

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
DR. SERAFÍN RUIZ DE ZÁRATE RUIZ  
VILLA CLARA**

**HOSPITAL UNIVERSITARIO ARNALDO MILIÁN CASTRO  
SERVICIO DE TERAPIA INTENSIVA**

# **TEMAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA**

Tesis presentada en opción del grado Científico de Doctor en Ciencias Médicas

ARMANDO CABALLERO LÓPEZ

Santa Clara  
2010

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
DR. SERAFÍN RUIZ DE ZÁRATE RUIZ  
VILLA CLARA**

**HOSPITAL UNIVERSITARIO ARNALDO MILIÁN CASTRO  
SERVICIO DE TERAPIA INTENSIVA**

# **TEMAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA**

Tesis presentada en opción del grado Científico de Doctor en Ciencias Médicas

AUTOR. ARMANDO CABALLERO LÓPEZ

TUTOR: Dr. C Alfredo Espinosa Brito  
ASESOR: Dr. C Luís Castañeda Casarvilla

Santa Clara  
2010



## **AGRADECIMIENTOS**

Culminar la presentación de un trabajo para optar por el título de Doctor en Ciencias Médicas, cuando ya se tienen 35 años de graduado como médico y 61 años de edad, implica necesariamente escribir esta página de forma diferente y hasta cierto punto original, indica recordar y mezclar la autocrítica implícita con los agradecimientos a quienes te impulsaron, te ayudaron, te aconsejaron, pero por diferentes razones no lograron que yo culminara los esfuerzos y sobre todo a los que cuando ya estabas vencido y no aspirabas a optar por este honroso título, lograron estimularte, entusiasmarte y rejuvenecerte para dar a conocer parte de la obra de toda tu vida.

Al Dr. Francois Lemaire, quien me inició en los caminos de la investigación en terapia intensiva

Al Dr. Zoilo Marinello Vidaurreta, quien vio hace 30 años, que mi trabajo de investigación reunía las condiciones para el Doctorado.

Al Dr. Sergio Rabel, quien me estimuló a aspirar al doctorado cuando revisó la 1ra edición de mi libro "TERAPIA INTENSIVA"

A los Dres. en Ciencias Margarita González Clúa y Humberto López quienes, cuando todo parecía perdido, me alentaron y estimularon para que presentara la 2da edición de mi libro Terapia Intensiva como trabajo para optar por el grado de Doctor en Ciencias Médicas y me hicieron ver que eso era posible.

Al Dr. Alfredo Espinosa Brito, quien ante nuevas dificultades con la presentación del libro como tema principal del trabajo del Doctorado, supo tener la paciencia y el talento necesario para buscar otros caminos, mejor comprendidos, en el afán de culminar esta titánica tarea.



## DEDICATORIA



### **La Revolución cubana**

**Mi Esposa** Dra. Nancy Adela Font Gutiérrez

**Mis hijos:** Liliane Caballero Font,

Dr. Armando David Caballero Font y

Dr. Jorge Alain Caballero Font)

## **SÍNTESIS.**

Se trata de la presentación de cinco capítulos del Tomo II del libro \*TERAPIA INTENSIVA\* muy íntimamente relacionados con la teoría y la práctica de la ventilación mecánica, incluyéndose una introducción con un análisis histórico de la ventilación mecánica y la evolución de conceptos recientes en la temática. Se usan como referencias bibliográficas la producción científica y experiencia del autor, relacionada con la temática que se trata.

Los principales novedades y aportes son el conocimiento de las diferencias hemodinámicas y respiratorias entre la PEEP (Positive End Expiratory Pressure), CPAP (Continuous Positive Airways Pressure) y VPPI (Ventilación a Presión Positiva Intermitente), el efecto de la PEEP y la CPAP sobre la Pcap transmural (Presión capilar pulmonar), la introducción de la CPAP en Cuba y el uso de la VNI (Ventilación No Invasiva en el edema pulmonar hemodinámico, se describen además los primeros casos cubanos de neumoperitoneo inducidos por la ventilación mecánica y el uso de la VPI (Ventilación Pulmonar Independiente) en pacientes de terapia intensiva, el uso del Px como parámetro del destete de la ventilación mecánica y se dan a conocer los resultados del primer estudio cubano sobre Epidemiología y prevalencia de la ventilación mecánica.

