

NEUMOLOGIA

VENTILACIÓN MECANICA
(Revisión Bibliográfica)

Alcibey Alvarado González

S U M M A R Y

The main reason patients are admitted into the intensive care unit is to receive respiratory support. Revisions of the basic principals for mechanic ventilation have been done internationally as well as in a national level, these including recent updates and advancements. I try to create guides on how a U. C. C. R. should be handle; understanding it as a critical care unit, fundamentally dedicated to the respiratory assistance as the principal axis of its function. Such unit is located in a public hospital and it gives assistants to a population covers by the social security system (C. C. S.) in a third world country (C. R.). This documents includes technical and none technical aspects of M. M. A. and intensive care.

SIMBOLOGIA

- A. C. V.: Ventilación Asisto-Control
APACHE: Acute Physiology Assessment and Chronic Health Evaluation.
A. P. R. V.: Ventilación con liberación de la Presión de la Vía Aérea.
A. P. V.: Ventilación Presión Adaptable.
A. R. D. S.: Edema Agudo de Pulmón no Cardiogénico.
A. S. V.: Ventilación Soporte Adaptable.
C.C. S. S.: Caja Costarricense de Seguro Social.
emh2o: Centímetro de agua (Unidad de Presión CGS).
C. M. V.: Ventilación Mecánica Controlada.
CO₂: Dióxido de Carbono.
C. R.: Costa Rica.
C. S. T.: Distensibilidad (Compliance) Estática.
C. T.: Tomografía Computarizada.
D. I. P.: Punto Inferior de Inflexión.
E. L. A.: Esclerosis Lateral Amiotrófica.
E. P. I. D.: Enfermedad Pulmonar Intersticial Difusa.
E. P. O. C.: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.
F. C.: Frecuencia Cardiaca.
F. I. 02: Fracción Inspirada de Oxígeno.
F. R. E.: Frecuencia Respiratoria Espontánea.
H. F. C. W. C.: Ventilación de Alta Frecuencia por Compresión de la Pared Torácica
H. F. F. I.: Ventilación de Alta Frecuencia con Interrupción del Flujo.
H. F. J. V.: Ventilación de Alta Frecuencia por Inyector de Jet.
H. F. O.: Ventilación de Alta Frecuencia Oscilatoria.
H. F. P P. V.: Ventilación de Alta Frecuencia con Presión Positiva.
H. F. V.: Ventilación de Alta Frecuencia.
Hg.: Hemoglobina.
hPa: Hectopascal.
I. C. C.: Insuficiencia Cardiaca Congestiva.
I. F. R.: Índice de Flujo Inspiratorio.
I. P. S: Intensive Physician Staffing.
I. M. V.: Ventilación Mandatoria Intermitente.
I. R. A.: Insuficiencia Respiratoria Aguda.
Kp: Kilopascal (Unidad de Presión SIU).
L. O. S: Length of Stay.
M. P. M: Mortality- Prediction Model.
mbar: Milibar
M. E. P.: Presión Espirada Máxima.
M. I. P.: Presión Inspirada Máxima.
M. M. V.: Ventilación Mandatoria Minuto.
M. O. D: Multiple Organ Dysfunction Score.

* Internista y Neumólogo, U.C.C.R. Servicio de Neumología Hospital San Juan de Dios, San José. Costa Rica. Cátedra de Fisiopatología y Medicina Interna U.C.R. San José, Costa Rica. Member of American Association for Respiratory Care. U.S.A. - E-mail: alcialvagonza@yahoo.com.mx

M. V.: Ventilación Minuto.
 N. I. V. Ventilación Mecánica no Invasiva.
 O2.: Oxígeno.
 P. A.: Presión Arterial.
 P. A. V.: Ventilación Proporcional Asistida.
 P aw.: Presión de la Vía Aérea.
 P. C. I. R. V.: Ventilación Controlada por Presión con Radio Invertido.
 P-C. M. V.: Ventilación Mandatoria Controlada por Presión.
 P. C. U.: Unidad de Cuidado Pulmonar.
 P. E. E. P.: Presión Positiva al Final de la Espiración.
 Pmus.: Presión generada por el Esfuerzo Inspiratorio del Paciente
 I. P. P. V: Ventilación con Presión Positiva Intermitente.
 P-S. I. M. V.: Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada Controlada por Presión.
 P. S. V.: Ventilación con Soporte de Presión.
 P. R.I. S. M: Pediatric Risk of Mortality.
 R. S. B. I.: Índice de Respiración Superficial y Rápida.
 S. A. P. S: Simplified -Acute Physiology Score.
 S. C. M.: Esternocleidomastoideos.
 S. I. M V.: Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada.
 S. N. C.: Sistema Nervioso Central.
 S. O. F. A: Sequential Organ Failure Assessment Score.
 T. I. S. S: Therapeutic Intervention Scoring System.
 T. T. W. : Tiempo para el desacostumbramiento.
 U. C. C.: Unidad de Cuidado Crítico.
 U. C. C. R.: Unidad de Cuidado Crítico Respiratorio.
 U. C. I.: Unidad de Cuidado Intensivo.
 U. C. R.: Universidad de Costa Rica..
 U. I. P.: Punto Superior de Inflexión
 V .A. L. I.: Lesión Pulmonar Asociada al Ventilador.
 V. C.: Capacidad Vital.
 V. I. L. I: Lesión Pulmonar Inducida por el Ventilador.
 VT.: Volumen de aire corriente.
 W. O. B imp.: Trabajo Respiratorio Impuesto
 W. O. B. I.: Trabajo Respiratorio Pulmonar.
 W. O. B. t.: Trabajo Respiratorio Total.

1 Kp= 10 cmH2O
 1 bar = 760 mmHg
 1 mbar= 0.760 rnmHg
 1 hPa = 1 mbar= 1.016 cmb2o
 1 torr = 1 mmHg
 kPa = (torr) (0.133)
 Para información del Sistema S. I. U. leer
Respir. Care 1988; 33: 861-873(October
 1988) y *Respir. Care* 1989; 34: 145
 (February 1989). (Correction)

I INTRODUCCIÓN

Las indicaciones para ventilación mecánica derivada de un estudio de 1638 pacientes en 8 países (46), son: Insuficiencia Respiratoria Aguda (66%), Coma (15%), Exacerbación Aguda de E. P. O. C. (13%) y Desórdenes Neuromusculares (5%). Los desórdenes en el primer grupo incluyen: Síndrome del Distress Respiratorio, Insuficiencia cardíaca, Neumonía, sepsis, complicaciones de cirugía y trauma (cada subgrupo contribuye entre un 8-11 % del porcentaje total). La U. C. C. R. se fundó en el Hospital San Juan de Dios (C. R.) en 1979, inicialmente con 4 camas y Ventiladores ciclados por presión (Mark) y por tiempo (I. M. V bird), y posteriormente, en 1986, por volumen (C. P. U-1 Omheda). Ese mismo año (1986) ingresa al Hospital el grupo de Terapia Respiratoria que se adscribe al Servicio de Neumología y por lo tanto a la U. C. C. R. (originalmente llamada Unidad de Terapia Respiratoria). En los aproximadamente 3000 pacientes

que se han tratado en la U. C. C. R. entre la segunda mitad del año 1979 y la primera mitad del año 2006 (28 años exactos), algunos porcentajes son semejantes con respecto a U. C. I. Generales, y otros son diferentes debido a que la U. C. C. R. no ingresa como pacientes de traslado obligado, casos neuroquirúrgicos (existe Unidad de Vigilancia Intensiva en Neurocirugía), pacientes con infarto agudo del miocardio y sus complicaciones (existe una U. C. I. General y una Unidad de Cuidado Coronario), pacientes con Septicemia, shock séptico, quemaduras, trastornos metabólicos y nefrológicos primarios o politraumatizados. Así también, en la U. C. C. R. se ingresan pacientes que requieren cirugía de tórax (Ca Broncogénico, Tumectomías, resecciones de Bronquiectasias, E. P. I. D., para biopsias de pulmón) en el pre y el postoperatorio, pacientes con espasmo bronquial de difícil control (Asma y reagudización de E. P O. C.) con función comprometida y que requieran tratamiento intensivo, supervisado y estricto para que no lleguen a V. M. A., y obviamente en caso de que necesiten la misma. De tal manera, que aunque la función primordial de dicha Unidad es el Cuidado Respiratorio, el perfil, la morbilidad, la mortalidad y la estancia, suele ser diferente de una U. C. I. General.

CONVERSIONES*

1 cmH2O= 1.3 mmHg
 1mmHg= 0.76 cmH2O
 1cmH2O= 0.1 Kp

M E T O D O L O G I A

Muchos factores influencian las decisiones clínicas, incluyendo factores de los pacientes, factores personales y evidencia científica. Evidencia derivada de la investigación y experiencia clínica pueden y deben integrarse en la creación de guías en la práctica médica (106). Hemos realizado una revisión vía MEDLINE de los trabajos de revisión e investigación en Cuidado Crítico. Se utilizaron aquellos con carácter científico, medible, cuantificable, comparable y basado en evidencia así como en experiencia en U. C. I's. Generales y Respiratorias, como la acumulada durante 28 años en la U. C. C. R.

C O N T E N I D O

El objetivo fundamental a cumplir en pacientes que se ingresen una U. C. C. R. es brindar asistencia médica, de enfermería y terapia respiratoria, en caso de situaciones que conduzcan a una I. R. A. para evitar llegar a V. M. A., o en el caso que se requiera la misma, hacerlo de la forma mejor y más rápida. Es por ello que mucha de la discusión gravitará sobre un tópico vital: la V. M. A. Es: disminuir el trabajo respiratorio y revertir una hipoxemia que comprometa la vida o bien una respiratoria aguda progre-

siva (acidemia respiratoria) (155) (Tabla 1 y 2).

TABLA 1
INDICACIONES PARA LA VENTILACIÓN MECÁNICA

- | |
|---|
| 1. FALLO DE LA BOMBA VENTILATORIA |
| a) Alteración de los centros respiratorios. |
| b) Defectos mecánicos de la pared torácica. |
| c) Fatiga de los músculos respiratorios. |
| 2. INTERCAMBIO DE GASES INEFICIENTE |
| a) Capacidad funcional residual disminuida. |
| b) Trastorno ventilación- perfusión. |
| c) Cortocircuito intrapulmonar veno-arterial. |

1. Aspectos Técnicos:

1.1. Parámetros y Modalidades Convencionales:

Virtualmente todos los pacientes que reciben soporte ventilatorio reciben ventilación Asisto- Control (A. C. V.) (Tabla 3), Ventilación Mandatoria Intermitente (I. M. V.) o Ventilación con Soporte de Presión (P. S. V.). Las dos últimas modalidades son generalmente usadas simultáneamente (46). La A. C. V. es la modalidad más conocida, con la que frecuentemente se inicia la V. M. A. en pacientes críticamente enfermos; ampliamente usada en hospitales de enseñanza y que ha superado con creces la prueba del tiempo (155-62-158-71) y una de las mejores para el reposo de los músculos respiratorios (89). En dicha modalidad el ventilador entrega un volumen fijo predeterminado por el operador que puede ser activado (triggered) por el esfuerzo inspira-

torio del paciente (el paciente está siendo Asistido por el ventilador) o automáticamente (independientemente) si el esfuerzo no ocurre en un período predeterminado de tiempo (el paciente está siendo Controlado por el ventilador) (99). Es imperativo un adecuado "afinamiento" (ajuste) de la válvula de sensibilidad del ventilador, ya que éste puede, si la válvula es demasiado sensible, ciclar muy rápido o, por el contrario, si es poco sensible, requerir presiones negativas muy grandes para iniciar el ciclo (9) y ello aumentar el trabajo inspiratorio espontáneo (14). Esta modalidad permite aumentar la ventilación-minuto simplemente aumentando la sensibilidad de la válvula. Ello es especialmente ventajoso en pacientes debilitados, que se agotan rápidamente o en pacientes con mínimo consumo metabólico, cuyas necesidades aumentan súbitamente, dado que la ventilación se incrementa con un esfuerzo inspiratorio mínimo (10).

El esfuerzo inspiratorio espontáneo en I. R. A. es 4-6 veces el valor normal (16) y un error que se comete a veces es creer que el simple acto de conectar el paciente al ventilador va a disminuir el esfuerzo inspiratorio. Ello no ocurrirá a menos que los parámetros se ajusten cuidadosamente, de lo contrario la V. M. A. puede producir lo opuesto (5). Si los parámetros y modalidades se escogen

TABLA 2 INDICACIONES PARA VENTILACIÓN MECÁNICA VALORES CRÍTICOS	
MEDIDAS	VALORES CRÍTICOS
MECÁNICA RESPIRATORIA Frecuencia Respiratoria	≥35 R. P. M.
Fuerza Inspiratoria Negativa	≥ -20 mm Hg
Capacidad Vital	≤ 10 ml/ Kg.
Ventilación Minuto	≤ 3 L /m. ó 10 L / m.
Volumen de Aire Corriente	≤ 5 ml / Kg.
INTERCAMBIO GASEOSO Pa O ₂ (con oxígeno suplementario)	≤ 55 mm Hg.
Pa CO ₂ (aguda)	≥ 50 mm Hg.
P (A-a) O ₂ Respirando O ₂ al 100%	≥ 450 mm Hg

TABLA 3 POSICIÓN DE PERILLAS PARA INICIAR LA VENTILACIÓN	
MODO	ASISTO/CONTROL
VOLUMEN DE AIRE ' CORRIENTE	12cc/ Kg.
CONCENTRACIÓN DE O ₂	100%
ÍNDICE DE FLUJO (IFR)	40L/min.
RAZÓN I: E	1:3
F. R.	12 Rpm.
P. E. E. P.	5-10 cm H ₂ O
SENSIBILIDAD (TRIGGER)	-1 a -2 cm H ₂ O

adecuadamente el trabajo inspiratorio puede reducirse al rango normal (17), pero no debe eliminarse pues causa desacondicionamiento y atrofia de los músculos respiratorios (18). La reducción de dicho esfuerzo inspiratorio requiere que el ventilador cicle al unísono con el ritmo respiratorio central del paciente; de tal suerte que el período de inflación mecánica esté acoplado con el período de tiempo inspiratorio neural, y el período de inactividad mecánica con el tiempo espiratorio neural.

En A. C. V. el esfuerzo inspiratorio del paciente para activar el

ventilador debe generar una presión negativa de -1 a -2 cmH₂O (umbral, sensibilidad, trigger) pero cuando se alcanza ello no implica que las neuronas inspiratorias simplemente se inactivan o apagan y considerable esfuerzo inspiratorio espontáneo puede producirse durante la inflación dada por la máquina (99) y también ocurre lo contrario, que a altos niveles de asistencia, hasta una tercera parte de los esfuerzos inspiratorios del paciente fallen en activar la máquina (17-19-20). Las consecuencias de este esfuerzo inspiratorio "desperdiado" no

son bien conocidas, pero adiciona una carga innecesaria a pacientes cuyos músculos respiratorios están de por sí sometidos a una mayor tensión. Es por ello la insistencia de ajustar el ventilador con los esfuerzos inspiratorios del paciente y mantenerlos en fase (acoplados o asociados).

