

Weaning da ventilazione meccanica a breve e lungo termine nei pazienti adulti. Aggiornamenti

■ STEFANO BAMBI¹, ALBERTO LUCCHINI², LAURA RASERO³

¹ Infermiere, Cure Intensive per il Trauma e Supporti Extracorporei, Azienda Ospedaliero Universitaria Careggi, Firenze; Dottorando di ricerca in Scienze Infermieristiche, Università degli Studi di Firenze

² Infermiere Coordinatore, Terapia Intensiva Generale, Azienda Ospedaliera San Gerardo di Monza Università degli Studi Milano – Bicocca

³ Infermiera, Professore Associato Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica Università degli Studi di Firenze

Riassunto

Introduzione: lo svezzamento dei pazienti adulti dalla ventilazione meccanica (VM) in terapia intensiva (TI) è tuttora tra i cosiddetti *hot topics* in area critica poiché l'aumento del tempo di permanenza in ventilazione si associa ad un incremento di mortalità. Il weaning è attualmente classificato in semplice, difficile o prolungato sulla base del tempo e dei tentativi impiegati per raggiungere l'indipendenza del paziente dal ventilatore.

Problema: questo articolo ha l'obiettivo di fornire i più recenti aggiornamenti circa il weaning da ventilazione meccanica in TI nei pazienti adulti, assieme alle controversie attuali e ad alcuni spunti di riflessione critica.

Risultati: nella VM *short term* è necessario mantenere l'attenzione focalizzata sull'individuazione precoce dei criteri di arruolamento dei pazienti ai tentativi di respiro spontaneo. I protocolli di weaning si possono configurare come strumento di omogeneizzazione degli approcci, ma sono ancora bassi i livelli di evidenza a supporto del loro impiego indiscriminato. I *bundle of care* per il weaning non sono attualmente supportati da alcun livello di evidenza scientifica. La ventilazione non invasiva sembra assumere un ruolo decisivo in termini di efficacia nella riduzione dei tempi di VM in generale, favorendo una più precoce estubazione dei pazienti ed offrendosi come strumento di prevenzione della reintubazione nei casi in cui si sviluppi nuovamente insufficienza respiratoria. La *prolonged mechanical ventilation* (PMV) viene a configurarsi al momen-

Weaning of adult patients from short and long term mechanical ventilation. Updates

■ STEFANO BAMBI¹, ALBERTO LUCCHINI², LAURA RASERO³

¹ RN, ICU for Trauma and Extracorporeal Life Support, Careggi General Hospital; PhD in Nursing Sciences Research, University of Florence

² Nurse Manager, General ICU, San Gerardo Hospital of Monza, Milan – Bicocca University

³ RN, Associate Professor at the Experimental Medicine University Clinic of Florence

Abstract

Introduction: the weaning of adult patients from mechanical ventilation (MV) in ICUs is currently a hot topic in critical care, since there is a direct correlation between the duration of mechanical ventilation and the patients' mortality. Weaning is currently classified as easy, difficult or extended weaning on the basis of time and efforts employed to achieve the patient's independence from the ventilator.

Aim: to provide the latest updates about weaning from mechanical ventilation in ICU adult patients, together with the current controversies and some critical insights.

Results: during short-term ventilation the ICU team has to constantly remain focused on early identification of the criteria for patients' enrollment to spontaneous breathing trials. The weaning protocols can be used as instruments for standardization, but presently there are still low levels of evidence to support their indiscriminate use. The weaning bundles of care are not currently supported by any level of scientific evidence. Noninvasive ventilation seems to play a decisive role in terms of effectiveness in reducing the duration of MV; it facilitates an earlier extubation of patients and is a tool for preventing reintubation when patients develop new respiratory failure. Prolonged mechanical ventilation (PMV) begins at the time of tracheostomy in patients with repeated weaning failure, although there is no optimal timing for this procedure. The PMV requires a multidimen-

to dell'esecuzione di tracheostomia nei pazienti con ripetuto fallimento di tentativi di weaning, pur non essendo ancor oggi definito un timing ottimale per la procedura. La PMV richiede, nell'obiettivo di divezzare il paziente difficile, un approccio multidisciplinare e multiprofessionale dove possono trovare spazio anche score complessi come il Burns Wean Assessment Program, tenendo presente che queste condizioni richiedono un ampio impiego di risorse e gli esiti sono frequentemente dipendenti dalle comorbidità presenti e dall'età avanzata.

Parole chiave: weaning; terapia intensiva; ventilazione meccanica; estubazione.

Editoriale

PERVENUTO IL 24/01/2015

ACCETTATO IL 20/02/2015

Gli autori dichiarano di non avere conflitto d'interesse.

Corrispondenza per richieste: Stefano Bambi, stefano.bambi@unifi.it

Weaning: definizione e problemi aperti

La definizione di svezzamento in letteratura non è univoca ed ha subito, con l'andar degli anni, alcune modificazioni soprattutto in termini di sfumature che hanno però un'importante rilevanza in termini di approccio alla pratica clinica, medica ed infermieristica. Si è passati, infatti, da definizioni estremamente essenziali come "il processo di assistere il paziente fino a respirare senza aiuto"¹ e "la transizione dal supporto ventilatorio al respiro spontaneo", presenti negli anni '90,² caratterizzate dalla semplice esplicitazione del punto finale di arrivo del processo, a costrutti più complessi, come quelli della Weaning Task Force del 2007³ che individuavano lo svezzamento dal ventilatore come un periodo della cura e assistenza che "... copre l'intero processo di liberazione del paziente dal supporto meccanico e dal tubo tracheale, incluso aspetti rilevanti delle cure terminali". L'utilizzo di termini come "liberazione" fornisce ulteriori connotazioni negative legate all'allungamento dei tempi di permanenza in ventilazione meccanica (VM) e alle complicanze correlate, mantenendo il focus sulla loro prevenzione senza trascurare il weaning cosiddetto "terminale", legato, cioè, alle pratiche di cessazione di interventi futili, tema più che mai attuale. Alcuni autori hanno coniato definizioni ampie e funzionali anche agli scopi della ricerca che hanno condotto, entrando nel dettaglio dei supporti che vengono ridotti più o meno gradatamente, fino al raggiungimento del massimo livello possibile di autonomia per le condizioni di quel paziente. È il caso di Croker & Kinner che definiscono il weaning come "la graduale riduzione del supporto respiratorio (escluso l'ossigenoterapia). Questo può essere fornito da mezzi meccanici (IPPV, NIV, "NIPPY") o circuiti esterni (T-piece, CPAP) fino al punto in cui il paziente può non richiedere più assistenza (per 24 ore al giorno), o arriva ad una posizione in cui non può essere raggiunta nessuna ulteriore riduzione del supporto. In questo caso il paziente può ancora richiedere supporto respiratorio per un dato periodo nelle 24 ore".⁴

Esistono ad oggi dei problemi ancora aperti relativi al prolungarsi della ventilazione meccanica e al processo di svezzamento ben evi-

sional approach to weaning. In this setting, complex scores like the Burns Wean Assessment Program can be employed, bearing in mind that these conditions require an extensive use of resources, and that outcomes are frequently dependent on the presence of comorbidity and old age.

Keywords: weaning; intensive care unit; mechanical ventilation; extubation

Editorial

SUBMITTED ON 24/01/2015

ACCEPTED PM 20/02/2015

The authors declare to have no conflicts of interest.

Contact person: Stefano Bambi, stefano.bambi@unifi.it

Weaning: definition and unresolved problems

Literature does not offer a unified definition of weaning, which has changed through time, especially in terms of connotations that greatly affect the approach to clinical, medical and nursing practices. In fact the term has passed from extremely basic definitions like "the process of helping patients to breathe without support"¹ and as "the transition from supported ventilation to spontaneous breathing," typical of the 1990s² that simply explain the final point of arrival of the process, across more complex concepts such as those of the Weaning Task Force of 2007³ that define weaning from ventilation as the period of care and assistance which "... covers the entire process of liberating the patient from mechanical ventilation supports and the tracheal tube, including important aspects of termination of treatments."

The use of terms such as "liberation" renders further negative connotations connected to the lengthening of mechanical ventilation time (MV) and the related complications, while remaining focused on their prevention without neglecting the so-called "termination" of weaning, i.e., in relation to the ceasing of futile interventions, which is more than ever, a current issue. Some authors have coined broad definitions that are also functional to the objective of their research works, and give detailed information on the supports that are more or less gradually discontinued, until the maximum level of independence possible is reached, according to the patient's conditions. This is the case of Croker & Kinner who define weaning as "the gradual removal of respiratory support (excluding oxygen therapy). A range of mechanical supports are provided (IPPV, NIV, "NIPPY") or external circuits (T-piece, CPAP) up to the point in which the patient no longer needs assistance (24 hours/day), or reach a point in which no further reduction of support is possible. In this case the patients may still require respiratory support for a given period within the 24 hours."⁴

As of today, there are still unresolved problems regarding the lengthening of mechanical ventilation and the weaning process,

denziati dal documento della Weaning Task Force del 2007.³ Il weaning tende ad essere ritardato determinando discomfort, rischio di complicanze per il paziente, ed aumento dei costi generali. Il tempo speso in VM dedicato al weaning è ipertrofico, rappresentando circa il 40%-50% della durata totale.³ La mortalità aumenta con l'aumento della durata della VM, in parte a causa di complicanze della ventilazione meccanica cosiddetta prolungata (*Prolonged Mechanical Ventilation* – PMV), particolarmente per polmoniti associate a ventilazione meccanica (*Ventilator Associated Pneumonia* – VAP) e traumatismo delle vie aeree.³ Un altro importante elemento di riflessione è il fatto che i pazienti in PMV sono circa il 6% di tutti quelli in VM, ma consumano il 37% delle risorse delle terapie intensive (TI). Un indicatore di qualità emergente per le cure mediche ed infermieristiche in TI, è riconducibile alle estubazioni non pianificate (*unplanned extubations* – UE), che si suddividono in estubazioni accidentali (*accidental extubations* – AE) provocate dagli operatori durante manovre mediche o infermieristiche ed autoestubazioni (*self extubations* – SE) rimozione deliberata del device endotracheale da parte del paziente.⁵ Considerando che l'83% delle UE sono SE e la metà di queste, durante weaning, non richiede reintubazione, è facile intuire che esista più di un problema per gli operatori nelle TI per quanto riguarda il precoce riconoscimento di pazienti candidati a trial di respiro spontaneo e quindi alla rimozione del supporto ventilatorio.³ Questo è ancora più grave se si considera che l'aumento del ritardo tra il giorno di presenza di criteri per l'inizio weaning e l'estubazione effettiva, comporta l'aumento della mortalità dei pazienti dal 12% al 27%.³

Quante e quali fasi del processo di weaning?

