

# Umidificazione attiva versus umidificazione passiva nella ventilazione meccanica. Revisione della letteratura

## *Active humidification versus passive humidification in mechanical ventilation. A literature review*

■ SIMONE NYKIEFORUK<sup>1</sup>, CARMINE FRANCHI<sup>2</sup>, NICOLA FRANCESCO APRIGLIANO<sup>2</sup>, GIANLORENZO DE PADOVA<sup>2</sup>, DUILIO LUIGI LUCARELLI<sup>3</sup>, SIMONA PONTRANDOLFO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dottore magistrale in scienze infermieristiche ed ostetriche, ASL Firenze 10

<sup>2</sup> Dottore magistrale in scienze infermieristiche ed ostetriche, ASL 1 Milano

<sup>3</sup> Dottore magistrale in scienze infermieristiche ed ostetriche, ASL Varese

<sup>4</sup> Infermiere, Casa di cura Ambrosiana, Cesano Boscone (MI)

### RIASSUNTO



**Introduzione:** l'umidificazione ed il riscaldamento dell'aria inspirata, sono compiti normalmente assolti dal tratto respiratorio superiore. Con l'intubazione endotracheale e la tracheotomia si bypassa il tratto naso-orofaringeo, le regioni del corpo con più alta capacità di riscaldamento ed umidificazione. Vengono inibite le difese naturali quali lo starnutire, il tossire, il deglutire. Il sistema di trasporto muco ciliare resta l'unica difesa meccanica ma l'esposizione a gas freddi e secchi lo rallentano e immobilizzano. Diventa quindi indispensabile fornire artificialmente la giusta quantità di umidità e calore per mantenere la funzione muco-ciliare e prevenire altre numerose complicanze. I metodi attualmente utilizzati sono umidificazione attiva e passiva.

**Materiali e metodi:** La ricerca è stata eseguita attraverso le banche dati Pubmed, Cinahl, Embase, Iltisi; sono stati ricercati studi sperimentali ed osservazionali pubblicati da gennaio 2003 a gennaio 2014. Criteri di esclusione: popolazione di pazienti con età < 18 anni, laringectomizzati, sottoposti a ventilazione meccanica < 48 ore, pazienti in respiro spontaneo da tracheotomia; intervento di comparazione unicamente di filtri di diversi brands; outcome diversi. Sono state escluse dallo studio revisioni e metanalisi.

**Risultati:** 12 studi comparano umidificazione attiva e passiva, non sono emerse differenze tra i due sistemi di umidificazione in 8 trial per quanto riguarda gli outcome osservati. 5 hanno studiato la corretta gestione degli scambiatori di calore e di umidità (HME), che risultano erogare maggiore umidità se posti in prossimità del tubo oro-tracheale, si può prolungare il loro utilizzo fino a 72 ore, non sono influenzati dalla temperatura ambiente e non rendono necessaria la sostituzione periodica del circuito ventilatorio.

**Discussione:** i risultati ottenuti evidenziano come l'utilizzo dell'uno o l'altro sistema di umidificazione delle vie aeree non incida in maniera significativa sugli outcome osservati.

**Conclusioni:** non sono emerse differenze statisticamente significative, associate al metodo di umidificazione utilizzata, in termini di riduzione dell'insorgenza di polmonite associata a ventilazione, ostruzione del tubo endotracheale, aumento resistenza al flusso, svezamento, mortalità.

**Parole chiave:** umidificazione attiva e passiva, filtri scambiatori di calore ed umidità, ventilazione meccanica.

### ABSTRACT



**Introduction:** in physiological conditions the upper respiratory tract humidifies and heats inspired air. Endotracheal intubation and tracheotomies bypass the naso-oropharyngeal tracts which have the highest capacity for heating and humidifying inspired air, also the natural defenses, such as sneezing, coughing and swallowing, are inhibited. The ciliary mucus transport system remains the only mechanical defense mechanism but exposure to cold, dry gas slows down and stops this mechanism. It is therefore essential to provide the correct amount of moisture and heat artificially in order to maintain the mucociliary function and prevent many other complications. Currently used methods include active and passive humidification.

**Materials and Methods:** the research was carried out through the databases PubMed, CINAHL, Embase, Iltisi; experimental and observational studies published from January 2003 to January 2014 were sought. Exclusion criteria: population: patients aged < 18 years, laryngectomized, undergoing mechanical ventilation < 48 hours, patients with tracheotomy breathing spontaneously; only filters of different brands were compared; different outcomes. Reviews and meta-analysis were excluded.

**Results:** of 12 studies comparing active and passive humidification, no difference between the two humidification systems was observed with regard to the outcomes in 8 of these trials. Five studies examined the correct management of heat and moisture exchangers (HME) which were observed to deliver more moisture if placed near the oro-tracheal tube. They may be used for up to 72 hours; they are not affected by temperature and do not require periodic replacement of the ventilator circuit.

**Discussion:** the results obtained show that the use of one or the other airway humidification system does not have a significant impact on the outcomes observed.

**Conclusion:** there were no statistically significant differences associated with the method of humidification used, in terms of reduction of onset of ventilator-associated pneumonia, obstruction of the endotracheal tube, increased flow resistance, weaning or mortality.

**Key words:** active and passive humidification, heat and moisture exchangers, mechanical ventilation.

**Revisione**

PERVENUTO IL 22/12/2014  
 ACCETTATO IL 17/01/2015

**Corrispondenza per richieste:**

Simone Nykieforuk,  
 sim.nyk3@hotmail.it

Gli autori dichiarano di non aver conflitto di interesse.