La I. M. V. se introdujo para proveer un nivel graduable de asistencia. Con esta modalidad el operador escoge un número de respiraciones mandatorias con un volumen fijo que son entregadas por el ventilador y entre estas res-

piraciones mandatorias el paciente puede respirar espontáneamente (13). Los pacientes generalmente tienen dificultad para adaptarse a naturaleza intermitente de la Asistencia Ventilatoria, y la disminución del trabajo de respirar puede ser mucho menor que la deseada (14). Con P. S. V. se da una asistencia inspiratoria también gradual pero el operador escoge nivel de presión (y no el volumen) para aumentar el Esfuerzo Inspiratorio (15). El W. O. B t es la suma del W. O. B I más W. O. B imp. El W. O. B imp. está aumentado en vías aéreas artificiales, circuitos ventilatorios, sistemas de demanda, pacientes con E. P. O. C. y pacientes con evidencia de debilidad de los músculos de la ventilación (sepsis post-operaria). El P. S. V. se utiliza precisamente para reducir el W. O. B imp. Además disminuye la frecuencia respiratoria espontánea, aumenta el VT, reduce la actividad de los músculos ventilatorios, disminuye el consumo de oxígeno y la fatiga muscular y los pacientes están más confortables. El nivel óptimo de P. S. V. es aquel que evite la fatiga diafragmática y ello clínicamente es valorado por la inactividad de los S. C. Ms. (24). Existen 3 métodos para escoger el nivel de Soporte de Presión:

- Dar un P. S. V. entre 5-15 cmH₂O (ocasionalmente se dieren valores mayores).
- Adaptar el nivel del soporte de presión a la frecuencia respi-

- toria espontánea del paciente, la cual debe estar entre 16-30 respiraciones espontáneas por minuto
- Dar el nivel de Soporte de Presión necesario para que el VT Inspiratorio Espontáneo del paciente sea al menos el 70% del VT de la respiración mandatoria (5).

Con respecto al I. F. R., el hecho de mantenerlo entre 40-60 litros por minuto se supone que produce un adecuado intercambio gaseoso (10), pero puede ser deficiente si no cumple las necesidades ventilatorias necesarias de los pacientes y ello puede incrementar el esfuerzo inspiratorio espontáneo (99). Los I. F. R. altos producen disminución de dicho esfuerzo aumentado, pero ello conlleva a taquipnea inmediata y persistente y como resultado tiempos espiratorios cortos (21).

1.2. OXIGENACIÓN Y DAÑO PULMONAR:

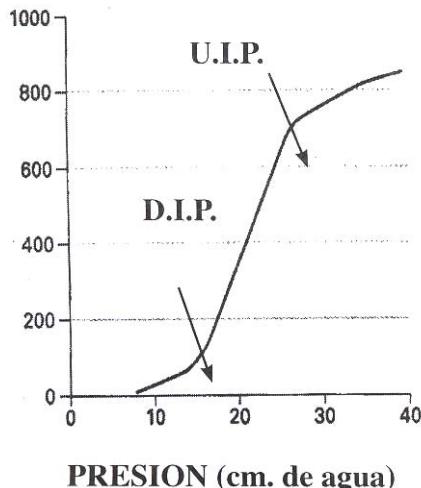
1.2.1. Volumen y Presiones de la vía aérea (no P.E. E. P.)

En el apartado previo se discutió uno de los dos objetivos primarios de Y. M. A., a saber disminuir el trabajo respiratorio; el otro objetivo es mejorar la oxigenación arterial. Ello se hace en parte a través de un tubo en la tráquea para entregar el oxígeno a la vía aérea y en parte a través de un incremento en la presión de la misma. En pacientes con obstrucción de la vía aérea la

oxigenación satisfactoria es fácil de obtener, pero en pacientes con desórdenes de llenado alveolar (por ejemplo A. R. D. S.) el objetivo es mantener una saturación de oxígeno arterial igual o mayor del 90% con la más baja concentración de oxígeno. Ello requiere un incremento en la presión de la vía aérea. Además del barotrauma se sabe que también el volutrauma causa no sólo pérdida de aire por ruptura alveolar (25) sino también cambios en la permeabilidad epitelial y endotelial, hemorragia alveolar y membranas hialinas (26). Los estudios por C. T. revelan en esta patología que una tercera parte del pulmón no está aireado, una tercera parte está pobremente aireada y una tercera parte bien aireada. Será por estas últimas zonas por las que preferencialmente atravesará el flujo aéreo generado por el ventilador y por lo tanto las más susceptibles a sobre-distensión alveolar y lesión pulmonar inducida por el ventilador (27-28-29). Trabajos reduciendo el VT a la mitad (por ejemplo de 12cc/Kg. de peso a 6cc/ Kg. de peso) disminuyen la mortalidad en un 46% en pacientes con A. R. D. S. con Y. M. A. (30). Las presiones pertinentes al manejo del ventilador son: la presión inspiratoria pico, la presión meseta y la P. E. E. P. (ver luego). Los valores absolutos al menos de las dos primeras no son tan importantes como los gradientes entre ellas. Por ejemplo, la resistencia

de las vías aéreas al flujo de aire está relacionada con el gradiente entre las dos primeras pero no es éste gradiente ni los valores absolutos de las presiones los que causan la sobre-distensión. Los pacientes con obstrucción al flujo aéreo pueden tener una incrementada presión pico y no en la presión meseta, y ello no causará daño alveolar. Mientras que el aumento de la presión trans-pulmonar (Presión meseta- Presión Pleural) sí. El pulmón normal se distiende al máximo a una Presión Trans-pulmonar de 30-35 cmH₂O y gradientes más altos causarán sobre- distensión. Si el paciente tiene una Presión Pleural elevada (por ejemplo en A. R. D. S. no pulmonar, en sepsis abdominal) y una Presión Meseta mayor de 35 cmH₂O no tendrá incremento en la sobre-distensión pues el gradiente trans-pulmonar se mantendrá normal.

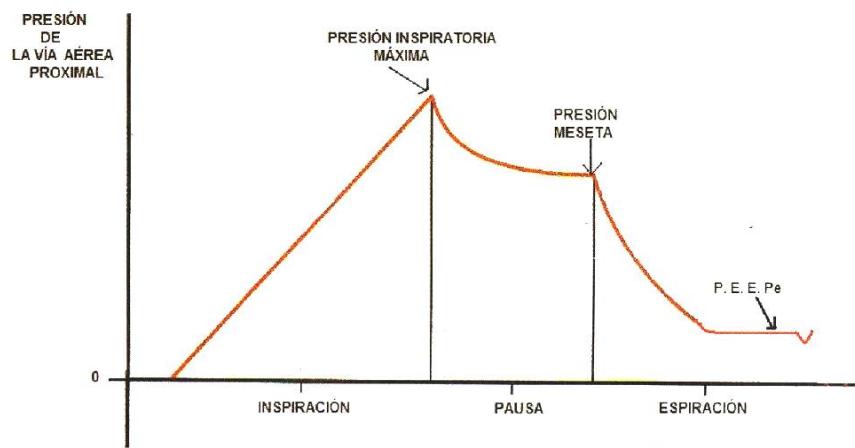
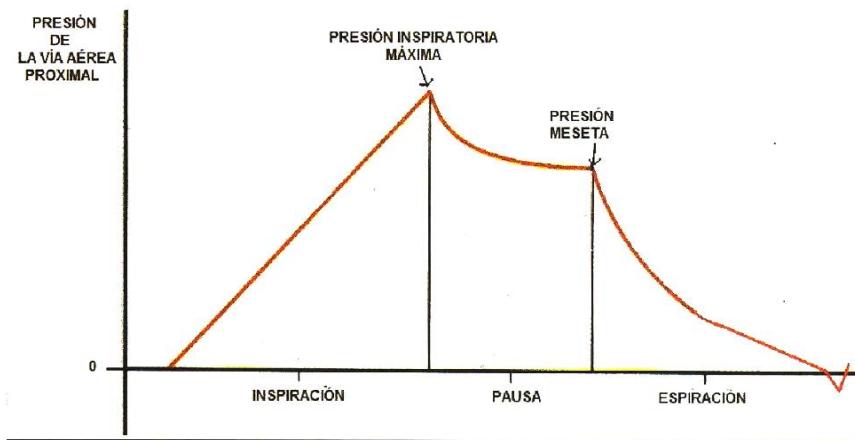
Figura 1. Curva Presión-Volumen en pacientes con ARDS.



A éste nivel se vuelve crítica la interrelación presión-volumen. La curva presión- volumen, en pacientes con A. R. D. S. tiene forma sigmaidea, con 2 puntos de inflexión (U. I. P. y D. I. P.) (Fig. 1). Si la presión meseta es inferior al D. I. P. ocurre colapso alveolar, y si es superior al U. I. P. se produce sobre distensión. Una forma de reducir la presión meseta es dar VT reducidos (ventilación

protectora) pero al costo de una Pa CO₂ aumentada (31). A su vez la PaCO₂ puede reducirse por disminuir el espacio muerto (por ejemplo cortar el tubo) y aumentar la frecuencia del ventilador. Debido a los pulmones rígidos (reducida compliance), los pacientes con A. R. D. S. y que no tienen obstrucción bronquial toleran frecuencias hasta de 30 respiraciones por minuto sin atra-

Figura 2.
PRESIONES DE LA VIDA AEREA



pe de gas (32). La PaCO₂ elevada tiene efectos adversos que incluyen aumento de la presión endocraneana, depresión de la contractilidad miocárdica, hipertensión pulmonar y y disminución del flujo sanguíneo renal (5), pero ellos son preferibles a normocapnia con meseta elevada (hipercapnia permisiva). La reducción del VT no está exenta de riesgos. Así además de los aspectos de la PaCO₂ elevada, el volumen del pulmón aireado puede disminuirse, incrementando el riesgo de aumento del cortocircuito derecha-izquierda e hipoxemia. De allí el uso de suspiros automáticos 3-4/ minuto y que entregan 3 veces el VT programado para reducir el cortocircuito (3). Ello puede aumentar la presión meseta hasta en 10 cmH₂O. No se conoce si suspiros con bajas frecuencias, pueden producir sobre distensión alveolar y lesión (5).

1.2.2. P. E. E. P

Es la manera usual de mejorar la oxigenación con la idea de disminuir dosis tóxicas de oxígeno y reclutar tejido pulmonar previamente no funcionante, ya que aumenta la presión meseta de la vía aérea y recluta alvéolos colapsados (3-5), redistribuye el exceso de líquido en el pulmón y disminuye así el cortocircuito derecha-izquierda. (Fig.2) El nivel de P.E.E.P., en un paciente dado con A. R. D. S. es difícil de seleccionar ya que si bien puede reclutar

áreas atelectásicas, también puede sobredistender áreas normales (33-34), y un 30% de los pacientes con lesión pulmonar aguda no se van a beneficiar del P. E. E. P. e incluso pueden sufrir una caída de la PaO₂ (27). Con el paciente en decúbito supino, el P. E. E. P. recluta regiones de pulmón cercanas al ápex y al esternón (27) y puede incrementar el tejido no aireado en regiones cercanas a columna y diafragma. En muchos pacientes con A. R. D. S. la PaO₂ puede incrementarse al cambiar de decúbito supino al prono (5), mejoría que no se ha demostrado sea debida a un mejor reclutamiento del pulmón pero sí a una más uniforme distribución de la ventilación en las distintas regiones del pulmón, mejorando la relación ventilación-perfusión (35-36-37-38). Los pacientes con estadíos tempranos de A. D. R. S. de causa pulmonar (por ejemplo: neumonía), se benefician menos del P. E. E. P (llenado alveolar) que los de origen extrapulmonar (por ejemplo: sepsis intra-abdominal o trauma extratorácico. Edema intersticial y colapso alveolar). Ya en estadíos finales la diferencia desaparece por remodelación y fibrosis (39). Lo ideal para seleccionar el mejor nivel de P. E. E. P. es calcular la presión-volumen; de hecho ya muchos ventiladores tienen modificaciones de software que hacen posibles dichos cálculos (5). Aún sin disponer del cálculo, a la cabecera del enfermo, es útil conceptualmente escoger un nivel

de P. E. E. P. superior al D. I. P. para mantener los alvéolos abiertos al final de la espiración y evitar cierres y aberturas súbitas que pueden producir daño, así como evitar niveles de P. E. E. P. superiores al de U. I. P. para evitar sobredistensión alveolar (40). En la práctica clínica diaria niveles entre 5-12 cmH₂O son adecuados (particularmente si se utilizan valores de VT de 6cc/kg y presión meseta menor o igual a 30 cmH₂O.)

La introducción de P. E. E. P. debe realizarse de manera sistemática y ordenada:

1. Asegurarse de que sólo el P. E. E. P. es la variable a cambiar y usar incrementos de 3-5 cmH₂O de manera progresiva.
2. Reducir al mínimo permisible el tiempo que media entre el cambio (por ejemplo: 20 minutos) y la medición de los diversos parámetros (mecánicos y/o gasométricos), aumentando la probabilidad de que las respuestas obtenidas sean debidas a la acción del P. E. E. P. o el cambio en la misma y no de la patología del paciente.
3. Evaluar las respuestas en cada cambio. La mejor P. E. E. P. es aquella que permita una FiO₂ pequeña a un nivel de PaO₂ aceptable, y que no cause los efectos tóxicos del O₂, y además, que no

comprometa la entrega del mismo, es decir, que siendo clínicamente eficaz maximice sus efectos positivos y minimice los deletéreos (41).

También cuando la P. E. E. P. va a ser disminuida o descontinuada, se requiere un proceder ordenado, ya que una suspensión súbita puede producir hipoxemia que requiera horas o días para recuperarse u obligue a reinstaurar una P. E. E. P. a un nivel mayor que el empleado antes de suspenderla (3). La P. E. E. P. tiene un número importante de efectos adversos que son una prolongación de los observados en ventilación mecánica (Tabla 4). Si bien es cierto la P. E. E. P. raramente se utiliza en pacientes con E. P. O. C., la combinación de tiempos espiratorios cortos con frecuencias respiratorias aumentadas puede llevar a las unidades con largas constantes de tiempo a atrapamiento de gas. Ello se debe a que estas unidades fallan en vaciarse adecuadamente y por ende aumentan la presión al final de la espiración, instaurando una especie de AUTO- P E. E. P (P. E. E. P. intrínseco, silencioso u oculto), que puede tener los mismos efectos positivos (Tabla 5) y deletéreos del P. E. E. P programado (42-43-44-45). Ante la sospecha de Auto- P. E. E. P. el mismo puede medirse manualmente ocluyendo, al final de la espiración la válvula espiratoria (similar a la maniobra empleada para medir la distensibilidad

estática del pulmón). La oclusión permite el equilibrio de la presión entre la vía aérea y el circuito, lo que se apreciará en el monitor de presión (Fig.3). También en ventiladores modernos (Galileo) se puede medir de manera automatizada, pero es precisa únicamente en los pacientes que no presentan colapso de las vías aéreas. No debe usarse el método automatizado para cuantificar la hiperinflación en pacientes con E. P. O. C. En estos casos debe ser manual.

**FIGURA 3
AUTO-PEEP**

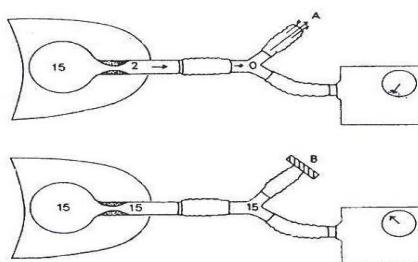


Figura 3. Auto-PEEP: Debido a que el flujo espiratorio en un paciente obstruido es lento, la presión alveolar puede permanecer positiva al final de la espiración. La presión alveolar aumentada no es vista por el manómetro del ventilador a menos que se ocluya la válvula espiratoria en el momento en que la siguiente respiración va a ser entregada (B).

En la Tabla 6 se listan algunas medidas para reducir el riesgo de ruptura alveolar durante V.M.A. y P.E.E.P. y en la tabla 7 algunas medidas para minimizar el Auto P.E.E.P. El agregar P.E.E.

**TABLA 4
COMPLICACIONES DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA**

- Tubo endotraqueal y/o traqueotomía.
- Infección.
- Barotrauma y volutrauma.
- Disminución del gasto cardíaco.
- Disfunción renal.
- Disfunción hepática.
- Aumento de presión intracraneal.
- Embolismo pulmonar.
- Hemorragia gastrointestinal
- V. A. L. I.
- V. I. L. I.

**TABLA 5
AUTO-PEEP**

Auto-P. E. E. P. es una presión al final de la espiración añadida al valor establecido de P. E. E. P. /C. P. A.P. del ventilador.