Il processo di svezzamento da VM può essere scomposto in diversi step progressivi anche se, ancor oggi, non c'è consenso su quante e quali siano le fasi del weaning, ovvero, rispetto a quando il processo abbia inizio e quando questo si ritenga completato.⁶ In **tabella 1** si riportano le fasi di weaning secondo i principali autori in letteratura. Alcuni fanno particolare riferimento al percorso progressivo fino alla rimozione della via aerea artificiale, con addirittura i criteri temporali per l'individuazione delle fasi stesse rispetto alle condizioni cliniche.⁷ Altri, molto più schematicamente si limitano a dividere la fase di titolazione del supporto ventilatorio a quella di svezzamento vero e proprio.⁴ Attualmente può essere utile, per motivi didattici, di verifica e miglioramento della qualità, adottare la scomposizione offerta dalla Weaning Task Force del 2007, non solo perché è tra le più recenti, ma soprattutto perché si caratterizza per la maggiore e puntuale individuazione di fasi rispetto a tutte le altre presenti in letteratura, tratteggiando in modo rigoroso il percorso clinico del paziente con supporto ventilatorio invasivo meccanico.³

clearly evidenced in the 2007 Weaning Task Force document.³

Weaning tends to be delayed, causing discomfort, risk of complications for the patients and the increase of general costs. The time dedicated to the weaning from MV is hypertrophic, and represents about 40%-50% of the total duration.³ Mortality increases with the increase of MV times, partly due to the complications of the so-called Prolonged Mechanical Ventilation (PMV), particularly for Ventilator-Associated Pneumonia (VAP) and trauma of the airways.³ Another element to be pondered is the fact that the patients under PMV are about 6% of all those subjected to MV, but consume 37% of the ICU resources. An indicator of quality highlighted in the medical and nursing treatments in the ICU, can be traced to the unplanned extubations (UE), that are broken down into accidental extubations (AE) and caused by operators during medical or nursing maneuvers and self extubations (SE), the deliberate removal of the endotracheal device by the patient.⁵ Considering that 83% of the UEs are SEs and half of these, during weaning, do not require reintubation, it is thus clear that there is a set of problems for IC operators and concerns the early detection of patients who should be subjected to spontaneous breathing trials, and therefore, to the removal of the ventilator support.³ This is even more serious when considering that the increased delay, between the day these criteria are manifested to indicate the start of weaning and the effective extubation itself, implies an increased patient mortality rate from 12% to 27%.³

What and how many are the phases of the weaning process?

The MV weaning process may be broken down into different, progressive steps even though up to today, there is no standardized agreement as to how many and what phases make up the weaning process, with respect to when the process begins and when this process is considered to have been completed.⁶ **Table 1** shows the weaning phases according to the main authors in literature. Some refer particularly to the progressive path up to the removal of the artificial airway, and even provide time criteria for the identification of the phases themselves, with respect to the clinical conditions.⁷ Others are more schematic and limit themselves to dividing the titration phase of the ventilatory support from that of the true and proper weaning.⁴ Actually, it may be useful for didactic purposes, to verify and improve quality, and adopt the breakdown offered by the Weaning Task Force of 2007, not only because it is one of the most recent, but above all because it stands out for having identified more and clearer phases compared to all the others found in literature, and gives a strict outline of the clinical path of the patient subjected to invasive mechanical ventilation.³

Tabella 1 – Fasi del weaning

Autori, anno	Fasi del processo di weaning
AACN Weaning continuum model (1998) ⁷	AACN Weaning continuum model (1998) 1. Acute stage: 24-72 ore 2. Prewean stage: paziente stabile ma con alti livelli di cura; valutazione regolare della capacità di weaning 3. Weaning stage: in genere breve con rapido progresso nei giorni consecutivi. Tentativo di respiro spontaneo (Spontaneous Breathing Trial – SBT) 4. Outcome stage: <ul style="list-style-type: none"> • weaning completo – weaning e rimozione delle vie aeree artificiali • weaning incompleto • richiesta di supporto ventilatorio completo; • morte
Meade et al. (2001) ⁸	I stage – Progressiva riduzione dei livelli di supporto II stage – Trial di respiro non assistito III stage – Estubazione
Boles et al. (2007) ³	Nel continuum ammissione-dimissione si rilevano: 1. Trattamento dell'insufficienza respiratoria acuta 2. Sospetto clinico che il paziente possa sostenere il processo di weaning 3. Valutazione della capacità di iniziare il weaning 4. Tentativo di respiro spontaneo (SBT) 5. Estubazione 6. Reintubazione
Crocker & Kinner, 2008 ⁴	1. Preweaning: titolazione del supporto ventilatorio 2. Weaning attivo

Quello che accomuna quasi tutti i modelli presenti in letteratura, è il concetto che il weaning, in quanto processo di liberazione dalla ventilazione meccanica, deve essere “pensato” e favorito precocemente, a partire dal momento in cui il paziente viene intubato e connesso ad un ventilatore automatico. Questo, filosoficamente, rappresenta un *reminder* sul fatto che l'intubazione e la ventilazione costituiscono un supporto temporaneo alla funzione di protezione delle vie aeree e respiratoria momentaneamente insufficiente e che deve essere rimossa precocemente a causa delle complicanze che può determinare anche in fase molto precoce.

Classificazione del weaning

Abbastanza recentemente lo svezzamento dalla VM è stato classificato in 3 categorie sulla base del tempo impiegato per raggiungere il risultato. Si parla quindi di “Weaning Semplice”, quando il successo viene ottenuto a seguito del primo tentativo con successo.³ Il “Weaning Difficoltoso” si ha quando l'interruzione della VM con successo, viene raggiunta impiegando fino a 3 tentativi di respirazione spontanea (*Spontaneous Breathing Trial* – SBT), ma con meno di 7 giorni tra il primo tentativo fallito e l'interruzione della VM con successo.³ Infine, viene individuato il “Weaning Prolungato”, qualora lo svezzamento richieda almeno 3 SBT falliti, o 7 o più giorni di VM dopo il primo tentativo fallito per ottenere il successo nell'interruzione della VM.³ Di fatto si considera il weaning completato quando il paziente riesce a stare 48 ore consecutive senza supporto ventilatorio.³ Gli autori hanno anche modificato le definizioni di successo e fallimento del weaning, in virtù del ruolo,

Table 1 – Weaning phases

Authors, year	Weaning process phases
AACN Weaning continuum model (1998) ⁷	AACN Weaning continuum model (1998) 1. Acute stage: 24-72 hours 2. Preweaning stage: patient is stable but with higher levels of care; assessment of readiness for regular weaning 3. Weaning stage: generally brief with rapid progress in the consecutive days Spontaneous Breathing Trial (SBT) 4. Outcome stage: <ul style="list-style-type: none"> • complete weaning – weaning and removal of artificial airways • incomplete weaning • request for complete ventilatory support; • death
Meade et al. (2001) ⁸	I stage – Progressive withdrawal of support levels II stage – Unassisted breathing trial III stage – Extubation
Boles et al. (2007) ³	In the admission-dismissal procedure the following is noted: 1. Treatment of acute breathing failure 2. Clinical supposition that patient is ready for a weaning procedure 3. Assessment of the capacity to tolerate weaning 4. Spontaneous breathing trial (SBT) 5. Extubation 6. Reintubation
Crocker & Kinner, 2008 ⁴	1. Preweaning: titration of the ventilator support 2. Active weaning

The concept common to almost all the models found in literature, is that weaning, as a process of liberation from mechanical ventilation, must be “targeted” and favored at an early stage, starting from the moment the patient is intubated and connected to an automatic ventilator. This is philosophically, a reminder of the fact that intubation and ventilation are temporary supports to the function of protecting the airways and momentary respiratory failure, and must be removed as soon as possible due to the premature complications that may also arise.

Weaning classification

Quite recently weaning from MV was classified into three categories on the basis of the time used to reach the outcome. It is called “Simple Weaning,” when the procedure is successful at the first attempt.³ “Difficult Weaning” occurs when the interruption of MV is successful, but after at least three Spontaneous Breathing Trials (SBT), but at less than seven days between the first failed trial and the successful withdrawal from MV.³ The last is “Prolonged Weaning,” should the weaning take at least three failed SBTs, or seven or more days of MV after the first failed trial to reach the discontinuation of MV.³ As a matter of fact, weaning is considered complete when the patients manage to stay for 48 consecutive hours without ventilator support.³ The authors also modified the definition of weaning success and failure, by virtue of the increasingly important role played by noninvasive ventilation. Weaning is thus said to be successful not only if the patient is able to be extubated, but al-

sempre più importante, rivestito dalla ventilazione non invasiva. Quindi il successo dello svezzamento viene dichiarato non solo se il paziente riesce ad essere estubato, ma anche a stare 48 ore senza supporto ventilatorio.³ Al contrario, l'esito negativo del weaning si ha in caso di fallimento del SBT, oppure reintubazione o ripristino del supporto ventilatorio a seguito di estubazione avvenuta con successo, o ancora, in caso di morte entro 48 ore dall'estubazione.³

Il dato più rilevante rispetto a questa tipologia di classificazione, è che ci sono evidenze emergenti che la mortalità intraospedaliera e, forse, anche la mortalità generale sono aumentate nei pazienti con transizione prolungata verso il respiro spontaneo.⁹

I problemi cardine del weaning vengono riassunti qui di seguito. Intanto, il weaning del paziente segue in genere un percorso logico che ha inizio con la ricerca e la risoluzione delle cause sottostanti l'insufficienza respiratoria che ha determinato l'intubazione e, contestualmente, si vagliano e si trattano tutte le possibili cause che mantengono ancora il paziente in VM (meccanica respiratoria anormale, scambi gassosi, disfunzioni neuromuscolari, compromissione cardiaca).¹⁰ La fase successiva è volta all'identificazione di criteri utili per capire se il paziente può affrontare uno SBT e metterlo in atto. Altro problema è garantire un adeguato riposo muscolare a chi non supera lo SBT, in attesa di ritentare dopo aver aggiustato le cause che ne hanno determinato il fallimento.¹⁰ Infine, nel caso in cui il paziente venga considerato persistentemente o permanentemente dipendente dal ventilatore, occorrono strategie adeguate alla sua gestione, accanto alla programmazione del trasferimento in strutture dedicate, di lungodegenza, dove sia prevista una pianificazione estesa per la gestione dei pazienti che probabilmente rimarranno permanentemente dipendenti dal ventilatore.¹⁰

Conduzione del processo di weaning

Il processo di svezzamento da ventilazione meccanica si articola essenzialmente attorno ad una serie di valutazioni ed interventi, che vanno a costituire algoritmi più o meno complessi, ma che in linea di massima sono sovrapponibili a quello riportato in **figura 1**.

In realtà, i nodi fondamentali del processo di svezzamento stanno nel:

1. rilievo quotidiano dei criteri di ingresso per il paziente ad un trial di respiro spontaneo (o ad una lenta riduzione della pressione di supporto);
2. nella verifica del successo o fallimento del tentativo di weaning e nella cessazione della VM (con eventuale estubazione);
3. nel ripristino del supporto ventilatorio completo, per favorire il riposo muscolare del paziente

e, al contempo, nel ricercare tutte le cause reversibili di fallimento, per andare a fare uno screening della presenza dei criteri di candidatura ad un nuovo SBT per il giorno successivo.

