

Capitolo 14

Monitoraggio dei segnali del ventilatore

Luca Quareni, Andrea Tura*

QBGROUP spa, Padova

*ISIB-CNR, Padova

Vantaggi del monitoraggio remoto del ventilatore durante terapia domiciliare

Dal punto di vista clinico-assistenziale, il monitoraggio remoto dei parametri del ventilatore (Tabella 14.1), realizzabile tramite una piattaforma di telemonitoraggio, permette una valutazione tempestiva di una situazione di anormalità o comunque inadeguatezza della ventiloterapia, dovuta a problemi tecnici e/o ad inappropriato utilizzo dello strumento da parte del paziente.

Tab. 14.1

Principali parametri di ventilazione		
Parametro	Descrizione	Unità di misura
RR (Respiratory Rate)	Ritmo respiratorio: è il numero di atti respiratori al minuto	respi/min
VTI (Volume Tidal Inspired)	Volume tidale inspirato: è il volume d'aria inspirato in un atto respiratorio	mL
VTE (Volume Tidal Expired)	Volume tidale espirato: è il volume d'aria espirato in un atto respiratorio	mL
MV (Minute Volume)	Ventilazione al minuto: è il volume d'aria espirato in un minuto	L
I/E	È il rapporto tra la durata di un atto inspiratorio ed un atto espiratorio	adimensionale
PIFR (Peak Inspiratory Flow Rate)	È il picco del flusso inspiratorio	L/s
PEFR (Peak Expiratory Flow Rate)	È il picco del flusso espiratorio	L/s
PEEP (Post Ejection Expiratory Pressure)	Pressione di fine espirazione: è la pressione residua alla fine di un atto espiratorio	cmH ₂ O
PIP (Peak Inspiratory Pressure)	È il picco di pressione durante un atto inspiratorio	cmH ₂ O

In primo luogo, il monitoraggio remoto permette di valutare con regolarità il grado di *compliance* del paziente alla prescrizione di ventiloterapia. Da un lato, va osservato che sono previste delle visite di controllo domiciliari del corretto funzionamento del ventilatore, ed in tale contesto è possibile valutare il grado di utilizzo del ventilatore (la maggior parte dei ventilatori è dotata di funzione "conta-ore"). D'altra parte, è ovvio che l'informazione fornita dal conteggio complessivo delle ore di funzionamento permette di ricavare una valutazione di funzionamento medio del ventilatore, ma non fornisce informazioni più specifiche rispetto al reale utilizzo giornaliero. Il monitoraggio remoto del ventilatore, in grado di controllare il funzionamento del ventilatore in continuo (controllo evidentemente impossibile da effettuarsi tramite visite domiciliari), permette di ottenere informazioni di utilizzo ad alta granularità.

Il monitoraggio remoto di alcuni specifici parametri del ventilatore permette poi di rilevare tempestivamente eventuali malfunzionamenti o situazioni comunque a potenziale rischio per la salute del paziente. Nella modalità di funzionamento volumetrica, è particolarmente rilevante il monitoraggio della pressione di picco (PIP): una diminuzione significativa del PIP può infatti indicare possibili perdite della maschera di ventilazione. Al contrario, un aumento del PIP, specie se associato ad altri fattori riferibili dal paziente o famigliari (tosse, variazione delle secrezioni, ecc.), può essere interpretato come indicatore di possibile presenza di infezione alle vie aeree ⁽¹⁾. In modalità pressometrica, è di particolare interesse il monitoraggio della frequenza respiratoria (RR) e dei parametri di volume (VTI, VTE, MV), poiché in tale modalità non è garantito il volume erogato al paziente. Inoltre, indipendentemente dalla modalità di funzionamento, il monitoraggio dei parametri di ventilazione, specie se associati ad altri parametri (in particolare, la saturazione funzionale dell'ossigeno nel sangue ottenuta tramite pulsossimetria, e la concentrazione di anidride carbonica nell'espirato, ottenuta tramite capnografia), permette di identificare una possibile condizione di peggioramento dello stato di salute, quali l'aumento del grado di dispnea o comunque uno stato di affaticamento. Va sottolineato che alcune di queste condizioni determinano un peggioramento progressivo ma relativamente lento dei parametri di ventilazione, per cui il monitoraggio continuo o comunque regolare e ad alta frequenza (reso possibile dal telemonitoraggio) permette l'identificazione precoce di tali condizioni, prima che vi sia una situazione di reale emergenza.

Le linee guida anglosassoni ⁽²⁾ per la ventiloterapia prevedono che le visite domiciliari possano essere effettuate da personale non medico, con facoltà di eventuale modifica dei parametri di settaggio del funzionamento del ventilatore. Ciò può risultare necessario in particolare a seguito di un evento acuto (ad es. infezione delle vie aeree) che può avere determinato variazioni delle caratteristiche meccaniche del sistema respiratorio. In tale contesto, la possibilità da parte del medico prescrittore di controllare l'operato di tale personale costituisce un notevole valore aggiunto del monitoraggio remoto. In Italia, dal punto di vista medico-legale tali operazioni da parte di personale non medico non sono ammesse, ma può comunque accadere che il paziente o i suoi famigliari intervengano sul settaggio del ventilatore, sia per azione involontaria, sia nel tentativo di adattare il ventilatore ad una rilevata variazione delle condizioni di salute del paziente. Il monitoraggio remoto dei parametri di ventilazione permette un'identificazione tempestiva di un suddetto evento di manomissione del setup.