**Introduzione**

L'assistenza polmonare appartiene ai più importanti di assistenza ventilatoria dei pazienti in terapia intensiva, soprattutto, durante il sostegno meccanico alla respirazione. Nessun'altra assistenza è così importante ed influente sulla funzionalità degli organi vitali, come quella del distretto polmonare. La necessità di una tutela polmonare intensiva deriva dalla particolarità dell'intubazione endotracheale, della tracheotomia e dalla ventilazione meccanica. L'umidificazione ed il riscaldamento dell'aria inspirata sono compiti normalmente assolti dal tratto respiratorio superiore. Con l'intubazione endotracheale e la tracheotomia si bypassa il tratto nasofaringeo e orofaringeo (le regioni del corpo con più alta capacità di riscaldamento ed umidificazione) e vengono inibite le difese naturali quali lo starnutire, il tossire, il deglutire anche per la somministrazione di analgesici, sedativi e per impiego di miorellassanti. La produzione di secrezioni aumenta a causa della ventilazione meccanica e per lo stimolo determinato dal tubo. Il sistema di trasporto muco-ciliare resta l'unica difesa meccanica che rimane intatta ma l'esposizione a gas freddi e secchi lo rallentano e immobilizzano. Sarà necessaria l'aspirazione per rimuovere gli agenti contaminanti e il muco, ma questo richiede che le secrezioni siano fluide poiché passeranno nel tubo endotracheale nel quale non ci sono meccanismi naturali di pulizia o

riserve d'umidità.<sup>1,2,3,4</sup> Diventa quindi indispensabile fornire artificialmente la giusta quantità di umidità e calore per mantenere la funzione muco-ciliare e prevenire altre numerose complicanze quali l'ipotermia, a causa della perdita di una notevole quantità di calore e di umidità dalle riserve sistemiche, e la presenza di muco che si ispessisce e diventa resistente compromettendo le difese naturali delle vie respiratorie e provocando l'insorgenza di atelettasia, di broncospasmo durante le manovre di aspirazione bronchiale e l'aumento del rischio di sviluppo di polmoniti associate a ventilatore (VAP).<sup>5,6</sup>

La VAP è definita come la polmonite che si verifica in 48-72 ore o più dopo intubazione endotracheale e l'avvio della ventilazione meccanica. L'intubazione stessa può contribuire ad aumentare il rischio di VAP. È la più comune tra le infezioni nosocomiali in unità di terapia intensiva (ICU) nei pazienti trattati con ventilazione meccanica e la sua incidenza aumenta con la durata della ventilazione meccanica.<sup>7</sup>

La VAP aumenta la morbilità e mortalità nei pazienti ventilati meccanicamente, è associata ad un maggior tempo di ventilazione meccanica, i tassi di mortalità grezzi vanno dal 5% al 65%, con un conseguente aumento dei costi sanitari. Tuttavia, è prevenibile e diverse pratiche hanno dimostrato di poter ridurre la sua incidenza e il suo peso associato alla malattia.<sup>8</sup>

I sistemi di umidificazione e riscalda-

mento delle vie aeree attualmente utilizzati sono attivi (HH) e passivi (HME). Le vie aeree superiori forniscono il 75% del calore e umidità agli alveoli. Se l'umidità richiesta agli alveoli è 44 mg/L ma le vie aeree vengono by-passate, la parte che l'umidificatore deve fornire sarà 33 mg/L.<sup>6</sup>

La tecnica di umidificazione attiva comprende umidificatori riscaldati (HH) o una combinazione di un circuito con umidificatore riscaldato e filo riscaldato (HH-HWC). L'alternativa è di utilizzare l'umidificazione passiva con il riscaldamento da scambiatori di calore e di umidità (HME), chiamati anche nasi artificiali che imitano il processo che avviene nelle vie aeree superiori. Questi dispositivi sono posti tra il connettore a Y del tubo del ventilatore e il tubo tracheale. L'HME idrofobo e igroscopico devono essere distinti. Gli HME idrofobi sono caratterizzati principalmente per la proprietà di filtrazione batterica e non tanto per umidificazione mentre gli igroscopici e la variante cioè l'umidificatore condensatore igroscopico (HCH) sono caratterizzati principalmente da proprietà di umidificazione e non tanto per la filtrazione batterica. Gli HCH sono simili agli HME igroscopici; la loro superficie, tuttavia, è rivestita con litio cloruro o cloruro di calcio che migliora chimicamente lo scambio di calore e di umidità. Alcuni igroscopici, HME e HCH, sono composti anche da una membrana di filtro antibatterico in aggiunta alla loro umidificazione (HMEF o HCHF).<sup>9</sup>

## Obiettivo

L'obiettivo principale della revisione è identificare in letteratura quale sia l'efficacia dei filtri scambiatori di calore ed umidità (HME) rispetto ai sistemi di umidificazione attiva (HH) in pazienti con tubo endotracheale o tracheotomia e posti in ventilazione meccanica.

Obiettivi secondari sono identificare quale tipologia di riscaldamento ed umidificazione (attiva o passiva) sia raccomandata al fine di evitare complicanze quali VAP, ostruzione del tubo endotracheale, svezzamento difficoltoso, mortalità, nonché quando sia consigliato utilizzare l'uno o l'altro sistema e quali siano i comportamenti migliori nell'utilizzo e gestione dei due tipi di umidificazione.