Lo svezzamento dalla ventilazione meccanica è storicamente considerato più arte che scienza, dal momento che le modalità di gestione del percorso clinico e le strategie ventilatorie impiegate sono da sempre rimaste dipendenti dal giudizio clinico dei singoli medici o delle abitudini dei gruppi di lavoro in terapia intensiva.⁶ In tempi relativamente re-

so stays for 48 hours without ventilator support.³ On the contrary, the negative outcome of the weaning occurs with the failure of the SBT, or when reintubation or ventilatory support is resumed subsequent to a successful extubation or even in case of death within the 48 hours after extubation.³

The most significant data related to this type of classification, is that there are clear evidences that intra-hospital mortality or perhaps even general mortality have increased in patients with prolonged transitions toward spontaneous breathing.⁹

The core problems of weaning are summarized later. In the meantime, the weaning of the patients follows a logical path which starts from the detection and resolution of the underlying causes of respiratory failure that determined the intubation and, at the same time, the analysis and treatment of all the possible causes that keep the patient under MV (abnormal mechanical respiration, gas exchanges, neuromuscular disorders, unstable heart conditions).¹⁰ The succeeding phase concerns the identification of criteria that may help to determine whether the patient can face a SBT and its implementation. Another problem is to guarantee an adequate muscular rest for those who do not pass the SBT, while waiting to attempt another test after having resolved the causes that determined the test failure.¹⁰ Lastly, in cases where the patient is considered persistently or permanently dependent on the ventilator, adequate management strategies are needed, along with the scheduling of transfer to dedicated long-stay facilities that provide for an extensive management plan of patients who will probably remain permanently ventilator-dependent.¹⁰

Carrying out the weaning procedure

The process of weaning from mechanical ventilation is essentially structured around a series of evaluations and interventions that will make up more or less complex algorithms, but which on the whole, can overlap with those given in **Figure 1**.

In reality, the fundamental tenets of the weaning process lie in the:

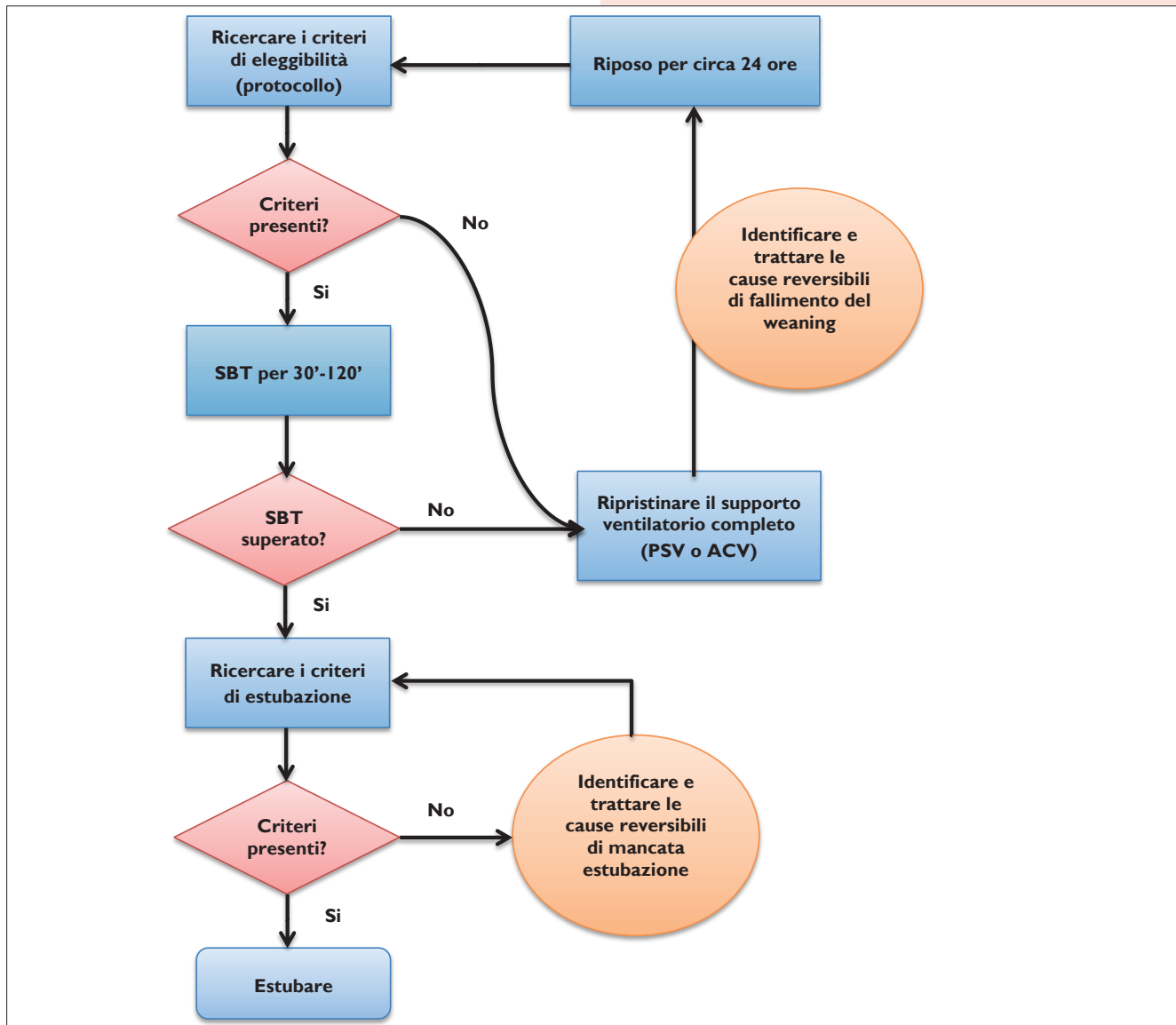
1. daily screening of criteria for enlisting of the patient to a spontaneous breathing trial (or to a slow withdrawal from the pressure of support);
2. verification of the success or failure of the weaning attempt and in the ceasing of MV (with possible extubation);
3. resumption of complete ventilation, to favor muscular relaxation of the patient.

and at the same time, trying to discover all the reversible causes of failure, or subjecting the patient to a screening of the presence of criteria favorable to a new SBT the next day.

Weaning from mechanical ventilation is historically more of an art than a science, given that the management modes of the clinical path and ventilatory strategies used always depend on the clinical judgment of the single clinicians or the habits of the ICU work groups.⁶ In very recent times, there has been a growing conviction that weaning conducted on the basis of protocols are more effec-

Figura 1 – Conduzione del processo di weaning da ventilazione meccanica invasiva (tradotta e adattata da Epstein SK (2009)¹¹)

Figure 1 – Carrying out weaning from invasive mechanical ventilation (translated and adopted by Epstein SK. (2009)¹¹)



centi, si è fatta strada l'ipotesi che lo svezzamento condotto sulla base di protocolli sia più efficace rispetto a quello gestito dalla variabilità del giudizio clinico individuale. Accanto a questo, sono state proposte come responsabili del processo, figure diverse da quella medica, cioè terapisti della respirazione (solo in Nord-America) e infermieri. I protocolli di weaning si fondano essenzialmente su 3 pilastri: criteri definiti e chiari per identificare quando un paziente è pronto; una guida per ridurre gradualmente il supporto ventilatorio, o condurre uno SBT; criteri per determinare quando un paziente è pronto per l'estubazione.¹² In **tabella 2** si riportano le principali strategie ventilatorie utilizzate nello svezzamento, derivanti dagli studi presenti in letteratura e riassunti nella revisione sistematica di Blackwood et al. del 2010.¹³ Una particolare modalità di condu-

tive than those handled according to the single physician's decision-making at the bedside. Along with this, came the proposal to entrust these procedures to figures other than the medical staff, that is, respiratory care practitioners (only in North-America) and nurses. The weaning protocols are essentially based on three pillars: definite and clear criteria that identify when a patient is ready; a guide to gradually reduce ventilatory support or carrying out a SBT; and criteria that determine when a patient is ready for extubation.¹² **Table 2** shows the main ventilatory strategies used in weaning, taken from the studies found in literature and summarized in the systematic review of Blackwood et al. of 2010.¹³ A particular way of performing the SBT which was discreetly diffused, is the application of

zione di SBT che ha trovato una discreta diffusione, è quella dell'applicazione di tubo a T, cioè un sistema di ossigenoterapia ad alti flussi da poter erogare al paziente con tubo endotracheale grazie ad un raccordo a forma di T, deconnettendolo dal ventilatore automatico, e senza l'ausilio di pressione positiva di fine espirazione. Il presupposto di questa modalità di SBT è che il paziente, se riesce a respirare senza fatica attraverso le resistenze offerte dal tubo tracheale senza necessità di pressione assistita o bassi livelli di Pressione Positiva Continua delle Vie Aeree (CPAP), può essere estubato con successo. Gli autori, infatti sostengono che il test di weaning non dovrebbe includere la Pressione Positiva di Fine Espirazione (PEEP) e quindi la strategia del T-tube rappresenta l'approccio più realistico.¹⁴ Ladeira e collaboratori hanno pubblicato nel 2014 una revisione sistematica di 9 trial clinici randomizzati su un totale di 1.208 pazienti.¹⁵ Per quanto esente da particolari rischi di bias, l'analisi dei risultati non ha messo in mostra differenze statisticamente significative tra l'uso di PSV e tubo a T in termini di successo nel weaning (RR 1.07, IC 95%: 0.97-1.17, 9 studi, evidenze di bassa qualità), mortalità in terapia intensiva (RR 0.81, IC 95%: 0.53 – 1.23, 5 studi, evidenze di bassa qualità), reintubazione (RR 0.92, IC 95%: 0.66-1.26, 7 studi, evidenze di bassa qualità), lunghezza di degenza in TI e in strutture per *long-term* weaning (differenza media -7.08 giorni, IC 95%: -16.26 -2.1, 2 studi, evidenze di bassa qualità), e polmoniti (RR 0.67, IC 95%: 0.08-5.85, 2 studi, evidenze di bassa qualità).¹⁵ La PSV si è dimostrata significativamente superiore al tubo a T per il successo nella conduzione degli SBT (RR 1.09, IC95%: 1.02 – 1.17, 4 studi, evidenze di qualità moderata).¹⁵

Per quanto concerne l'efficacia dell'impiego dei protocolli di svezzamento rispetto a quello condotto tradizionalmente sul giudizio clinico individuale, la letteratura non ha ancora saputo fornire una chiara risposta. Una recente revisione sistematica del gruppo Cochrane, che ha raccolto 11 studi per 1.971 pazienti complessivi, ha messo in mostra una riduzione della media geometrica della durata totale della VM del 25% a favore del gruppo di pazienti svezzati con protocollo (10 trial, IC 95% 9%-39%, $p = 0.006$).¹³ Sempre a favore dell'approccio con protocolli, emerge una riduzione del tempo di svezzamento del 78% (6 trials, IC95%: 31%-93%, $p=0.009$) e della lunghezza della degenza in TI (8 trials, IC95%: 2%-19%, $p=0.02$).¹³ Il problema con questi risultati, come sottolineato dagli autori della revisione, è la presenza di importante eterogeneità tra gli studi sia per quanto riguarda la durata della ventilazione meccanica ($I^2 = 76%$, $p < 0.01$) che per quella del weaning ($I^2 = 97%$, $p < 0.01$), determinando una riduzione del valore generale delle prove di efficacia.¹³