## **INDICE.**

INDICE:	Pág.
Agradecimientos	
Dedicatoria	
Síntesis	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
La ventilación mecánica en el mundo	1
La ventilación mecánica en Cuba	8
Problema científico	11
Objetivos	11
Aportes	12
Novedad	12
Capítulo I. <b>MÉTODOS</b>	15
Capitulo II. <b>CAPÍTULOS DEL LIBRO</b>	19
II.1 Oximetría de pulso	434-441
II.2 Principios básicos de la ventilación artificial mecánica	464-475
II.3 Efectos de la ventilación mecánica sobre órganos y sistemas	476-484
II.4 Modos de ventilación	485-532
II.5 Destete de la ventilación mecánica	543-552
Capitulo III. <b>EVOLUCIÓN DE CONCEPTOS</b>	20
III.1 Indicaciones actuales de la ventilación mecánica e Incremento de su uso	20
III.1.1 ¿Por qué es necesario ventilar al paciente grave?	20
III.2 El uso y el desarrollo de la Oximetría de pulso como Parámetro para evaluar la oxigenación del ventilado	28
III.3 Los nuevos modos de ventilación	31
III.4 El destete de la ventilación mecánica	32
III.4.1 La Ventilación No Invasiva	32
III.4.2 El destete de origen cardiovascular	38
III.4.3 Clasificación, test y algoritmos computadorizados del destete de la ventilación mecánica	39



III.4.4 Otros factores influyentes en el destete de la ventilación mecánica	42
Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Referencias Bibliográfica.	46
Anexo I. Libros revisados	75
Publicaciones en revistas y CD-Room	77
Trabajos no publicados, presentados en eventos científicos	83

## LISTADO DE SIGLAS UTILIZADAS EN EL TEXTO.

ARDS	<u>Acute Respiratory Distress Syndrome</u>
APRV	<u>Acute Positive Release Ventilation</u>
ALI/ARDS	Acute Lung Injury/Acute Respiratory Distress Syndrome
BIPAP	<u>Bi Phasic Positive Airways Pressure</u>
BiPAP	<u>Bi level Positive Airways Pressure</u>
CFR	Capacidad Funcional Residual
CPAP	<u>Continuous Positive Airways Pressure</u>
COPD	<u>Chronic Obstructive Pulmonary Disease</u>
ECCO <sub>2</sub> R	<u>Extracorporeal Circulation CO<sub>2</sub> Removal</u>
CMO <sub>2</sub> C	Consumo Metabólico de Oxígeno Cerebral
DDE	Días de Estadía
DPE	Duración Promedio de Estancia
DPEH	Duración Promedio de Estadía Hospitalaria
DPAM	Duración Promedio de Asistencia Mecánica
DPVME	Duración Promedio de Ventilación Mecánica Endotraqueal
EPOC	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
ECA	Ensayos Controlados Aleatorizados
FSC	Flujo Sanguíneo Cerebral
FR/Vt	Relación Frecuencia Respiratoria/Volumen <u>tidal</u>
IE	Intubación Endotraqueal
IC	Intervalo de Confidencia
IMV	<u>Intermittent Mandatory Ventilation</u>
ILV	<u>Independent Lung Ventilation</u>
NAV	Neumonía Asociada al Ventilador
NAVA	<u>Neurally Adjusted Ventilation Assisted</u>
OR	<u>Odds Ratio</u>
O <sub>2</sub>	Oxígeno
PPCVR	Presión Positiva Controlada de Vías Respiratorias
PEEP	<u>Positive End Expiratory Pressure</u>
PNA	Peptido Auricular Natriurético
PNB	Peptido Natriurético Cerebral ( <u>Brain</u> )

