



# Prevenzione delle infezioni negli utenti in ventilazione meccanica invasiva con intubazione tracheale

Infermiere Vincenzo De Socio e Caposala Raffaella Raimondi

*Centri studi EBN - Direzione Servizio Infermieristico e Tecnico  
Azienda Ospedaliera di Bologna - Policlinico S.Orsola-Malpighi  
Via Massarenti, 9  
40138 Bologna, Italia  
Tel. 051 6363413 - 6363457  
Fax. 051 6363025 - 6363500*

*E-mail: [servinf@orsola-malpighi.med.unibo.it](mailto:servinf@orsola-malpighi.med.unibo.it)*

*Web: [www.med.unibo.it/reparti\\_servizi/servinfer/homepage.html](http://www.med.unibo.it/reparti_servizi/servinfer/homepage.html)*

## Introduzione

La scelta dell'argomento oggetto della nostra ricerca è stata molto influenzata dal nostro ambiente di lavoro. Noi infatti lavoriamo, in una U.O. di Pneumologia con una sezione di Terapia Intensiva Respiratoria, dove sono ricoverati, anche, utenti sottoposti ad intubazione tracheale. Ci siamo quindi chiesti se, partendo dall'esperienza di altri colleghi potevamo migliorare il nostro sistema di gestire gli utenti in VMI con intubazione endotracheale.

## Strategia di ricerca

La ricerca è stata effettuata esclusivamente, attraverso Internet, sulle banche dati elencate sulle pagine EBN del Centro Studi del Servizio Infermieristico del S.Orsola-Malpighi, utilizzando parole- chiave combinate in modo diverso. L'elaborazione dei documenti è avvenuta in altre sedi (U.O. o proprio domicilio).

## Obiettivo

- Recuperare informazioni nuove o validare quelle che già possediamo per prevenire le infezioni delle vie aeree in utenti intubati in VMI,
- Dimostrare ai colleghi che con la ricerca è possibile ampliare gli orizzonti dell'assistenza infermieristica, riducendo le distanze e le differenze tra i professionisti infermieri, del mondo
- Stimolare la curiosità nei confronti della ricerca.

## Premessa alla griglia e criteri di selezione

- Sono stati presi in considerazione solo gli articoli dove era presente l'abstract
- Sono stati esclusi a priori documenti che richiedevano un pagamento per la lettura
- È stato deciso a priori di considerare tutti i documenti che potevano darci delle indicazioni utili per prevenire le infezioni ai degenti in VMI
- La scelta dei documenti è stata guidata da: PERTINENZA all'argomento di ricerca, escludendo a priori i documenti su trattamenti farmacologici; POPOLAZIONE statistica e rappresentatività del campione ( sono stati considerati solo documenti che riguardavano utenti adulti) DATAZIONE (1990-2000), TIPO DI DOCUMENTO ( randomized controlled studies, systematic reviews, guidelines, ecc.)

- Sono state visitate le seguenti BD: The Chocrane Library, Guideline Clearingho e CDC Atlanta e società scientifiche.
- Parole chiave utilizzate: Intubation intratracheal AND infection, Tracheal intubation infection, Prevention infection AND intubation intratracheal

### Tabella analitica dei documenti rilevati/selezionati

Schema banca dati: "Prevenzione delle infezioni negli utenti in VMI con intubazione tracheale"						
Banche dati	Parole chiave	Articoli Individuati	Articoli Selezionati	Autori	Contenuti	Note
The Chocran e Library	Intubation Intratracheal AND infection	25	Nosocomial sinusitis in ventilated patients. Nasotracheal versus orotracheal intubation. (1999)	Bach A; Boehrer H; Schmidt H; Geiss HK	Studio comparativo tra pazienti intubati orotracheale e nasotracheale per vedere in quale dei due gruppi è maggiore l'insorgenza di sinusite	Fuori Tema
	Tracheal intubation infection	10 Complete Reviews	Antibiotics for preventing respiratory tract infection in adults receiving intensive care (2001)	Liberati A, D'Amico R, Pifferi S, Leonetti C, Torri V, Brazzi L, Tinazzi A.	Trattasi di studi farmacologici	Non pertinente
		17 Reference	Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy. A prospective study of 150 critically ill adult patients. (1981)	Stauffer JL; Olson DE; Petty TL	Complicanze dell'intubazione	Fuori tema
	Prevention infection AND intubation intratracheal	5 Complete Reviews	0			
		11 Reference	0			
Guideline Clearing house	Intratracheal intubation AND infection	11	Guidelines for prevention of nosocomial pneumonia (2000)		E' specifico per patologia	Non pertinente