Molto del merito dei protocolli viene attribuito da alcuni autori alla facoltà dell'operatore di rilevare sistematicamente la capacità del paziente di tollerare un SBT. Qualche studio, anche su larga scala, non è riuscito a replicare il successo dei protocolli. Ciò può essere imputato anche a problemi organizzativi, di compliance da parte del personale, o di composizione dello staff (alta presenza di medici).¹³ Interessante anche il ruolo dei protocolli per la riduzione dei livelli di sedazione e dei tempi di sedazione del paziente, che sembra correlarsi ad un maggior successo dei tentativi di svezzamento e quindi ad una riduzione dei tempi di degenza dei pazienti in TI.¹³ Non emer-

a T-piece, which is a system of high-flowing oxygen therapy, and due to its T-joint is administered to the patient through an endotracheal tube, disconnecting him/her from the automatic ventilator and without positive end-expiratory pressure. This SBT procedure presupposes that the patient, if able to breathe without effort through the resistances offered by the tracheal tube without requiring assisted pressure or low levels of Continual Positive Airway Pressure (CPAP), can be successfully extubated. The authors, in fact, sustain that the weaning test should not include the Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) and that the T-tube strategy is thus the more realistic approach.¹⁴ Ladeira and colleagues published in 2014, a systematic review of 9 randomized clinical trials on a total number of 1,208 patients.¹⁵ Though without particular bias risks, the analysis of the results did not highlight any statistically important differences between the use of the PSV and T-tube in terms of successful weaning (RR 1.07, IC 95%: 0.97-1.17. Nine studies evidenced low quality), mortality in the ICU (RR 0.81, IC 95%: 0.53 – 1.23. Five studies, evidenced low quality), reintubation (RR 0.92, IC 95%: 0.66-1.26, Seven studies, evidenced low quality), length of stay in the IC and in *long-term* weaning facilities (mean difference -7.08 days, IC 95%: -16.26 -2.1, Two studies were of low quality), and pneumonia (RR 0.67, IC 95%: 0.08-5.85. Two studies evidenced low quality).¹⁵ The PSV demonstrated to be much more superior to the T-tube for the success of the SBT (RR 1.09, IC95%: 1.02 – 1.17. Four studies evidenced moderate quality).¹⁵

As to the efficacy of the use of weaning protocols compared to those performed traditionally on the basis of the individual physician's clinical decisions, literature still has not furnished a clear answer. A recent systematic review of Cochrane, a group that gathered 11 studies for a total number of 1971 patients, highlighted a reduction of the geometric mean of the total duration of MV by 25% in favor of the group of patients weaned with protocols (10 trials, IC 95% 9%-39%, $p = 0.006$).¹³ Still in favor of the approach with protocols, weaning time was reduced by 78% (6 trials, IC95%: 31%-93%, $p=0.009$) and the length of stay in the IC (8 trials, IC95%: 2%-19%, $p=0.02$).¹³ The problem with these results, as the authors underlined, is the presence of heterogeneous elements between the studies with regard to both the duration mechanical ventilation ($I^2 = 76%$, $p < 0.01$) as well as that of weaning ($I^2 = 97%$, $p < 0.01$), determining a reduction of the general value of the effectiveness tests.¹³

Some authors attribute most of the credit to the faculty of the operator to systematically gauge the patient's capacity to tolerate an SBT. Some studies, also large-scale, were not able to repeat the protocols successfully. This may be due also to organizational problems regarding compliance on the part of the personnel, or of the composition of the staff (presence of many physicians).¹³ An interesting feature of the role of protocols is the reduced sedation levels and patient's sedation time, which seem correlated to greater success in weaning attempts and a reduced length of the patient's stay in the ICU.¹³ What is not very evident is whether better weaning results are

ge molto rispetto ad evidenze di migliori risultati per lo svezzamento quando il protocollo viene diretto dall'infermiere piuttosto che dal medico. Invece sembra che i professionisti non medici tendano, in generale, ad aderire in modo più rigoroso rispetto ai medici alle indicazioni contenute all'interno dei protocolli.¹³

Tabella 2 – Principali strategie ventilatorie utilizzate durante il weaning¹³

Modalità di ventilazione
Spontaneous Breathing Trial mediante CPAP 5 cmH ₂ O per 2 ore
Spontaneous Breathing Trial mediante CPAP 5 cmH ₂ O per 1 ora
Spontaneous Breathing Trial mediante CPAP 2-3 cmH ₂ O, FiO ₂ 0.4 per 1 ora
Spontaneous Breathing Trial mediante PSV 6 cmH ₂ O, PEEP 5 cmH ₂ O per 30-60 minuti
Spontaneous Breathing Trial mediante PSV 8 cmH ₂ O, PEEP 8 cmH ₂ O per 30 minuti in pz ≤ 72 ore dall'ammissione; se pz con ammissione > 72 ore, riduzione progressiva di IMV, PSV e PEEP per raggiungere FiO ₂ 0.5, PSV 8 cmH ₂ O, PEEP 8 cmH ₂ O e quindi iniziare Spontaneous Breathing Trial mediante PSV 8 cmH ₂ O, PEEP 8 cmH ₂ O per 30 minuti
Spontaneous Breathing Trial mediante PSV 7 cmH ₂ O, PEEP 5 cmH ₂ O, FiO ₂ 0.4 e SIMV RR 1 atto/m' per 2 ore
SIMV e PSV in riduzione progressiva per ottenere SIMV 0 atti/m' e PSV 4 cmH ₂ O
Riduzione progressiva automatica computerizzata di SIMV e PSV per ottenere SIMV RR 2 atti/m' e PSV 5 cmH ₂ O
Riduzione progressiva con SmartCare automatico computerizzato per ottenere PSV 7 cmH ₂ O e PEEP 5 cmH ₂ O
Riduzione progressiva di PSV con SmartCare automatico computerizzato

Legenda: CPAP=continuous positive airway pressure; IMV=intermittent mechanical ventilation; PEEP=positive end expiratory pressure; PSV=pressure support ventilation; pz.=paziente RR=respiratory rate; SBT=spontaneous breathing trial; SIMV=synchronized intermittent mechanical ventilation

Ad oggi non sembrano aver trovato particolare diffusione, invece, i protocolli di weaning gestiti in automatismo da software appositamente realizzati per i ventilatori automatici. Anche questi sono stati oggetto di revisione sistematica da parte della Cochrane Collaboration, che ha individuato un solo trial randomizzato di buona qualità su 300 pazienti, nel quale si comparava il sistema SmartCare™ Dräger® ad un protocollo di svezzamento scritto.¹⁶ Ad eccezione di un vantaggio clinicamente marginale rappresentato dalla riduzione del tempo di inizio del primo SBT (differenza media -0.34 giorno, CI95%: -0.60 – -0.08; p = 0.01), non si rilevano benefici in termini di risultati clinici maggiori e minori come il tempo del primo SBT di successo, estubazione con successo, durata complessiva della ventilazione meccanica, lunghezza di degenza in TI e ospedaliera, necessità di tracheostomia, auto-estubazione, re-intubazione e mortalità.¹⁶

Concettualmente vicini all'impiego dei protocolli, alcuni autori hanno tentato l'introduzione di *bundle of care* (definiti come pacchetti di assistenza costituiti da 3-5 interventi di comprovato elevato livello di efficacia – livello 1 che, se messi in atto tutti insieme, determinano un'evi-

obtained when the protocol is administered by the nurse rather than the physician. Instead, it appears that in general the non-medical professionals tend to adhere more faithfully than the physicians, to the instructions given by the protocols.¹³

Table 2 – Main ventilation strategies used during weaning¹³

Ventilation procedures
Spontaneous Breathing Trial through CPAP 5 cmH ₂ O for 2 hours
Spontaneous Breathing Trial through CPAP 5 cmH ₂ O for 1 hour
Spontaneous Breathing Trial through CPAP 2-3 cmH ₂ O, FiO ₂ 0.4 for 1 hour
Spontaneous Breathing Trial through PSV 6 cmH ₂ O, PEEP 5 cmH ₂ O per 30-60 minutes
Spontaneous Breathing Trial through PSV 8 cmH ₂ O, PEEP 8 cmH ₂ O per 30 minutes in patients ≤ 72 hours from admission; if patients with admission > 72 hours, progressive reduction of IMV, PSV and PEEP to reach FiO ₂ 0.5, PSV 8 cmH ₂ O, PEEP 8 cmH ₂ O and therefore start Spontaneous Breathing Trial through PSV 8 cmH ₂ O, PEEP 8 cmH ₂ O for 30 minutes
Spontaneous Breathing Trial through PSV 7 cmH ₂ O, PEEP 5 cmH ₂ O, FiO ₂ 0.4 and SIMV RR 1 acts/m' for 2 hours
SIMV and PSV in progressive reduction to achieve SIMV 0 acts/m' and PSV 4 cmH ₂ O
Computerized, progressive automatic reduction of SIMV and PSV to achieve SIMV RR 2 acts/m' and PSV 5 cmH ₂ O
Progressive reduction with SmartCare computerized automatic to achieve PSV 7 cmH ₂ O and PEEP 5 cmH ₂ O
Progressive reduction of PSV with SmartCare computerized automatic

Legend: CPAP=continuous positive airway pressure; IMV=intermittent mechanical ventilation; PEEP=positive end expiratory pressure; PSV=pressure support ventilation; RR=respiratory rate; SBT=spontaneous breathing trial; SIMV=synchronized intermittent mechanical ventilation

As of today the weaning protocols run automatically by specifically designed software for automatic ventilators seem to have been particularly diffused. Also these were subjected to a systematic review on the part of the Cochrane Collaboration, that identified only one randomized trial of good quality, carried out on 300 patients, on whom the SmartCare™ Dräger® system was compared to a written weaning protocol.¹⁶ Except for a clinically marginal advantage seen in the reduced start time of the first SBT (mean difference -0.34 days, CI95%: -0.60 – -0.08; p = 0.01), no other benefits were highlighted in terms of greater and less clinical results like the time of the first successful SBT, successful extubation, overall duration of mechanical ventilation, length of hospital stay and in the ICU, need for tracheostomy, self-extubation, reintubation and mortality.¹⁶

Conceptually in favor of the use of protocols, some authors tried to introduce care bundles (defined as a set of assistance procedures consisting in three to five interventions proven to be have a high, or

denza di miglioramento dell'outcome del paziente) dedicati allo svezzamento.⁴ In realtà esiste attualmente una sola esperienza in letteratura nella quale si è tentata l'applicazione di un "preweaning care bundle" e un "weaning care bundle" su 50 pazienti inglesi con risultati pressoché deludenti, probabilmente da imputare anche a scarsa compliance infermieristica agli stessi *bundle of care*, all'assegnazione dei pazienti da svezzare ad infermieri con minor esperienza ed al fatto che frequentemente il weaning veniva lasciato per ultimo nella lista delle attività da svolgere.⁴ Infine si registravano piani di weaning scritti solo nel 62.5% (su 32 pazienti) ed una dubbia assegnazione dei ruoli.⁴ Esistono poi limiti intrinseci al progetto, quali la mancanza di evidenze scientifiche a supporto degli interventi che formano i *bundle*, la multifattorialità del weaning, l'individualità del processo del weaning (elementi fisiologici e psicologici) e la progressione non sempre lineare del suo sviluppo.⁴