Auto-P. E. E. P. o atrape de aire se produce cuando la fase espiratoria es demasiado breve. Esta circunstancia puede darse en las siguientes condiciones:

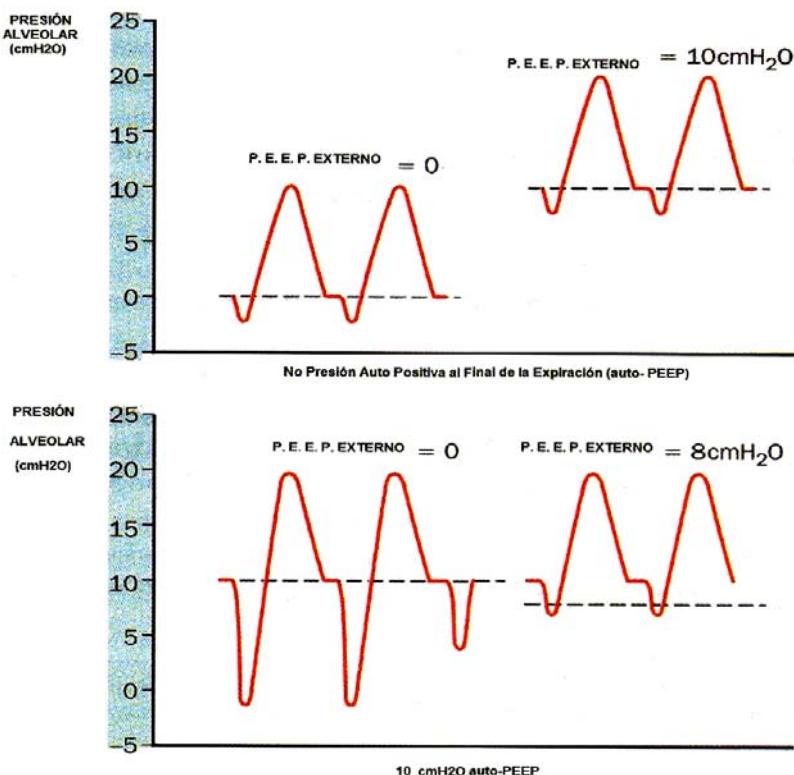
- Volumen tidal suministrado es demasiado elevado.
- El tiempo espiratorio es demasiado breve o la frecuencia respiratoria es demasiado elevada.
- La impedancia del circuito es demasiado elevada.
- El flujo inspiratorio máximo es demasiado pequeño.
- Obstrucción de la vía aérea espiratoria.

TABLA 6
MEDIDAS PRÁCTICAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE RUPTURA ALVEOLAR DURANTE VENTILACIÓN MECÁNICA Y/O TERAPIA CON P. E. E. P.

- 1) Emplear volúmenes corrientes bajos en pacientes E. P. O. C. u otras causas de hiperinflación pulmonar.
- 2) Disminuir el volumen de aire corriente a medida que se incrementa el P. E. E. P.
- 3) Usar P. E. E. P. cautelosamente en paciente con riesgo aumentado de ruptura alveolar:
 - a) Enfermedad pulmonar cavitaria, en parche, o unilateral.
 - b) Neumonía nosocomial; sepsis.
 - c) Tarde en el curso del A. R. D. S.
 - d) E. P. O. C.; asma.
- 4) Medición de distensibilidad durante P. E. E. P. como predicción de incrementado riesgo de ruptura alveolar.
- 5) Evitar intubación de bronquio principal derecho.
- 6) Evitar suspiros intermitentes.
- 7) Evitar pausa al final de la inspiración.

P. externo (5-10cmH₂O), en la presencia de Auto- P. E. E. P., disminuye la carga de los músculos respiratorios y el paciente está más confortable. Ello se debe a que el P. E. E. P. externo (en presencia de Auto- P. E. E. P.) aumenta el umbral (trigger) del ventilador (42). Debe realizarse

Figura 4.
Habilidad del paciente para activar el Ventilador.



ésta maniobra con cuidado ya que en su presencia un aumento en la frecuencia respiratoria o de la obstrucción al flujo aéreo puede llevar a niveles más altos de Auto P. E. E. P. (42). Por ejemplo si se adiciona P. E. E. P. externo 2-3 cmH₂O se monitorea la presión inspiratoria pico y la presión meseta. Si no cambian, el P. E. E.

P. externo debe permanecer debajo del nivel de Auto- P. E. E. P. Si dichas presiones aumentan al agregar P. E. E. P. externo, el

nivel de auto- P. E. E. P. se ha excedido. Si se tiene un Auto- P. E. E. P. de 5 cmH₂O y el umbral o la sensibilidad (trigger) está en -1cmH₂O, como dicho P. E. E. P. es distal (alveolar) y no proximal y por lo tanto no sensado en el monitor de presión (Fig.3) el gradiente de presión que el esfuerzo del paciente debe vencer será de 6 cmH₂O, lo que aumentará el W. O. B. imp. Si se le agrega un P. E. E. P. De 4 cmH₂O., el paciente deberá vencer un sub P. E. E. P. de 1 cmH₂O para activar la siguiente

respiración sin necesidad de llegar a presión sub-atmosférica (Fig. 2B y Fig. 4). Ello reducirá el W. O. B. imp. por el Auto-P.E.E.P. El término P. E. E. P. "fisiológico" se refiere al hecho de que el aparato glótico-faríngeo impone una barrera a la inspiración, produciendo una presión intraalveolar mayor (46). Al eliminarse dicha barrera (TET o traqueotomía) al disminuir la presión intraalveolar podría precipitarse o progresar un edema pulmonar, lo que ha llevado a la idea de que P. E. E. P. "fisiológico" (3-5 cmH₂O) debe aplicarse a pacientes con tubos en vía aérea para lograr una función pulmonar lo más cercana a la normal lo que implicaría que tanto en la mecánica pulmonar normal como en el intercambio gaseoso el aparato glótico-faríngeo desempeña un papel importante (46).

1.3 DESACOSTUMBRAMIENTO

Como la V. M. A. puede tener complicaciones que comprometen la vida, debe descontinuarse tan rápido como sea posible (5) (Tabla 4). Dicho desacostumbramiento consume un 40% de la duración total del soporte ventilatorio (6,47), ocupa un número significativo de camas y tiene un impacto significativo en los recursos de salud. La mayoría de los pacientes en el postoperatorio, con depresión del Sistema Nervioso Central, pacientes en estado asmático que revierte rápidamente, o pacientes con edema pulmonar o neumonía

que responde rápidamente a la terapia y que están en el ventilador máximo 72 horas, no necesitan ser sometidos a un desacostumbramiento progresivo. Usualmente se pueden extubar rápidamente por lo que la palabra desacostumbramiento podría no ser la adecuada (48). Los requisitos convencionales para el desacostumbramiento están bien descritos y pueden verse en la Tabla 8. Debe destacarse que son guías relativas y no absolutas y como ocurre siempre en la observación científica, sus variaciones con el tiempo son más importantes que las mediciones aisladas (49). Es preciso destacar que muchos pacientes pueden ser perfectamente desconectados sin tener que cumplir con todos los criterios y que también es cierto lo contrario (50). La función de los músculos respiratorios ha sido extensamente evaluada y el papel de la fuerza muscular y la "endurancia" durante el desacostumbramiento se ha reconocido de manera creciente (51). Los signos clínicos, gasométricos y mecánicos de fatiga muscular son fáciles de reconocer y son: taquipnea, movimientos respiratorios anormales (respiración alternante o abdominal paradójica) y aumento de la PaCO₂ (52). La M. I. P. nos indica la fuerza muscular respiratoria, por lo que una disminución de la misma suele indicar fatiga muscular durante el desacostumbramiento (53). Las causas de fatiga muscular pueden verse en

la Tabla 9.

TABLA 8
CRITERIOS PARA EL DESACOSTUMBRAMIENTO

CRITERIOS	VALORES
M. V	≤ 10 L / minuto
T. V	≥ 5 ml. / Kg.
F. R. E.	≤ 30 / minuto
M. I. P.	≤ -20 cm H ₂ O
M. E. P.	≥ 20 cm. H ₂ O

Cuando la V. M. A. se descontinúa, hasta un 25% de los pacientes tienen severa dificultad respiratoria que requiere reinstituir la V. M. A. (54-55). En los pacientes que no pueden ser desconectados, el hacerlo inmediatamente tiene un incremento de la frecuencia respiratoria y una disminución del volumen de aire corriente (VT), es decir la respiración espontánea se vuelve superficial y rápida (56). Si ese patrón se mantiene 30-60 minutos, el esfuerzo respiratorio se incrementa, pudiendo llegar al final de ese período a 4 veces el valor normal (16). Este incremento se debe a empeoramiento de la mecánica respiratoria (de causa o mecanismos desconocidos) y puede valorarse con 3 mediciones. La resistencia respiratoria aumenta 7 veces su valor normal, la rigidez pulmonar (Cst disminuye) 5 veces y el auto-P.E.E.P. el doble

(16). Sin embargo antes de iniciar el desacostumbramiento, la mecánica respiratoria de estos pacientes es similar a la de aquellos que se pueden desconectar exitosamente (57). Además el intento no exitoso de respiración espontánea produce considerable estrés cardiovascular (58). Estos pacientes van a tener un incremento en la post-carga del ventrículo derecho e izquierdo con el consecuente aumento en las presiones arteriales pulmonar y sistémica, respectivamente, debido a variaciones más amplias en la presión negativa intratorácica. En los pacientes que se logran desconectar, las demandas de oxígeno se cumplen a través de un aumento en la entrega de oxígeno al aumentar el gasto cardíaco como consecuencia de la suspensión de la I. P. P. V. En el paciente que no se puede desconectar la demanda de oxígeno se cumple a través de un incremento en la extracción del oxígeno. Ello conlleva a una disminución de la saturación de oxígeno de la sangre venosa mixta lo que contribuye a la hipoxemia arterial que ocurre en algunos pacientes (59). En la mitad de los pacientes en que el intento falla, el patrón de respiración superficial y rápida aumenta el espacio muerto y ello conlleva a hipercapnia hasta de 10 mmHg o más y en muy pocos casos por hipoventilación (57). Por ello el paciente debe tener una oxigenación aceptable en el ventilador con una FiO₂ igual o menor de 0.4 y debe estar

hemodinámicamente estable sin la ayuda de inotrópicos ni vasopresores endovenosos (48).

El momento (el tiempo) en que se va a iniciar el desacostumbramiento debe ser exquisita y cuidadosamente escogido, ya que un desacostumbramiento prematuro puede llevar a severo estrés respiratorio y cardiovascular, y un retraso innecesario del mismo, a complicaciones del paciente (ver T.T.W. en el apartado de V.M.A. a largo plazo). Algunos autores sugieren que la decisión basada solo en el juicio clínico es errónea con alguna frecuencia (60), y para otros tiene mucho de arte (4). El uso de predictores tradicionales para éxito o fallo del intento (Tabla 8) frecuentemente tienen falsos positivos y negativos (61). Un predictor más fiable es el índice de frecuencia respiratoria entre VT (F. R. E. / VT) (62). El índice debe calcularse durante la respiración espontánea y no, durante P. S. V. (63). Un índice alto, indica que la respiración es más rápida y más superficial, y por lo tanto que el desacostumbramiento fracase (R. S. B. I.). Un índice de 100 es el que mejor discrimina entre intentos exitosos y fallidos de desacostumbramiento. Un R. S. B. I. igual o menor de 80, se asocia con un 95% de probabilidad de éxito; un índice igual o mayor de 100, se asocia con menos de un 5% de probabilidad de éxito. El valor predictivo positivo —proporción de

pacientes que son exitosamente desconectados entre aquellos para los cuales el índice predice el éxito— generalmente es alto (0.8 o mayor). El valor predictivo negativo —la proporción de pacientes que no se pueden desconectar entre aquellos que el índice predice el fallo— se ha reportado bajo (0.5 o menos) (64).

TABLA 7
TÉCNICAS CLÍNICAS
PARA MINIMIZAR
AUTO-PEEP

- I. Disminución de la obstrucción al flujo aéreo:
 - a) Broncodilatación agresiva.
 - b) Aspiración de secreciones.
 - c) Aumento del tamaño del tubo endotraqueal.
- II. Normalización del pH:
 - a) Evitar alcalosis respiratoria.
 - b) Hipercapnia permisiva (1*)
- III. Modificación del patrón ventilatorio:
 - a) Minimizar tiempo inspiratorio en relación a tiempo respiratorio total:
 1. Aumentar I. F. R.
 2. Utilizar circuitos de bajo volumen de compresión
 - b) Usar I. M. V. a frecuencias bajas

(1*) Debe hacerse énfasis en el pH más que en la PaCO₂.

TABLA 9
FATIGA MUSCULAR

- A. Aumento de la carga mecánica.
- 1. Tubo endotraqueal de diámetro pequeño.
- 2. Secreciones.
- 3. Espasmo bronquial.
- 4. Edema Pulmonar.
- B. Disminuida contractilidad.
- 1. Sepsis.
- 2. Desnutrición.
- 3. V. M. A. prolongada.
- C. Trastornos electrolíticos.
- 1. Hipokalemia.
- 2. Hipocalcemia.
- 3. Hipofosfatemia.
- 4. Hipomagnesemia

TABLA 10
**DESACOSTUMBRAMIENTO
POR TUBO EN T**

1. Paciente sentado en cama o silla durante el período de tubo en T.
2. Aumentar FIO₂ 20% durante el período de tubo en T (1*).
3. Período en tubo en T: 5-10 minutos hasta 30-60 minutos (2**).
4. Descanso en el ventilado: 1 a 3 horas.
5. Iniciarse 7:00 a.m. y continuar hasta 10:00 p.m. luego suspender hasta otro día.
6. Minimizar medidas que despierten al paciente durante el descanso (10:00 p.m. a 6:00 a.m.)
7. En etapas finales se disminuyen los períodos de descanso y se aumentan los de tubo en T.
8. El desacostumbramiento se completa al estar el paciente 24 horas sin el ventilador.

(1*) El aumentar 20% FIO₂ en tubo en T es sobre FIO₂ del ventilador. Debe medirse oxígeno con gases arteriales u oximetría.

(2**) El tiempo inicial en tubo en T depende de la estabilidad clínica y el aumento del mismo de a estabilidad de parámetros como: M. I. P., V. C., V. T.

Hay 4 métodos de desacostumbramiento (65). El método más antiguo es realizar intentos de respiración espontánea varias veces al día con el uso de un circuito de Tubo en T con una mezcla de gas enriquecido con oxígeno. Se inicia con períodos cortos que se van extendiendo varias veces al día, alternando con descanso en el ventilador hasta que el paciente pueda sostener la ventilación espontánea por varias horas. Si bien es cierto está alternativa se ha vuelto impopular, debido a que requiere considerable tiempo de parte del personal de la Unidad, a veces es una opción para el desacostumbramiento, máxime

cuando el mismo es a largo plazo (Tabla 10 y Tabla 11) (4). Los dos métodos más comunes son S. I. M. V. y P.S.V. con disminución de la asistencia ventilatoria gradualmente por reducción del número de ventilaciones dadas por

el ventilador o por disminución del P. S. V. Ambas técnicas se usan en conjunto (Tabla 12). La reducción del Soporte de Presión debe hacerse de 5 en 5 cmH₂O, misma cifra con la cual se reduce el P. E. E. P. Cuando un nivel mínimo de asistencia ventilatoria es tolerado el paciente se extuba. El nivel mínimo de asistencia ventilatoria, no está bien definido, pero, un paciente con un P. E. E. P. de 5 cmH₂O (P. E. E. P. fisiológico), con un P. S. V. De 5cmH₂O (que compensaría la resistencia impuesta por el tubo endotraqueal y por el circuito del ventilador) (66), y un R. S. B. I. menor de 100 (idealmente menor de 80), probablemente tolere la extubación (5). El cuarto método de desacostumbramiento es realizar un intento al día de tubo en T, que puede tardar de 30 minutos a 2 horas. Si el intento es exitoso, el paciente puede ser extubado, sino debe recolocarse en el ventilador 24 horas con reposo de los músculos respiratorios y soporte ventilatorio al máximo hasta un nuevo intento al día siguiente (67) en A. C. V., para optimizar el control de la función muscular del paciente sobre el ventilador. Realizar intentos de respiración espontánea una vez al día es tan eficaz como hacerlo varias veces al día (55), pero más simple. Este método de desacostumbramiento de dos fases: 1. medida sistemática de predictores y 2. intento una vez al día-, se ha comparado con

métodos convencionales y reduce hasta 2-3 veces el período de desacostumbramiento (55), así como las complicaciones y los costos del cuidado intensivo. Cuando sostiene una ventilación espontánea sin dificultad, se extuba. (Tabla 13).

