

La VENTILAZIONE MECCANICA NON INVASIVA (NIMV) nell'EDEMA POLMONARE ACUTO CARDIOGENO (EPAc): STATO DELL'ARTE

Nicola Di Battista, Rodolfo Ferrari

Unità Operativa di Pronto Soccorso e Medicina d'Urgenza, Ospedale per gli Infermi di Faenza (RA)

NIMV ed INSUFFICIENZA RESPIRATORIA ACUTA (IRA)

DA crescenti livelli di evidenza emerge come la ventilazione meccanica non invasiva (NIMV) sia ormai parte integrante ed imprescindibile del trattamento di prima scelta relativo a forme di insufficienza respiratoria acuta (IRA), diverse per eziopatogenesi e fisiopatologia. Da una parte, ne è dimostrata l'efficacia nei casi non responsivi alla terapia conservativa (ovvero ai consueti sistemi di ossigenoterapia), dall'altra essa risulta esente dalle frequenti complicanze del trattamento invasivo, in particolare la pneumopatia nosocomiale ventilatore-associata, il barotrauma e il volutrauma. La scelta della non invasività, pertanto, si fonda primariamente sui benefici clinici in pazienti ben selezionati che possano essere trattati da uno staff organizzato, preparato e motivato, che abbia a disposizione gli strumenti necessari e sufficienti per le corrette modalità di impiego ed il buon esito della terapia.

La precocità di impiego, il vantaggioso rapporto costo/beneficio, la relativa semplicità del monitoraggio richiesto, il rapido risultato che si ottiene, hanno diffuso ampiamente, nel giro di un decennio, l'utilizzo della NIMV in corso di IRA cardiogena, spaziando dal territorio all'ospedale, e più precisamente dall'ambulanza, al dipartimento di emergenza accettazione (DEA), alle unità di terapia intensiva (UTI), ai reparti di degenza ordinaria, e di nuovo fino al domicilio del Paziente.

PRESSIONE POSITIVA CONTINUA APPLICATA ALLE VIE AEREE (CPAP) ed EPAc

L'efficacia dell'applicazione della pressione positiva continua alle vie aeree (CPAP) in corso di scompenso cardiaco con insufficienza ventricolare sinistra è oggi fuori dubbio. Ne sono infatti dimostrati l'evidente riduzione del lavoro respiratorio (WoB), la riduzione della fatica dei muscoli respiratori, il miglioramento degli scambi gassosi. Il razionale fisiopatologico che è alla base si fonda sia sugli **effetti emodinamici** che la metodica promuove, ovvero riduzione sia del precarico

ventricolare sinistro (agendo sul ritorno venoso), sia del postcarico (per diminuzione della pressione trasmurale), che su quelli **ventilatori**, ovvero l'aumento della capacità funzionale residua (CFR), che porta il paziente a respirare sulla porzione ripida della curva pressione-volume, a maggiore compliance, e più lontano dal volume di chiusura. Ne deriva la modificazione del pattern respiratorio, l'aumento della compliance del sistema toraco-polmonare, l'incremento della quota di alveoli ventilabili ("reclutati" grazie alla riduzione dell'edema interstizio-alveolare, con conseguente aumento della ventilazione alveolare), il miglioramento dell'ossigenazione conseguente alla diminuzione dell'effetto shunt, l'incremento della funzione sistolica del ventricolo sinistro.

La CPAP (che sia generata mediante venturimetro / generatore di flusso, maschera di Boussignac, o ventilatore) ottiene effetti sia sul versante dell'ossigenazione, che su quello ventilatorio, come confermato dal rapido miglioramento del quadro di acidosi respiratoria acuta, spesso presente in corso di IRA da edema polmonare acuto cardiogeno (EPAc), tanto da far attribuire alla CPAP i requisiti di un vero e proprio ventilatore, se applicata in questo contesto. I lavori principali che ci offre la letteratura mettono l'accento proprio sugli "end points" primari del trattamento, dimostrando da una parte la riduzione statisticamente significativa della necessità di intubazione tracheale (IT) e la tendenza alla diminuzione della mortalità in acuzie, dall'altra il miglioramento dell'ossigenazione e del pH, assieme alla riduzione di PaCO₂, frequenza respiratoria (FR), pressione arteriosa (PA), frequenza cardiaca (FC). Elemento sempre rimarcato nelle diverse pubblicazioni è la rilevanza della precocità, sia di trattamento (come cardine da perseguire nell'organizzazione interna) che di risultato.