Tra le strategie ventilatorie che forniscono un consistente supporto al processo di svezzamento dalla ventilazione meccanica, c'è la ventilazione non invasiva (NIV). I 3 ambiti di applicazione della NIV al weaning sono: l'utilizzo come tecnica alternativa per i pazienti che falliscono il weaning convenzionale; misura profilattica per pazienti ad alto rischio di reintubazione; trattamento per l'insufficienza respiratoria dopo l'estubazione (fallimento dell'estubazione). Nel 2010, Burns e collaboratori hanno effettuato una revisione sistematica relativa all'impiego della NIV nell'ambito dello svezzamento dalla VM.¹⁷ Gli studi controllati analizzati sono stati 16 e prevalentemente su pazienti affetti da broncopneumopatia cronica ostruttiva (*Chronic Obstructive Pulmonary Disease* – COPD).¹⁷ L'impiego di NIV nel weaning riduce la mortalità rispetto alla ventilazione a pressione positiva intermittente (*Intermittent Positive Pressure Ventilation* – IPPV), seppure in modo non statisticamente significativo (RR 0.81, IC95%: 0.47-1.40).¹⁷ Il vantaggio si fa nettamente chiaro se si analizzano i dati solo sulle popolazioni affette da COPD (RR 0.36, IC95%: 0.24-0.56).¹⁷ La NIV riduce in modo significativo il fallimento del weaning (RR 0.63, IC95%: 0.42-0.96), le VAP (RR 0.25, IC95%: 0.15-0.43), la lunghezza di degenza in TI (differenza media -5.59 giorni IC95%: -7.90 – -3.28 giorni) e in ospedale (differenza media -6.04 giorni IC95%: -9.22 – -2.87 giorni), e riduce la durata della VM (differenza media -5.64 giorni IC95%: -9.50 – -1.77 giorni) e la durata della ventilazione meccanica invasiva (differenza media -7.44 giorni IC95%: -10.34 – -4.55 giorni).¹⁷ Infine la NIV riduce la necessità di tracheostomia (RR 0.19; IC95%: 0.08-0.47) e la quota di reintubazioni (RR 0.65; IC95%: 0.44-0.97).¹⁷

Per quanto riguarda la conduzione del processo di weaning, la rilevazione dei criteri di ingresso ad un trial di respiro spontaneo prevede il controllo della contemporanea presenza di alcuni requisiti. **(Tabella 3)**

level I effectiveness and which, if implemented together evidence a better patient outcome) dedicated to weaning.⁴ In reality there is currently only one experience in literature which tried to apply a "preweaning care bundle" and "weaning care bundle" on 50 English patients with practically disappointing outcomes, probably caused by the scarce compliance to the care bundles of the nurses themselves, the assigning of patients to be weaned to nurses with less experience and the fact that frequently, weaning was left at the bottom of the list of activities to be performed.⁴ Lastly, only in 62.5% (out of 32 patients) were there notes on weaning plans, and a dubious assignment of roles.⁴ There were also intrinsic limits to the project, such as the lack of scientific evidence to support the interventions of the bundles, the multifactors implied in the weaning, the individuality of the weaning process (physiological and psychological factors) and the not always linear development.⁴

One of the ventilatory strategies that provide consistent support to the weaning process from mechanical ventilation is Noninvasive ventilation (NIV). NIV can be applied during weaning in three settings that foresee: its use as a technical alternative for the patients that fail the conventional weaning procedures; as a prophylaxis measure for patients with a high risk of reintubation; and as a treatment for respiratory failure after extubation (failed extubation). In 2010, Burns and colleagues effected a systematic review related to the use of the NIV during weaning from MV.¹⁷ Sixteen controlled studies were analyzed prevalently on patients affected by *Chronic Obstructive Pulmonary Diseases* (COPD).¹⁷ The use of NIV for weaning reduced mortality with respect to Intermittent Positive Pressure Ventilation (IPPV), though not in a statistically relevant manner (RR 0.81, IC95%: 0.47-1.40).¹⁷ The benefit becomes very clear upon analyzing only the data of the population affected by COPD (RR 0.36, IC95%: 0.24-0.56).¹⁷ NIV greatly reduces weaning failure (RR 0.63, IC95%: 0.42-0.96), the VAP (RR 0.25, IC95%: 0.15-0.43), length of stay in the ICU (mean difference -5.59 days IC95%: -7.90 – -3.28 days) and hospital (mean difference -6.04 days IC95%: -9.22 – -2.87 days), duration of the MV (mean difference -5.64 days IC95%: -9.50 – -1.77 days) and duration of the invasive mechanical ventilation (mean difference -7.44 days IC95%: -10.34 – -4.55 days).¹⁷ Lastly, NIV reduces the need for tracheostomy (RR 0.19; IC95%: 0.08-0.47) and the reintubation rate (RR 0.65; IC95%: 0.44-0.97).¹⁷

Further to the performing of weaning, the examination of the criteria favorable to a spontaneous breathing trial implies the simultaneous verification of some requisites. **(Table 3)**

Tabella 3 – Criteri di valutazione della capacità di svezzamento³

Criteri di capacità di weaning
<ul style="list-style-type: none"> • risoluzione della malattia acuta che ha causato l'intubazione • assenza di sedazione o adeguato stato di coscienza durante sedazione (o paziente neurologico stabile) • tosse adeguata • assenza di eccesso di secrezioni tracheo-bronchiali • SaO₂ > 90% con FiO₂ ≤ 0.4 (o PaO₂/FiO₂ ≥ 150) • PEEP ≤ 8 cmH₂O • FR ≤ 35 atti/m' • TV > 5 mL/Kg • FR/TV < 105 respiri/m'xL • assenza di acidosi respiratoria significativa • stabilità dello status cardiovascolare (es. FC ≤ 140 b/m', PAs 90-160 mmHg, assenza o minime dosi di vasopressori) • status metabolico stabile

Legenda: FiO₂ – Frazione Inspiratoria dell'Ossigeno; FR – Frequenza Respiratoria; PEEP – Positive End Expiratory Pressure, Pressione Positiva di Fine Espirazione; TV – Tidal Volume, Volume Corrente

Accanto ai principali parametri clinici per decidere se sono presenti i criteri per iniziare lo svezzamento, da molti anni, in letteratura si dibatte su quali possano essere i test più affidabili in termini di predittività di successo. Numerosi autori sostengono che affidarsi alla quota di assistenza ventilatoria sia spesso inadeguato e un test di screening che porti al respiro non assistito è cruciale: il *Rapid Shallow Breathing Index* (RSBI), una sistematica riduzione della pressione di supporto o l'uso di criteri generali costituiscono possibili approcci.¹⁴

Il RSBI dato da frequenza respiratoria diviso volume corrente (f/TV), se < 105 atti/m'/L (valutato in CPAP con il livello di PEEP usato durante VM), presenta livelli di sensibilità 0.97 e specificità 0.64.¹⁸ Questo score sembra migliorare molto la sua performance quando viene espresso in termini di variazione nel tempo su 2 misurazioni in tempi successivi: RSBI rate = [(RSBI2 – RSBI1)/RSBI1] x 100. L'RSBI rate con punteggi < 20%, presenta sensibilità 90% e specificità 100%.¹⁸ Un altro indice di ampia diffusione è rappresentato dalla pressione di occlusione inspiratoria a 0.1 secondo P_{0.1} (indicatore di drive respiratorio), che risulta predittivo di successo del weaning con valori < 5.5 cmH₂O.¹⁸ Alcuni autori hanno anche proposto l'utilizzo di test combinati. In realtà l'impiego del RSBI + P_{0.1} aggiunge poco in termini di sensibilità e specificità ed il *Compliance, Resistance, Oxygenation, Pressure index* (CROP index) calcolato con la formula ((Cdyn X Pmax X [PaO2/PAO2])/FR) non si è dimostrato superiore al solo RSBI.¹⁸ Anche per gli altri parametri predittivi del weaning più comunemente diffusi, i rispettivi valori soglia (e cioè la Ventilazione Minuto – 15 lt/m'; Pressione Inspiratoria Massima – -15 cmH₂O, e Volume Corrente – 4 ml/kg) a fronte di elevate sensibilità, che vanno tra il 78% ed il 100%, presentano invece valori molto ridotti di specificità (11% – 36%).¹⁹ Dal punto di vista clinico, questo si traduce nel fatto che i test risultano eccessivamente conservativi, impedendo in percentuali elevate l'individuazione di pazienti che potrebbero realmente essere in grado di respirare da soli.¹⁹

Per quanto riguarda i criteri di fallimento degli SBT, è evidente come siano le alterazioni dei parametri neurologici, respiratori ed emo-

Table 3 – Criteria for the assessment of weaning requisites

Weaning capacity criteria
<ul style="list-style-type: none"> • resolution of the acute disease that caused the intubation • absence of sedation or adequate state of consciousness during sedation (or neurologically stable patient) • adequate coughing ability • absence of excessive tracheo-bronchial secretions • SaO₂ > 90% with FiO₂ ≤ 0.4 (o PaO₂/FiO₂ ≥ 150) • PEEP ≤ 8 cmH₂O • FR ≤ 35 acts/m' • TV > 5 mL/Kg • FR/TV < 105 breaths/m'xL • Absence of significant respiratory acidosis • stability of cardiovascular status (e. g. FC ≤ 140 b/m', PAs 90-160 mmHg, absence or minimum doses of vasopressors) • stable metabolic status

Legend: FiO₂ – Fraction of Inspired Oxygen FR – Respiration Frequency; PEEP – Positive End Expiratory Pressure; TV – Tidal Volume, Current Volume

Along with the main clinical parameters that are decisive in assessing the positive criteria for the start of weaning, for many years there has been an ongoing debate in literature with regard to the more reliable prediction tests to use. Numerous authors sustain that reliance on the rate of ventilatory assistance is often inadequate and a screening test that indicates unassisted breathing is crucial: the Rapid Shallow Breathing Index (RSBI), a systematic reduction of the support pressure or the use of general criteria offers some approach possibilities.¹⁴

The RSBI data of respiratory frequency divided by current volume (f/TV), if < 105 atti/m'/L (assessed under CPAP with the PEEP level used during MV), presents sensitivity levels of 0.97 and specificity of 0.64.¹⁸ This score seems to greatly improve in performance when expressed in terms of variations in time out of two measurements taken in succeeding moments: RSBI rate = [(RSBI2 – RSBI1)/RSBI1] x 100. L'RSBI rate with score < 20%, presents a sensitivity of 90% and specificity of 100%.¹⁸ Another widely diffused index is represented by the pressure of inspiratory occlusion of 0.1 second P_{0.1} (respiratory drive indicator), that results as a forecast of weaning success with values < 5.5 cmH₂O.¹⁸ Some authors have proposed the use of combined tests. In reality the use of the RSBI + P_{0.1} adds very little in terms of sensitivity and specificity and the Compliance, Resistance, Oxygenation, Pressure index (CROP) calculated with the formula (Cdyn X Pmax X [PaO2/PAO2])/FR) did not demonstrate to be superior only to the RSBI.¹⁸ Also the other more diffused weaning prediction parameters, and respective threshold values (i.e., Ventilation per Minute – 15 lt/m'; Maximum Inspiratory Pressure – -15 cmH₂O, and Current Volume – 4 ml/kg) compared to elevated sensitivity ranging between 78% and 100%, present instead very low specificity values (11% – 36%).¹⁹ From the clinical standpoint, this translates to the fact that the tests have shown to be excessively conservative, and elevated percentages are a hindrance in identifying the patients who could in reality be able to breathe by themselves.¹⁹

With regard to the SBT failure criteria, it is clear how the alteration of the neurological, respiratory and hemodynamic parameters,

dinamici a determinare, in concomitanza o singolarmente, il giudizio clinico circa la necessità di interrompere il trial di weaning e ripristinare il supporto ventilatorio del paziente. (Tabella 4)