Hasta inicios de los 90's se creía firmemente que todos los métodos eran igualmente efectivos y que el juicio clínico era un determinante crítico en la escogencia. Actualmente la información no permite sustentar ésta idea (5, 55, 68). Un 10-20% de los pacientes requieren reintubación (54,55). La mortalidad es 6 veces mayor que con los que toleran la extubación (68, 69). La razón no es clara, pues no está relacionado directamente con el desarrollo de problemas nuevos después de la extubación, o con complicaciones por la reinserción del tubo. Puede ser que la reinserción sea un marcador de enfermedad más severa (5). (ver tabla 11, 12, 13 y 14)

1.5 Ventilación Mecánica a largo

El incremento en las enfermedades médicas agudas a disminuido significativamente el número de camas en U.C. I's para pacientes pendientes del ventilador (70) y existen cambios profundos en los hospitales del primer para recuperar los costos del cuidado de estos pacientes (71). Ello ha llevado a soluciones parciales para pacientes que necesitan ventilación mecánica más allá

TABLA 11
SUSPENSIÓN DESACOSTUMBRAMIENTO
EL TUBO EN T DEBE SUSPENDERSE DE INMEDIATO Y EL
PACIENTE RETORNAR AL VENTILADOR SI:

1. La P. A o F. C aumentan o disminuyen 20 mm Hg. ó 20 latidos por minuto respectivamente.
2. Si la F. R aumenta a 10 por minuto.
3. Si aumenta el trabajo respiratorio:
 4. Arritmia cardiaca.
 5. Diaforesis.
 6. Disnea.
 7. Fatiga o dolor.
 8. Saturación de oxígeno menor de 90%.
 9. Aumento de Pa CO₂ mayor de 5 mm Hg.
 10. Al suspender la liberación deben buscarse causas inidentificables del fallo y reiniciar el proceso hasta el día siguiente.

TABLA 12
DESACOSTUMBRAMIENTO POR S. I. M. V. / P. S. V.

- 1) El paciente debe tener una adecuada PaO₂ y PaCO₂ con la frecuencia inicial en S. I. M. V. sin ninguno de los datos de dificultad respiratoria listados en la tabla 11.
- 2) La P. S. V. se define de acuerdo a los criterios citados en el texto (1*).
- 3) La frecuencia de las mandatarias se disminuye de 2-4 cada vez, progresivamente, de acuerdo a tolerancia.
- 4) Si el paciente ha estado sólo unas horas ó días en V. M. A. la reducción de la frecuencia puede hacerse cada 6 horas.
- 5) Aumentar la frecuencia de las mandatarias durante la noche y P. S. V. en 5 cm H₂O sobre la previa, para el descanso de los músculos.
- 6) Deben tomarse gases durante cada reducción para asegurarse de una adecuada oxigenación y de que el paciente no desarrolle hipercapnia.
- 7) Respiración espontánea rápida y superficial, es signo de deterioro.
- 8) Si hay deterioro se vuelve al nivel anterior de S. I. M. V. y vigilar clínica y gasométricamente. (2*)
- 9) Cuando S. I. M. V. se reduce a 6 (2*), P. S. V. de 5-8 y P. E. E. P. a 5 cmH₂O se sugiere pasar a intento de respiración espontánea (ver tabla 13).

(1*) Una vez definido el nivel de P. S. V. se sugiere ajustarlo al múltiplo de 5 más cercano y futuros aumentos hacerlos de la misma forma, al igual que al realizar las reducciones.

(2*). Algunos autores hacen la reducción de las mandatarias hasta 2 por minuto (80). Controversial.

TABLA 13
DESACOSTUMBRAMIENTO POR MÉTODO DE DOS FASES
(intento de respiración espontánea)

FASE 1: REQUISITOS.

1. Cst \geq 20 ml / cmH2O (en M. V. A.).
2. Cumplir criterios de tabla 8 (opcionales).
3. R. S. B. I. \leq 100 (idealmente \leq 80).
4. Creatinina entre 0.6-1.4 mg/dl. (variable con diálisis).
5. No datos de fatiga muscular y si hay causas (tabla 9) intentar corregirlas antes del intento.

FASE 2:

1. Respiración espontánea con tubo en T de 30 minutos a 2 horas.
2. Medición de parámetros (clínicos, mecánicos y gasométricos) cada 30 minutos.
3. Si a las 2 horas no tiene datos de fatiga muscular (ver texto) y cumple con los criterios 2 y 3 de la fase anterior, se extuba.
4. Durante ésta fase la FIO2 debe ser 20% superior al valor que tenía en V. M. A.
5. Si el paciente no tolera la fase 2, debe volver a V. M. A. con las condiciones que tenía previamente, y no se debe hacer otro intento antes de 24 horas.
6. Como con cualquier modalidad, si el intento es no exitoso, deben buscarse causas del fallo e intentar corregirlas.

TABLA 14
CRITERIOS DE ADMISIÓN A
P. C. U.

1. Presencia de un tubo de traqueotomía de tamaño adecuado para el paciente, con un diámetro interno de 7 mm.
2. Estabilidad hemodinámica.
3. P. E. E. P. \leq 8 cm H2O.
4. FIO2 $<$ 60%.
5. PaO2 / FIO2 \geq 140.
6. Intentos fallidos de desacostumbramiento en la U. C. I.
7. Ausencia de disritmias potencialmente letales.
8. Ausencia de infusiones complejas (inotrópicos, vasopresores, etc)
9. Ausencia de bloqueo neuromuscular o necesidad de sedantes continuos, salvo en pacientes con anestesia controlada con bombas de infusión y/o terapia epidural.
10. Inadecuado estado mental y reducido potencial para rehabilitación. No es criterio absoluto -PRIVA JUICIO MÉDICO-.

de las necesidades de un cuidado agudo, tales como traslado a Unidades de Cuidado Respiratorio Especializado (P. C. U.), a Unidades de Cuidado Intermedio o a Unidades de Cuidado a Largo Plazo (72). Ha sido necesario definir tres aspectos básicos de ésta población, a saber: definir los términos, buscar predictores independientes que permitan acelerar el desacostumbramiento, y qué pacientes califican para ésta modalidad. Se define como: ventilación mecánica prolongada (dilatada o retardada) cuando se requiere soporte ventilatorio más de dos semanas en ausencia de un factor no respiratorio que evite el desacostumbramiento, y desacostumbramiento fallido cuando el soporte ventilatorio requiere más de tres semanas (73). Los predictores que definen el T. T. W. son pulmonares y renales, ellos son:

R. S. B. I. \leq 105, C. S. T. \geq 20 ml/cmH2O y creatinina normal (0.6-1.4 mg/dl). Parámetros que no tienen valor predictivo para el desacostumbramiento son: el APACHE II, enfisema, raza, edad, valor de albúmina, fracciones de eyeción de ambos ventrículos y resistencia de la vía aérea.

Los criterios de ingreso a P. C. U. pueden leerse en la Tabla 14 y los impedimentos para el desacostumbramiento en la tabla 15. El esquema de desacostumbramiento en pacientes con V. M. A. a largo plazo es como sigue:

a) Al llegar el paciente a la P. C.

U. se coloca en A. C. V. y se considera adecuado para iniciar el desacostumbramiento si la P. A. sistólica está entre 90-180 mmHg, la F. C. Entre 50-130 por minuto, temperatura menor de 38.3 oC ($\leq 101^{\circ}\text{F}$), V. M. ≤ 15 l por minuto, R. S. B. I. ≤ 105 , C. S. T. ≥ 20 ml/cmH20 y Creatinina = 0.6-1.4 mg/dl.

- b) En cada uno de los dos primeros días de ingreso a la P. C. U. (al día siguiente del traslado) se hace un intento de respiración espontánea con tubo en T, con una FiO2 del 20% superior a la FiO2 estando con el ventilador. La duración de este intento va de 30 minutos a 2 horas. Deberá valorarse cada 30 minutos el paciente con parámetros clínicos, cardiovasculares, respiratorios y gasométricos.
- c) Si dicho intento es exitoso se coloca una máscara de O2 para traqueotomía con una FiO2 suficiente para mantener una saturación de oxígeno de la Hg. $\geq 94\%$.
- d) Si fallan los dos intentos en las primeras 48 horas, el paciente descansa en A. C. V. y el tercer día se coloca en P. S. V. manteniendo F. R. E. ≤ 30 /minuto. Si lo tolera se desminuye lentamente P. S. V. 2 cmH20 dos veces al día máximo. Si tolera dos horas con sólo 5 cmH20 de P. S. V. Se coloca una máscara de

oxígeno por la traqueotomía. Criterios de no tolerancia en intento de desacostumbramiento en dos fases en las primeras 48 horas o en el tercer día con P. S. V. son: F. R. E. > 30 /min., aumento de la F. C. > 20 /min., disminución de P. S. > 20 mmHg. o desaturación $> 5\%$ (todos ellos con respecto a las mediciones previas). En éste caso el paciente vuelve a A. C. V. y deben valorarse dos aspectos: Traslado a otra dependencia del hospital y optar por el primero de los cuatro métodos de desacostumbramiento citados antes.

TABLA 15
IMPEDIMENTOS PARA
EL DESACOSTUMBRA-
MIENTO EN P. C. U.

- | | |
|----|--|
| A. | Neurológicos |
| | • Causas Centrales, espinales o neuromusculares. |
| B. | Cardíacos |
| | • Enfermedad arterial coronaria. |
| | • I. C. C. |
| C. | Infecciosos (*) |
| | • Neumonía, etc. |
| D. | Pulmonares |
| | • E. P. O. C. |
| | • ASMA |
| | • Síndrome de Obesidad/hipoventilación. |
| | • A. R. D. S. |
| | • E. P. I. D. |

*Es por mucho la causa más frecuente de impedimentos (78%).

El T. T. W. se cuantifica como el número de días desde la admisión a la P. C. U. hasta el primero de las 48 horas últimas de desacostumbramiento exitoso, definiéndose como tal, cuando el paciente permanece mínimo 48 horas fuera del ventilador (73), y es de un 56% (50-75%). Los factores más frecuentemente asociados a muerte en este proceso, son: infección (30%), malignidad (30%) y apoplejía o hemorragia del S. N. C. (17%). Si bien es cierto el intento de respiración espontánea da una idea de la capacidad ventilatoria, no lo hace acerca de la eficacia de la tos para aclarar secreciones bronquiales, si hay un tubo endotraqueal o una traqueotomía. Para ello se han buscado otros parámetros. Si el pico de flujo es menor de 60 l/min. durante la tos, el volumen de secreciones es mayor de 2.5 ml/h y existe fallo para responder órdenes sencillas, el índice de fallo en la extubación es de 100% comparado con solo un 3% de los que no tienen esas características (74). En los pacientes con enfermedad neuromuscular, con una disminución gradual de la función correspondiente antes de la descompensación ventilatoria aguda o con condiciones progresivas como E. L. A. o enfermedad de neurona motora inferior, los fallos en intento de respiración espontánea no deben ser frustrantes y repetidamente desmoralizantes sino que deben indicar una consideración temprana a cerca de

una traqueotomía y soporte ventilatorio a largo plazo. Si bien es cierto N. I. V. (con ventilación con presión positiva) es una indicación clara en pacientes con E. P. O. C., en I. R. A. hipercapnica (75,76), y reduce la necesidad de intubación y debe disponerse las 24 horas en Unidades de Cuidado Crítico (77, 78) no se disponen en la U. C. C. R.. También se sabe que en E. P. O. C. la extubación temprana pasando el paciente a N. I. V. es efectivo en reducir el tiempo de desacostumbramiento, la estancia en la U. C. I., la incidencia de Neumonía nosocomial, la necesidad de traqueotomía y mejora la sobrevida. Otras indicaciones son Insuficiencia cardiaca crónica asociada a trastornos respiratorios del sueño, y menos clara, edema agudo de pulmón (79); por lo tanto es asunto de tiempo y presupuesto el disponer de esta modalidad en nuestro medio.

1.5. Ventilación Mecánica No Convencional

Las modalidades de ventilación mecánica discutidas en éste apartado no son tan nuevas, por lo que el término "no convencional" posiblemente sea más adecuado. Cada una tiene un acrónimo, y es usual que el mismo sea desconocido para quienes no están familiarizados con el idioma de Ventilación Mecánica. Cada diferente modalidad no es más que un intento de modificar la manera de entregar la Presión Positiva a la vía aérea, y

la interrelación entre la asistencia mecánica y el paciente. El propósito puede ser aumentar el reposo de los músculos respiratorios, prevenir el desacondicionamiento, mejorar el intercambio de gas, prevenir el daño pulmonar, mejorar la coordinación entre el ventilador y el paciente y promover la curación del pulmón. La prioridad de cada uno de estos objetivos es variable. Lo que sí debe ser claro es que no han sido aprobadas para uso clínico general (5). La ventilación con alta frecuencia (H. F. V.) con sus diversas modalidades (H. F. P. P. V., H. F. J. V., H. F. F. I., H. F. O., H. F. C. W. C.) se han utilizado desde investigación en: animales (83-89-90), pulmones inmaduros al nacimiento (84), infantes (82), Broncoscopía (85), Insuficiencia Respiratoria Traumática (91) y en I. R. A. en adultos (81)- sin obvios beneficios sobre la ventilación mecánica convencional-. Lo mismo es válido para A. P. R. V. (88), P.C.I. R. V. (87), M. M. V. (92) y Ventilación Parcial Líquida (93-94). Soporte Ventilatorio Total es el término que se utiliza cuando el ventilador realiza todo el trabajo respiratorio requerido; y Soporte Ventilatorio Parcial cuando el paciente puede proveer al menos una proporción de dicho trabajo (95). Clásicamente, el primero se daba con las modalidades A. C. V. e I. M. V. /S.I.M.V., y el segundo con I. M. V. /S. I. M. V. (96, 97). Modalidades o configuraciones recientes que asisten al esfuerzo

del paciente han sido descritas Ellas son P. A. V. (o A. P. V), A. S. V. y P. S. V.; ésta última descrita antes en Ventilación Mecánica Convencional asociada a S. I. M. V. y para Soporte Ventilatorio Parcial (5, 96). La diferencia fundamental entre P. A. V. (A. P. V.) y P. S. V. es que en P. S. V. el objetivo es el control de la presión y en P. A. V. (A. P. V.) es el volumen de aire corriente, por lo que el volumen objetivo establecido se alcanza con la menor presión posible dependiendo de las características pulmonares. Dicha configuración es adicional a las modalidades tradicionales de ventilación controlada por presión (P-C. M. V. y P-S. I. M. V.). Otra forma de comprender la diferencia entre P. A. V. (A. P. V.) y P. S. V., es la diferencia entre el tiempo y la amplitud de la presión del ciclo del ventilador, y entre el tiempo y la amplitud de la presión del esfuerzo inspiratorio del paciente.

En P.A. V. (A. P. V.) la Paw dada por el ventilador es proporcional al esfuerzo inspiratorio del paciente (Pmus) y por lo tanto existe una sincronía automática entre el final del esfuerzo del paciente y el final del ciclo del ventilador (97). Como la Paw permanece proporcional a la Pmus en todos los niveles de asistencia, y por lo tanto el VT, está bajo el control del paciente, aún a altos niveles de asistencia.