NIMV ed EPAc

Le tecniche ventilatorie con supporto di pressione (PSV + PEEP) o bilevel (a doppio livello di pressione, IPAP ed EPAP) non si presentano come evidentemente più utili rispetto alla CPAP, anche se in termini fisio-patologici il supporto di pressione inspiratoria (PSV) aggiunge una quota di efficacia sul WoB attraverso un intervento sulle resistenze dinamiche e sulla fatica muscolare.

I primi studi comparsi in letteratura, che hanno steso una spessa coltre di dubbio sull'efficacia della NIMV nell'IRA cardiogena (soprattutto in ambiente di emergenza) per il riscontro di conseguenze negative su IT, mortalità ed incidenza di infarto miocardico acuto (IMA), sono oggi seccamente ridimensionati (anche dagli stessi autori) visti i limiti di randomizzazione e selezione dei pazienti, ed alla luce di nuovi ulteriori lavori realizzati. In particolare è stata smentita l'iniziale impressione che la NIMV condizionasse negativamente l'"outcome" della sottopopolazione di pazienti con EPAc ed ischemia miocardica: numerosi lavori sottolineano oggi come, in presenza di una corretta selezione, la NIMV non aumenti affatto l'incidenza di eventi ischemici nei pazienti senza sindrome coronaria acuta all'arruolamento. Viceversa, va ancora testato su adeguati campioni l'esito della NIMV sul paziente con EPAc ed ischemia miocardica già concomitante, per escludere che anche in

questo sottogruppo di pazienti la NIMV possa correlare con evoluzione sfavorevole del quadro coronarico. Il vivace dibattito tuttora in corso al riguardo, comunque, insegna ancora una volta come sia necessario trattare soggetti così “acuti” ed “a rischio” in ambienti con specifiche ed elevate caratteristiche di esperienza, abilità, continuità assistenziale e possibilità di monitoraggio.

L’associazione PSV con PEEP parrebbe in parte preferibile alla CPAP per la relativa ulteriore precocità di risultato sui parametri relativi allo scambio gassoso e all’assetto cardio-respiratorio (in particolare rapporto $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$, pH, PaCO_2 , FR, grado di dispnea secondo scale validate), senza apportare maggiori evidenze di efficacia sugli “end points” relativi al decorso clinico, quali mortalità e durata della degenza ospedaliera. Il sottogruppo di pazienti che più beneficia del trattamento comprende essenzialmente gli ipercapnici, con $\text{pH} < 7.25$ e con valori di PA sistolica < 180 mmHg.

CPAP e NIMV nell’EPAc

In letteratura non sono tuttora disponibili dati significativi che pongano a confronto CPAP e NIMV a doppio livello di pressione nel trattamento dell’IRA cardiogena. Per quanto negli ultimi anni si siano moltiplicate le pubblicazioni scientifiche e si sia vivacizzato il dibattito tra esperti attorno a questi argomenti, sono auspicabili ulteriori studi prospettici randomizzati e multicentrici condotti al di fuori dell’UTI che orientino verso più definiti livelli di evidenza della NIMV a doppio livello di pressione per il trattamento dell’EPAc.

Interpretando gli studi meglio condotti che la letteratura ci offre e le linee guida delle principali società scientifiche (quali, ad esempio, la British Thoracic Society), appare ragionevole proporre un trattamento di prima linea dell’EPAc con CPAP con valvola a pressione positiva di fine espirazione (PEEP) di 10 cm H_2O , suggerendo il passaggio alla ventilazione con doppio livello di pressione qualora il quadro di “distress” respiratorio e di ipercapnia si mostri refrattario alla risoluzione, laddove ovviamente non sussistano le indicazioni al trattamento invasivo delle vie aeree. Parametri di orientamento per il trattamento con bilevel sono PEEP 5 – 12 cm H_2O , PSV pari a circa 12 – 16 cm H_2O e comunque < 30 , volume corrente espirato (V_t) > 8 ml/kg, con FiO_2 tale da ottenere valori di pulsossimetria $> 90\%$.

