassi rapporti ventilazione/perfusione in alcune regioni del polmone a livello delle quali i gas alveolari vengono riassorbiti, appaiono come densità diffuse bilaterali e richiedono elevate pressioni transmurali (alveoli-pleura) per riaprirsi (30-35 cm H₂O): PEEP tra i 10 e i 25 cm H₂O possono essere necessarie, ma possono essere insufficienti in mancanza di vere manovre di reclutamento.

Va tenuto presente che le ARDS dovute a patologie polmonari primitive possono spesso presentare uno scarso potenziale per reclutamento, poiché vi è una prevalenza di ingombro alveolare; viceversa le ARDS di origine extra polmonare generalmente si associano a una maggior incidenza di atelettasie, dove quindi un potenziale di reclutamento è più rappresentato.

L'uso della PEEP è ampiamente accettato per la prevenzione o riduzione delle atelettasie, mentre la sua efficacia una volta che queste si siano verificate è variabile: mentre è efficace generalmente in quelle "loose", lo è molto meno in quelle da riassorbimento o "sticky", in quanto queste richiedono elevate pressioni transmurali, e le pressioni di plateau necessarie possono non venir raggiunte nonostante PEEP elevate¹.

Le manovre di reclutamento possono, al momento, essere considerate come metodi di *salvataggio* per i pazienti che presentano atelettasie diffuse dovute a ventilazione a bassi volumi. Quelle più frequentemente proposte dalla letteratura sono descritte per sommi capi di seguito⁴.

Sighs (sospironi): nell'ambito di una ventilazione protettiva, Pelosi *et al.*⁵ hanno aggiunto 3 sighs al minuto che raggiungessero pressioni di plateau di 45 cm H₂O. Il sistema sembra funzionare, ma gli autori hanno dovuto osservare un progressivo de-reclutamento alla sospensione dei sighs, tanto maggiore quanto più i rapporti ventilazione/perfusione erano bassi e PaCO₂ e FIO₂ alti.

Pronazione: la posizione prona ridistribuisce in modo più uniforme sia la perfusione che la ventilazione polmonare migliorando gli scambi^{1,4,6}. È controindicata nelle fratture spinali instabili, in caso d'ipertensione endocranica critica, in caso d'ischemia mesenterica, infezioni endo-addominali o dei tessuti molli: sconsigliabile anche in caso di aritmie maligne con possibile necessità di CPR. Se non è presente shock o insufficienza renale, non sono necessari accorgimenti per evitare di comprimere l'addome. Mentre è dimostrato un miglioramento dell'ossigenazione, perlomeno tra i *responders*, allo stato attuale non è dimostrato un effetto sull'outcome⁷.

Alti livelli di CPAP: nel corso di una ventilazione protettiva come quella dell'ARDS Network sono state aggiunte manovre di reclutamento con CPAP a 40 cm H₂O per 40 secondi⁸. I pazienti con compliance più elevate e/o ventilati da meno tempo tendevano maggiormente a comportarsi da "responders", con aumenti del rapporto PaO₂/FIO₂ maggiori del 50% dopo le manovre. La stessa tecnica di reclutamento è stata usata da Amato *et al.*⁹ (i pazienti erano ventilati di base con PEEP 2 cm sopra P_{flex}, e con 6 ml/Kg di volume corrente, e le manovre venivano eseguite al bisogno).

"Intermittent stepwise high PEEP levels with a fixed pressure control maneuver": è una manovra di reclutamento in pressione controllata a +15 cm H₂O con periodi successivi di 2 minuti a PEEP crescenti (da 25 a 45 cm H₂O con scatti di 5)⁴, finché la somma di PaO₂ e PaCO₂ non supera i 400 mmHg a una FIO₂ di 1. A questo punto viene applicata una strategia di "titolazione" della PEEP per mantenere aperto il polmone: la PEEP viene calata di pochi cm ogni 20 minuti, finché la PaO₂ non scende al di sotto del 5% del valore migliore, a questo punto la PEEP viene regolata al valore immediatamente precedente.