Tabella 4 – Criteri di fallimento dello Spontaneous Breathing Trial³

Criteria di fallimento dello Spontaneous Breathing Trial
<ul style="list-style-type: none"> • Agitazione e ansietà • Riduzione del sensorio • Cianosi • Diaforesi • Evidenze di aumento dello sforzo inspiratorio <ul style="list-style-type: none"> – Uso dei muscoli accessori – Espressioni facciali di distress – Dispnea • PaO₂ ≤ 50-60 mmHg con FiO₂ ≥ 0.5, o SaO₂ < 90% • PaCO₂ > 50 mmHg o aumento della PaCO₂ ≥ 8 mmHg • pH < 7.32 o riduzione del pH ≥ 0.07 unità • FR/TV > 105 respiri/m³L • FR > 35 atti/m³ o aumento ≥ 50% • FC > 140 b/m³ o aumento ≥ 20% • PAs > 180 mmHg o aumento ≥ 20% • PAs < 90 mmHg • Aritmie cardiache

Legenda: FiO₂ – Frazione Inspiratoria dell'Ossigeno; FR – Frequenza Respiratoria; PaCO₂ – Pressione parziale dell'anidride carbonica; PaO₂ – Pressione parziale arteriosa dell'ossigeno; PAs – Pressione arteriosa sistolica; PEEP – Positive End Expiratory Pressure, Pressione Positiva di Fine Espirazione; SaO₂ – Saturazione arteriosa dell'ossigeno; TV – Tidal Volume, Volume Corrente;

Estubazione

Divezzare un paziente dal ventilatore meccanico non significa necessariamente poter fare a meno della via aerea artificiale. Si distingue, infatti, il concetto di weaning da quello di estubazione. La rimozione del tubo tracheale presuppone la capacità del paziente di respirare autonomamente, ma anche senza via aerea artificiale.¹¹ I criteri necessari a procedere all'estubazione del paziente al termine di un SBT sono: stato cognitivo (negativo se incapacità a compiere 4 comandi semplici); valutazione della pervietà delle vie aeree; valutazione della capacità di mantenimento della pervietà; valutazione della capacità di clearance mucociliare (cut off negativo picco di flusso della tosse < 60 L/m³).¹¹ Quest'ultimo parametro, assieme al volume di secrezioni respiratorie (cut off positivo se aspirazioni > ogni 2 ore; cut off negativo volume > 2.5 ml/h) sono stati impiegati per studi di ricerca, ma, chiaramente, risultano di scarsa applicabilità nella clinica.¹¹ Una delle complicanze potenziali più temibili derivanti dalla rimozione del tubo tracheale è data dallo stridor post estubazione. In generale, quote inferiori al 50% richiedono la reintubazione. Il trattamento viene condotto con corticosteroidi, adrenalina, NIV ed uso di combinazione di ossigeno/elio (Heliox).¹⁹ Per poter prevedere il rischio di stridor post-estubazione si può impiegare il cosiddetto "cuff leak test". L'assenza di perdita d'aria udibile dopo la deflazione della cuffia determina rischio di stridor di reintubazione.¹⁹ La quantificazione della perdita mediante volume corrente espirato (Tve) si basa sulle seguenti soglie di valori: con la proporzione (Tve/Tvi)x100, valori inferiori del 12%-16% sono predittivi di reintubazione. Mentre perdite < 110 ml tra Tvi e Tve sono predittive di stridor post estubazione.¹⁹

combined singularly or with the clinical opinions, regards the need to interrupt the patient's weaning trial and resume ventilatory support. (Table 4)

Table 4 – Criteria for Spontaneous Breathing Trial failure

Criteria for Spontaneous Breathing Trial failure
<ul style="list-style-type: none"> • Agitation and anxiety • Reduced sensorial elements • Cyanosis • Diaphoresis • Evidence of increase inspiratory effort <ul style="list-style-type: none"> – Use of accessory muscles – Facial expressions of distress – Dyspnea • PaO₂ ≤ 50-60 mmHg with FiO₂ ≥ 0.5, o SaO₂ < 90% • PaCO₂ > 50 mmHg or increase of PaCO₂ ≥ 8 mmHg • pH < 7.32 or reduction of the pH ≥ 0.07 units • FR/TV > 105 breaths/m³L • FR > 35 breaths/m³ or increased ≥ 50% • FC > 140 b/m³ or increase ≥ 20% • PAs > 180 mmHg or increased ≥ 20% • PAs < 90 mmHg • Cardiac arrhythmia

Legend: FiO₂ – Fraction of Inspired Oxygen; FR – Respiration Frequency; PaCO₂ – Partial Pressure of Carbon Dioxide; PaO₂ – Partial Pressure of Oxygen in Arterial blood; PAs – Systolic Arterial Pressure; PEEP – Positive End Expiratory Pressure, SaO₂ – Arterial Oxygen Saturation TV – Tidal Volume, Current Volume

Extubation

Weaning a patient from mechanical ventilation does not necessarily mean being able to do without an artificial airway. In fact, the concept of weaning should be distinguished from that of extubation. The removal of the tracheal tube presupposes the capacity of the patient to breathe independently, but also without an artificial airway.¹¹ The necessary criteria for proceeding to the extubation of the patient after an SBT are: state of awareness (negative if patient is unable to perform four simple commands); assessment of the flow of the airways; assessment of the capacity to maintain air flow; and assessment of the mucous clearance (cut off negative peak flow of cough < 60 L/m³).¹¹ The last parameter, together with the volume of respiratory secretions (cut off positive if inspirations are > every two hours; cut off negative volume > 2.5 ml/h) were used for research studies, but clearly, appear to be scarcely applicable clinically speaking.¹¹ One of the potential complications to be feared upon the removal of the tracheal tube is seen in the post-extubation stridor. Generally, rates below 50% require the reintubation. The treatment is conducted with corticosteroids, adrenalin, NIV and use of combined oxygen/helium (Heliox).¹⁹ To be able to predict the risk of post-extubation stridor, the so-called "cuff leak test" can be used. The absence of detectable air loss sounds after the deflation of the cuff determines the risk of reintubation stridor.¹⁹ The quantification of loss through current volume expiration (Tve) is based on the following value thresholds: with the proportion (Tve/Tvi)x100, values lower than 12%-16% are predictors of reintubation. While losses < 110 ml between Tvi and Tve are predictive of post-extubation stridor.¹⁹

Also the extubation of the patient may fail and require, therefore,

Anche l'estubazione del paziente può andare incontro a fallimento e richiedere quindi la reintroduzione del device endotracheale. I criteri per definire il fallimento dell'estubazione sono essenzialmente legati ai segni e sintomi di insorgenza di insufficienza respiratoria acuta, associata o meno ad ostruzione delle vie aeree, quindi tachipnea, ipossiemia (anche relativa) e desaturazione, segni di fatica respiratoria o aumento del lavoro respiratorio, ipercapnia ed acidosi respiratoria, tachicardia.³

Alcuni autori hanno individuato alcuni criteri che pongono i pazienti ad alto rischio di fallimento dell'estubazione, tra i quali si enumerano l'età superiore ai 65 anni, l'insufficienza cardiaca, uno score APACHE II >12 al momento dell'estubazione, presenza di più di una comorbidità, tosse debole, PaCO₂ > 45 mmHg al momento dell'estubazione e più di un trial di weaning fallito consecutivamente.¹¹

Dal punto di vista epidemiologico, la quota di reintubazioni è variabile tra il 2% ed il 25% ed anche se non è possibile sapere quale sia la percentuale definita "ottimale" (da parte di alcuni autori) di reintubazioni, è stato ipotizzato che la soglia tra il 5% ed il 10% possa rappresentare un punto di bilanciamento tra un numero relativamente basso di fallimento delle estubazioni e il mantenimento di un livello non eccessivo di conservatività dei protocolli di individuazione della capacità di weaning dei pazienti, in modo da evitare di mantenere intubati coloro che invece potrebbero esser divezzati con successo.¹⁹

Weaning: quali ostacoli da superare?

Le cause di fallimento dei tentativi di svezzamento sono sicuramente numerose, richiedono la partecipazione attiva di tutto il team di cura, assistenza e riabilitazione in termini di rilevazione e gestione ed è possibile elencarle utilizzando un approccio testa-piedi.¹⁴ A livello dello stato di veglia e di influenza del *drive* respiratorio possono esserci problemi legati all'inadeguatezza dello smaltimento di farmaci ipnotici e analgesici con potere sedativo, traumi, problemi metabolici, intossicazioni ed infezioni. Le vie aeree possono essere soggette a laringospasmo (post-estubazione).¹⁴ A livello respiratorio possono persistere aumento del carico resistivo delle vie aeree (PEEP intrinseca, broncospasmo, secrezioni), aumento del carico elastico respiratorio (polmoniti, ARDS, anasarca, distensione addominale, PEEP intrinseca), atrofia diaframmatica da disuso, (neuro)miopatia da malattia critica, miorsoluzione non completamente estinta, aumento del carico resistivo del circuito del ventilatore automatico, asincronia paziente-ventilatore.¹⁴ A livello di altri distretti contribuiscono la malattia coronarica, la disfunzione (sistolica e diastolica) ventricolare di sinistra, e problemi endocrinologici.¹⁴

Gli autori hanno cercato di raggruppare le problematiche di ostacolo al weaning sulla base di quelle maggiormente caratterizzanti le 3 tipologie di weaning. In particolare il weaning semplice è generalmente ostacolato da ritardi nel risveglio del paziente indotto da accumulo di sedazione, eccesso di assistenza ventilatoria, offerta al paziente, tale da impedire la ricerca di criteri di arruolamento a trial di respiro spontaneo, o mancanza di ricerca dei criteri da parte degli operatori stessi, mancanza di personale in numero adeguato, man-

the reintroduction of the endotracheal device. The criteria determining extubation failure are essentially linked to the signs and symptoms of the insurgence of acute respiratory distress, whether or not associated to the airways, and therefore, consist of tachypnea, hypoxemia (also relative) and desaturation, signs of respiratory fatigue or increased respiratory effort, hypercapnia and respiratory acidosis, and tachycardia.³

Some authors pinpointed some criteria that place the patients at high risks of extubation failure, among which: age bracket over 65 years, heart failure, an APACHE II score >12 at the time of extubation, presence of more than one comorbidity, weak cough, PaCO₂ > 45 mmHg at the time of extubation and more than one consecutive weaning trial failure.¹¹

From the epidemiologic point of view, the rate of reintubations fluctuates between 2% and 25% and even without being able to know the so-called "optimal" rate (on the part of some authors) for reintubations, it was assumed that the threshold between 5% and 10% may be a balance point between a relatively low number of extubation failures and the maintenance of a non-excessive maintenance level of the protocols for the identification of the patient's weaning capacity, so as to avoid keeping under intubation those who could instead be successfully weaned.¹⁹

Weaning: what obstacles have to be overcome?