Prioritaria risulta la selezione dei pazienti da trattare con NIMV; gli elementi da considerare sono molteplici: la presenza di “distress” respiratorio con dispnea a riposo e reclutamento della muscolatura accessoria con dissincronia toraco-addominale, di tachipnea (con $\text{FR} > 25$ atti al minuto), di ipossiemia (rapporto $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 < 200$), di ipercapnia ($\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg o un suo rapido incremento), di acidosi respiratoria ($\text{pH} < 7.35$, comunque > 7.10), di capacità di collaborazione e di controllo delle vie aeree (sensorio grado di Kelly ≥ 3), di migliore score fisiologico, di buona adattabilità dell’interfaccia (con scarse perdite ed ottimale tolleranza da parte del paziente), di miglioramento del quadro clinico e degli scambi gassosi ad un’ora dall’inizio del trattamento (monitoraggio “povero” ed emogasanalitico).

Tra le molteplici interfacce disponibili, in ambiente di urgenza pare in prima istanza preferibile la maschera facciale (oro-nasale), riservando lo scafandro (casco) a coloro per cui si preveda un periodo di trattamento superiore ai due giorni. Gli elementi che comunque guidano la scelta restano la preferenza individuale e l'adattamento elettivo del paziente, nonché la confidenza del personale con le diverse interfacce e la disponibilità dei diversi tipi, dispositivi, misure e presidi di supporto.

Criteri di esclusione alla NIMV sono il coma, la mancata collaborazione, la impossibilità di proteggere le vie aeree, la instabilità emodinamica, la difficoltà di adattamento all'interfaccia, il pneumotorace (non drenato).

Particolare attenzione va riservata ai pazienti con indicazioni e controindicazioni "borderline", con incompleta collaborazione o difficile adattamento all'interfaccia, a coloro che non mostrino precocemente (già nei primi 15 minuti, o comunque a 30 e 60) un andamento clinico migliorativo, ai soggetti con labile equilibrio emodinamico, IMA o la cui gittata cardiaca sia precario dipendente.

I costi complessivi della NIMV, per quanto non siano disponibili dati specifici nel contesto del DEA, si concentrano prevalentemente nelle prime 48 ore di trattamento, in particolare per quanto riguarda l'uso dei mezzi e l'impegno del personale (medico e paramedico); l'attuale sistema delle retribuzioni ospedaliere secondo DRG pare sottostimare l'impatto positivo della metodica per efficacia e rapporto complessivo tra costi e benefici sui soggetti selezionati adeguatamente, sia rispetto all'ossigenoterapia convenzionale che alla terapia invasiva.

Gli elementi decisivi per il successo della NIMV sono, al di là di ogni altra considerazione, la presenza di un gruppo ben addestrato e motivato, con condivisione di esperienza, protocolli ed organizzazione orientati sulla NIMV, con sufficienti elementi e mezzi di monitoraggio, con dinamiche interne prestabilite e standardizzate in termini di continuità assistenziale e rapido accesso al trattamento di tipo invasivo ed all'ambiente di UTI.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO (ordinata cronologicamente)