Por el contrario, en P. S. V. no existe una sincronía automática entre el final del esfuerzo del paciente y el final del ciclo del ventilador. Además el hecho de que la Paw sea independiente de la Pmus, condiciona que el VT esté más controlado por el ventilador y éste a su vez por el operador.

Estas diferencias sin embargo tienen poco impacto en el intercambio gaseoso entre ambas modalidades (97). Dicha proporcionalidad (en P. A. V.) se aplica como un continuo (respiración a respiración) a través de la inspiración, es decir, entre más potente la inhalación del paciente, el ventilador da menos y viceversa. Por cada cmH20 de incremento del esfuerzo del paciente (Pmus) la máquina disminuye su presión de salida (Paw) en 1 cmH20. En la tabla 16 se listan algunas de las ventajas de P. A. V. y en la tabla siguiente (17) las desventajas potenciales o reales. Puede usarse en I. R. A. sin deterioro de PaO2 y cuando existe desacoplamiento neuroventilatorio (98, 99, 100, 101). De hecho, la aparición de respiración de Cheyne-Stokes, en P. A. V. es una indicación de que el acoplamiento neuroventilatorio ha sido recuperado o sobreconfigurado. En P. S. V. el objetivo es la presión de la vía aérea. En P. A. V. es el volumen de aire corriente (VT) y en A. S. V el objetivo es la ventilación-minuto. En 1977, Hewlett, introdujo el volumen mandatorio — minuto (M. M. V.). La premisa básica

es que se suministra al sistema un volumen minuto previamente seleccionado de gas fresco, que el paciente respira espontáneamente de acuerdo a su esfuerzo, siendo el resto suministrado al paciente por el ventilador. Por lo tanto el paciente se ve obligado a respirar un volumen -minuto mandatorio (102). Inicialmente, pacientes con I. R. A. - por sobredosis de drogas, enfermedades neuromusculares, o enfermedad parenquimatosa pulmonar- con variaciones en el control ventilatorio, parecían beneficiarse (103-104); al igual que pacientes con V. M. A. después de cirugía cardíaca (105). Defectos que se le han señalado a ésta modalidad son: respiración superficial y rápida con el desarrollo de atelectasias lobares (106), auto-PEEP, ventilación excesiva del espacio muerto (92), y configuraciones erróneas establecidas por el usuario debido a que los algoritmos de M. M. V. disponibles en el mercado tienen claras limitaciones, que conllevan a los riesgos antes mencionados (92), por ésta razón se diseño A. S. V. para reducir al mínimo riesgos y limitaciones. En dicha modalidad se mantiene una ventilación-minuto mínima con un patrón respiratorio óptimo que conduce a un menor trabajo respiratorio y por consiguiente a menor cantidad de presión inspiratoria aplicada por el ventilador, en el caso de pacientes pasivos (107). Ventajas adicionales son la estrategia de protección

pulmonar, que a diferencia de M. V., A. S. V. intenta orientar al paciente utilizando un patrón respiratorio favorable (tabla 18).

Tabla 16 VENTAJAS DE PAV	
1.	Confort
2.	Menor Presión Pico. Paw \leq 15cmH2O
3.	Menor parálisis y sedación.
4.	Menor hiperventilación.
5.	Mejoría o conservación de los mecanismos de control de la respiración propios de los pacientes.
6.	Mejora la eficiencia de la ventilación con presión negativa.

2) Aspectos No Técnicos

2.1) Guías en U. C. I.

Las guías son una forma de evidencia que representan herramientas para que los clínicos nos familiaricemos con la literatura en un área en particular (110).

Fueron desarrolladas para reducir la variabilidad práctica y maximizar el uso de los recursos de salud. Recientemente las guías basadas en evidencia se han vuelto de valor como mecanismo para tomar decisiones en Medicina, debido a que han demostrado en diversos aspec-

**TABLA 17
DESVENTAJAS
POTENCIALES O REALES DE PAV**

1. Es necesario la función apnea backup. (1)*
2. No puede normalizar PaCO₂. (2)*
3. Puede necesitar mecanismo limitante de presión (Pressure runaway). (3)*
4. No se puede escoger un patrón de respiración específico.
5. El acople neuroventilatorio puede aumentar respuestas ventilatorias a estímulos respiratorios, promoviendo inestabilidad ventilatoria.

(1)* Soporte ventilatorio Convencional para una eventual apnea.

(2)* Desventaja en una depresión ventilatoria central aguda.

(3)*(98).

**TABLA 18
ALGUNAS VENTAJAS DE A. S. V.**

- 1- Mantener una ventilación mínima preestablecida por minuto. *
- 2- Tener en cuenta la respiración espontánea.
- 3- Prevenir la taquipneea.
- 4- Prevenir auto-PEEP.
- 5- Prevenir la ventilación excesiva del espacio muerto.
- 6- Suministrar ventilación máxima en caso de apnea o impulso respiratorio bajo.
- 7- Darle el control al paciente si la actividad respiratoria está bien.
- 8- Hacer todo sin sobrepasar una presión de meseta de 10 mbar por debajo del límite de presión superior.*
- 9- Evita las respiraciones demasiado largas.

*Componentes modificables.

tos, que mejoran los resultados en los pacientes. En U. C. I's, dichas guías y protocolos pueden estandarizar procedimientos de cuidado crítico y mejorar los resultados.

Una crítica que se les hace es que pueden convertirse en "recetarios de cocina"- "cookbook type medicine"- (111). La efectividad de

guías y protocolos depende de la adaptación de los clínicos a ellas para cambiar conductas. De hecho es necesario un proceso sistemático para desarrollar e implementar guías que tengan efecto de cambio y de mantenimiento del cambio.

Es necesario diferenciar guías,

protocolos, vías clínicas y algoritmos (tabla 19) y decidir algoritmos (tabla 19) y decidir cual herramienta o instrumento es más efectivo para implementarlo en una institución o Unidad. Las guías intentan sintetizar la mejor evidencia disponible en un formato que sea conveniente y fácil de usar para los clínicos. Ello mejora la efectividad y la relación costo-eficiencia de los cuidados de salud, y por lo tanto los procesos de cuidados y los resultados de los pacientes. Antes de implementar las guías, pueden ensamblarse como vías clínicas o algoritmos.

Los protocolos se diseñan para manejar ciertos procesos como sedación y ventilación, y en forma de pasos nos dan una secuencia predeterminada de acciones dentro de un plan específico de manejo de un paciente. En cambio las guías son menos lineares y directivas. Sólo después de la aplicación de guías y protocolos se ha demostrado mejoría de los resultados en base a trabajos estrictamente randomizados. por lo que debe considerarse que están basados en evidencia. Todos los protocolos han demostrado la reducción de la estancia en U. C. I's, sin embargo la efectividad en producir cambios en la conducta médica ha sido inconsistente, así como si es posible el mantenerla en U. C. I. Existen limitaciones en la captación de evidencia y las decisiones "a dedo" a veces ocurren y existen diferentes barreras para captar evidencia (y a veces no son suficientes).

TABLA 19
TAXONOMÍA PARA HERRAMIENTAS DE DECISIÓN

Herramienta	Definición
Guía	Informes sistemáticamente desarrollados integran la mejor evidencia recolectada para formar guías para los clínicos en el cuidado de pacientes para circunstancias clínicas específicas.
Protocolo	Un conjunto de pasos secuenciales desarrollados para estandarizar el cuidado de pacientes en áreas incluyendo diagnóstico y tratamiento.
Vía Clínica	Un plan comprensivo sensible al tiempo y multidisciplinario detallando el manejo por pasos que puede utilizarse en el cuidado de pacientes prehospitalarios, hospitalarios y posthospitalarios.
Algoritmo	Conjunto de complejas instrucciones para responder a un problema en particular, en la cual las decisiones son presentadas en forma de nodos y ramas para dirigir decisiones clínicas específicas.

tes ni para cambiar conductas ni capturar evidencia) (112).

Una estrategia que ayuda es la educación médica continua que nos da un proceso activo más que pasivo, y ello puede producir cambios.

Otra estrategia es el uso de sistemas de soporte para decisión computadorizados.

La validación de las guías debe hacerse cada tres años y una estrategia pragmática es necesaria para mantener la validez y longevidad de las mismas.

No todas las guías cumplen todos los criterios.

Los clínicos necesitamos herra-

mientas para investigar la calidad de las guías y asegurar su rigurosidad, pero no existe un instrumento único que sea usualmente aceptado o recomendado.

Es más, la validez y fiabilidad de los instrumentos no ha sido documentada para cualquier guía en cuidado crítico.

2.2) Personal Médico de la U. C. I. I. P. S (Intensive Physician Staffing) Podría traducirse como el personal médico que integra la planilla en la U. C. I. Siempre se ha dicho que tener médicos solo para U. C. I. eleva los costos. Existen dos sistemas de elección

utilizados para escoger dicho personal médico:

- Médicos todo el día, 7 días a la semana disponibles para la U. C. I.
- El otro modelo tradicional en que los médicos no tienen dedicación o disponibilidad exclusiva, no especializados en Cuidado Crítico, que cubren unidades pero tienen que alternar con otras actividades fuera de la U. C. I. (113) y en el cual un único médico no es el encargado del manejo completo de la Unidad (como si lo es actualmente la U.C. C. R.).

Al primer sistema se le conoce como sistema "cerrado" y al segundo como "abierto" (114). El primer sistema previene admisiones inapropiadas e innecesarias a la U. C. I., reduce los costos, disminuye la mortalidad y la estancia hospitalaria. Se recomienda concomitantemente la estrategia educacional interactiva y participativa para incrementar el conocimiento médico más que la educación pasiva (115). Las variables que más afectan los resultados financieros están relacionadas con la U. C. I. misma (número de camas, L. O. S., ocupación, costo cama-día), y los costos relacionados con otras variables del Hospital y salarios de los médicos y otro personal tienen mucho menos impacto económico, por lo que mejorar I. P. S. es ahorrativo y reduce la morbimortalidad (113-114). Con respecto al entre-

namiento del personal módico en la U. C. C, este tipo de Medicina entrena y faculta al individuo para adquirir y mantener destrezas que mejoren los resultados de los pacientes y permitan optimizar el uso de la Unidad. El entrenamiento y educación incluye desde el estudiante de Medicina, el cual es importante y casi inexistente, entrenamiento de médicos de postgrado (Internistas, Intensivistas, Neumólogos, Anestesiólogos, etc) y educación de todos los proveedores de Salud en Cuidado Crítico (116). Los médicos residentes deben alcanzar una cantidad medible de conocimiento y aprender un grupo de habilidades observables, demostrar adecuada capacidad de decisión y una actitud cuidadosa y compasiva para los pacientes críticamente enfermos. El programa de entrenamiento debe incluir aspectos clínicos, de investigación, administrativos y habilidades o destrezas cognitivas. La referencia 116, lista una serie de temas en Cuidado Crítico sobre los que se debe tener conocimiento, así como los sitios Web y Redes de Trabajo en Cuidado Crítico. Se ha demostrado que excesivas horas-trabajo por residente, pueden ser peligrosas para los pacientes y producir altos índices de errores médicos (117). El entrenado en postgrado no debe trabajar más de 80 horas por semana y las guardias no deben durar más de 24 horas, además la frecuencia máxima de las mismas es de cada 3 días. El

TABLA 20
DEFINICIONES ESTUDIADAS

Término	Definición
Error Médico	Falla de una acción planeada para ser completada o el uso de un plan erróneo para lograr un propósito.
Error Médico Serio	Un error médico que causa daño (o injuria) o tiene el potencial para causar daño. Incluye eventos adversos prevenibles, errores serios interceptados, y errores serios no interceptados. No se incluyen errores triviales con muy poco o ningún potencial de dañar o efectos adversos no prevenibles.
Error Serio Interceptado	Un error médico serio el cual es “interceptado” antes de llegar hasta el paciente.
Error Serio no Interceptado	Un error médico serio el cual no es “interceptado” y por lo tanto llega hasta el paciente pero debido a la buena suerte o porque el paciente tiene suficientes reservas para amortiguar el error, este no causará daño clínico detectable.
Evento Adverso	Alguna injuria causada por el manejo médico, más bien que por la propia enfermedad. Por ejemplo el rash causado por un antibiótico, trombosis venosa profunda por omisión accidental de la orden de continuar la profilaxis con heparina subcutánea al transferir al paciente a la U. C. C., y taquicardia ventricular debida a la colocación de un catéter en el ventrículo derecho.
Evento Adverso no Prevenible	Injuria inevitable causada por cuidado médico apropiado.
Evento Adverso Prevenible	Injuria causada por un error serio no interceptado en el cuidado médico.

restringir las horas de trabajo de residentes y de enfermeras puede mejorar la función del equipo y los resultados clínicos (117).

2.3) Efectos adversos, errores médicos, estructura y función de Unidad de Cuidado Crítico

Los errores médicos causan entre 44.000-98.000 muertes por año en U. S. A. (118) y por lo tanto ocurren demasiado frecuentes. Ciertos subgrupos de complicaciones iatrogénicas ocurren en el 31 % (119) de los pacientes en U. C. I. y son severas en un 13%. Los pacientes críticamente enfermos son susceptibles a la iatrogenia debido a la variabilidad e inestabilidad de sus enfermedades y a la frecuente necesidad de intervenciones de alto riesgo y medicación. La definición de errores y efectos adversos puede verse en la tabla 20 (120). Los más frecuentes efectos adversos por sistemas y órganos, son los que afectan el sistema respiratorio (19%) infecciones (15%) cardiovasculares (12%), dermatológicos y de tejidos blandos (9%). De todos los efectos adversos 45% son prevenibles. Un 11% de los errores serios pueden comprometer la vida. De los errores serios el 74% se deben a mediación y procedimientos. Otros errores se asocian con fallo en reportes o en comunicación de información clínica (13.7%) o en seguir precauciones o protocolos. Fallos en la esterilidad durante procedimientos intervencionales ocurren pero no

se consideran errores serios. El índice diario en una Unidad de Cuidado Crítico de 10 camas es de 0.8% para efectos adversos y 1.5% para errores serios (114). Debe tenerse cuidado exquisito al analizar estos datos, pues si bien es cierto sirven para mejorar la función de la Unidad, la información puede ser inexacta, irrelevante, incompleta o errónea. Ello ocurre cuando el análisis de los efectos adversos es individual como error, complicación o muerte. Desafortunadamente esta inclinación ha sido claramente aumentada por la publicidad acerca de los errores médicos, lo que ha llevado a una respuesta de entidades regulatorias hacia efectos centinelas.

Un error frecuente es usar datos absolutos. El número de efectos adversos debe colocarse en el numerador y expresarse como un índice sobre un denominador que puede ser: pacientes-riesgo; pacientes-día; u otro denominador adecuado, y luego comparar el índice con un estándar. Es esta forma de información acumulativa (índices de muerte, error, complicaciones, recambio de personal o insatisfacción familiar) la que representa la función de la Unidad (114). Sin los índices los efectos adversos pueden ser valores inadecuados o potencialmente erróneos. En primer lugar, no todos los efectos adversos se deben a pobre cuidado y es muy poco probable

que con la mejor práctica lleguen a desaparecer y la meta sería reducir su índice a un nivel aceptable o por debajo del previo. En segundo lugar, un efecto adverso no necesariamente es peligroso o aumenta los costos (por ejemplo la administración incorrecta de una dosis de una droga, generalmente no es peligrosa). Tercero, aunque el error humano conlleve riesgo, ello no es prueba de que la función completa o total es inadecuada. Cuarto, el método usual para identificar efectos adversos tales como reporte de incidentes o revisión de expedientes es ineficiente inexacto o está sujeto a desacuerdo significativo. En conclusión, el cuidado crítico puede ser salvador para los pacientes pero también se asocia a riesgos significativos de eventos adversos y errores serios. Investigar la función de la Unidad requiere por lo tanto cuantificar los parámetros que sean relevantes a los pacientes, la sociedad y el Hospital. Por ejemplo los índices de readmisión a la Unidad son desconocidos, pero un bajo índice podría significar que los pacientes permanecen más que lo necesario, lo que aumentaría los costos y facilitaría la exposición a patógenos virulentos. La mejor medida que balancea la simplicidad y el contenido de la información es la estancia, pero tiene sus limitaciones. Los datos prospectivos son superiores a los retrospectivos y los datos recolectados por computación son superiores a los recogidos

dos por gente que lo hace adicionalmente a sus responsabilidades clínicas usuales (por ejemplo, los errores adversos deben usar criterios predefinidos más que el juicio humano, tan fácil y frecuente en nuestro medio). No se deben sobreinterpretar cambios en corto tiempo.