Health Canada Disease Prevention and Control Guideline	Intratracheal intubation AND infection	0	0			
Società Scientifiche American Association for Respiratory Care	Intratracheal intubation AND infection		1 Nasotracheal suctioning (1992)  2 Endotracheal Suctioning of mechanically Ventilated Adult and Children with Artificial Airways (1993)  3 Ventilator Circuit Changes (1994)	1 Lana Hilling, Eric Bakov, James Frink, Chris Kelly, Denis Sobush, Peter A southorn.  2 Richard D Branson, Robert S Campbell, Robert L Chatburn, Jach Covington  3 Robert S Campbell, Richard D Brandson, William Churk, Jack Covington.	1 L'argomento trattato è quello della rimozione delle secrezioni (sangue, vomito, secrezioni ecc.) dalla trachea cercando di evitare l'intubazione tracheale  2 Tratta in modo completo l'argomento dell'aspirazione delle secrezioni bronchiali in degenti in VMI  3 Descrive le modalità sulla corretta gestione del circuito ventilatorio per evitare infezioni o danni all'utente in VMI	1 Interessante ma non completamente pertinente  2 Molto interessante  3 molto interessante
CDC Atlanta		National Alerts:	Guideline for prevention of nosocomial Pneumonia		A PAGAMENTO	Non considerato

## Risultati

Dalla ulteriore lettura dei documenti stampati dalle banche dati solo due (quelli indicati in neretto nella tabella) sono sembrati alla nostra attenzione i più pertinenti per dare risposte alla nostra domanda iniziale. Riportiamo di seguito il contenuto delle linee guida senza modificare o adattare il contenuto alla nostra realtà.

### PREVENZIONE INFEZIONI DA INTUBAZIONE

Gli argomenti trattati sono due:

1. Relativo all'aspirazione delle secrezioni endotracheali.
2. Relativo al cambio dei circuiti ventilatori

## 1. ASPIRAZIONE DELLE SECREZIONI PER VIA ENDOTRACHEALE

L'aspirazione endotracheale è una componente della "terapia dell'igiene bronchiale" (NTS) e mira a rimuovere le secrezioni, quali: sangue, vomito, o altro materiale estraneo che si accumula nell'albero bronchiale e non può essere rimosso dal paziente con la tosse. Questa procedura prevede la preparazione del paziente.

### Preparazione del paziente

Il degente prima di subire l'aspirazione endotracheale dovrebbe essere iperossigenato per 30 secondi assumendo ossigeno al 100% attraverso le seguenti indicazioni:

- Registrare la FIO<sub>2</sub> che si regola sul ventilatore meccanico
- Attraverso l'utilizzo di un programma provvisorio di arricchimento di ossigeno disponibile su molti microprocessori di ventilatori
- Ventilando manualmente il paziente per aumentare la FIO<sub>2</sub> (almeno uno studio dice che il metodo che utilizza il ventilatore per aumentare l'ossigenazione è migliore rispetto alla ventilazione manuale)

In ogni caso si avrà cura di mantenere un tempo espiratorio adeguato per permettere una esalazione completa del volume respiratorio

- Insufflando in continuo o ad intermittenza ossigeno attraverso il catetere di aspirazione anche se, è stato segnalato che i dispositivi progettati a questo proposito possono essere difficoltosi da usare e costosi
- È stato segnalato che mantenere un aumento dei volumi corrente durante questa tecnica è difficoltoso
- Un sistema a circuito chiuso può facilitare la continuità della ventilazione meccanica e il livello di ossigenazione durante l'aspirazione
- Il paziente può essere collegato ad un pulsossimetro per controllare la sua ossigenazione durante e dopo la procedura
- È possibile instillare soluzione salina per facilitare la rimozione delle secrezioni. La quantità da instillare sembra essere basata su rapporti "aneddotici".

### Aspirazione

La pressione negativa ad un catetere introdotto nelle vie artificiali nella trachea deve essere applicata nel momento in cui il catetere viene ritirato. La manovra dovrebbe essere eseguita in asepsi. Ogni passaggio del catetere nelle vie respiratorie artificiali è considerato un'aspirazione e la sua durata dovrebbe essere di circa 10-15 secondi. Non ci sono raccomandazioni particolari per quanto riguarda l'aspirazione anche se è indicato di tenere un pressione di aspirazione bassa.