## MATERIALI E METODI

Il quesito clinico è stato definito utilizzando il metodo P & PICOT:

- P:** pazienti in età adulta con tubo endotracheale o tracheotomia sottoposti a ventilazione meccanica (VAM).
- P:** quale sistema di umidificazione risulta più efficace per ridurre le complicanze.
- I:** umidificazione delle vie aeree con scambiatori di calore ed umidità passivi (HME).
- C:** umidificazione delle vie aeree con sistemi di umidificazione riscaldata attiva (HH).
- O:** valutazione dell'insorgenza di VAP, ostruzione del tubo endotracheale, aumento resistenza al flusso, svezzamento, mortalità.
- T:** studi randomizzati controllati, studi osservazionali.

La ricerca è stata eseguita dal 10/01/2014 al 30/01/2014 attraverso le

banche dati: Pubmed, CINAHL, Embase, Iliasi. Limiti temporali: gennaio 2003- gennaio 2014. Limiti linguistici: nessuno. **(Tabella 1)**

La qualità degli articoli inclusi è stata valutata con due diverse Critical Appraisal Skills Programme (CASP), una per gli studi di trattamento<sup>10,11,12</sup> ed una per gli studi osservazionali<sup>11,13</sup>. **(Tabelle 2 e 3)**

## Criteri di esclusione

Popolazione: sono stati esclusi dalla revisione studi riguardanti pazienti con età < 18 anni, laringectomizzati, sottoposti a ventilazione meccanica <48 ore e pazienti in respiro spontaneo con tracheotomia. Intervento: sono stati esclusi trials di sola comparazione di filtri HME di diversi brands e articoli di ricerca con outcome diversi da quelli richiesti. Sono state esclusi lavori di revisione della letteratura e metanalisi.

## RISULTATI

Al termine della ricerca, sono state trovate 510 citazioni; dopo aver eliminato i doppi ed gli articoli non inerenti, sono rimasti 43 abstract. Per ogni abstract è stato recuperato il full text ed è stato esaminato e valutato; ne sono stati esclusi 26 per mancanza dei requisiti richiesti dai criteri di inclusione. Al termine della revisione, sono stati inclusi 17 studi; di questi, 11 studi sperimentali e 6 studi osservazionali di cui tre studi di coorte. Tra gli studi sperimentali, 7 hanno messo a confronto umidificazione attiva e passiva, 4 riguardano la corretta gestione dei dispositivi HME. Tra gli osservazionali, 5 comparano i due sistemi di umidificazione ed 1 ha studiato la corretta gestione dei sistemi di umidificazione passiva. La valutazione degli stu-

di inseriti è stata eseguita da due operatori utilizzando l'indice di concordanza Kappa di Cohen.  $K = 0,8$ . **(Tabella 4)**

## DISCUSSIONE

Le conclusioni ottenute da questo processo di revisione verranno discusse separatamente; si inizierà con i risultati ottenuti da studi sperimentali e successivamente quelli ottenuti da studi osservazionali.

Uno degli outcome principali della revisione era di valutare quale tipologia di umidificazione fosse più efficace nel ridurre l'incidenza di VAP. I risultati ottenuti da Lacherade<sup>14</sup> attraverso uno studio multicentrico randomizzato controllato in cieco, con un campione di 370 individui, sono che non esistono differenze statisticamente significative tra l'utilizzo di HME ed HH nello sviluppo di VAP; inoltre i gruppi non differivano per mortalità in terapia intensiva per durata della ventilazione artificiale meccanica (VAM), per durata della degenza in terapia intensiva, durata della ventilazione prima di VAP, tracheotomia ed occlusione del tubo.

Lo studio di Lorente<sup>15</sup> fornisce dei risultati differenti rispetto al precedente; i pazienti ventilati meccanicamente per più di cinque giorni hanno una minore incidenza di sviluppare VAP con un HH che con un HME. Infatti dei 51 pazienti trattati con HH, hanno sviluppato VAP in 8, mentre 21 su 53 trattati con HME hanno sviluppato VAP ( $P = 0,006$ ).

I risultati ottenuti da Boots<sup>16</sup> indicano che la tecnica di umidificazione non influisce nell'incidenza di VAP o caratteristiche delle secrezioni, ma gli HME possono dare una resistenza del flusso d'aria su-

**Tabella 1** – Strategia di ricerca

Banche dati	Key words	Articoli trovati	Articoli selezionati	Articoli inclusi
MEDLINE	"active and passive humidifiers" "mechanical ventilation" "heat and moisture exchangers" "HME" "Airway Management"[Mesh] "Respiration, Artificial"[Mesh] "Humidity"[Mesh] AND "Intubation, Intratracheal"[Mesh]	153	46	10
CINAHL	"active and passive humidifiers" "heat and moisture exchangers" HME" "HH" "mechanical ventilation" MM "Respiration, Artificial") (MM "Humidity") MH "Ventilation, Mechanical, Differentiated") (MH "Mechanical Ventilation (lowa NIC)") (MH "Respiration, Artificial") (MH "Humidity") (MH "Endotracheal Tubes") (MH "Intubation, Intratracheal")	68	24	5
ILISI	umidificazione	3	2	0
EMBASE	"HH" "HME" "active" AND "passive humidification" mechanical ventilation/exp 'mechanical ventilation' 'humidity' 'filters' pneumonia ventilator associated/exp 'pneumonia ventilator associated' 'heat and moisture exchanger'	286	41	2