- [Rasanen J, Heikkila J, Downs J, Nikki P, Vaisanen I, Viitanen A.](#) Continuous positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Am J Cardiol.* 1985 Feb 1;55(4):296-300.
- [Lin M, Chiang HT.](#) The efficacy of early continuous positive airway pressure therapy in patients with acute cardiogenic pulmonary edema. *J Formos Med Assoc.* 1991 Aug;90(8):736-43.
- [Bersten AD, Holt AW, Vedig AE, Skowronski GA, Baggoley CJ.](#) Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. *N Engl J Med.* 1991 Dec 26;325(26):1825-30.
- [Lin M, Yang YF, Chiang HT, Chang MS, Chiang BN, Cheitlin MD.](#) Reappraisal of continuous positive airway pressure therapy in acute cardiogenic pulmonary edema. Short-term results and long-term follow-up. *Chest.* 1995 May;107(5):1379-86.
- [Pollack C Jr, Torres MT, Alexander L.](#) Feasibility study of the use of bilevel positive airway pressure for respiratory support in the emergency department. *Ann Emerg Med.* 1996 Feb;27(2):189-92.
- [Mehta S, Jay GD, Woolard RH, Hipona RA, Connolly EM, Cimini DM, Drinkwine JH, Hill NS.](#) Randomized, prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med.* 1997 Apr;25(4):620-8.
- [Wood KA, Lewis L, Von Harz B, Kollef MH.](#) The use of noninvasive positive pressure ventilation in the emergency department: results of a randomized clinical trial. *Chest.* 1998 May;113(5):1339-46.

[Takeda S, Nejima J, Takano T, Nakanishi K, Takayama M, Sakamoto A, Ogawa R.](#) Effect of nasal continuous positive airway pressure on pulmonary edema complicating acute myocardial infarction. *Jpn Circ J.* 1998 Aug;62(8):553-8.

[Pang D, Keenan SP, Cook DJ, Sibbald WJ.](#) The effect of positive pressure airway support on mortality and the need for intubation in cardiogenic pulmonary edema: a systematic review. *Chest.* 1998 Oct;114(4):1185-92.

[Hoffmann B, Welte T.](#) The use of noninvasive pressure support ventilation for severe respiratory insufficiency due to pulmonary oedema. *Intensive Care Med.* 1999 Jan;25(1):15-20.

[Rusterholtz T, Kempf J, Berton C, Gayol S, Tournoud C, Zaehring M, Jaeger A, Sauder P.](#) Noninvasive pressure support ventilation (NIPSV) with face mask in patients with acute cardiogenic pulmonary edema (ACPE). *Intensive Care Med.* 1999 Jan;25(1):21-8.

[Wysocki M.](#) Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: better than continuous positive airway pressure? *Intensive Care Med.* 1999 Jan;25(1):1-2.

[Kosowsky JM, Storrow AB, Carleton SC.](#) Continuous and bilevel positive airway pressure in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Am J Emerg Med.* 2000 Jan;18(1):91-5.

[Poponick JM, Renston JP, Bennett RP, Emerman CL.](#) Use of a ventilatory support system (BiPAP) for acute respiratory failure in the emergency department. *Chest.* 1999 Jul;116(1):166-71.

[Sharon A, Shpirer I, Kaluski E, Moshkovitz Y, Milovanov O, Polak R, Blatt A, Simovitz A, Shaham O, Faigenberg Z, Metzger M, Stav D, Yogev R, Golik A, Krakover R, Vered Z, Cotter G.](#) High-dose intravenous isosorbide-dinitrate is safer and better than Bi-PAP ventilation combined with conventional treatment for severe pulmonary edema. *J Am Coll Cardiol.* 2000 Sep;36(3):832-7.

[Delclaux C, L'Her E, Alberti C, Mancebo J, Abroug F, Conti G, Guerin C, Schortgen F, Lefort Y, Antonelli M, Lepage E, Lemaire F, Brochard L.](#) Treatment of acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory insufficiency with continuous positive airway pressure delivered by a face mask: A randomized controlled trial. *JAMA.* 2000 Nov 8;284(18):2352-60.

[Masip J, Betbese AJ, Paez J, Vecilla F, Canizares R, Padro J, Paz MA, de Otero J, Ballus J.](#) Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised trial. *Lancet.* 2000 Dec 23-30;356(9248):2126-32.

[Wigder HN, Hoffmann P, Mazzolini D, Stone A, Scholly S, Clark J.](#) Pressure support noninvasive positive pressure ventilation treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Am J Emerg Med.* 2001 May;19(3):179-81.