Il monitoraggio remoto può anche permettere una riduzione dei tempi di ospedalizzazione. Infatti, un paziente in ventiloterapia domiciliare è sempre un soggetto con precedente permanenza in una struttura ospedaliera. Nel caso di impossibilità di monitorare frequentemente e tempestivamente i parametri di ventilazione,

il medico prescrittore risulterà titubante nell'ordinare la dimissione del paziente, e vorrà essere estremamente certo dell'ottimo adattamento del soggetto al ventilatore. Peraltro, la prudenza del medico è giustificata dalla consapevolezza che l'incidenza di morte o di eventi gravi causati da insufficienza respiratoria acuta può essere diverse volte più alta durante la ventilazione domiciliare rispetto alla ventilazione in terapia intensiva⁽³⁾. Nel caso sia offerta la possibilità del telemonitoraggio, è probabile però che il medico possa optare per una permanenza ospedaliera più breve, nella consapevolezza di poter comunque mantenere il controllo delle condizioni della ventiloterapia. Analogamente, nel caso di riacutizzazione dei problemi respiratori, in tale contesto il medico

potrà talvolta decidere di gestire il paziente al domicilio, evitando un nuovo ricovero. Dunque, il monitoraggio remoto può risultare benefico anche in termini di riduzione dei costi sanitari⁽⁴⁾. Inoltre, è noto che un soggetto in ventiloterapia, stabile dal punto di vista respiratorio e generale, gode tipicamente di una migliore qualità di vita al di fuori dell'ospedale⁽⁵⁾.

Nella Figura 14.1 sono riportati esempi di monitoraggio dei parametri di ventilazione. In alto, si nota, almeno fino alle ore 2:00, un volume corrente espirato molto inferiore al volume corrente inspirato, sintomo di significative perdite in maschera. In basso si nota come, conseguentemente, fino all'orario suddetto la saturazione dell'ossigeno nel sangue risulti molto bassa.

Fig. 14.1


Suggerimenti per l'utilizzo della Telepneumologia

Aspetti specifici del monitoraggio remoto: collegamento a porta seriale o al circuito paziente

Il monitoraggio remoto dei parametri di ventilazione può essere effettuato collegando il ventilatore ad un PC, o ad uno strumento di telemonitoraggio, tramite una porta di interfaccia (tipicamente, una porta seriale del tipo RS-232). Tuttavia, alcuni ventilatori di vecchia generazione non dispongono di una porta seriale, per cui il collegamento non sarebbe possibile. Anche ove il collegamento alla porta seriale sia possibile, va osservato che non esiste un protocollo standard di comunicazione, per cui occorrerebbe gestire in maniera specifica il collegamento a ciascun ventilatore (persino tra le diverse versioni di uno stesso modello il protocollo di comunicazione può variare). Un'alternativa che permette di ovviare a tali inconvenienti è costituita dal collegarsi al ventilatore attraverso il circuito paziente. In tale soluzione, si utilizza un

senore di flusso che viene inserito all'interno del circuito paziente. Di tale sensore sono note le relazioni flusso-pressione (per l'inspirazione e l'espiazione). Collegando il sensore di flusso ad un sensore di pressione, effettuando le opportune misure ed elaborazioni, si possono ricavare i parametri di ventilazione senza necessità di collegamento alla porta di interfaccia del ventilatore. Altri vantaggi di tale soluzione riguardano la sicurezza:

- 1 non essendovi collegamento elettrico, si evitano possibili problemi di sicurezza elettrica derivanti dal collegamento dei due strumenti (ventilatore e strumento di telemedicina o PC);
- 2 soprattutto, si evitano possibili interferenze del software dello strumento di telemedicina o PC con il software del ventilatore, con possibili rischi, remoti ma documentati, di malfunzionamento ed anche blocco del ventilatore.

In conclusione, si suggerisce di operare monitoraggio remoto, regolare e frequente, dei parametri di ventilazione, soprattutto nei seguenti casi:

- pazienti strettamente dipendenti dal ventilatore per la sopravvivenza;
- pazienti con segni di instabilità dal punto di vista respiratorio (ad es., frequentemente soggetti ad infezioni delle vie aeree, con rischio di riacutizzazioni);
- pazienti per i quali il controllo della ventiloterapia da parte dei famigliari risulti poco attento;
- pazienti per i quali l'accesso ad una struttura ospedaliera adeguata risulti problematico, anche per eventuali ragioni geografiche.

Bibliografia

- 1) Mier-Jedrejowicz A, Brophy C, Green M. *Respiratory muscle weakness during upper respiratory tract infections*. Am Rev Respir Dis 1988;138(1):5-7.
- 2) Make BJ, Hill NS, Goldberg AI, et al. *Mechanical ventilation beyond the intensive care unit. Report of a consensus conference of the American College of Chest Physicians*. Chest 1998;113(5 Suppl):289S-344S.
- 3) Downes JJ, Pilmer SL. *Chronic respiratory failure-controversies in management*. Crit Care Med 1993;21(9 Suppl):S363-4.
- 4) Vitacca M, Bianchi L, Guerra A, et al. *Tele-assistance in chronic respiratory failure patients: a randomised clinical trial*. Eur Respir J 2009;33(2):411-8.
- 5) Jardine E, Wallis C. *Core guidelines for the discharge home of the child on long-term assisted ventilation in the United Kingdom*. UK Working Party on Paediatric Long Term Ventilation. Thorax 1998;53(9):762-7.