**Tabella 2** – Valutazione degli studi di trattamento

1. Lo studio si basa su una domanda di ricerca chiaramente formulata?
2. Gli autori hanno utilizzato uno studio sperimentale?
<b>I risultati dello studio sono validi?</b>
<b>3. Il gruppo sperimentale ed il gruppo di controllo erano simili in termini di prognosi all'inizio dello studio?</b>
3.1 L'assegnazione dei pazienti al trattamento era randomizzata?
3.2 Gli outcome delle persone che abbandonarono lo studio erano descritti e inclusi nell'analisi (ad esempio c'era l'analisi secondo l'intention to treat)
3.3 I gruppi sono stati trattati in modo identico, al di là del trattamento studiato?
3.4 I gruppi erano simili per tutti i determinanti conosciuti per l'outcome considerato?
<b>4. Il gruppo sperimentale ed il gruppo di controllo mantenevano una stessa prognosi anche dopo l'avvio dello studio?</b>
4.1 I pazienti erano ciechi rispetto al trattamento?
4.2 Gli operatori erano ciechi rispetto al trattamento?
4.3 Gli analisti degli outcome erano ciechi rispetto al trattamento?
<b>5. I risultati potranno essere applicati nell'assistenza ai pazienti?</b>
5.1 Gli outcome sono stati misurati nello stesso modo per tutti i gruppi?
5.2 Gli outcome sono stati misurati in modo affidabile?
5.3 Gli outcome considerati sono clinicamente rilevanti?

periore a quanto specificato dal produttore dopo 24 ore di utilizzo; nel campione trattato, la VAP si è verificata con simili frequenze in tutti i gruppi. Anche lo studio di Nadir Ozis<sup>17</sup>, con un campione più esiguo, fornisce gli stessi risultati per lo svi-

luppo di VAP, non ci sono differenze statisticamente significative rispetto l'occlusione del tubo ma i sistemi HH sono preferibili in pazienti con sottostante malattia polmonare cronica per gli effetti positivi sui valori della pressione parziale di

CO<sub>2</sub> presente nell'aria espirata e punteggi di secrezione.

Non ci sono differenze significative tra i due sistemi di umidificazione riguardo la prevenzione delle infezioni e lo sviluppo di VAP anche secondo i risulta-

Tabella 4 – Report

Autore	Disegno dello studio	Campione	Risultati	Casp (item positivi)	Commenti
Girault C et al., 2003	<b>RCT</b>	11	Umidificazione attiva raccomandata nel difficile o potenzialmente difficile svezzamento di pazienti con insufficienza respiratoria cronica rispetto ad HME.	9/12	Si esprimono dei dubbi rispetto al numero dei soggetti compresi nel campione che è troppo esiguo. Test statistici utilizzati descritti.
Bojer A et al., 2003	<b>RCT</b>	22	I due HME puramente igroscopici forniscono una sicura ed efficace umidificazione durante un periodo di 48 ore.	9/12	Si esprimono dei dubbi rispetto al numero dei soggetti compresi nel campione che è troppo esiguo. Materiali, metodi e test statistici utilizzati dettagliatamente descritti.
Lorente L et al., 2004	<b>RCT</b>	300	La pratica di non cambiare periodicamente i circuiti di ventilazione quando si utilizza HME per l'umidificazione non aumenta l'incidenza di infezioni respiratorie.	9/12	Buona numerosità campionaria, test statistici utilizzati dettagliatamente descritti.
Lacherade JC et al., 2005	<b>RCT</b>	370	Nessuna differenza per VAP, mortalità in ICU, durata degenza in ICU, durata ventilazione, tracheotomia, occlusione del tubo oro-tracheale.	11/12	Studio multicentrico, buona numerosità campionaria, allocazione nascosta, test statistici utilizzati dettagliatamente descritti, utilizzata analisi intention-to-treat.
Lorente L et al., 2006	<b>RCT</b>	104	I pazienti ventilati meccanicamente per più di cinque giorni hanno una minore incidenza di sviluppare VAP con un HH che con un HME.	10/12	Buona numerosità campionaria, test statistici utilizzati dettagliatamente descritti.
Boots R J et al., 2006	<b>RCT</b>	381	Nessuna differenza statisticamente significativa per VAP, resistenza tubo orotracheale, frequenza di aspirazione, spessore e sangue nelle secrezioni.	10/12	Buona numerosità campionaria, test statistici utilizzati dettagliatamente descritti.
Inui D et al., 2006	<b>RCT</b>	10	Gli HME sembrano essere più efficaci quando si trovano posizionati in prossimità del tubo oro-tracheale.	9/12	Si esprimono dei dubbi rispetto al numero dei soggetti compresi nel campione, test statistici utilizzati descritti.
Nadir Ozis T et al., 2009	<b>RCT</b>	41	Nessuna differenza statisticamente significativa per tasso di VAP ed occlusione del tubo endotracheale tra HH e HME.	9/12	Si esprimono dei dubbi rispetto al numero dei soggetti compresi nel campione, test statistici utilizzati descritti.
Alcoforado L et al., 2012	<b>RCT</b>	15	Nessuna differenza statisticamente significativa nella prevenzione delle infezioni respiratorie tra HH e HME.	9/12	Si esprimono dei dubbi rispetto al numero dei soggetti compresi nel campione che è troppo esiguo, test statistici utilizzati descritti.
Oguz S et al., 2013	<b>RCT</b>	35	Nessuna differenza statisticamente significativa in termini di sviluppo dell'infezione tra HH e HME.	9/12	Si esprimono dei dubbi rispetto al numero dei soggetti compresi nel campione, test statistici utilizzati descritti.
Lellouche F et al., 2013	<b>Studio cross-over randomizzato</b>	15	La temperatura ambiente e ventilazione minuto hanno avuto un'influenza trascurabile sulle prestazioni di umidificazione di due HME passivi igroscopici e idrofobi e quello attivo.	9/12	Si esprimono dei dubbi rispetto al numero dei soggetti compresi nel campione, test statistici utilizzati descritti.
Kranbeter R et al., 2004	<b>Studio di coorte aperto non randomizzato</b>	3585	Esiste una differenza statisticamente significativa di sensibile riduzione del tasso di VAP utilizzando HME rispetto a HH in pazienti che necessitano di VAM >2 giorni.	10/12	Elevata numerosità campionaria, test statistici utilizzati descritti.
Florek A et al., 2004	<b>Studio osservazionale</b>	20	L'efficacia del riscaldamento ed umidificazione con il filtro HME, non è significativamente influenzata durante le 72 ore di ventilazione artificiale.	9/12	Si esprimono dei dubbi rispetto al numero dei soggetti compresi nel campione, test statistici utilizzati descritti.
Jaber S et al., 2004	<b>Studio controllato non randomizzato</b>	60	La riduzione media di volume e l'aumento medio della resistenza del tubo orotracheale è significativamente maggiore nel gruppo HME rispetto al gruppo HH.	10/12	Discreta numerosità campionaria, test statistici utilizzati dettagliatamente descritti.
Doyle A et al., 2011	<b>Studio osservazionale prospettico</b>	246	Vi è un aumento significativo dell'incidenza dell'occlusione del tubo endotracheale utilizzando un HME idrofobo rispetto ad un HH.	10/12	Buona numerosità campionaria, test statistici utilizzati descritti, si esprimono dei dubbi sui criteri di allocazione del campione.
Moran I et al., 2011	<b>Studio clinico di coorte prospettico</b>	22	Non si sono osservate eventuali differenze tra HH e HME nelle resistenze del tubo endotracheale usato nella pratica clinica di routine.	10/12	Test statistici utilizzati dettagliatamente descritti, si esprimono dei dubbi rispetto al numero dei soggetti compresi nel campione e la loro allocazione.
Auxiliadora-Martins M et al., 2012	<b>Studio prospettico pre-post</b>	314	La possibilità di sviluppare VAP non differiva tra HH e HME.	11/12	Buona numerosità campionaria, test statistici utilizzati dettagliatamente descritti.