There are certainly numerous causes behind the failures in weaning procedures, that require the active participation of the entire care, assistance and rehabilitation team, in terms of screening and management and can be enlisted through a head-to-toe examination¹⁴ At the level of consciousness and influence of the respiratory *drive* there may be problems related to the inadequacy of the dissipation of hypnotic and analgesic drugs with sedation powers, trauma, metabolic problems, intoxications and infections. The airways may be subjected to laryngospasm (post-extubation).¹⁴ At breathing level, the following may persist: increase of the resistive load of the airways may persist (intrinsic PEEP, bronchospasm, secretions), increase of the elastic respiratory load (pneumonia, ARDS, anasarca, abdominal distension, intrinsic PEEP), diaphragm atrophy due to disuse, critical disease (neuro) myopathy, not completely extinguished myoresolution, increase of the resistive load of the automatic ventilator circuit, and patient-ventilator asynchronism.¹⁴ At the level of other areas are the effects of coronary diseases, dysfunctions (systolic and diastolic) of the left ventricle and endocrine problems.¹⁴

The authors have tried to group the problems that hinder weaning on the basis of those that mostly characterize the three types of weaning. In particular, simple weaning is generally hindered by delayed awakening of the patient induced by accumulated sedation, excessive ventilatory assistance given to the patient, so as to impede the detection of criteria qualifying for spontaneous breathing trials, or the failure to undertake a search for these criteria on the part of the operators themselves, lack of sufficient number of personnel, and lack of a systematic confrontation on the issue during

canza di un confronto sistematico sull'argomento durante i giri di visita o i briefing tra operatori.¹⁴ Il weaning difficile può essere generato da problemi di accumulo dei farmaci della sedazione, sovraccarico fluidico, scompenso cardiaco sinistro, debolezza dei muscoli respiratori ed eccessivo lavoro respiratorio dovuto a ingombro secretorio, infezioni, sepsi ed altre cause.¹⁴ Infine, per quanto riguarda il weaning prolungato, l'operatore si trova ad affrontare e gestire importanti cause come l'insufficienza cardiaca severa cronica, la debolezza respiratoria prolungata (neuromiopia del paziente critico), depressione, privazione del sonno, sepsi persistente, costipazione severa etc.¹⁴ Le malattie polmonari caratterizzano il 50% dei pazienti in *prolonged mechanical ventilation* e l'età avanzata sembra essere un fattore barriera per lo svezzamento.¹⁴

Particolare interesse ha assunto recentemente la già citata *Critical Illness Neuromyopathy* (CINM). I problemi sono anche legati alla mancanza di chiare definizioni e criteri diagnostici. Ci sono 5 fattori di rischio: insufficienza multiorgano (MOF), cortisonici, iperglicemia, inattività muscolare, miorilassanti. La diagnosi differenziale è tra debolezza muscolare su condizioni preesistenti (Guillain-Barré, distrofia muscolare, malnutrizione, iperinflazione e disfunzione tiroidea) ed acquisite (CINM, disturbi elettrolitici, uso di steroidi e aminoglicosidi). La disfunzione diaframmatica indotta da ventilatore insorge già dopo 18 ore di ventilatore meccanico che impone inattività del diaframma.¹⁴ Sulla base di questo, l'utilizzo precoce di ventilazione in pressione di supporto al posto delle modalità controllate sembra possa minimizzare il problema. In ogni caso la riduzione di forza muscolare del diaframma si verifica con la malattia critica, indipendentemente dall'effetto negativo della ventilazione meccanica.¹⁴

A dimostrazione di quanto sia essenziale una tipologia di approccio multidimensionale e multiprofessionale per superare le numerose barriere al weaning, particolarmente nel lungo termine, ci sono i risultati dello studio di Burns et al., un'infermiera americana che da anni si occupa dello svezzamento da VM e che ha elaborato uno score complesso (il *Burn Assessment Weaning Program* – BWAP) sul quale lavorare per ottenere risultati efficaci nei pazienti in ventilazione a lungo termine (≥ 3 giorni).²⁰ La BWAP checklist si compone di 26 item a risposta dicotomica ("sì", "no"), ma che prevede anche la possibilità dell'opzione "non valutato", divisi in un accertamento generale (i primi 12 item) ed uno specificatamente respiratorio (i restanti 14 item).²⁰ **(Tabella 5)**

Il BWAP è stato testato in pazienti in ventilazione a lungo termine per 5 anni in 5 unità di TI statunitensi americane con diverse specializzazioni. 1.669 tentativi di weaning su 1.889 (88%) sono stati condotti con successo, con esiti migliori nei pazienti di età più giovane ($p=0.002$), ma diversificati anche a seconda delle tipologie di TI ($p=0.01$).²⁰ A punteggi di BWAP superiori a 50 hanno corrisposto una percentuale di successi nei tentativi di svezzamento pari al 96% contro il 74% dei tentativi eseguiti in presenza di punteggio inferiore a 50 ($p<0.01$).²⁰

the doctors' rounds or briefings between operators.¹⁴ Difficult weaning may be generated by problems of accumulation of sedatives, fluid overload, left cardiac ventricle failure, weakness of the respiratory muscles and excessive respiratory stress due to secretion blockage, infections, sepsis and other causes.¹⁴ To conclude, with regard to prolonged weaning, the operator has to face and handle important causes such as severe, chronic cardiac failure, prolonged weakness of respiration (neuromyopathy of the critical patient), depression, lack of sleep, persistent sepsis, severe constipation, etc...¹⁴ Pulmonary diseases characterize 50% of patients under prolonged mechanical ventilation and old age seems to be a hindrance factor for weaning.¹⁴

Of late, the aforementioned Critical Illness Neuromyopathy (CINM) has aroused great interest. The problems are related to the lack of clear diagnostic definitions and criteria. There are five risk factors: multi-organ failure (MOF), cortisones, hyperglycemia, muscular inactivity, and myorelaxants. The differential diagnosis is between muscular weakness over preexisting conditions (Guillain-Barré, muscular dystrophy, malnutrition, hyperinflation and thyroid dysfunctions) and acquired CINM, (electrolyte disorders, use of steroids and aminoglycosides). The ventilator-induced diaphragmatic dysfunction arises already after 18 hours of mechanical ventilation which imposes inactivity of the diaphragm.¹⁴ On this basis, the early use of ventilation under support pressure in place of controlled methods, seems to be able to minimize the problem. In every case, the reduction of the muscular strength of the diaphragm comes about with the critical disease, regardless of the negative effect of mechanical ventilation.¹⁴

Two studies in particular demonstrate how essential a multidimensional and multi-professional approach would be in overcoming the numerous barriers to weaning, especially in the long term. One is the study of Burns et al., an American nurse who has for years been involved in MV weaning and who drafted a complex rating score (the Burn Assessment Weaning Program – BWAP) through which one can obtain effective results in patients under long-term ventilation (≥ 3 days).²⁰ The BWAP checklist consists in 26 items with two answers possible ("yes," "no"), but that also provide the possibility of the "non-assessed" option, divided into a general evaluation (the first 12 items) and a specifically respiratory one (the remaining 14 items).²⁰ **(Table 5)**

The BWAP was tested on long-term ventilation patients for five years in five IC units in the United States with diverse specializations. The 669 weaning attempts on 1,889 (88%) patients were conducted successfully with the best outcomes in younger patients ($p=0.002$), but distinguished also according to types of ICUs ($p=0.01$).²⁰ For the BWAP scores higher than 50, there was a corresponding percentage of successful weaning attempts, equivalent to 96% against the 74% of the attempts carried out in the presence of scores lower than 50 ($p<0.01$).²⁰

Tabella 5 – Fattori che compongono il Burn Weaning Assessment Program²⁰

Fattori generali	
1.	Stabilità emodinamica
2.	Stabilità metabolica
3.	Ematocrito
4.	Elettroliti
5.	Nutrizione
6.	Idratazione
7.	Ansia (fattore soggettivo)
8.	Riposo/sonno (fattore soggettivo)
9.	Comfort (fattore soggettivo)
10.	Intestino
11.	Forza e resistenza generale dell'organismo
12.	Radiografia del torace
Fattori respiratori	
<i>Fattori che influenzano il flusso dei gas e il lavoro respiratorio</i>	
13.	Frequenza respiratoria e pattern respiratorio
14.	Suoni respiratori
15.	Distensione addominale
16.	Deformità o malattie neuromuscolari
17.	Secrezioni
18.	Misura del tubo tracheostomico
Capacità di mantenere le vie aeree pervie	
19.	Pervietà delle vie aeree, tosse e deglutizione
Resistenza e forza muscolare respiratoria	
20.	Pressione negativa inspiratoria (NIP)
21.	Pressione positiva espiratoria (PEP)
22.	Volume corrente spontaneo (TV)
23.	Capacità vitale
Emogasanalisi arteriosa	
24.	pH
25.	PaCO ₂
26.	PaO ₂

Ventilazione meccanica prolungata: quando le cose si complicano...

La cosiddetta *Prolonged Mechanical Ventilation* (PMV), è una condizione che si configura nei casi in cui il paziente vada incontro a ripetuti tentativi di weaning falliti. Si caratterizza prevalentemente per la presenza di insufficienza respiratoria isolata, o come componente di *chronic critical illness*. Non essendoci, ad oggi, una definizione univoca e condivisa, la PMV inizia per convenzione, al momento dell'esecuzione di tracheostomia per ventilazione meccanica continuativa.²¹ Benché sia le indicazioni (PMV, protezione delle vie aeree e gestione delle secrezioni respiratorie) che i vantaggi della tracheostomia siano ormai ampiamente riconosciuti (riduzione della sedazione necessaria a tollerare il *device* translaringeo, diminuzione delle resistenze respiratorie e dello spazio morto, possibilità di introdurre alimenti per via orale, fornire, comfort psicologico, migliore mobilizzazione),²² attualmente continua a non esserci consenso tra i clinici sul cosiddetto *optimal timing* per l'esecuzione della procedura. Si individua pertanto la differenza tra tracheostomia precoce (intorno a 7 giorni) e tardiva (≥ 10 giorni). Al momento sembrano non esserci differenze in termini di mortalità tra la tracheostomia precoce e quella tardiva, lasciando quindi ampia discrezionalità ai team di TI la scelta su quando effettuare la procedura.²³

I tentativi di weaning per i pazienti in PMV, fermo restando i concetti di approccio multidimensionale precedentemente descritti piuttosto che l'applicazione di semplici protocolli, prevedono ove possi-

Table 5 – Factors of the Burn Weaning Assessment Program²⁰

General factors	
1.	Hemodynamic stability
2.	Metabolic stability
3.	Hematocrit
4.	Electrolytes
5.	Nutrition
6.	Hydration
7.	Anxiety (subjective factor)
8.	Rest/sleep (subjective factor)
9.	Comfort (subjective factor)
10.	Intestines
11.	Organism's general strength and resistance
12.	Chest x-ray
Respiratory factors	
Factors that affect the flow of gas and respiration	
13.	Respiration frequency and respiratory pattern
14.	Respiration sounds
15.	Abdominal distension
16.	Neuromuscular deformities or diseases
17.	Secretions
18.	Size of the tracheostomy tube
Capacity to maintain clear airways	
19.	Clear air way passages, cough and swallowing
Resistance and force of respiratory muscles	
20.	Negative inspiratory pressure (NIP)
21.	Positive expiration pressure (PEP)
22.	Current spontaneous volume (TV)
23.	Vital capacity
Arterial hemogasanalysis	
24.	pH
25.	PaCO ₂
26.	PaO ₂

Prolonged mechanical ventilation: when complications arise...