Dopo l'aspirazione il paziente dovrebbe:

- Essere iperossigenato per circa 1 minuto
- Essere iperventilato o aumentando il ritmo respiratorio, o aumentando il volume respiratorio usando la stessa tecnica utilizzata prima dell'aspirazione
- Controllato per eventuali reazioni negative

### Indicazione all'aspirazione delle secrezioni endotracheali

La necessità di rimuovere le secrezioni polmonari accumulate è comprovata da quanto segue:

- Respirazione rumorosa o rumori respiratori all'ascultazione
- Picchi di pressione inspiratoria durante la ventilazione con volume controllato o diminuzione di volume corrente durante la ventilazione a pressione controllata
- Incapacità del paziente di generare tosse spontanea efficace
- Secrezioni visibili nelle vie respiratorie
- Cambiamenti nei grafici, di pressioni e di flusso
- Sospetto di aspirazione di materiale gastrico nelle vie aeree
- Rilevazione obiettiva dell'aumento del lavoro respiratorio
- Peggioramento dei valori arteriosi dei gas nel sangue
- Necessità di reperire materiale idoneo per esami citologici o colturali sull'escreato
- Necessità di mantenere la pervietà e l'integrità delle vie aeree artificiali
- Presenza di atelectasie polmonari associate a ritenzione delle secrezioni.

### **Controindicazioni**

L'aspirazione endotracheale è una procedura necessaria. La maggior parte delle controindicazioni riguardano il rischio del paziente di sviluppare reazioni avverse o peggiorare il suo stato di salute come risultato della procedura stessa. Una volta seguite scrupolosamente le indicazioni e le raccomandazioni non ci sono controindicazioni assolute a tale pratica, anzi, l'astenersi dal praticare tale attività, per evitare reazioni avverse, può risultare mortale per l'utente. Le secrezioni delle vie aeree periferiche non possono essere rimosse tramite aspirazione endotracheale.

### **Complicazioni**

- Ipossiemia
- Trauma delle mucosa tracheale o bronchiale
- Arresto cardiaco
- Arresto respiratorio
- Aritmie cardiache
- Atelecasie polmonari
- Broncospasmo
- Infezione (paziente e/o caregiver)
- Emorragia polmonare
- Interruzione della ventilazione meccanica
- Ipertensione arteriosa
- Ipotensione arteriosa

### **Valutazione del bisogno**

Il personale qualificato dovrebbe pianificare sistematicamente il controllo e la valutazione della necessità di eseguire l'aspirazione endotracheale.

### **Valutazione del risultato**

- Miglioramento dei rumori respiratori
- Diminuzione del picco di pressione inspiratoria (PIP); diminuzione della resistenza respiratoria

- Miglioramento dei valori emogasanalitici arteriosi (ABGs) o della saturazione rilevata dal pulsossimetro
- Rimozione delle secrezioni polmonari.

### **Risorse necessarie**

- Fonte di vuoto
- Regolatore calibrato e registrabile del vuoto
- Bottiglia per l'accumulo delle secrezioni e tubi di collegamento
- Guanti a perdere sterili
- Catetere di aspirazione sterile del calibro giusto. Il calibro del sondino di aspirazione non dovrebbe superare la metà del calibro delle vie aeree artificiali.
- Acqua e tazza sterile
- Acqua salina sterile se necessaria l'instillazione
- Occhiali di protezione, mascherina e altro materiale per seguire le Precauzioni Universali
- Fonte di ossigeno con un dispositivo di regolatore calibrato
- Pallone rianimatorio (ambu) con dispositivo di arricchimento di ossigeno
- Stetoscopio.

### **Apparecchiatura facoltativa**

- Monitor ECG
- Pulsossimetro
- Contenitore sterile per esame colturale
- Sistema ad aspirazione chiuso
- Sistema per la somministrazione dell'ossigeno, catetere di aspirazione a doppio lume per insufflazione continua dell'ossigeno
- Disposizione della valvola di aspirazione per regolare l'insufflazione dell'ossigeno e l'aspirazione dal catetere

### **Personale**

Il personale responsabile dell'esecuzione dell'aspirazione endotracheale dovrebbe dimostrare quanto segue:

- Conoscenze adeguate sull'uso e sul montaggio di tutta l'apparecchiatura usata
- Capacità di ascoltare i rumori respiratori
- Conoscenza e comprensione della storia del paziente, del processo di malattia e degli obiettivi del trattamento
- Conoscenza e comprensione della fisiologia e della patologia di base
- Conoscenza e comprensione della ventilazione meccanica, dei ventilatori meccanici e dei loro sistemi di allarme
- Capacità di controllare i segni vitali, di valutare lo stato del paziente e di sapere rispondere adeguatamente alle complicazioni che possono sopraggiungere
- Capacità di modificare le tecniche ed attrezzature in risposta alle complicazioni
- Conoscenza dell'interpretazione di base dell'ECG
- Capacità di valutare il bisogno e di eseguire la rianimazione cardio-polmonare
- Capacità di valutare e documentare l'efficacia della risposta del paziente alla procedura
- Conoscenza e comprensione delle guide di riferimento CDC per le precauzioni universali
- Capacità di insegnare ai familiari la procedura per la cura domiciliare