**Tabella 3** – Valutazione degli studi osservazionali

1. Lo studio si basa su una domanda di ricerca chiaramente formulata?
2. Il progetto è appropriato agli obiettivi stabiliti?
3. L'ampiezza del campione è giustificata?
4. L'esposizione è stata accuratamente misurata per minimizzare i bias?
5. Gli outcome sono accuratamente misurati per minimizzare i bias?
6 (a). Gli autori hanno individuato tutti i più importanti fattori di confondimento?
6 (b). Hanno tenuto conto dei fattori confondenti nella progettazione e/o analisi?
7 (a). Il follow up dei soggetti è stato abbastanza completo?
7 (b). Il follow up dei soggetti è stato abbastanza lungo?
8. I metodi statistici sono stati descritti?
9. I risultati possono essere generalizzati?
10. I risultati di questo studio si inseriscono con altre evidenze disponibili?

ti dello studio (campione esiguo, 15 pazienti) di Alcoforado<sup>18</sup>, il quale aggiunge che, rispetto al filtro HME, la crescita batterica dal lato del ventilatore e dal lato paziente può indicare che la principale fonte di contaminazione del circuito sia il paziente stesso.

Ha raggiunto gli stessi risultati per quanto riguarda lo sviluppo di infezione delle vie respiratorie, anche lo studio di Oguz<sup>19</sup> il quale aggiunge che la radiografia polmonare dei soggetti studiati, ha mostrato uno sviluppo ritardato di infiltrazione per i soggetti che utilizzano filtri HME.

In merito allo sviluppo di VAP, quasi tutti gli studi sperimentali inclusi, hanno mostrato risultati concordi nel fatto che

non ci siano differenze statisticamente significative sull'utilizzo dei due tipi di umidificazione e riscaldamento delle vie aeree.

I 6 trial considerati, hanno tutti rivelato una buona soddisfazione degli item presenti nella scheda di valutazione degli RCT utilizzata ed in tutti sono stati più o meno dettagliatamente descritti i metodi di analisi statistica utilizzati. Nonostante ciò, esistono delle notevoli differenze sulla forza dei vari studi principalmente per la dimensione del campione preso in esame. Tra questi emerge sicuramente lo studio di Lacherade<sup>14</sup>, una ricerca multicentrica con un campione di grandezza soddisfacente.

Un altro outcome preso in considera-

zione riguardava l'efficacia dei due metodi di umidificazione nella ventilazione di pazienti difficili da svezzare. L'unico studio che analizza questa problematica assistenziale è quello di Girault<sup>20</sup>: il tipo di dispositivo di umidificazione delle vie aeree usato, può influenzare negativamente l'efficacia della VAM e, a meno che il livello di ventilazione a pressione di supporto sia notevolmente aumentato, l'uso di uno scambiatore di calore e umidità non dovrebbe essere raccomandato nel difficile o potenzialmente difficile svezzamento di pazienti con insufficienza respiratoria cronica. Gli effetti del HME provocano una sensazione di disagio respiratorio per i pazienti. Lo studio suggerisce anche che un aumento del livello della

pressione di supporto, possa compensare l'aumento dello sforzo inspiratorio generato dal HME. La buona qualità dello studio, suggerita dalla CASP utilizzata, si scontra con l'estrema esiguità del campione esaminato che non permette di generalizzare questi risultati.