PNC	Peptido Natriurético tipo C
PND	Peptido Natriurético tipo D
PetCO <sub>2</sub>	<u>Pressure end tidal of Carbonic Oxygen</u>
PSV	<u>Pressure Support Ventilation</u>
PCV	<u>Pressure Control Ventilation</u>
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	Presión arterial de Oxígeno/Fracción inspiratoria de Oxígeno
PIC	Presión Intracraneal
RR	Riesgo Relativo
SIDA	Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida
SOFA	Sequential Organ Failure Assessment
SO <sub>2</sub>	Saturación de Oxígeno
SvJO <sub>2</sub>	Saturación venosa Jugular de Oxígeno
SNC	Sistema nervioso Central
TAC	Tomografía Axial Computadorizada
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos
UTIs	Unidades de Terapia Intensiva
UTI	Unidad de Terapia Intensiva
VAP	Ventilación Asistida Proporcional
VPAF	Ventilación Positiva de Alta Frecuencia
VPPN	Ventilación a Presión Positiva
VPPI	Ventilación a Presión positiva Independiente
VCPR	<u>Volumen Control Pressure Regulated</u>
VA	Volumen Asistido
VALI	<u>Ventilation Associated Lung Injury</u>
VILI	<u>Ventilation Induced Lung Injury</u>
VNI	Ventilación No Invasiva
VAM	Ventilación Artificial Mecánica
VBV	Ventilación Biológicamente Variable

## **INTRODUCCION**

### **La ventilación mecánica en el mundo**

Los primeros antecedentes conocidos de intentos de ventilar artificialmente a un paciente fueron ideas de Paracelso y Vesalius,<sup>1,2</sup> al colocar un tubo hueco en la tráquea de un fallecido y de un perro en el 1530. Pero estos primeros ensayos de abordar artificialmente la vía aérea fueron rápidamente olvidados y fue necesario que pasaran 100 años, para que Robert Hooke<sup>2</sup>, un eminente cirujano inglés, reprodujera estos intentos colocando, también, un tubo hueco en la tráquea de un perro e intentando insuflarle aire mediante un fuelle especialmente diseñado por él, en 1643. Pero, aunque esas tentativas quedaron en el campo puramente experimental, dieron pie a que en 1769 se creara la Sociedad para la Reanimación de los ahogados, con el propósito de salvar vidas humanas mediante el accionar sobre la ventilación por medios mecánicos. Sin embargo, las complicaciones que se produjeron durante los ensayos de reanimación de los ahogados, provocaron las primeras descripciones del luego conocido como barotrauma pulmonar y la exageración de su interpretación hizo fracasar los primeros esfuerzos humanitarios de rescatar pacientes con dificultades respiratorias por medios mecánicos<sup>3</sup>.

En ese propio siglo XVIII, ocurrieron descubrimientos científicos de vital importancia para el futuro desarrollo de la ventilación mecánica. Así, Black<sup>3</sup> descubrió el CO<sub>2</sub>, Lavoisier<sup>3</sup>, Schiller<sup>3</sup> y Priestley<sup>3</sup> descubrieron el O<sub>2</sub>, Charles Kite (1786) añade sistemas de válvulas a los fuelles y Hans Curtois (1790) sustituye los fuelles por sistemas de pistón<sup>4</sup>. A finales del siglo XVIII se comienzan a abandonar los métodos mecánicos de asistencia ventilatoria y se inicia la búsqueda de métodos manuales, los cuales fueron preconizados por

Antón de Haen<sup>5</sup> en 1783 y continuaron durante todo el siglo XIX y la mitad de siglo XX {Marshal Hall<sup>6</sup> (1856), Silvester<sup>7</sup> (1858), Howard<sup>8</sup> (1869), Bain<sup>9</sup> (1871), Schaefer<sup>10</sup> (1904), Federer<sup>11,12</sup> (1935), Holger Nielsen<sup>13</sup> (1934), Elam<sup>14</sup> (1954) y Peter Safar<sup>15</sup> (1958)}. En todo ese tiempo, también renació el interés en la ventilación mecánica, motivado sobre todo por el descubrimiento de la Anestesia, el desarrollo de la cirugía y, por ende, el desarrollo creciente de los hospitales y las necesidades de apoyo ventilatorio que aumentaban.