The so-called Prolonged Mechanical Ventilation (PMV) is a condition that comes about in cases where the patient undergoes repeated weaning procedures without success. The prevalent features of this condition is isolated respiratory failure, or a component of chronic critical illness. Given that as of today there is no unanimous definition of this condition, PMV as a rule begins upon the execution of tracheostomy for continuative mechanical ventilation.²¹ Despite the fact that both the indications (PMV, protection of the airways and management of the respiratory secretions) and also the advantages of tracheostomy have been widely recognized by now (reduction of sedation needed to tolerate the translaryngeal device, decreased respiratory resistances and dead space in the connection tubes, possibility of introducing nutriments orally, speech capability, psychological comfort, improved mobility),²² there is currently no common agreement of physicians as to the so-called optimal timing for the implementation of the procedure. In the meanwhile there is the definition of the difference between early (within 7 days) and delayed (≥ 10 days) tracheostomy. At the moment there seems to be no differences in terms of mortality between early and late tracheostomy, thus giving ample room to the discretion of the IC team to decide when to apply the procedure.²³

The weaning attempts for patients under PMV indicatively recommends pressure support ventilation (PSV) titrated in a decreasing

bile, l'implementazione di ABCDE *bundle* (*The Awakening and Breathing Coordination, Delirium Monitoring and Management, and Early Mobility bundle*) e, per quanto riguarda le modalità di assistenza respiratoria, indicativamente applicazioni di pressione di supporto (PSV) titolate in modo decrementale partendo da 10-15 cmH₂O, per poi arrivare a SBT con tempi incrementali tramite tracheomask o tubo a T.²¹ Si tenga presente l'ampia variabilità di modalità di supporto ventilatorio tradizionale e non tradizionale che può essere messa in campo a seconda delle preferenze dei gruppi di lavoro.²¹

Tra i fattori di rischio principali per esito negativo dei trial di weaning dei pazienti in PMV si enumerano: età (pazienti anziani), lunghezza della degenza in TI, punteggi di APACHE II, Body Mass Index elevato, basso Modified Glasgow Coma Scale, bassi livelli ematici di albumina, azotemia elevata, e lunghezza di degenza nel reparto in cui si sta svezando il paziente.²¹

In ogni caso, linee guida non recenti individuavano come *cut-off* i 3 mesi di tentativi falliti di weaning per dichiarare il paziente "permanentemente dipendente dal ventilatore", in assenza di altre cause chiaramente irreversibili (lesioni spinali alte, o sclerosi laterale amiotrofica avanzata).²²

Per quanto riguarda gli esiti nei gruppi di pazienti che richiedono ventilazione nel lungo termine, la sopravvivenza dei pazienti con COPD a 3 anni è inferiore al 50%, mentre sale al 70% nei pazienti post-chirurgici o con patologia neuromuscolare. Pazienti in PMV che presentano età > 65 anni ed hanno ulcere sacrali e funzionalità renale alterata a 3 mesi, sembrano avere scarsa sopravvivenza nel lungo termine.²¹

Conclusioni

La panoramica offerta relativa alla tematica dello svezamento dei pazienti adulti dalla ventilazione meccanica ha messo in evidenza che questo rimane tra i cosiddetti *hot topics* in area critica dal momento che il tempo di permanenza in ventilazione si correla strettamente con la sopravvivenza. In particolare nel breve termine è necessario mantenere l'attenzione degli operatori focalizzata sull'individuazione precoce dei criteri di arruolamento per i tentativi di respiro spontaneo dei pazienti. I protocolli di weaning si possono configurare come strumento di omogeneizzazione degli approcci, ma sono ancora bassi i livelli di *evidence* a supporto del loro impiego indiscriminato. I *bundle of care* per il weaning non sono attualmente supportati da alcun livello di evidenza scientifica. Invece la NIV sembra assumere un ruolo sempre più importante in termini di efficacia nella riduzione dei tempi di ventilazione meccanica in generale, favorendo una più precoce estubazione dei pazienti ed offrendosi come strumento di prevenzione della reintubazione in quei casi in cui si sviluppi nuovamente insufficienza respiratoria. La PMV viene a configurarsi al momento dell'esecuzione di tracheostomia nei pazienti con ripetuto fallimento di tentativi di weaning, pur non essendo ancor oggi definito un *optimal timing*. Essa richiede, nell'obiettivo di divezzare il paziente difficile, un approccio multidisciplinare e multiprofessionale dove possono trovare spazio anche score complessi come il BWAP, tenendo presente che queste condizioni richiedono un ampio impiego di risorse e gli esiti sono frequentemente dipendenti dalle comorbidità presenti e dall'età avanzata.

manner starting from 10-15 cmH₂O, to then reach a SBT at increased time intervals through the tracheomask or T-tube.²¹ However, it is understood that the concepts of the aforementioned multidimensional approach provides for the application, not of the simple protocols, but the implementation, wherever possible, of the ABCDE bundle (*Awakening and Breathing Coordination, Delirium Monitoring and Management, and Early Mobility bundle*) and for what regards respiratory assistance modes. The broad variability of traditional and non-traditional ventilatory support methods that can be used according to the preferences of the work groups have to be kept in mind.²¹

Some of the main risk factors for negative weaning trial results of patients under PMV are: age (elderly patients), length of stay in the ICU, APACHE II scores, high Body Mass Index, low Modified Glasgow Coma Scale, low hematic levels of albumin, elevated azotemia, and length of stay in the ward where the patient is being weaned.²¹

In every case, recent guidelines have not identified the *cut-off* period set at three months for failed weaning procedures before declaring the patient "permanently dependent on the ventilator," in the absence of other clearly irreversible causes (high spinal lesions, or advanced lateral amyotrophic sclerosis).²²

As to the outcomes in groups of patients that require long-term ventilation, the survival of patients with COPD for three years is lower than 50%, while the percentage rises to 70% in post-surgery patients or those affected by neuromuscular pathologies. Patients under PMV aged > 65 suffering from sacrum ulcers and altered kidney functions for three months, seem to have a scarce survival rates in the long term.²¹

Conclusions

The panorama related to the theme of weaning of adult patients from mechanical ventilation has evidenced that this is still one of the *hot topics* in the field of critical care, since the time of permanence under ventilation is strictly correlated to survival. Especially in the short term, operators need to stay focused on the early identification of the criteria for the enrollment of patients for spontaneous breathing trials. The weaning protocols may be laid out as instruments for the standardization of approaches, but the evidence levels are still too low to support their indiscriminate use. The weaning care bundles are currently not supported by any type of scientific evidence. The NIVs instead seem to assume an increasingly relevant role in terms of efficacy in reducing mechanical ventilation times in general, favoring earlier extubation of patients, and are offered as instruments that prevent the reintubation in those cases in which respiratory failure develops again. The PMV is targeted the moment tracheostomy is performed on patients with repeated failure of weaning attempts, even though, as of today the *optimal timing* still has not been clearly defined. The procedure requires, for the weaning of the difficult patient, a multidimensional and multi-professional approach that may make use of complex rating scores like the BWAP, keeping in mind that these conditions may require an ample use of resources and the outcomes often depend on the comorbidity and old age.

Bibliografia

1. KNEBEL AR. *Weaning from mechanical ventilation: current controversies*. Heart Lung. 1991;20(4):321-31.
2. MANCEBO J. *Weaning from mechanical ventilation*. Eur Respir J. 1996;9(9):1923-31.
3. BOLES JM, BION J, CONNORS A, HERRIDGE M, MARSH B, MELOT C, PEARL R, SILVERMAN H, STANCHINA M, VIEILLARD-BARON A, WELTE T. *Weaning from mechanical ventilation*. Eur Respir J. 2007;29(5):1033-56.
4. CROCKER C, KINNEAR W. *Weaning from ventilation: does a care bundle approach work?* Intensive Crit Care Nurs. 2008;24(3):180-6.
5. BAMBI S. *Le estubazioni non pianificate nelle terapie intensive: quali implicazioni per l'assistenza infermieristica?* Assist Inferm Ric. 2004;23(1):36-47.
6. CROCKER C. *Weaning from ventilation-current state of the science and art*. Nurs Crit Care. 2009;14(4):185-90.
7. BURNS SM, RYAN B, BURNS JE. *The weaning continuum use of Acute Physiology and Chronic Health Evaluation III, Burns Wean Assessment Program, Therapeutic Intervention Scoring System, and Wean Index scores to establish stages of weaning*. Crit Care Med. 2000;28(7):2259-67.
8. MEADE M, GUYATT G, COOK D, GRIFFITH L, SINUFF T, KERGL C, MANCEBO J, ESTEBAN A, EPSTEIN S. *Predicting success in weaning from mechanical ventilation*. Chest. 2001;120(6 Suppl):400S-24S.
9. McCONVILLE JF. *Weaning patients from the ventilator*. N Engl J Med 2012; 367:2233-2239.
10. MACINTYRE NR. *Evidence-based ventilator weaning and discontinuation*. Respir Care. 2004 Jul;49(7):830-6.
11. EPSTEIN SK. *Weaning from ventilatory support*. Curr Opin Crit Care. 2009;15(1):36-43.
12. European federation of Critical Care Nursing associations – EfCCNa. *Position statement on nurses' role in weaning from ventilation*. 2012. http://www.efccna.org/images/stories/publication/2012_ps_weaning.pdf Ultimo accesso effettuato il 23-01-2015.
13. BLACKWOOD B, ALDERDICE F, BURNS KE, CARDWELL CR, LAVERY G, O'HALLORAN P. *Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients*. Cochrane Database Syst Rev. 2010 May 12;(5):CD006904.
14. PERREN A, BROCHARD L. *Managing the apparent and hidden difficulties of weaning from mechanical ventilation*. Intensive Care Med. 2013 Nov;39(11):1885-95.
15. LADEIRA MT, VITAL FM, ANDRIOLO RB, ANDRIOLO BN, ATALLAH AN, PECCIN MS. *Pressure support versus T-tube for weaning from mechanical ventilation in adults*. Cochrane Database Syst Rev. 2014 May 27;5:CD006056.
16. BURNS KE, LELLOUCHE F, LESSARD MR, FRIEDRICH JO. *Automated weaning and spontaneous breathing trial systems versus non-automated weaning strategies for discontinuation time in invasively ventilated postoperative adults*. Cochrane Database Syst Rev. 2014 Feb 13;2:CD008639.
17. BURNS KE, ADHIKARI NK, KEENAN SP, MEADE MO. *Noninvasive positive pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure*. Cochrane Database Syst Rev. 2010 Aug 4;(8):CD004127.
18. GOLDSTONE J. *The pulmonary physician in critical care • 10: Difficult weaning*. Thorax. 2002; 57(11): 986-991.
19. STAWICKI SP OPUS 12. *Mechanical ventilation: Weaning and extubation*. Scientist. 2007;1(2):13-16.
20. BURNS SM, FISHER C, EARVEN TRIBBLE SS, LEWIS R, MERREL P, CONAWAY MR, BLECK TP. *Multifactor clinical score and outcome of mechanical ventilation weaning trials: Burns Wean Assessment Program*. Am J Crit Care. 2010 Sep;19(5):431-9.
21. WHITE AC. *Long-term mechanical ventilation: management strategies*. Respir Care. 2012;57(6):889-97.
22. A Collective Task Force Facilitated by the American College of Chest Physicians, the American Association for Respiratory Care, and the American College of Critical Care Medicine. *Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support*. Respir Care 2002;47(1):69-90.
23. JUERN JS. *Removing the critically ill patient from mechanical ventilation*. Surg Clin North Am. 2012;92(6):1475-83.