Lo studio di Lellouche<sup>21</sup> fornisce indicazioni sull'influenza della temperatura ambientale sulle prestazioni dei dispositivi HME attivi e passivi; i risultati hanno dimostrato che la temperatura ambiente e la ventilazione minuto incidono in modo trascurabile sulle prestazioni di umidificazione degli HME passivi igroscopici e idrofobi e sul dispositivo HME attivo (dispositivo di umidificazione basato su HME igroscopico passiva e un componente attivo che comprende calore esterno e l'aggiunta di acqua al lato del paziente della HME), mentre è stato precedentemente dimostrato che le prestazioni di HH con filo riscaldato può essere fortemente influenzato dalla temperatura ambiente.

I risultati dello studio di Bojer<sup>22</sup> dimostrano che i particolari dispositivi HME testati nel trial, forniscono buone prestazioni anche estendendo il loro utilizzo a 48 ore; inoltre il circuito ventilatorio rimane pulito nonostante l'assenza di mezzi filtranti. Il costo della ventilazione meccanica è conseguentemente ridotto. Lorente<sup>23</sup> invece, va ad analizzare l'efficacia della sostituzione periodica dei circuiti del ventilatore per diminuire il tasso di VAP utilizzando uno scambiatore di calore e umidità per l'umidificazione. Da questo RCT con campione di 300 pazienti, risulta non esserci alcuna differenza significativa nell'incidenza di VAP, tra "il cambiare

periodicamente i circuiti di ventilazione" e "non cambiare i circuiti di ventilazione" quando si utilizza un HME per l'umidificazione. Cambiare periodicamente i circuiti del ventilatore era costoso ed inefficace. I risultati suggeriscono che la pratica di non cambiare periodicamente i circuiti di ventilazione quando si utilizza HME per l'umidificazione non aumenta l'incidenza di infezioni respiratorie.

Le performance dei dispositivi HME dipendono anche dalla posizione del filtro stesso sul circuito di ventilazione; dai risultati di Inui<sup>24</sup> emerge che, sia il tipo che la collocazione possono portare ad una differenza significativa nel mantenimento dell'umidità assoluta e temperatura durante la ventilazione nell'adulto. Sulla base dei risultati dello studio, gli HME sembrano essere più efficaci quando si trovano in prossimità del tubo oro-tracheale.

Tra gli studi osservazionali esaminati, due hanno come obiettivo la valutazione dell'incidenza di VAP utilizzando dispositivi di umidificazione attiva e passiva. I risultati dello studio di coorte di Kranbeter<sup>25</sup> hanno mostrato che il tasso di VAP potrebbe essere sensibilmente ridotta cambiando la strategia da umidificazione attiva a umidificazione passiva soprattutto per i pazienti che necessitano di VAM a lungo termine. Tuttavia il tasso di VAP tra i due gruppi ( $p=0,068$ ) e di incidenza di VAP per 1000 giorni di ventilazione ( $p=0,089$ ) non raggiunge valori statisticamente significativi, mentre nei pazienti che necessitavano di VAM > 2 giorni, la differenza era statisticamente significativa ( $p=0,012$ ).

Dallo studio di Auxiliadora-Martins<sup>26</sup> non risultano esserci differenze statistica-

mente significative tra i gruppi HH e HME, l'incidenza di VAP per 1000 giorni di ventilazione è stata simile (18.7 vs 17.4,  $P=0.97$ ) dimostrando così l'inefficacia del HME come misura preventiva. Secondo questo studio l'uso di HME non ha ridotto l'incidenza di VAP, la durata della VAM o la durata del ricovero in terapia intensiva nella popolazione studiata.

Attraverso la scheda di valutazione per studi osservazionali utilizzata, entrambi risultano essere di buona qualità nonostante il disegno dello studio non permetta di eliminare tutte le fonti di bias. I campioni sono di notevole numerosità, soprattutto quello di Kranbeter<sup>25</sup> che assorbe la quasi totalità dei soggetti studiati. In merito all'outcome di interesse, i risultati dei due studi appaiono discordanti tra loro.

Lo studio controllato non randomizzato di Jaber<sup>27</sup> fornisce indicazioni su quale tipo di umidificazione sia consigliata al fine di ridurre l'incidenza di ostruzione del tubo oro-tracheale (TOT) nei pazienti ventilati meccanicamente. Il risultato principale è che durante la VAM a lungo termine, cioè dopo più di 4 o 5 giorni, il tipo di sistema di umidificazione utilizzato può modificare significativamente la pervietà del TOT. A metà della durata del periodo di studio, non è stata osservata nessuna differenza statistica in riduzione dei volumi ventilatori tra i due dispositivi. Alla fine del periodo di studio, la riduzione media di volume ventilatorio nel TOT era significativamente maggiore nel gruppo HME rispetto al gruppo HH ( $-5.1 \pm 2.5$  vs  $-3.3 \pm 2.9\%$ ,  $p=0,008$ ). Alla fine del periodo di studio, l'aumento medio della resistenza del TOT era significativamente maggio-

re nel gruppo HME rispetto al gruppo HH ( $8.4 \pm 12,2$  vs  $19,4 \pm 17,7\%$ ,  $p = 0.001$ ). Di conseguenza, si è osservato dopo 9 o 10 giorni di ventilazione una riduzione significativamente maggiore nel volume del TOT e un maggiore aumento della resistenza con l'HME che con l'HH. Anche secondo lo studio osservazionale di Doyle<sup>28</sup> vi è un aumento significativo ( $P=.02$ ) dell'incidenza dell'occlusione del tubo endotracheale utilizzando un HME idrofobo rispetto ad un HH.