También es importante que los parámetros funcionales sean fuertemente influenciados por datos demográficos, comorbilidad de los pacientes, tipo y severidad de las enfermedades agudas. Ello debe referirse acumulativamente en el concepto CASE-MIX (casos o instancias mezcladas). Los sistemas prefabricados como APACHE, TISS, MPM, SAPS, PRISM, SOFA y MOD solo predicen mortalidad a corto plazo y no están ajustados para parámetros no fisiológicos como factores económicos que pueden ser importantes en los resultados. A como la sobrevida en pacientes críticamente enfermos ha mejorado, el interés en la morbilidad a largo plazo ha aumentado. Dicha morbilidad incluye: disfunción neurofisiológica, desórdenes por estrés post-traumático, alteraciones en la calidad de vida, y profunda debilidad y desgaste muscular (121). Es importante correlacionar el curso clínico en la Unidad con los resultados a largo plazo. Dichos sistemas de evaluación han ido evolucionando con el tiempo. Por ejemplo, una mejoría de la calificación de la función

orgánica se correlaciona con los resultados a 1 año plazo en pacientes con ARDS. Esta clasificación de la disfunción orgánica permite medir resultados día a día en la U. C. I., a diferencia de las clasificaciones pronósticas que se cuantificaban en las primeras 24 horas de la estancia en la Unidad. Por lo tanto medir y definir función en la Unidad, es tarea compleja. En palabras reales, los recursos necesarios para recolectar datos y ajustarlos al CASE-MIX exceden los recursos reales disponibles y por eso se requiere depender de datos no ajustados, pero ello no debe llevarnos a nihilismo o no accionar. Aunque los datos no ajustados pueden ser erróneos, no puede ser que sea más erróneo que no tener datos del todo. Igualmente los ajustes hechos con los datos disponibles pueden ser imperfectos pero son mejores que los datos crudos.

Un ejemplo ilustrativo es el siguiente: la mortalidad cruda por problemas respiratorios, gastrointestinales y neurológicos en U. C. I. es muy diferente si se valora en forma absoluta o si se calcula una mortalidad ajustada del volumen de pacientes que fallecen en la Unidad con respecto al volumen de pacientes total del Hospital (122). Ello ha sido demostrado para los dos primeros grupos de pacientes, no así para los neurológicos. Obviamente para éste último grupo debe buscarse un índice

diferente. La estructura de un sistema determina significativamente la función. Por ejemplo, alterar las visitas matutinas en la Unidad para incluir la participación de un farmacéutico-senior puede reducir los errores de prescripción de drogas disponibles en un 65% (123). Dado que el Cuidado Crítico es caro, se debe priorizar el ingreso a la Unidad. Existe una estrategia que es contabilidad para el raciocinio basado en 4 aspectos: relevancia, publicidad, apelaciones-revisiones y reforzamiento (124). Ello es muy diferente de considerar de baja prioridad a los pacientes que no están "muy enfermos" o los que están "enfermos sin esperanza" (114). Más aún la mortalidad hospitalaria aumenta en aquellos hospitales en que se niegan reiteradamente los ingresos a las Unidades con respecto a los hospitales donde no se niega dicho ingreso, y el rechazo se debe habitualmente a la percepción de que el ingreso a las Unidades no va a ser beneficioso (125). Según A. T. S. cuando las demandas superan las posibilidades de servicios, los pacientes médicaamente apropiados deben ser admitidos en primera instancia (126) y el proceso de calificación para ingreso se debe basar en la enfermedad del paciente y su urgencia (127).

También los egresos de la Unidad no planeados o nocturnos se asocian con mayor mortalidad hospitalaria que los diurnos, y dichos egresos tienden a ocurrir en épocas

de poca disponibilidad de camas. Al igual sucede con los pacientes que se les niega el ingreso ameritándolo. La mortalidad intrahospitalaria o a 90 días plazo fuera del hospital es mayor (128, 129, 130, 131). La disponibilidad de camas hace la selección inevitable, y aún en U. S. A., donde hay más camas de U. C. I. disponibles, algunos pacientes críticamente enfermos son tratados en otras áreas del hospital, pero hay mayor sobrevida en pacientes en Unidades de Cuidado Intensivo que en otros departamentos (132). La admisión a éstas Unidades mejora la sobrevida particularmente cuando estos pacientes se ingresan en los 3 primeros días después del deterioro (ajustado para edad y severidad de la enfermedad), y no existe evidencia de que tenerlos en dichas Unidades el resto del tiempo que el paciente necesite hospitalización (4-30 días) sea mejor que en otros departamentos con respecto a la sobrevida (133,134,127, 135, 136, 137). **POR LO TANTO EN ÉPOCAS DE RESTRICCIONES DE CAMAS, EL INCREMENTAR EL RECAMBIO DE PACIENTES, EXPONIENDO MÁS PACIENTES A UN BENEFICIO TEMPRANO DEL TRATAMIENTO, PUEDE SER VENTAJOSO** (132), pero si hay camas disponibles y el paciente cumple criterios de ingreso, debe estar en la Unidad de Cuidado Crítico. Es obvio que mejorar la

función de las Unidades de Cuidado Crítico no es fácil. El equipo de trabajo de las Unidades es problemático y a diferencia de la industria de la aviación, la Medicina es una disciplina en la cual existe una substancial presión para cubrir los errores, perdiéndose la oportunidad de encontrar sus causas actuales (138). Computación y otras técnicas informáticas son métodos poderosos para mejorar la función en las Unidades y un solo sistema computadorizado altamente competente, puede resolver muchos problemas. Los errores en órdenes escritas son los más comunes errores médicos, por lo que el expediente médico electrónico es necesario. La automatización del ambiente de la Unidad, evita la necesidad de los humanos de recordar órdenes. Es vital en nuestro medio conocer con que se trabaja, usarlo en el trabajo y hacer éste bien (139). Existen muchos cambios que pueden implementarse en mejorar la función en Medicina, pero el principal impedimento es la resistencia de los médicos al cambio. En éste sentido los médicos recibimos poca o ninguna educación. Es un error peligroso asumir que una Unidad está funcionando (sin tener datos) al más alto nivel en todas las áreas y que no necesita cambio.

Mejorar la función de una Unidad de Cuidado Crítico requiere desplazar un paradigma que es la noción ya desacreditada de que muchas omisiones, efectos adver-

sos, errores y otros problemas son debidos a fallos individuales. La mejoría sostenida y significativa requiere de sistemas orientados a estudiar y cambiar las estructuras y procesos que hagan que la gente que trabaja allí disfrute del trabajo y se dificulten los errores y no lo contrario (140).

2.4 Algunos Datos Estadísticos

Los datos siguientes demuestran que las U. C. C. son importantes. De un tercio a la mitad de los americanos consumen su tiempo en las Unidades de Cuidado Crítico durante el año último de su vida (141,142) y una quinta parte mueren allí (143, 144). Más de 4.4 millones de pacientes se admiten a las Unidades De Cuidados Intensivos Médicas y Mixtas (médicas-quirúrgicas) y aproximadamente de 1/2 a 1 millón de pacientes mueren anualmente en las U. C. C. (147), pero por otro lado, Provonost y otros (148) han estimado que 53000 vidas y 5.4 billones de dólares pueden recuperarse anualmente si I. P. S. fuese implementado en las Unidades de Cuidado Crítico. Más allá de los índices de muerte, el sufrimiento es común entre los pacientes de cuidado crítico (145, 146). Insatisfacción substancial entre familiares y amigos de éstos pacientes (149, 150) indica que el sufrimiento no está limitado a ellos. Además, los costos económicos de las Unidades de Cuidado Intensivo son altos. Un día en la

U. C. I. (U. S. A.) cuesta de 2000 a 3000 dólares, lo cual es 6 veces más alto que los pacientes que no están en U. C. I's (151,152). Las Unidades de Cuidado Crítico ocupan sólo un 8% de las camas de un Hospital de agudos (153, 154) pero consumen el 20% de los gastos por concepto de atención de pacientes (154, 155). Ello igual al 0.9% de toda la actividad económica en U. S. A. o sea 91 billones de dólares en el año 2001 (156) y la utilización de las mismas se está incrementando rápidamente (142). Debe aclararse que el sistema de salud de U. S. A. está muy lejos de ser el más caro en el mundo (156), ocupando el 37avo lugar en el mundo (157). El sistema canadiense ocupa el décimo lugar.

2.5) Final de la Vida en U. C. I.

Dada la frecuencia de muertes en las Unidades de Cuidado Crítico, éste es un tema que no se puede obviar. Los pacientes de las Unidades y sus allegados, generalmente están insatisfechos con la cantidad, naturaleza y claridad de la comunicación de los proveedores de salud (158, 159, 160). Los contactos son generalmente retardados (161, 162), demasiado breves (159) y llevan a confusión (159), conflicto (159, 160) e incertidumbre a cerca de las metas de la terapia (161). Este es otro aspecto en que debe mejorarse la función de la Unidad. Aquellas guías que pretendan "ordenar" éste tema, deben tomar en cuenta varios

aspectos A saber: variabilidad en la práctica, inadecuados modelos predictivos de muerte, conocimiento evasivo de las preferencias del paciente, entrenamiento infrecuente o ausente de los proveedores de salud, uso de un lenguaje o terminología imprecisa e insensible, e incompleta documentación en los registros médicos. Menos de un 5% de los pacientes tienen capacidad de decisión o competencia mental y menos de un 10% tienen directrices preparadas, por lo que la toma de decisiones generalmente recae en los familiares, pero éstos manejan altos niveles de ansiedad y depresión, y ello compromete la capacidad de decisión (163, 164, 165). La familia no debe dejarse sola en la toma de decisiones (166, 167). Un 20% de los pacientes que mueren (en U. S. A.) mueren en Unidades de Cuidado Crítico (168), lo que implica que es necesario en dichas unidades un cambio o viraje de una Medicina Curativa a una "filosofía del confort" en ciertos subgrupos de pacientes. El porcentaje de pacientes que están muriendo, después de la decisión de no avanzar o suspender tratamientos o prácticas que sostienen la vida se ha ido incrementando de un 51a un 90% (169). Existe pues una incrementada incidencia de limitar las prácticas de sostener o mantener la vida al final de la existencia. Optimizar y humanizar el proceso de muerte, probablemente sean mejor medidos por el grado

de satisfacción de la familia y el equipo médico. En U. S. A. existe respeto por la autonomía y el paciente tiene derecho no ambiguo de rehusar terapia para prolongar la vida y el equipo médico tiene la obligación de respetar ese derecho Una aproximación participativa al final de la vida debe darse comprometiéndose los que brindan el cuidado y la gente alrededor del paciente. El proceso es una negociación y los resultados pueden estar determinados por la personalidad y creencias de los pacientes. Si existe conflicto, una consulta con un comité de Ética puede ser de ayuda. Debemos asegurarnos de que la muerte ocurra sin dolor. Está prohibido intencionalmente drogas que aceleren la muerte, pero debe darse suficiente analgesia para el dolor y si la analgesia, como un "doble efecto" además acelera la muerte, ello no debe distraernos del objetivo primordial: EL BIENESTAR O CONFORT. Se Acepta ampliamente que la práctica médica al final de la vida debe ser influenciada por Cortes (170). En Europa la Comisión Europea ha reglamentado recientemente el derecho de autodeterminación, incluyendo el derecho al rechazo de terapia no deseada (Francia y Bélgica) si el paciente es competente. ¿Qué es una muerte "mala" o "buena"? Ello está poderosamente influenciado por la etnicidad, cultura y religión. Todas las partes involu-

cradas deben actuar en el mejor interés del paciente y los valores y deseos del mismo deben guiar el proceso. Aunque el clínico está en la mejor posición de opinar sobre pronóstico y terapia, la decisión no debe recaer sólo sobre él. Otros miembros de la Unidad deben participar en la toma de decisiones al final de la vida para asegurar una opinión objetiva. El papel de la enfermera es fundamental (171). El proceso debe iniciarse temprano en la Unidad, en una reunión para informar a la familia acerca de la o las enfermedades y la necesidad de limitar el tratamiento, si no hay mejoría o aparecen signos de deterioro.

- Futuras reuniones pueden ser necesarias (159).
- Documentar la reunión es en extremo importante.
- La clave del éxito de la "decisión participativa" es LA COMUNICACIÓN.

La participación es muy variada y en Francia por ejemplo está entre 17-44%, muy lejos del ideal (172). El cuidado óptimo para pacientes que están muriendo y viviendo en la Unidad, es el bienestar y la cura, en ese orden. La meta es obtener la mejor calidad de vida para el paciente y la familia. Asegurar una muerte digna no es difícil de entender, pero que la muerte es un proceso normal, sí que lo es (173).

C O N C L U S I O N E S

- 1) Con el paso del tiempo y el advenimiento de mejoras técnicas en la V. M. A. hemos aprendido un poco más de la fisiopatología asociada al fallo en el desacostumbramiento y también como desconectar a los pacientes de manera más eficiente. Ello ha permitido escoger aquellos aspectos de la Ventilación Mecánica que mejoren la sobrevida de los pacientes con A. R. D. S. El progreso no ha sido comparable en determinar como el ventilador puede ser usado mejor para obtener el máximo reposo de los músculos respiratorios, siendo ésta la principal razón, junto con la hipoxemia, para dar V. M. A.
- 2) Es obvio que se requiere más y mejor investigación primaria y clínica, que permita optimizar los resultados de los pacientes que requieran asistencia ventilatoria.
- 3) Tan importante en una Unidad de Cuidado Crítico son los aspectos técnicos de la V. M. A. como los aspectos no técnicos de la misma, tales como el equipo médico, la normativa, la relación con paciente-familia, la estructura y función de la Unidad y el papel de ésta al final de la vida.

R E S U M E N

La Principal razón por la cual los pacientes se admiten a Unidades de Cuidado Intensivo es recibir soporte ventilatorio. Revisiones de los principios básicos de la ventilación mecánica han sido hechas a nivel tanto internacional (156), como nacional (3-4-5), así como actualizaciones y avances recientes (155). Nosotros pretendemos crear unas guías de cómo debe manejarse una U. C. C. R., entendiéndose como tal una Unidad de Cuidado Crítico dedicada fundamentalmente a la asistencia ventilatoria, como eje principal de su función. Dicha Unidad funciona en un Hospital Universitario y da asistencia a una población cubierta por el Sistema de Seguridad Social (C. C. S. S.) en un país del tercer mundo (C. R.) Este documento incluye aspectos técnicos y no técnicos de V. M. A. y Cuidado Crítico.

R E F E R E N C I A S

- 1) Abbott, K. A.; Sago, J. G.; Breen, C. M., et al. Families looking back: one year after discussion of withdrawal or withholding of life-sustaining support. Crit. Care Med. 2001;29: 197-201.
- 2) Albert, R. K.; Hubmayr, R. D. The prone position eliminates compression of the lungs by the heart. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2000; 161: 1660-5.
- 3) Alvarado, G. A.; Suárez, M. A. V. M. A. Rev. Med. C. R. 1993; XL (253): 41-51.
- 4) Alvarado, G. A.; Suárez, M. A. V. M. A. Rev. Med. C. R. 1993; XL (254): 85-94.
- 5) Alvarado, G. A.; Suárez, M. A. V. M. A. Rev. Med. C. R. 1993; XL (255): 129-149.
- 6) Amato, M. B. P.; Barbas, C. S. V.; Medeiros, D. M., et al. Effect of a prospective-ventilation strategy un mortality in the acute respiratory distress syndrome. N. Eng.