. No obstante ello, en los comienzos del siglo XX, Chevalier Jackson, en Estados Unidos, redimensiona la técnica de la traqueostomía y logra incorporarla de manera permanente en el arsenal terapéutico de los médicos que antes y ahora atienden al paciente grave con afecciones respiratorias.

A mediados del siglo XIX (1850) Dalziel, Eisenmeger y Wolliez<sup>4</sup> fabrican una coraza de presión negativa para la ventilación de pacientes y abren la era de lo que se convirtió en el siglo XX en los famosos pulmones de acero<sup>2</sup>, Alfred Jones<sup>2</sup> fabrica el primer barorespirador en el 1864 y Paúl Bert<sup>2</sup> da a conocer sus fuelles graduados en 1878.

Macewen<sup>16</sup> describe la primera intubación endotraqueal por tacto, técnica que es rápidamente perfeccionada para garantizar una vía aérea más rápida y de menos complicaciones que la traqueotomía. Con la descripción del autoscopio por Kirstein<sup>2</sup> en 1895, la descripción de las técnicas de intubación endotraqueal en la famosa monografía de Khun<sup>17</sup> en 1911 y la aparición del laringoscopio diseñado por Chevalier Jackson en 1912, se perfeccionan los inicios del control de la vía aérea, lo cual fue inicialmente utilizado para brindar anestesia y propiciar ventilación mecánica de corta duración con los aparatos mecánicos que empezaron a diseñarse desde finales del siglo XIX y principios

del XX, entre los cuales los más conocidos fueron la Bomba de Pedal de Fell y O'Dwyer, modificado por Northrup<sup>18</sup> (1886), la cámara de presión negativa de Sauerbruch<sup>19</sup> (1904) y el primer ventilador a presión positiva intermitente diseñado por Henrich Drager en 1907<sup>2</sup>.

Los primeros 50 años del siglo XX transcurren perfeccionando las técnicas de ventilación de corta duración para ofertar anestesia y propiciando avances para la implantación de la ventilación mecánica de larga duración en el paciente grave (quirúrgico y no quirúrgico). En 1909 Meltzer y Auer<sup>2</sup> desarrollan la técnica de ventilación con alta presión en la cirugía de tórax, que hace desaparecer la cámara de presión negativa de Sauerbruch y sus inconvenientes. Se producen avances fisiológicos importantes y se inician las determinaciones de gases en sangre por Van Slike en 1924, las cuales alcanzan su clímax con el diseño de los gasómetros y electrodos de oxígeno y CO<sub>2</sub>, por Astrup, Clarke y Severinghaus<sup>20</sup> en la década del 50. En 1928 El ingeniero Drinker<sup>21</sup>, el fisiólogo Louis Aguzis Shaw y el pediatra McKhan fabrican de conjunto el respirador de tanque, usando el principio de la presión negativa alrededor del tórax del paciente y casi simultáneamente Emerson<sup>4</sup> crea su Pulmón de Acero, equipos estos que fueron los ventiladores usados para patologías no quirúrgicas entre los años 30 y 60 del pasado siglo. En estos años iniciales del siglo XX el desarrollo de la industria aeronáutica norteamericana contribuyó de manera importante a los avances de la ventilación mecánica, al diseñar Barach<sup>22,23</sup> a finales de la década del 30, una máscara para los pilotos de aviones a reacción que mejoraba la oxigenación de los mismos al aportarle una presión positiva al final de la espiración en ventilación espontánea, para así evitar accidentes hipoxémicos de los pilotos

en las grandes alturas, la cual aplicó en el tratamiento del edema pulmonar y de enfermedades cardíacas y respiratorias.. En 1944 Macklin and Macklin<sup>24</sup> hacen su histórica descripción del enfisema pulmonar intersticial, dando lugar al posteriormente conocido barotrauma pulmonar o escape de aire extraalveolar, mucho más frecuente entre las complicaciones de la ventilación mecánica, a partir de la introducción del uso de la presión positiva al final de la espiración (PEEP), un poco más de dos décadas después.