Le persone responsabili dell'aspirazione al di fuori dell'ospedale dovrebbero dimostrare:

- Conoscenze e abilità nel capire il montaggio, l'uso, la manutenzione e la pulizia di tutta l'apparecchiatura usata
- Capacità di valutare il bisogno e la risposta del paziente alla procedura
- Capacità di eseguire adeguatamente la tecnica dell'aspirazione endotracheale
- Capacità di valutare il bisogno e di eseguire la rianimazione cardiopolmonare

### **Cosa controllare prima, dopo e durante l'aspirazione**

- ◆ Rumori respiratori
- ◆ Saturazione dell'ossigeno
  - ◆ Colore della pelle
  - ◆ Pulsossimetro, se disponibile
- ◆ Ritmo degli atti respiratori
- ◆ Parametri emodinamici
  - ◆ Frequenza del polso
  - ◆ Pressione sanguigna
  - ◆ ECG
- ◆ Caratteristiche dell'espettorato
  - ◆ Colore
  - ◆ Volumi
  - ◆ Consistenza
  - ◆ Odore
- ◆ Sforzo di tosse
- ◆ Parametri del ventilatore
  - ◆ Pressione inspiratoria
  - ◆ Volume corrente
  - ◆ Pressione, flusso e grafici del volume
  - ◆ FIO<sub>2</sub>
- ◆ Gas nel sangue arterioso

### **Frequenza**

L'aspirazione endotracheale deve essere eseguita ogni qual volta è indicata la sua esecuzione, con particolare considerazione alle complicazioni legate alla procedura. L'aspirazione endotracheale deve essere eseguita con una frequenza minima a garantire la pervietà delle vie aeree.

### **Controllo delle infezioni**

- Adesione alle linee guida per le Precauzioni Universali CDC
- I presidi utilizzati devono essere monouso o risterilizzabili.

## ***2. CAMBIO DEL CIRCUITO VENTILATORIO***

L'operazione descritta è quella del cambio circuito ventilatorio in un ventilatore meccanico operativo.

Il circuito ventilatorio può essere monouso o risterilizzabile ed è composto da: tubi dove circolano i gas (foro più grande), tubi di monitoraggio (foro più piccolo), umidificatori caldo umidi, filtri higroscopici, filtri per raccogliere la condensa.

Gli **obiettivi** che si vuole raggiungere utilizzando una corretta metodica di cambio circuito sono:

- Limitare le infezioni nosocomiali acquisite come conseguenza di una intubazione endotracheale o di una tracheostomia e di una ventilazione assistita
- Assicurare che il sistema del circuito respiratorio mantenga una sua integrità fisica ed un buon funzionamento
- Far sì che il circuito si mostri pulito
- Minimizzare il rischio del danno alla salute del degente che può derivare durante il processo del cambio del circuito respiratorio.

La **frequenza** con cui si deve cambiare il circuito ventilatorio è regolata da:

- Dal lunghezza del tempo di uso del circuito ventilatorio
- Dal tipo di presidio di circuito e umidificatore utilizzato
- Dal funzionamento del circuito (presenza di malfunzionamenti)
- Dall'apparenza del circuito ventilatorio (circuito in apparenza non pulito deve essere sostituito)

### **Controindicazioni**

- La presenza di condizioni cardiopolmonari o neurologiche che non permettono di disconnettere l'utente dal ventilatore
- Impossibilità certa ed effettiva di mantenere ventilato il paziente durante il cambio del circuito ventilatorio
- Assenza di circuito pulito e funzionante da sostituire a quello in uso.

### **Rischi e complicazioni**

√ Le condizioni che possono predisporre l'utente ad un rischio maggiore di danno durante il cambio circuito sono:

- Instabilità emodinamica
- Ipo o iperossiemia
- Ipo e ipercapnia
- Ostruzione delle vie aeree
- Rimozione delle protesi aeree
- Contaminazione del paziente o dei componenti dello staff da esposizione a materiale presente nel circuito

**Altri fattori che rendono meno sicuro il paziente durante la sua disconnessione dal ventilatore sono:**

- Inappropriata o inadeguata ventilazione
- Inappropriata o inadeguata ossigenazione
- Inappropriato aumento del lavoro respiratorio
- Ostruzione delle vie aeree

√ Incapacità di garantire che il cambio del circuito ventilatorio avvenga nel rispetto delle tecniche di asepsi.