Lo studio clinico di coorte di Moran<sup>29</sup> fornisce risultati contrastanti rispetto al precedente, concludendo che non si sono osservate eventuali differenze tra HH e HME nelle resistenze del tubo endotracheale usato nella pratica clinica di routine. I risultati confermano che i depositi di secrezioni respiratorie sulla parete interna del TOT riducono il loro lume e quindi aumentano la resistenza al flusso d'aria.

Questi tre studi soddisfano i criteri di valutazione utilizzati e tra di essi spicca per numerosità campionaria il lavoro di Doyle<sup>28</sup>; tuttavia si esprimono dei dubbi sui metodi ed i criteri di allocazione utilizzati in questa ricerca che probabilmente hanno creato un bias di allocazione che può rendere i risultati poco generalizzabili. Gli altri due studi presentano campioni più esigui ed anche nello studio di Moran<sup>29</sup> possono essere presenti dei bias dipendenti dai criteri di allocazione.

Attraverso uno studio osservazionale, Florek<sup>30</sup> ha voluto testare l'efficacia di un dispositivo HME durante l'uso esteso a 72 ore. I risultati ottenuti, misurando i valori della temperatura dell'aria inspiratoria, umidità relativa e assoluta, hanno determinato che l'efficacia del riscaldamento

ed umidificazione dei gas respiratori non è significativamente influenzata durante le 72 ore di VAM. Utilizzando diversi metodi di valutazione delle prestazioni di questi dispositivi, è stato dimostrato che il loro lavoro continuo per 48 ore, o anche di più, non influenza significativamente la qualità di riscaldamento ed umidificazione dei gas dal ventilatore.

## CONCLUSIONI

La scelta di stabilire un limite temporale, rispetto alla data di pubblicazione dei trials inseriti in questo studio, va ricondotta all'evoluzione che hanno subito i dispositivi di umidificazione, soprattutto gli HME, che ad oggi possono vantare una buona capacità di umidificazione, riscaldamento e filtrazione batterica. Questo al fine di ottenere delle indicazioni che siano il più attuali possibile ed utilizzabili nella pratica clinica. È di fondamentale importanza, infatti, che la ricerca non rimanga fine a se stessa ma possa essere impiegata nella pratica clinica per elevare la qualità e la sicurezza delle cure erogate per fornire alla persona prestazioni adeguate ed appropriate, basate su prove di efficacia.

Gli studi più recenti ed attualmente disponibili in letteratura sono orientati e discretamente concordi su alcuni outcome relativi alla tipologia di paziente in studio. Tuttavia, il loro numero, la qualità e la generalizzabilità dei risultati di alcuni di essi, non consentono di esprimere dei pareri definitivi sull'efficacia dei due sistemi di umidificazione nei pazienti sottoposti a ventilazione meccanica. La maggior parte degli studi presenti in letteratura riporta come obiettivo principale la valutazio-

ne dell'incidenza di VAP mentre vengono trascurati altri importanti outcome presenti in un numero insufficiente di studi; la complessità ed intensità di cure che richiede il paziente sottoposto a ventilazione meccanica e l'importanza dell'umidificazione e riscaldamento delle vie aeree andrebbe approfondita e studiata maggiormente in tutti i suoi rischi e benefici.

Probabilmente in letteratura non sono ancora presenti abbastanza prove di efficacia riguardo queste problematiche assistenziali che richiedono maggiori ricerche mirate ad elaborare dei risultati più uniformi ed attendibili ad indirizzare la pratica clinica per ridurre l'incidenza di condizioni patologiche come la polmonite associata a ventilazione, problema invalidante soprattutto in termini di salute ma anche in termini economici.

## Bibliografia

1. LARSEN R, ZIEGENFUSS T. *La respirazione artificiale. Basi e pratica*. II ed. Springer. 2011. p 105-107; p 160-165.
2. KELLY M, GILLIES D, TODD DA, LOCKWOOD C. *Heat and humidification versus heat and moisture exchangers for ventilated adults and children*. The Cochrane Library. 2010; 14(4):1-91.
3. SIEMPOS I, VARDAKAS K, KOPTERIDES P, FALAGAS M. *Impact of passive humidification on clinical outcomes of mechanically ventilated patients: A meta-analysis of randomized controlled trials*. Crit Care Med. 2007; 35(12):2843-2851.
4. KOLA A, ECKMANNS T, GASTMEIER P. *Efficacy of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia: meta-analysis of randomized controlled trials*. Intensive Care Med. 2005; 31(1):5-11.
5. BRANSON R. *Secretion management in the mechanically ventilated patient*. Respir care 2007; 52(10):1328-42.