A partir de una epidemia de Poliomiélitis que dio lugar a la apertura de la primera sala de terapia intensiva,<sup>25</sup> debido precisamente a la ventilación mediante bolsas autoinflables a través de traqueotomías de los pacientes poliomiélticos con insuficiencia respiratoria aguda, los ingenieros que fabricaron los primeros ventiladores de pistón y fuelle en coordinación con los médicos de asistencia diseñaron el primer prototipo de ventilador marca Engstrom -el Engstrom 150-, con el cual se comenzó a utilizar la ventilación prolongada a presión positiva intermitente para tratar afecciones neuromusculares y otros tipos de insuficiencia respiratoria aguda o crónica agudizada.

Poisvert<sup>26</sup> en 1963, describió lo que él llamó Presión Positiva al Final de la Espiración y cinco y siete años después Asbaugh y Petty<sup>27,28</sup> describieron el llamado Síndrome de Distress Respiratorio del Adulto (ARDS) y la Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP) respectivamente, técnica capaz de resolver algunas de las hipoxemias refractarias, pero no todas. Éste fue un importante paso de avance en la introducción, perfeccionamiento y desarrollo de la ventilación mecánica en la terapia intensiva, y aun hoy la PEEP es objeto todavía de múltiples investigaciones.

Los principales avances descritos son: Oberg y Sjostrand<sup>29,30</sup> describieron la ventilación con alta frecuencia en 1968 y más tarde Lunkenheimer en 1972 comenzó a usarla en terapia intensiva y describió la técnica de oscilación de alta frecuencia. La década del 70 fue prolífica en los avances en la ventilación mecánica, siendo quizás la implementación de la Ventilación Controlada por Presión (PCV), lo más importante de esta época al dar lugar posteriormente a muchas otras modalidades de uso actual, Gregory<sup>31</sup> redescubrió la CPAP con su cámara para aplicarla a recién nacidos con el Síndrome de Distress respiratorio del recién nacido, la cual fue rápidamente modificada con otras variantes técnicas en neonatología y difundida extensamente con medios económicos. Un año después Civetta<sup>32</sup> aplica este nuevo modo ventilatorio a los adultos, que fue realmente por donde comenzó, hasta que los fabricantes de ventiladores incorporaron esta modalidad a sus equipos ya a finales de esta década. Después que Bjork y Engstrom<sup>33</sup> establecieron los principios de Intermittent Mandatory Ventilation (IMV) en 1955, Kirby<sup>34</sup> y colaboradores reportaron el uso de la IMV (Intermittent Mandatory Ventilation) en 1972 en niños y Downs<sup>35</sup> y cols. la reportaron por primera vez en adultos, introduciéndola en la práctica clínica. Después Hewlet<sup>36</sup> y colaboradores perfeccionaron este concepto en 1977 al describir la MMV (Maxim Mandatory Ventilation); ya desde el 1971 Reynolds<sup>37</sup> había descrito la ventilación con relación I:E inversa y Fuelihan<sup>38</sup> la usó por primera vez en la ventilación del ARDS. También en el 1976 Piehl y Brown<sup>39</sup> describen la ventilación prona en terapia intensiva y en ese mismo año Kolovow, Gattinoni y cols<sup>40,41</sup> reportan el uso de la ECCO<sub>2</sub>R (Extracorporeal CO<sub>2</sub> Removal) y Glass aplica por primera vez la ILV (Independent Lung Ventilation) a un caso de terapia intensiva.