- Trasmissione di patogeni dal paziente al personale sanitario
- Rischio di esposizione residui tossici o a disinfettanti
- Mal funzionamento del circuito ventilatorio
- Incapacità di garantire una appropriata funzione ventilatoria nel momento in cui si riconnette il paziente al ventilatore
- Rischio di possibile disconnessione paziente-ventilatore
- La manipolazione dei circuiti ventilatori può provocare un inquinamento del circuito che immesso attraverso la ventilazione meccanica nell'albero bronchiale espone il degente a futuri rischi di infezione
- Il cambio frequente e non giustificato del circuito ventilatorio aumenta il rischio di polmonite nosocomiale
- L'incapacità di garantire una appropriata funzionalità del ventilatore prima di collegare il degente al ventilatore può essere dannoso per la salute dell'utente

### **Limitazioni della procedura**

Evidenze suggeriscono che il cambio frequente e routinario del circuito ventilatorio (più frequentemente di 48 ore) non fornisce alcun vantaggio sul controllo delle infezioni nosocomiali.

La frequenza con cui si deve cambiare il circuito per minimizzare il rischio di infezioni al paziente è ancora oggetto di controversie. Altro disaccordo esiste intorno alla possibile influenza che il modello di circuito, la sua lunghezza e la presenza o meno di più componenti influisce sull'intervallo di tempo con cui si deve cambiare il circuito. Resta ancora da definire se:

- Il tipo di umidificatore utilizzato può influenzare l'intervallo del cambio circuito
- L'uso di umidificazione a caldo rispetto quella fredda può influenzare l'intervallo del cambio circuito
- L'uso di dispositivi monouso piuttosto che quelli risterilizzabili può influenzare l'intervallo del cambio circuito
- L'uso di nebulizzatori può influenzare l'intervallo del cambio circuito

Il cambio troppo frequente dei circuiti ventilatori può aumentare l'esposizione del degente al rischio di infezioni e comunque non aumenta la sua protezione a tale evento.

### **Cosa si dovrebbe fare**

#### **... per soddisfare l'obiettivo di limitare la trasmissione di infezioni:**

- Seguire le raccomandazioni pubblicate dal Center for Disease Control and Prevention (CDC)
- Credere agli standards definiti da monitoraggi o sorveglianze istituzionali e/o dalle ricerche pubblicate

#### **... per soddisfare l'obiettivo di prevenire i malfunzionamenti:**

- Aggiornare le conoscenze dei circuiti ventilatori per evitare perdite nei circuiti stessi
- I componenti del circuito devono essere allineati per diminuire le resistenze
- L'attrezzatura che resta umida oltre il tempo (spirometri) deve essere monitorata

#### **... per soddisfare l'obiettivo di mantenere il circuito pulito (in apparenza)**

- Controllare come appare all'osservazione il circuito.

## Conclusioni

Quando abbiamo deciso di affrontare questo argomento eravamo convinti che avremmo trovato molto materiale; in realtà abbiamo avuto delle difficoltà nel reperire dei documenti di nostro interesse.

Molti lavori infatti riguardavano studi farmacologici oppure erano specifici per utenti in età pediatrica.

Naturalmente ciò non significa che riteniamo il nostro lavoro esaustivo ma è ciò che la nostra inesperienza in ricerca è riuscita a produrre. Confidiamo comunque di migliorare le nostre abilità e anche che l'Azienda continui ad investire sulla nostra preparazione professionale.

## BIBLIOGRAFIA

### **Endotracheal Suctioning of Mechanically Ventilated Adults and Children with Artificial Airways** (aspirazione endotracheale)