- J. Med. 1998; 338: 347-54.
- 7) American Thoracic Society Statements. Fair allocation of intensive care unit resources. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1997; 156: 1282-301.
- 8) Angus, D. C.; Barnato, A. E.; Linde-Zwirble, W. T., et al. Use of intensive care at the end of life in the United States: An epidemiologic study. Crit. Care Med. 2004; 32: 638-43.
- 9) Anzueto, A.; Peter, J. J.; Tobin, J. M., et al. Effects of prolonged controlled mechanical ventilation on diaphragmatic function in healthy adult baboons. Crit. Care Med. 1997; 25: 1187-90.
- 10) Azoulay, E.; Chevret, S.; Leleu, G., et al. Half the families of intensive care unit patients experience inadequate communication with physicians. Crit. Care Med. 2000; 28: 3044-49.
- 11) Azoulay, E.; Pochard, F.; Chevret, S., et al. Meeting the needs of intensive care unit patient families: a multicenter study. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2001; 163: 135-39.
- 12) Bagley, P.H.; McAdams, S.A.; Smith, J.M. Augmented minute ventilation complication. Crit. Care Med. 1987; 15: 710-711.
- 13) Bandura, A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. Psychol. Rev. 1977; 84: 191-215.
- 14) Barnato, A. E.; McClellan, M. B.; Kagay, C. R., et al. Trends in inpatient treatment intensity among Medicare beneficiaries at the end of life. Health Serv. Res. 2004; 39: 363-75.
- 15) Banzilay, Eitan; Lev, Amiram; Ibrahim, Milad; Lesmes, Carlos. Traumatic respiratory insufficiency: Comparison of conventional mechanical ventilation to high-frequency positive pressure with low-rate ventilation. Crit. Care Med. 1987; 15(2): 118-21
- 16) Bates, D. V. Respiratory Function In Disease. Third Edition. Philadelphia. W. B. Sanders Co. 1988; pp: 23-66.
- 17) Benson, M. S.; Pierson, D. J. AutoPEEP during mechanical ventilation of adult. Respir. Care. 1988; 33: 557-68.
- 18) Berenson, R. Health technology case study 28: intensive care units (ICUs); clinical outcomes, cost, and decision-making. Washington, D. C: Congress of the United States, Office of Technology Assessment, 1984.
- 19) Bergbom-Engbert, I.; Haljamae, H. Assessment of patients experience of discomforts during respiratory therapy. Crit. Care Med. 1989; 17: 1068-72.
- 20) Bernard, G. R.; Vincent, J. L.; Laterre, P. F., et al. Efficacy and safety of recombinant human activated protein C for severe sepsis. N. Engl. J. Med. 2001; 344: 699-709.
- 21) Berwick, D. M. Health services research and quality of care. Med. Care. 1989; 27: 763 -771.
- 22) Bone, R. C. Acute respiratory failure and chronic obstructive lung disease: recent advances. Med. Clin. North Am. 1981; 65: 563-78.
- 23) Bower, Roy G.; Lanken, Paul N.; MacIntyre, Neil; Durham, N. C.; Mattray, Michael A.; Morris, Alan; Ancukiewicz, Marek. Higher versus Lower End-Expiratory Pressures in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome. The National Heart, Lung and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network. N. Engl. J. Med. 2004; 351: 327- 3.
- 24) Boysen, Ph. G. Respiratory muscle function and weaning from mechanical ventilation. Respir. Care. 1987; 32: 572-88.
- 25) Brawn, D. G.; Pierson, D. J. Auto-PEEP is common in mechanical ventilated patients: a study of incidence, severity and detection. Respir. Care. 1986; 31: 1069-74.
- 26) British Thoracic Society. Standards of Care Committee. Non- invasive ventilation in acute respiratory failure. Thorax. 2002; 57: 192-211.
- 27) Brochard, L. Pressure support ventilation. In: Tobin, J. M.; ed. Principles and practice of mechanical ventilation. New York: McGraw-Hill, 1994: 239-257.
- 28) Brochard, L.; Mancebo, J.; Wysocki, M., et al. Noninvasive ventilation, for acute exacerbations of chronic pulmonary disease. N. Engl. J. Med. 1995; 333: 817-22.
- 29) Brochard, L.; Rauss, A.; Benito, S., et al. Comparison of three methods of gradual withdrawing from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1994; 150: 896-903.
- 30) Brochard, L.; Rua, E.; Lonno, H.; Harf, A. Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. Anesthesiology. 1991; 75: 739-45.
- 31) Carlon, Graziano C.; Howland, William S.; Cole, Ray; Miodownik, Saul; Griffiin, Joyce P.; Groeger, Jeffrey S. High-Frequency Jet Ventilation: A Prospective Randomized Evaluation. Chest. 1983; 84(5): 551-59.
- 32) Cavanagh, Kim. High Frequency Ventilation of Infants: An Analysis of the Literature. Respir. Care. 1990; 35(8): 815- 30.
- 33) Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Health Statistics. Deaths by place of death, age, race, and sex: United States, 1999-2002. Available at: http://www.cdc.gov/nchs/data/dvs/mort-final2002_work309.pdf. Accessed February 21, 2002.
- 34) Center for the Evaluative Clinical Sciences Staff. The Dartmouth atlas of health care 1999. Chicago: American Hospital Publishing, 1999.
- 35) Cohen, C. A.; Zagelbaum, G.; Gross, D.; Roussos, C.; Macklem, P. T. Clinical manifestation on inspiratory muscle fatigue. Am. J. Med. 1982; 73: 308-16.
- 36) Cook, D. J.; Guyath, G.; Rocker, G., et al. Cardiopulmonary resuscitation directives on admission to intensive care unit: An international observational study. Lancet. 2002; 358: 1941.
- 37) Coplin, W. M.; Pierson, D. J. ; Codey K. D. ; Newell, D. W. ; Rubenfeld, G. D. Implications of extubation delay in braininjured patients meeting standard weaning criteria. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2000; 161: 1530-6.
- 38) Dambrosio, M.; Roupie, E.; Mollet, J. J., et al. Effect of positive end-expiratory pressure and different tidal volumes on alveolar recruitment and hyperinflation. Anesthesiology. 1997; 87: 495-503.
- 39) Danis, M.; Mutran, E.; Garrett, J. A prospective study of the impact of patient preferences on life-sustaining treatment and hospital cost. Crit. Care Med. 1996; 24: 1811-17.
- 40) Donat, W. E.; Hill, N. S. Site of care long-term mechanical ventilation. In: Hill N. S. ed. Long-term mechanical ventilation. New York, N. Y.: Marcel Dekker, 2000: 19-37.
- 41) Dreyfuss, Didier; Laurent, Martin-Lefévre; Saumon, Georges. Hyperinflation- Induced Lung Injury during alveolar Flooding in Rats. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1999; 159: 1752-57.
- 42) Dreyfuss, D.; Saumon, G. Ventilator-induced lung injury: lessons from experimental studies. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1998; 157: 294-323.
- 43) Durairaj, L.; Torner, C. J.; Chrischilles, A. E. ; Vaughan Sarrasin, S. M. ; Yankey, J. ; Rosenthal, E. G. Hospital Volume-Outcome Relationships Among Medical Admissions to ICUs. Chest. 2005; 128: 1682-88.
- 44) Earl, J. Points of View: Full Ventilatory Support: A Point of View. Respir. Care. 1989; 34(8): 741-44.
- 45) Esteban, A.; Alia, I.; Tobin, M. J. Effect of spontaneous breathing trial during on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1999; 159: 512-8.
- 46) Esteban, A; Anzueto, A; Alia, I, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An International Utilization Review, Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2000; 161: 1450-8.
- 47) Esteban, A.; Frutos, F.; Tobin, M. J., et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. N. Engl. J. Med. 1995; 332: 345-50.
- 48) Epstein, S. K.; Ciubotaru, R. L.; Wong, J. B. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. Chest. 1997; 112: 186-92.
- 49) Franklin, C.; Rackow, E. C.; Mandoni, B., et al. Triage considerations in medical intensive care. Arch. Intern. Med. 1990; 150: 1455-59.
- 50) Frisozlima, P.; Gunman, G.; Schapina, A., et al. Rationing critical care- what happens to patients who are not admitted? Theoretical Surgery. 1994; 39: 208-1
- 51) Garland, A. Improving the I. C. U. Part I. Chest. 2005; 127: 2151-64.
- 52) Garland, A. Improving the I. C. U. Part

2. Chest. 2005; 127: 2165-79.
- 53) Garland, A.; Anderson, M.; Kilkenny, T., et al. Characteristics of length of stay outliers in a medical intensive care unit. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1998; 157: A302.
- 54) Gation, L.; Presenti, A.; Bombing, M., et al. Relationships between lung computed tomography density, gas exchange, and PEED in acute respiratory failure. Anesthesiology. 1988; 69: 824-32.
- 55) Gattiononi, L.; Pelosi, E.; Suter, P. M. Pedoto, A. ; Vencesi, P. ; Lissoni, A. Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extra pulmonary disease : different syndromes ? Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1998; 158: 3-11.
- 56) Gattiononi, L.; Pelosi, P.; Vitale, G.; Presenti, P. ; D'Andre, L. ; Mascheroni, D. Body position changes redistribute lung computed tomography density in patients with acute respiratory failure. Anesthesiology. 1991; 74: 15-23.
- 57) Giannouli, E.; Webstwer, K.; Roberts, D.; Younes, M. Response of Ventilatory-dependent Patients to Different Levels of Pressure Support and Proportional assist. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1999; 159:1716-1725.
- 58) Gibson, P.G.; Powell, A.; Coughlan, J., et al. Self-management education and regular practitioner review for adults with asthma (Cochrane Review). The Cochrane Library. Issue 1. Oxford: Update Software, 2003: 1-47.
- 59) Giraud, T.; Dhainaut, J.; Vaxclaire, J., et al, Iatrogenic complications in adult intensive care units: a prospective two-center study. Crit. Care Med. 1993; 21: 40-51.
- 60) Gracey, D. R. Cost and reimbursement long-term ventilation. Resp. Care Clin. N. Am. 2002; 8:491-97.
- 61) Groeger, J. S.; Strosberg, M. A.; Halpern, N.A., et al. Descriptive analysis of critical care units in the United States. Crit. Care Med. 1992; 20: 846-63.
- 62) Grum, C. M.; Chancey, J. B. Conventional Mechanical Ventilation, Clin. Chest Med. 1988; 9: 37-46.
- 63) Halpern, N. A.; Bettes, L.; Greenstein, R. Federal and nation-wide intensive care units healthcare costs: 1986-1992. Crit. Care Med. 1994; 22: 2001-7.
- 64) Hanson, L. C.; Danis, M.; Garrett, J. What is wrong with end-of —life care? Opinions of bereaved family members. J. Am. Geriatr. Soc. 1997; 45: 1339-44.
- 65) Hashimoto, K Merits and demerits of I.M.V. (intermittent mandatory ventilation). Masui. 1986; 35: 662-666.
- 66) Henridge, S. M. Prognostication and intensive care unit outcome: the evolving role scoring systems. Clin. Chest Med. 2003; :751-62.
- 67) Hess, D. Perspectives on weaning from mechanical ventilation with a note on extubation. Respir. Care. 1987; 32: 167-71.
- 68) Hewlett, A. M.; Platt, A. S.; Tery, V.G. Mandatory minute volumen. Anesthesia.
- 1977; 32: 163-169.
- 69) Hillberg, R. E.; Johnson, D. C. Current Concepts: Non invasive Ventilation. N. Engl. J. Med. 1997 ; 337 : 1746-1752.
- 70) Ichida, Kudoh; Takehisa, Soga; Katsuo, Numata. Effect of high-frequency ventilation on extra vascular lung water volume in dogs. Crit. Care Med. 1987; 15(3): 240-2.
- 71) Irvin, R. S.; Demers, P. R. Mechanical ventilation. In: Rippe, J. M.; Alpert, J. S., et al (eds): Intensive Care Medicine. Boston, Little Brown 1985; pp. 462-475.
- 72) Jaeschke, R. Z.; Meade, M. O.; Guyatt, B. H.; Keechan, S.P; Cook, D.J. How to use diagnostic test articles in the intensive care unit: diagnosing weanability using F/Vt. Crit. Care Med. 1997; 25: 1514-21.
- 73) Jamerson, P. A.; Scheibmeir, M.; Bott, M. J., et al. The experiences of families with a relative in the intensive care unit. Heart Lung. 1996; 25:467-74.
- 74) Johnson, D.; Wilson, M.; Cabanaugh, B., et al. Measuring the ability to meet family needs in an intensive care unit. Crit. Care Med. 1998; 26: 266-71.
- 75) Joynt, G. M.; Gomersall, C. D.; Tan, P, et al. Prospective evaluation of patients refused admission to an intensive care unit: Triage, futility, and outcome. Intensive Care Med. 2001; 27: 1459-65.
- 76) Jubran, A.; Tobin, M. J. Passive mechanics of lung and chest wall in patients who failed or succeeded in trials of weaning. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1997; 155: 916-921.
- 77) Jubran, A.; Tobin, J. M. Pathophysiology basis of acute respiratory distress in patient who fail a trial of weaning from mechanical ventilation. Am. J. Respir Crit. Care Med. 1997; 155: 906-15.
- 78) Kacmarek, Robert; Hess, Dean. Pressure-Controlled Inverse —Ratio Ventilation: Panacea or Auto-PEEP? Respir. Care. 1990; 35(10) 945-48.
- 79) Kacmark, M. R. The Role of Pressure Support Ventilation in Reducing Work of Breathing. Respir Care. 1988; 33: 99-120.
- 80) Kirby, R. R, Best PEEP; issues and choices in the selection and monitoring of PEEP levels. Respir. Care. 1988; 33: 569- 80.
- 81) Kohn, C. T.; Conigan, J. M.; Donaldson. M. S. To err is Human: Building a Safer Health System. Institute of Medicine. Washington, D. C: National Academy Press, 1999.
- 82) Laghi, F; D'Alfonso, N; Tobin, M. J. Pattern of recovery from diaphragmatic fatigue over 24 hours. J. Appl. Physiol. 1995; 79: 539-46.
- 83) Leach, Cornne Lowe; Greenspan, Jay S.; Rubenstein, David; Shaffer, Thomas, et al. Partial Liquid Ventilation with Perflubron in Premature Infants with Severe Respiratory Distress Syndrome. N. Engl. J. Med. 1996; 335(11): 761-7.
- 84) Leape, L. L.; Cullen, D. J.; Clapp, M. D., et al. Pharmacist participation on physician rounds and adverse drug events in the intensive care units. JAMA. 1999; 282: 267-70.
- 85) Lemaire, F.; Teboul, J. L.; Cinotti, L., et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. Anesthesiology. 1988; 69: 171-9.
- 86) Leung, P.; Jubran, A.; Tobin, J. M. Comparison of assisted ventilator modes on triggering, patient effort, and dyspnea. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1997; 155: 1940-8.
- 87) Loring, K.; Sobel, D.; Stewart, A. Evidence suggesting that a chronic disease self-management program can improve health status while reducing hospitalization: a randomized trial. Med. Care. 1999; 37: 5-14.
- 88) Lu, A.; Vieira, S. r; Richcoeur, J., et al. A simple automated method for measuring pressure-volume curves during mechanical ventilation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1999; 159: 275-82.
- 89) Luce, J. M.; Pierson, D. J.; Hudson, L. D. Intermittent Mandatory Ventilation. Chest. 1981; 79: 678-685.
- 90) Luce, J. M.; Rubenfeld, G. D. Can health care costs be reduced by limiting intensive care at the end of life? Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2002; 165: 750-54.
- 91) Lynn, J.; Teno, J.; Phillips, S., et al. Perceptions by family members of the dying experience of older and seriously ill patients. Ann. Intern. Med. 1997: 126: 97-106.
- 92) MacIntyre, R. N. Pressure Support Ventilation: Effect on Ventilatory Reflexes and Ventilatory Muscle Workloads. Respir. Care. 1987; 32: 447-57.
- 93) MacIntyre, Neil; Ramage, James; Follett, Joseph. Jet ventilation in support of fiberoptic bronchoscopy. Crit. Care Med. 1987; 15(4): 303-07.
- 94) Mautone, Alan; Condorelli, Salvatore; Scarpelli, Emile. Ventilation and mechanics during high-frequency oscillation of immature lungs at birth. Crit. Care Med. 1987; 15(3): 233-39.
- 95) Malacrida, R.; Molo Bettelini, C.; Degrade, A., et al. Rehaznos for dissatisfaction: a survey of relatives of intensive care patients who died. Crit. Care Med. 1998; 26: 1187-93.
- 96) Maldonado, A.; Baner, T. T.; Ferrer, M., et al. Capnometric recirculation gas tonometric and weaning from mechanical ventilation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2000; 161: 171-6.
- 97) Mander, R. J.; Rice, Ch. L.; Bensin, M. S.; Hudson, L. D. Managing positive end-expiratory pressure (PEEP) the Harvoview-Approach. Respir. Care. 1986: 31: 1054-59.
- 98) Marini, M. A. Can regulation improve safety in critical care? Crit. Care Clin. 2005; 21: 149-62.
- 99) Marini, J. J.; Capps, J. S.; Culver, B. H. The Inspiratory work of breathing during assisted mechanical ventilation. Chest. 1985; 87: 612-618.