[Antonelli M, Conti G, Moro ML, Esquinas A, Gonzalez-Diaz G, Confalonieri M, Pelaia P, Principi T, Gregoretti C, Beltrame F, Pennisi MA, Arcangeli A, Proietti R, Passariello M, Meduri GU.](#) Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multi-center study. *Intensive Care Med.* 2001 Nov;27(11):1718-28.

[Jackson R, Jones S.](#) Towards evidence based emergency medicine: best BETs from the Manchester Royal Infirmary. NIPPV for acute cardiogenic pulmonary oedema. *Emerg Med J.* 2001 Nov;18(6):464-5.

[Levitt MA.](#) A prospective, randomized trial of BiPAP in severe acute congestive heart failure. *J Emerg Med.* 2001 Nov;21(4):363-9.

[Yan AT, Bradley TD, Liu PP.](#) The role of continuous positive airway pressure in the treatment of congestive heart failure. *Chest.* 2001 Nov;120(5):1675-85.

[Brochard L, Mancebo J, Elliott MW.](#) Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J.* 2002 Apr;19(4):712-21.

[Clark AL, Greenstone M.](#) Un bout de souffle: ventilatory support for pulmonary oedema. *Eur Heart J.* 2002 Sep;23(17):1326-8.

[Chadda K, Annane D, Hart N, Gajdos P, Raphael JC, Lofaso F.](#) Cardiac and respiratory effects of continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in acute cardiac pulmonary edema. *Crit Care Med.* 2002 Nov;30(11):2457-61.

[Kelly CA, Newby DE, McDonagh TA, Mackay TW, Barr J, Boon NA, Dargie HJ, Douglas NJ.](#) Randomised controlled trial of continuous positive airway pressure and standard oxygen therapy in acute pulmonary oedema; effects on plasma brain natriuretic peptide concentrations. *Eur Heart J.* 2002 Sep;23(17):1379-86.

[L'Her E.](#) Noninvasive mechanical ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *Curr Opin Crit Care.* 2003 Feb;9(1):67-71.

[Kallio T, Kuisma M, Alaspaa A, Rosenberg PH.](#) The use of prehospital continuous positive airway pressure treatment in presumed acute severe pulmonary edema. *Prehosp Emerg Care.* 2003 Apr-Jun;7(2):209-13.

[Giacomini M, Iapichino G, Cigada M, Minuto A, Facchini R, Noto A, Assi E.](#) Short-term noninvasive pressure support ventilation prevents ICU admittance in patients with acute cardiogenic pulmonary edema. *Chest.* 2003 Jun;123(6):2057-61.

[Moritz F, Benichou J, Vanhese M, Richard JC, Line S, Hellot MF, Bonmarchand G, Muller JM.](#) Boussignac continuous positive airway pressure device in the emergency care of acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomized pilot study. *Eur J Emerg Med.* 2003 Sep;10(3):204-8.

[Brochard L.](#) Mechanical ventilation: invasive versus noninvasive. *Eur Respir J Suppl.* 2003 Nov;47:31s-37s.

[Masip J, Paez J, Merino M, Parejo S, Vecilla F, Riera C, Rios A, Sabater J, Ballus J, Padro J.](#) Risk factors for intubation as a guide for noninvasive ventilation in patients with severe acute cardiogenic pulmonary edema. *Intensive Care Med.* 2003 Nov;29(11):1921-8.

[Tonnelier JM, Prat G, Nowak E, Goetghebeur D, Renault A, Boles JM, L'her E.](#) Noninvasive continuous positive airway pressure ventilation using a new helmet interface: a case-control prospective pilot study. *Intensive Care Med.* 2003 Nov;29(11):2077-80.

[Bersten AD.](#) Noninvasive ventilation for cardiogenic pulmonary edema: froth and bubbles? *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 Dec 15;168(12):1406-8.

[Nava S, Carbone G, Di Battista N, Bellone A, Baiardi P, Cosentini R, Marengo M, Giostra F, Borasi G, Groff P.](#) Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema: a multicenter randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 Dec 15;168(12):1432-7.