1. Brown SE, Stansbury DW, Merrill EJ, Linden GS, Light RW. Prevention of suctioning-related arterial oxygen desaturation: comparison of off-ventilator and on-ventilator suctioning. *Chest* 1983;83:621-627.
2. Riegel B, Forshee T. A review and critique of the literature on preoxygenation for endotracheal suctioning. *Heart & Lung* 1985;14:507-518.
3. Campbell RS, Branson RD. How ventilators provide temporary O2 enrichment: what happens when you press the 100% suction button? *Respir Care* 1992; 37:933.
4. Baker PO, Baker JP, Koen PA. Endotracheal suctioning techniques in hypoxemic patients. *Respir Care* 1983;28: 1563-1568.
5. Barnes TA, McGarry WP. Evaluation of ten disposable manual resuscitators. *Respir Care* 1990;35:960-968.
6. Smith RM, Benson MS, Schoene RB. The efficacy of oxygen insufflation in preventing arterial oxygen desaturation during endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients. *Respir Care* 1987;32:865-869.
7. Langrehr EA, Washburn SC, Guthrie MP. Oxygen insufflation during endotracheal suctioning. *Heart Lung* 1981;10:1028-1036.
8. Kelly RE, Yao FF, Artusio JS Jr. Prevention of suction-induced hypoxemia by simultaneous oxygen insufflation. *Crit Care Med* 1987;15:874-875.
9. Hess D, Spahr C. An evaluation of volumes delivered by selected adult disposable resuscitators: the effects of hand size, number of hands used, and use of disposable medical gloves. *Respir Care* 1990;35:800-805.
10. Branson RD, Campbell RS. Sighs: wasted breath or breath of fresh air? *Respir Care* 1992;37:462-468.
11. Bostick J, Wendelgass ST. Normal saline instillation as part of the suctioning procedure: effects on PaO2 and amount of secretions. *Heart Lung* 1987;16:532-537.
12. Gray JE, MacIntyre NR, Kronenberger WG. The effects of bolus normal-saline instillation in conjunction with endotracheal suctioning. *Respir Care* 1990;35:785-790.
13. Rindfleisch SH, Tyler ML. Duration of suctioning: an important variable (point of view). *Respir Care* 1983;28: 457-459.

14. Plevak DJ, Ward JJ. Airway management. In: Burton GG, Hodgkin JE, Ward JJ, eds. *Respiratory care-a guide to clinical practice*, 3rd ed. Philadelphia: JB Lippincott, 1991:501.
  15. Eubanks DH, Bone RC. *Comprehensive respiratory care-a learning system*. St Louis: CV Mosby 1985: 517.
  16. Boba A, Cincotti JJ, Peazza TE, et al. The effects of apnea, endotracheal suction, and oxygen insufflation, alone and in combination, upon arterial oxygen saturation in anesthetized patients. *J Lab Clin Med* 1959;53: 680-685.
  17. Boutros AR. Arterial blood oxygenation during and after endotracheal suctioning in the apneic patient. *Anesthesiology* 1970;32:114-118.
  18. Craig KC, Benson MS, Pierson DJ. Prevention of arterial oxygen desaturation during closed-airway endotracheal suction: effect of ventilator mode. *Respir Care* 1984;29:1013-1018.
  19. Demers RR. Complications of endotracheal suctioning procedures. *Respir Care* 1982;27:453-457.
  20. Kergin FG, Bean DM, Paul W. Anoxia during intrathoracic operations. *J Thorac Surg* 1948;17:709-711.
  21. Rosen M, Hillard EK. The effects of negative pressure during tracheal suction. *Anesth Analg* 1962;41:50-57.
  22. Shim C, Fine N, Fernandez R, Williams MH Jr. Cardiac arrhythmias resulting from tracheal suctioning. *Ann Intern Med* 1969;71:1149-1153.
  23. Walsh JM, Vanderwarf C, Hoscheit D, Fahey PJ. Unsuspected hemodynamic alterations during endotracheal suctioning. *Chest* 1989;95:162-165.
  24. Sackner MA, Landa JF, Greeneltch N, Robinson MJ. Pathogenesis and prevention of tracheobronchial damage with suction procedures. *Chest* 1973;64:284-290.
  25. Shumacker HB, Hampton LJ. Sudden death occurring immediately after operation in patients with cardiac disease, with particular reference to the role of aspiration through the endotracheal tube and extubation. *J Thorac Surg* 1950;18:48-56.
  26. Storm W. Transient bacteremia following endotracheal suctioning in ventilated newborns. *Pediatrics* 1980;65: 487-490.
  27. Catanzaro A. Nosocomial tuberculosis. *Am Rev Respir Dis* 1982;125(5):559-562.
  28. Fisher DM, Frewen T, Swedlow DB. Increase in intracranial pressure during suctioning: infant stimulation vs rise in PaCO<sub>2</sub>. *Anesthesiology* 1982;57:416-417.
  29. Perlman JM, Volpe JJ. Suctioning in the preterm: effects on cerebral blood flow velocity, intracranial pressure, and arterial blood pressure. *Pediatrics* 1983;72: 329-334.
  30. Rudy EB, Turner BS, Baun M, Stone KS, Brucia J. Endotracheal suctioning in adults with head injury. *Heart Lung* 1991;20:667-674.
  31. Stone KS, Vorst EC, Lanham B, Zahn S. Effects of lung hyperinflation on mean arterial pressure and postsuctioning hypoxemia. *Heart Lung* 1989;18:377-385.
  32. Tiffin NH, Keim MR, Frewen TC. The effects of variations in flow through an insufflating catheter and endotracheal-tube and suction-catheter size on test-lung pressures. *Respir Care* 1990;35:889-897.
  33. Centers for Disease Control. Update: Universal Precautions for prevention of transmission of human immunodeficiency virus, hepatitis B virus, and other bloodborne pathogens in health care settings. *MMWR* 1988;37:377-399.
- Interested persons may copy these Guidelines for noncommercial purposes of scientific or educational advancement. Please credit AARC and Respiratory Care Journal.