Un recente articolo dell'ARDS Network^{10,11} ha esplorato gli effetti a breve termine delle manovre di reclutamento (simili a quelle di Amato) su pazienti ventilati a 6 ml/Kg ed ad alte PEEP (Tabella 4). I risultati sono stati incostanti, e comunque di breve durata, generalmente non consentendo, a due ore dalla manovra, di utilizzare la coppia FIO₂/PEEP immediatamente inferiore a quella usata prima della manovra. Gli Autori ipotiz-

zano innanzi tutto che l'uso delle alte PEEP (vedi sotto) abbia reso già sostanzialmente ottimale la ventilazione alveolare. In secondo luogo l'uso, dopo le manovre, dei bassi tidal volume previsti dal protocollo potrebbe aver accelerato il riformarsi di atelettasie. In terzo luogo potrebbe aver influito il fatto di avere usato per le manovre valori di PEEP prudenzialmente più bassi di altri (max 35 cm H₂O, 40 solo per gli obesi oltre il 50% del peso ideale) e per tempi più brevi (30 contro 40 secondi). Infine suggeriscono che la mancata curarizzazione di alcuni pazienti potrebbe aver accelerato il de-reclutamento. Nell'editoriale relativo JJ Marini afferma che comunque le manovre di reclutamento sono parte del suo armamentario, in quanto forniscono informazioni sul potenziale di reclutamento, e quindi sulla risposta alla PEEP, nonché sugli effetti sull'emodinamica dell'aumento delle pressioni intratoraciche¹¹.

Tabella 4. Coppie FIO₂ /PEEP utilizzate nello studio dell'ARDS Network¹⁰ sulle manovre di reclutamento

0.3/5, 0.3/8, 0.3/10, 0.3/12, 0.3/14, 0.4/14, 0.4/16, 0.5/16, 0.5/18, 0.5/20, 0.6/20, 0.7/20, 0.8/20, 0.9/20, 1.0/20, 1.0/22, 1.0/24

1. Malarkkan N, Snook NJ, Lumb AB. New aspects of ventilation in acute lung injury. *Anaesthesia* 2003; 58: 647-667
2. Gattinoni L, Vagginelli F, Chiumello D et al. Physiologic rationale for ventilator setting in acute lung injury / acute respiratory distress syndrome patients. *Cri Care Med* 2003; 31 s300-304
3. Rouby JJ, Lu Q, Goldstein I. Selecting the right level of positive end-expiratory pressure in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 165: 1182-6
4. Valente Barbas CS. Lung recruitment manouvers in acute respiratory distress syndrome and facilitatig resolution. *Crit Care Med* 2003; 31: s265-71
5. Pelosi P, Cadringer P, Bottino N et al. Sigh in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 872-80
6. Nyren S, Mure M, Jacobsson H et al. Pulmonary perfusion is more uniform in the prone than in the supine position. *J Appl Physiol* 1999; 86: 1135-41
7. Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A et al. Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 2001; 345: 568-73
8. Grasso S, Mascia L, Del Turco M et al. Effects of recruiting maneuvres in patients with acute respiratory distress syndrome ventilated with protective ventilatory strategy. *Anesthesiology* 2002; 96: 795-802
9. Amato MBP, Baras CSV, Medeiros DM et al. Effects of a protective ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1998; 338:347-54
10. The ARDS Clinical Trial Network. Effects of recruitment maneuvres in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome ventilated with high positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med* 2003; 31: 2592-7
11. Marini JJ. Are recruiting maneuvres needed when ventilatine acute respiratory di stress sindrome? *Crit Care Med* 2003; 31: 2701-3

Purtroppo nessuno dei nostri ventilatori può essere regolato a fornire i sighs come nello studio di Pelosi et al. Il Servoventilator 900c somministra 1 sospirone di TV circa doppio rispetto al normale ogni 100 atti (il primo a cominciare dal secondo atto). L'Amadeus ugualmente somministra un sospirone con TV del 50% maggiore del normale ogni 100 atti. Il Bennett 7200ae è il più flessibile, permette di settare fino a 15 sighs/ora anche ripetuti (fino a 3 di seguito), e di regolare il limite di pressione del sospirone, ma neanche lui riesce a dare i 3 sospironi al minuto. Il Servoventilator 300 non può somministrare sighs. La prazione richiede la presenza di almeno quattro persone, e su alcuni pazienti può essere difficile da eseguire. La somministrazione di CPAP elevate per 40 secondi è in realtà facile da eseguire, ma richiede cautela (L.C.).