[Crane SD, Elliott MW, Gilligan P, Richards K, Gray AJ.](#) Randomised controlled comparison of continuous positive airways pressure, bilevel non-invasive ventilation, and standard treatment in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary oedema. *Emerg Med J.* 2004 Mar;21(2):155-61.

[Valipour A, Cozzarini W, Burghuber OC.](#) Non-invasive pressure support ventilation in patients with respiratory failure due to severe acute cardiogenic pulmonary edema. *Respiration.* 2004 Mar-Apr;71(2):144-51.

[L'Her E, Duquesne F, Girou E, de Rosiere XD, Le Conte P, Renault S, Allamy JP, Boles JM.](#) Noninvasive continuous positive airway pressure in elderly cardiogenic pulmonary edema patients. *Intensive Care Med.* 2004 May;30(5):882-8.

[Masip J, Paez J, Betbese AJ, Vecilla F.](#) Noninvasive ventilation for pulmonary edema in the emergency room. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004 May 1;169(9):1072-3.

[Hess DR.](#) The evidence for noninvasive positive-pressure ventilation in the care of patients in acute respiratory failure: a systematic review of the literature. *Respir Care.* 2004 Jul;49(7):810-29.

[Bellone A, Monari A, Cortellaro F, Vettorello M, Arlati S, Coen D.](#) Myocardial infarction rate in acute pulmonary edema: noninvasive pressure support ventilation versus continuous positive airway pressure. *Crit Care Med.* 2004 Sep;32(9):1860-5.

[Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, Hill NS.](#) Does noninvasive positive pressure ventilation improve outcome in acute hypoxemic respiratory failure? A systematic review. *Crit Care Med.* 2004 Dec;32(12):2516-23.

[Mehta S.](#) Continuous versus bilevel positive airway pressure in acute cardiogenic pulmonary edema? A good question! *Crit Care Med.* 2004 Dec;32(12):2546-8.

[Park M, Sangean MC, Volpe Mde S, Feltrim MI, Nozawa E, Leite PF, Passos Amato MB, Lorenzi-Filho G.](#) Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure, and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Crit Care Med.* 2004 Dec;32(12):2407-15.

[Majid A, Hill NS.](#) Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Curr Opin Crit Care.* 2005 Feb;11(1):77-81.

[Bendjelid K, Schutz N, Suter PM, Fournier G, Jacques D, Fareh S, Romand JA.](#) Does continuous positive airway pressure by face mask improve patients with acute cardiogenic pulmonary edema due to left ventricular diastolic dysfunction? *Chest.* 2005 Mar;127(3):1053-8.

[Schettino G, Altobelli N, Kacmarek RM.](#) Noninvasive positive pressure ventilation reverses acute respiratory failure in select "do-not-intubate" patients. *Crit Care Med.* 2005 Sep;33(9):1976-82.

[Agarwal R, Aggarwal AN, Gupta D, Jindal SK.](#) Non-invasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary oedema. *Postgrad Med J.* 2005 Oct;81(960):637-43.

GLOSSARIO ed ACRONIMI

CFR capacità funzionale residua
 CPAP pressione positive continua applicata alle vie aeree
 DEA dipartimento di emergenza accettazione
 EPAC edema polmonare acuto cardiogeno
 EPAP pressione positiva applicata alle vie aeree in fase espiratoria
 FC frequenza cardiaca
 FiO₂ frazione inspiratoria di O₂ nella miscela gassosa inspirata
 FR frequenza respiratoria
 IMA infarto miocardico acuto
 IPAP pressione positiva applicata alle vie aeree in fase inspiratoria
 IRA insufficienza respiratoria acuta
 IT intubazione tracheale
 NIMV ventilazione meccanica non invasiva
 PA pressione arteriosa
 PaCO₂ pressione arteriosa di CO₂
 PaO₂ pressione arteriosa di O₂
 PEEP pressione positiva continua di fine espirazione
 PSV ventilazione a supporto di pressione (o pressione di supporto inspiratorio)

UTI unità di terapia intensiva
Vt volume corrente espirato
WoB lavoro respiratorio