## Ventilator Circuit Changes

34. Lareau SC, Ryan KJ, Diener CF. The relationship between frequency of ventilator circuit changes and infectious hazard. *Am Rev Respir Dis* 1978;118(3):493-496.
35. Cross AS, Roup B. Role of respiratory assistance devices in endemic nosocomial pneumonia. *Am J Med* 1981;70(3):681-685.
36. Craven DE, Connolly MG Jr, Lichtenberg DA, Primeau PJ, McCabe WR. Contamination of mechanical ventilators with tubing changes every 24 or 48 hours. *N Engl J Med* 1982;306(25):1505-1509.
37. Boyce JM, White RL, Spruill EY, Wall M. Cost-effective application of the Centers for Disease Control guideline for prevention of nosocomial pneumonia. *Am J Infect Control* 1985;13(5):228-232.
38. Lamb VA, Mayhall CG, Dalton HP, et al. Pneumonia in patients on ventilatory support: relationship to microbial flora of ventilator circuits (abstract). 25th International Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy, Minneapolis MN, October 1985. Abstract # 446.
39. Mahlmeister MJ, York MK, Fink JB. Levels of contamination of ventilator circuits: a comparison at 48 hours and 120 hours (abstract). *Respir Care* 1987;32(10):942.
40. Grenon J, Armstrong L. Five-day changes for heated-wire circuits (abstract). *Respir Care* 1991;36(11):1287.
41. Dreyfuss D, Djedaini K, Weber P, Brun P, Lanore JJ, Rahmani J, et al. Prospective study of nosocomial pneumonia and of patient and circuit colonization during mechanical ventilation with circuit changes every 48 hours versus no change. *Am Rev Respir Dis* 1991;143(4, Part 1):738-743.
42. Kacmarek RM, English P, Vallende N, Hopkins CC. Extended use of heated neonatal/pediatric ventilator circuits (HNVC) (abstract). *Respir Care* 1991;36(11):1287.
43. Fink J, Mahlmeister M, York M, Cohen N. A comparison of organism growth in ventilator circuits at 48 hours versus 7 days (abstract). *Am J Infect Control* 1992;220: 103A.
44. Boher M, Lohse S, Glasby C, et al. Impact of 7-day circuit changes on nosocomial lower respiratory tract infections (abstract). *Am J Infect Control* 1992;220:103A.
45. Rhamé FS, Streifel A, McComb C, Boyle M. Bubbling humidifiers produce microaerosols which can carry bacteria. *Infect Control* 1986;7(8):403-407.
46. Goularte TA, Manning M, Craven DE. Bacterial colonization in humidifying cascade reservoirs after 24 and 48 hours of continuous mechanical ventilation. *Infect Control* 1987;8(5):200-203.
47. Gallagher J, Strangeways JEM, Allt-Graham J. Contamination control in long-term ventilation: a clinical study using a heat- and moisture-exchanging filter. *Anaesthesia* 1987;42(5):476-481.
48. Gilmour IJ, Goyle MJ, Streifel A. Humidifiers kill bacteria (abstract). *Anesthesiology* 1991;75:A498.
49. Branson RD, Davis K Jr, Campbell RS, Johnson DJ, Porembka DT. Humidification in the intensive care unit: prospective study of a new protocol utilizing heated humidification and a hygroscopic condenser humidifier. *Chest* 1993;104(6):1800-1805.
50. Martin C, Perrin G, Gevaudan MJ, Saux P, Guoin F. Heat and moisture exchangers and vaporizing humidifiers in the intensive care unit. *Chest* 1990;97(1):144-149.
51. Misset B, Escudier B, Rivara D, Leclercq B, Nitenberg G. Heat and moisture exchanger vs heated humidifier during long-term mechanical ventilation: a prospective randomized study. *Chest* 1991;100(1):160-163.