- 100) Marini, J. J.; Smith, T. C.; Lamb, U. J. External work output and forced generation during synchronized intermittent mechanical ventilation: effect of machine assistance on breathing effort. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1988; 138: 1169-79.
- 101) McDonald, C. J. Medical Heuristics: the silent adjudicators of clinical practice. *Ann. Intern. Med.* 1996; 124: 56-62.
- 102) Merrit, T. Allen; Heldt, Greg P. Editorials: Partial Liquid Ventilation —The Future is Now. *N. Engl. J. Med.* 1996; 335(11): 814-15.
- 103) Metcafe, M. A.; Sloggetts, A.; McPherson, K. Mortality among appropriately referred patients refused admission to intensive care units. *Lancet.* 1997; 350: 7-12.
- 104) Mielke, J.; Martin, K. D.; Singer, A. P. Priority setting in a hospital critical care unit: Qualitative case study. *Crit. Care Med.* 2003; 31: 2764-68.
- 105) Milberg, J. A.; Davis, D. R.; Steinberg, K. P., et al. Improved survival of patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS). 1983-1993. *JAMA.* 1995; 27: 306-309.
- 106) Mulrow, C. D.; Cook, D.; David, H. F. Systematic reviews: critical links in the grain chain of evidence. In: Mulrow C. D., Cook, D., editors. Systematics reviews: Synthesis of best evidence for health care decisions. Philadelphia: American College of Physicians; 1998. p. 1-4.
- 107) Mure, M.; Domino, K. B.; Lindahl, S. G.; Glenny, R. W.; et al. Regional ventilation-perfusion distribution in more uniform in the prone position. *J. Appl. Physiol.* 2000; 88: 1076-83.
- 108) Murphy, Dermot; Dobb, Geoffrey, D. Effect of pressure support of spontaneous breathing during intermittent mandatory ventilation. *Crit. Care Med.* 1987; 15(6): 612-13.
- 109) Murray, Ives P.; Mikhail, Maged S.; Banner, Michael J.; Modell, Jerome H. Pulmonary embolism: High-frequency jet ventilation offers advantages over conventional mechanical ventilation. *Crit. Care Med.* 1987; 15(2): 114-117.
- 110) Mutoh, T.; Guest, R. J.; Lamm, W. J.; Albert, Rok. Prone position alters the effect of volume overload on regional pleural pressures and improves hypoxemia in pigs in vivo. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 146: 300-6.
- 111) National Center for Health Statistics. Health, United States, 2003. Hyattsville, M. D: National Center for Health Statistics, 2003.
- 112) Navales, Paolo; Hernández, Paul; Wongsa, Adisorn; Laporta, Denny; Goldbreg, Peter. Proportional Assist Ventilation in Acute Respiratory Failure. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 154 (5): 1330-37.
- 113) Norris, C.; Jacobs, P.; Raapoport, J., et al. ICU and non-ICU cost per day. *Can J. Anaesth.* 1995; 42: 192-96.
- 114) Otis, A.B.; Fenn, W.O.: Rahn, H. Mechanics of breathing in man. *J. Appl. Physiol.* 1950. 2: 592-607.
- 115) P. E., Dans. Credibility, cookbook medicine, and common sense: guidelines and the college. *Ann. Intern. Med.* 1994; 120: 966-7.
- 116) Pernigault, O.P. F.; Pouzenatte, H. Y.; Jaber, S.; Capdevila, J. X.; Hayot, M.; Boccardo, G.; Ramonatko, M.; Colson, P. Change in occlusion pressure (P0.1) and breathing pattern during pressure support ventilation, *Thorax.* 1999; 54: 119-123.
- 117) Peruzzi, William T. Points of View: Full and Partial Ventilatory Support: The Significance of Ventilator Mode. *Respir. Care.* 1990; 35(2): 174-75.
- 118) Pierson, D. J. Alveolar rupture during mechanical ventilation: role of PEEP, peak airway pressure and distending volume. *Respir. Care.* 1988; 33: 472-86.
- 119) Pierson, D. J. Barotraume and bronchopleural fistula. In: Tobin, M. J. ed. *Principles and practice of Mechanical Ventilation.* New York: MacGraw-Hill, 1994: 813-836.
- 120) Pierson, D. J. Invasive Mechanical Ventilation. In: Albert, R.; Spiro, S.; Jett, J.; eds. *Comprehensive Respiratory Medicine.* 2nd ed. London: Mosby, 1999: 11.1-11.20.
- 121) Pounnait, J. L.; Lamberto, C.; Hoaug, D. H.; Fournier, J. L.; Vasseur, B. Fatigue and breathing patterns during weaning from mechanical ventilation in COPD patients. *Chest.* 1986; 90: 703-07.
- 122) Prendergast, T. J.; Claessens, M. T.; Luce, J. M. An national survey of end-of-life care for critically ill patients. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1988; 158:1165-67.
- 123) Pronovost, M. D.; Needham, M. D.; Macc, C. A.; Waters, H.; Binkmeyer, M. C.; Calinanan, R. J.; Bmath, C. A.; Binkmeyer, D. J.; Johman, J. Intensive care unit physician staffing: Financial modeling of the leapfrog standard. *Crit. Care Med.* 2004; 32: 1247-53.
- 124) Pronovost, P.; Waters, H.; Dorman, T. Impact of critical care physician workforce for intensive care unit physician staffing. *Current Opinion in Critical Care.* 2001; 7:456-9.
- 125) Puddy, A.; Jones, M. Effect of inspiratory flow rate on respiratory output in normal subject. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 146: 787-9.
- 126) Quan, Stuart F.; Parides, George C.; Knoper, Steven R. Mandatory Minute Volume (MMV) Ventilation: An Overview. *Respir. Care.* 1990; 35(9): 898-905.
- 127) Richecover, J.; Lu, Q.; Vieira, S. R. , et al. Expiratory without versus optimization of mechanical ventilation during permissive hypercapnia in patients with severe acute respiratory distress syndrome. *Am. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 160: 77-85.
- 128) Rodas, O.; Rodríguez, J.; Patel, D.; Venus, B. Microprocessor controlled weaning from mechanical ventilation *Chest.* 1987; 92: 108S.
- 129) Rothschild, M. J.; Laudigan, P. Ch.; Cronin, W. J.; Kaushal, R.; Lockley, W. S.; Burdick, E. The Critical Care Safety Study:
- The incidence and nature of adverse events and serious medical errors in intensive care. *Crit. Care. Med.* 2005; 33: 1694-700.
- 130) Rouby, J. J.; Lherm, T.; Martin de Lassale, E., et al. Histologic aspects of pulmonary barotrauma in critically ill patients with acute respiratory failure. *Intensive Care Med.* 1993; 19: 383-9.
- 131) Roupie, E.; Dambusio, M.; Servillo, G., et al Titration of tidal volume and induced hypercapnia in acute respiratory distress syndrome. *Am. J. Respir. Crit Care Med.* 1995; 152: 121-8.
- 132) Ruybasset, L.; Cluzel, P.; Chag, N., et al. A computed tomography scans assessment of regional lung volume in acute lung injury. *Am. J. Respir. Care Med.* 1998; 158:1644-55.
- 133) Salam, A.; Tilluckdharry, L.; Amoateng-Adjepong, Y., et al. Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. *Intensive Care Med.* 2004; 30: 1334-9.
- 134) Sasson, C. S. H. Intermittent mandatory ventilation. In: Tobin, J. M., (ed). *Principles and practice of mechanical ventilation.* New York: McGraw-Hill, 1994: 221-237.
- 135) Sexton, J. B.; Thomas, E. J.; Helmrich, R. Errors stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *B. M. J.* 2000; 320: 745-49.
- 136) Siegel, M. D. Nonpulmonary critical care. *Clin. Chest Med.* 2003; 24: xi-xii.
- 137) Simchen, E.; Sprung, L. Ch.; Galaiu, M.; Zitsen-Gurevich, Y.; Gusman, G., et al. Survival of critically ill patients hospitalized in and out of intensive care units under paucity of intensive care unit beds. *Crit. Care Med.* 2004; 32:1654-1660.
- 138) Simonds, A. K. Streamlining weaning: protocols and weaning units. *Thorax.* 2005; 60: 175-77.
- 139) Sinderby, C.; Navalesi, P.; Beck, J., et al. Neural control of mechanical ventilation in respiratory failure. *Nat. Med.* 1999; 5:1433-6.
- 140) Singer, D. E.; McIley, A. Q., et al. Rationing intensive care-physician responses to a resource shortage. *N. Engl. J. Med.* 1983; 309: 1155-60.
- 141) Sinuff, Tasnim; Cook, D. J. Guidelines in the intensive care unit. *Clin. Chest Med.* 2003; 24: 739-749.
- 142) Sinuth, T.; Rahuamovi, K.; Cook, D.; Luce, M. J.; Levy, M. M. For the values, ethics, and rationing in critical care (VERiCC) Task Force. *Crit. Care. Med.* 2004; 32: 1588-97.
- 143) Smith, B.E.; Hanning, C.D. Advances in respiratory support. *Br. J. Anaesth.* 1986. 58: 138-150.
- 144) Smith, R. A. Physiologic PEEP. *Respir. Care.* 1988; 33: 620-29.
- 145) Society of Critical Care Medicine Ethics Committee Consensus statement on the triage of critically ill patients. *JAMA.* 1994 ; 271: 1200-03.
- 146) Sponn, P. H. S.; Monganroth, M. L.

- Discontinuation of mechanical ventilation. *Clin. Chest Med.* 1988; 9: 113-126.
- 147) Sprung, C. L.; Cohen, S. L.; Sjokvist, P., et al. End of life practices in European intensive care units- The ETHICUS study. *JAMA*. 2003; 290: 790-97.
- 148) Sprung, C. L.; Geber, D.; Eidelman, L. A., et al. Evaluation of triage decisions for intensive care admission. *Crit. Care Med.* 1999; 27: 1073-79.
- 149) Stock, M. C.; Downs, John. Airway Pressure Release Ventilation: A New Approach to Ventilatory Support during Acute Lung Injury. *Respir. Care.* 1987; 32(7): 517-2.
- 150) Stoller, J. K. Caring for the hospitalized ventilator-dependent outside the I. C. U.: united and stand or divide fall? *Cleve. Clin. J. Med.* 1991; 58: 537-39.
- 151) Strauss, M. J.; LoGerfo, J. P. ; Yehatzie, J. A., et al. Rationing the intensive care units services: An everyday occurrence. *JAMA*. 1988; 255: 1143-46.
- 152) Teno, J. M.; Fischer, E.; Hamel, M. B., et al. Decision-making and outcomes of prolonged ICU stays in seriously ill patients. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2000; 48: S70-S74.
- 153) The SUPPORT Principal Investigators. A controlled trial to improve care for seriously ill hospitalized patients. *JAMA*, 1995; 274: 1591-98.
- 154) Thompson, B. T.; Cox, P. N. ; Antonelli, Massimo ; Cassell, Joan ; Hill, Nicholas, et al. Challenges in end-of-life care in the ICU: Statement of the 5th International Consensus Conference in Critical Care: Brussels, Belgium, April 2003: Executive Summary. *Crit. Care Med.* 2004; 32(8): 1781-4.
- 155) Tobin, M. J. Advances in Mechanical Ventilation. *N. Engl. J. Med.* 2001; 344: 1986-96.
- 2) Tobin, M. J. Mechanical Ventilation. *N. Engl. J. Med.* 1994; 336: 1056-61.
- 157) Tobin, M. J. 1999. Donald F. Egan. Scientific Lecture: weaning from mechanical ventilation: what have we learned? *Respir. Care.* 2000; 45: 417-31.
- 158) Tobin, M. J. Update on Strategies in Mechanical Ventilation. *Hosp. Pract.* 1986; 21: 69-84.
- 159) Tobin, M. J.; Alex, C. G. Discontinuation of mechanical ventilation. In: Tobin, M. J. ed. *Principles and practice of mechanical ventilation*. New York. McGraw- Hill, 1994: 1177-206.
- 160) Tobin, M. J.; Chadha, T. S.; Jenouvi, G.; Bich, S.J. ; Gazerogli, H. B. ; Sacknon, M. A. Breathing patterns 1. Normal subjects. *Chest*. 1985; 84: 202-5.
- 161) Tobin, M. J.; Pérez, W.; Guenther, S. M., et al. The pattern of breathing during successful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1986; 134: 1111-8.
- 162) Torman, T.; Angood, B. P.; Augus, P. D.; Clemmer, P. T.; Cohen, H. N., et al. Guidelines for critical care medicine training and continuing medical education. *Crit. Care Med.* 2004; 32: 263-72.
- 163) Vieira, S. R.; Puybasset, L.; Lu, A. , et al. A scanographic assessment of pulmonary morphology in acute lung injury: significance of the lower inflection point detected on the lung pressure volume curve. *Ame. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 159: 1612-23.
- 164) Vincent, J. L. Fongoing life support in western European intensive care units: The results of an ethical questionnaire. *Crit. Care Med.* 1988; 27: 1626-33.
- 165) West, J. B. Gas Exchange. In: West, J. B. ed. *Pulmonary Pathophysiology. The Essentials*. 3rd Edit. Baltimore. William and Wilkins. 1989; pp: 19-41.
- 166) World Health Staff. The World Report 2000: health systems; improving performance. World Health Organization, 2000. Available at: <http://www.who.int/whr2001/2001/archives/2000/en/statistics.htm>. Accessed February 15, 2002.
- 167) Wu, A. W. The measure and mismeasure of quality in comparing hospital. *Ann. Inter. Med.* 1995; 122: 149-50.
- 168) Yang, K. L.; Tobin, M. J. A perspective study of index predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N. Engl. J. Med.* 1991; 324: 1445-50.
- 169) Younes, M. Proportional Assist Ventilation, a New Approach to Ventilatory Support. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 145(1): 114-20.
- 170) Younes, M.; Puddy, A.; Light, R. B.; Quesada, A.; Taylor, K.; Oppenheimer, L.; Cramp, H. Proportional Assist Ventilation: Results of an Initial Clinical Trial. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 145(1): 121-29.
- 171) Young, M. P.; Birkmeyer, J. D. Potential reduction in mortality rates using an intensivist model to manage intensive care units. *Eff. Clin. Pract.* 2000; 6: 284-89.