6. RESTREPO RD, WALSH BK. *Humidification during invasive and noninvasive mechanical ventilation: 2012*. *Respir Care*. 2012; 57(5):782-788.
7. GENTILE MA, SIOBAL MS. *Are specialized endotracheal tubes and heat and moisture exchangers cost-effective in preventing ventilator associated pneumonia?* *Respir Care*. 2010; 55(2):184-196.
8. MUSCEDERE J, DODEK P, KEENAN S, FOWLER R, COOK D, HEYLAND D. *Comprehensive evidence-based clinical practice guidelines for ventilator-associated pneumonia prevention*. *J Crit Care*. 2008; 23(1):126-137.
9. NIËL-WEISE BS, WILLE JC, VAN DEN BROEK PJ. *Humidification policies for mechanically ventilated intensive care patients and prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review of randomized controlled trials*. *J Hosp Infect*. 2007; 65(4):285-291.
10. BOLDINI P, AMATO A. *Efficacia dei filtri/umidificatori passivi, versus filtri/umidificatori riscaldati connessi ai respiratori meccanici nei pazienti adulti intubati*. *Scenario* 2005; 22(3):13-19.
11. *Casp Checklists* [1 schermata]. Disponibile presso: <http://www.casp-uk.net/#!casp-tools-checklists/c18f8> Ultimo accesso 20/03/2014.
12. *Scheda per la valutazione degli studi di trattamento* [1 schermata]. Disponibile presso: [http://www.evidencebasednursing.it/calcolatori/griglie\\_EBN.htm](http://www.evidencebasednursing.it/calcolatori/griglie_EBN.htm) Ultimo accesso 20/03/2014.
13. *Handbook EBP* [1 schermata] Disponibile presso: [http://www.evidencebasednursing.it/secretroom/HANDBOOK\\_EBP.pdf](http://www.evidencebasednursing.it/secretroom/HANDBOOK_EBP.pdf) Ultimo accesso 20/03/2014.
14. LACHERADE JC, AUBURTIN M, CERF C et al. *Impact of humidification systems on ventilator-associated pneumonia: a randomized multicentre trial*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005; 15(10):1276-1282.
15. LORENTE L, LECUONA M, JIMÉNEZ A, MORA M, SERRA A. *Ventilator-associated pneumonia using a heated humidifier or a heat and moisture exchanger: a randomized controlled trial*. *Crit Care*. 2006; 10(4):116-123.
16. BOOTS RJ, GEORGE N, FAOAGALI JL, DRUERY J, DEAN K, HELLER F. *Double-heater-wire circuits and heat-and-moisture exchangers and the risk of ventilator-associated pneumonia*. *Crit Care Med*. 2006; 34(3):687-693.
17. NADIR OZİŞ T, KANAT O, OĞUZÜLGEN İK, AYDOĞDU M, HİZEL K, GÜRSEL G. *The clinical and microbiological comparison of the use of heated humidifiers and heat and moisture exchanger filters with Booster in mechanically ventilated patients*. *Tuberk Toraks*. 2009; 57(3):259-267.
18. ALCOFORADO L, PAIVA D, SILVA F et al. *Heat and moisture exchanger: protection against lung infections? Pilot study*. *Fisioter Pesq*. 2012; 19(1):57-62.
19. OGUZ S, DEGER I. *Ventilator-associated pneumonia in patients using HME filters and heated humidifiers*. *Ir J Med Sci*. 2013; 182:651-655.
20. GIRAULT C, BRETON L, RICHARD JC et al. *Mechanical effects of airway humidification devices in difficult to wean patients*. *Crit Care Med*. 2003; 31(5):1306-1311.
21. LELLOUCHE F, QADER S, TAILLÉ S, LYAZIDI A, BROCHARD L. *Influence of ambient temperature and minute ventilation on passive and active heat and moisture exchangers*. *Respir care*. 2013 Oct; 8.
22. BOYER A, THIÉRY G, LASRY S et al. *Long-term mechanical ventilation and hygroscopic heat and moisture exchangers user for 48 hours: a prospective clinical, hygro-metric, and bacter*. *Crit Care Med*. 2003; 31(3):823-829.
23. LORENTE L, LECUONA M, GALVAN R et al. *Periodically changing ventilator circuits is not necessary to prevent ventilator-associated pneumonia when a heat and moisture exchanger is used*. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2004; 25(12):1077-1082.
24. INUI D, OTO J, NISHIMURA M. *Effect of heat and moisture exchanger (HME) positioning on inspiratory gas humidification*. *BMC Pulm Med*. 2006; 8(6):19.
25. KRANABETTER R, LEIER M, KAMMERMEIER DET, JUST HM, HEUSER D. *The effects of active and passive humidification on ventilation-associated nosocomial pneumonia*. *Anaesthesist*. 2004; 53(1):29-35.
26. AUXILIADORA-MARTINS M, MENEGUETI MG, NICOLINI EA et al. *Effect of heat and moisture exchangers on the prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients*. *Braz J Med Biol Res*. 2012; 45(12):1295-1300.
27. JABER S, PIGEOT J, FODIL R. *Long-term effects of different humidification systems on endotracheal tube patency: evaluation by the acoustic reflection method*. *Anesthesiology*. 2004; 100(4):782-788.
28. DOYLE A, JOSHI M, FRANK PET, CRAVEN T, MOONDI P, YOUNG P. *A change in humidification system can eliminate endotracheal tube occlusion*. *J Crit Care*. 2011; 26(6):637e1-637e4.
29. MORAN I, CABELLO B, MANERO E, MANCEBO J. *Comparison of the effects of two humidifier systems on endotracheal tube resistance*. *Intensive Care Med*. 2011; 37(11):1773-1779.
30. FLOREK A, NESTOROWICZ A, KOTLIŃSKA-HASIEC. *Assessment of the efficacy of heat and moisture exchangers with prolonged use*. *Anest Intens Ter*. 2004 Mar; 181-184.