52. Roustan JP, Kienlen J, Aubas P, Aubas S, du Cailar J. Comparison of hydrophobic heat and moisture exchangers with heated humidifiers during prolonged mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 1992;18(2):97-100.
53. Sottiaux T, Mignolet G, Damas P, Lamy M. Comparative evaluation of the three heat and moisture exchangers during short-term postoperative mechanical ventilation. *Chest* 1993;104(1):220-224.
54. Christopher KL, Saravolatz LD, Bush TL, Conway WA. The potential role of respiratory therapy equipment in cross-infection: a study using a canine model for pneumonia. *Am Rev Respir Dis* 1983;128(2):271-275.
55. Craven DE, Goularte TA, Make BJ. Contaminated condensate in mechanical ventilator circuits: a risk factor for nosocomial pneumonia? *Am Rev Respir Dis* 1984;129 (4):625-628.
56. Craven DE, Kunches LM, Kilinsky V, Lichtenberg DA, Make BJ, McCabe WR. Risk factors for pneumonia and fatality in patients receiving continuous mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1986;133(5):792-796.
57. Malecka-Griggs B. Microbiological assessment of 24- and 48-h changes and management of semiclosed circuits from ventilators in a neonatal intensive care unit. *J Clin Microbiol* 1986;23(2):322-328.
58. Centers for Disease Control. Update: Universal Precautions for prevention of transmission of human immunodeficiency virus, hepatitis B virus, and other bloodborne pathogens in health-care settings. *MMWR* 1988;37:377-382,387-388.
59. Daschner F, Kappstein I, Schuster F, Scholz R, Bauer E, Joossens D, Just H. Influence of disposable ('Conchapak') and reusable humidifying systems on the incidence of ventilation pneumonia. *J Hosp Infect* 1988;11(2):161-168.
60. Malecka-Griggs B, Kennedy C, Ross B. Microbial burdens in disposable and nondisposable ventilator circuits used for 24 and 48 h in intensive care units. *J Clin Microbiol* 1989;27(3):495-503.
61. Craven DE, Steger KA. Pathogenesis and prevention of nosocomial pneumonia in the mechanically ventilated patient. *Respir Care* 1989;34(2):85-97.
62. Simmons BP, Wong ES. Guideline for prevention of nosocomial pneumonia. *Respir Care* 1983;28(2):221-232.
63. Chatburn RL. Decontamination of respiratory care equipment: what can be done, what should be done. *Respir Care* 1989;34(2):98-110.
64. Cooper JB, Couvillown LA. Accidental breathing systems disconnections. U.S. Department of Health & Human Services, Public Health Service, Food & Drug Administration, Center for Devices and Radiological Health. HHS Publication No. FDA 86-4205, January 1986.
65. Comhaire A, Lamy M. Contamination rate of sterilized ventilators in an ICU. *Crit Care Med* 1981;9(7):546-548.
66. Ploysongsang Y, Branson R, Rashkin MC, Hurst JM. Pressure flow characteristics of commonly used heat-moisture exchangers. *Am Rev Respir Dis* 1988;138(3): 675-678.
67. Ploysongsang Y, Branson RD, Rashkin MC, Hurst JM. Effect of flowrate and duration of use on the pressure drop across six artificial noses. *Respir Care* 1989;34(10): 902-907.
68. Ping FC, Oulton JL, Smith JA, Skidmore AG, Jenkins LC. Bacteria filters-are they necessary on anaesthetic machines? *Can Anaesth Soc J* 1979;26(5):415-419.
69. American Association for Respiratory Care. Clinical practice guideline: patient-ventilator system check. *Respir Care* 1992;37(8):882-886.
70. Vesley D, Anderson J, Halbert MM, Wyman L. Bacterial output from three respiratory therapy humidifying devices. *Respir Care* 1979;24(3):228-234.

71. American Association for Respiratory Care. Clinical practice guideline: humidification during mechanical ventilation. *Respir Care* 1992;37(8):887-890.

#### **ADDITIONAL BIBLIOGRAPHY**

Torres A, Aznar R, Gatell JM, Jimenez P, Gonzalez J, Ferrer A, et al. Incidence, risk, and prognosis factors of nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients. *Am Rev Respir Dis* 1990;142(3):523-528.

Rello J, Quintana E, Ausina V, Castella J, Luquin M, Net A, Prats G. Incidence, etiology, and outcome of nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients. *Chest* 1991; 100:439-444.

Niederman MS, Mantovani R, Schoch P, Papas J, Fein AM. Patterns and routes of tracheobronchial colonization in mechanically ventilated patients: the role of nutritional status in colonization of the lower airway by *Pseudomonas* species. *Chest* 1989;95:155-161.

U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration, Center for Devices and Radiological Health. Accidental breathing circuit disconnections in the critical care setting. HHS Publication No. FDA 90-4233.

Interested persons may copy these Guidelines for noncommercial purposes of scientific or educational advancement. Please credit AARC and *Respiratory Care Journal*.

---