La década del 80 comienza con la aplicación de los principios de apoyar cada intento de respiración espontánea del paciente con una presión preseleccionada o presión de soporte, que fueron enunciados por Tyler y Grape<sup>42</sup> en 1962, lo cual facilitó la utilización de un importante nuevo modo de ventilación la Presión de Soporte (PSV) en 1982, que rápidamente se disemina y se establece por todo el mundo. Esta modalidad surge de los conceptos de la PCV (Pressure Control Ventilation) y también a partir de esta última surgen la BIPAP (Bi Phasic Positive Airways Pressure) (Baum-Putensen y cols<sup>43</sup> (1989), la BiPAP (Bi level Positive Airways Pressure) (Respironics 1989) la APRV (Airways Pressure Release Ventilation) Downs<sup>44</sup> (1987)) y VCPR (Volumen Control con Presión regulada) a inicios de los 90, esta última al igual que la VA (Volumen Asistido) aparece al comienzo de la década de los 90 en los Ventiladores Servo 300 y más tarde en los Servo i y en otros ventiladores. También en esta década de los 80 Dreyfus<sup>45,46</sup> describe el daño que el volumen corriente alto ocasiona a los pulmones y acuña el término Volutrauma, que se añade a los ya conocidos de barotrauma y atelectrauma. De igual forma Hickling<sup>47</sup> describe en 1990 la llamada hipercapnia permisiva, que jugará su rol en las futuras técnicas de ventilación protectora; Gattinoni<sup>48</sup> describe el uso de la tomografía computadorizada para evaluar los efectos de la PEEP sobre el reclutamiento alveolar a finales de los 80. Esta década de los 80 permitió la introducción en Cuba de la CPAP a punto de partida de los trabajos del autor del presente trabajo<sup>49,50</sup> durante su estancia en Paris, así como el comienzo y desarrollo de la Ventilación No Invasiva (VNI). Sin embargo, los trabajos sobre esta última aplicación fueron presentados sólo como tesis de grado de residentes<sup>51-54</sup> y en diferentes

eventos científicos en el país, pero no fueron publicados ni en revistas nacionales ni extranjeras. La lista de indicaciones basadas en evidencias de la VNI ha ido aumentando en los últimos 25 años<sup>55-61</sup>.

Quizás el más importante avance en la ventilación mecánica en la década de los 90, sea la descripción por Amato<sup>62</sup> en 1998 de las técnicas de ventilación protectora como medio para reducir la mortalidad en el ARDS, lo cual después de discrepancias iniciales fue finalmente demostrada y hoy recomendada en todo el mundo por el estudio ARDSNet<sup>63</sup> publicado en el salto de siglo. Younes<sup>64</sup> en 1992 reporta un nuevo modo de ventilación la Ventilación Asistida Proporcional (PAV) y, por último, ya desde los estertores del siglo XX hasta la época actual, los trabajos predominantes de Sinderby y Navalesi<sup>65-68</sup> juntos o separados, han llevado a la aparición del último modo de ventilación existente, el NAVA (Neurally Adjusted Ventilation Assist) incorporado ya a los ventiladores Servo i de la Maquet sueca y que está ahora en fase de implementación clínica con el prometedor objetivo de mejorar notablemente la interacción paciente ventilador. También se ha estado trabajando experimentalmente en animales, sobre todo por Mutch y colaboradores<sup>69,70,71</sup> en un nuevo modo de ventilación que ellos han llamado Ventilación Biológicamente Variable (VBV), usando un ventilador inteligente y variando los aportes de volumen en cada respiración, según las mediciones y cálculos en cada respiración que hace el ventilador. Este nuevo modo aún no ha pasado a la fase clínica de la investigación y habrá que esperar por sus resultados. Cada día que pasa se ventila más y se aumentan las necesidades de ventilar pacientes<sup>72-80</sup> presumiéndose que en un futuro casi inmediato se necesitará

una exhaustiva revisión de los objetivos e indicaciones de la ventilación mecánica.

Hoy puede decirse que la ventilación mecánica fue la principal razón para el origen de la terapia intensiva, que es uno de los procedimientos más utilizados mundialmente en la atención al paciente grave<sup>81</sup> y que es, además, uno de los procedimientos más costosos.

### **La ventilación mecánica en Cuba**

El tema de la ventilación mecánica, apenas era conocido en Cuba antes de la década del 70 del siglo pasado, aunque existen antecedentes contados por viejos Anestesiólogos (Dr. Fernando Polanco, Dr. Charles Mendoza y otros) que en la década del 40 se importaron pulmones de hierro que se ubicaron en el hospital de Las Ánimas de Ciudad de la Habana y en algunas clínicas particulares para ventilar varios pacientes que padecían de Poliomiéltis. Más tarde, en 1954, se recibieron los primeros ventiladores EMERSON, que fueron ubicados en algunas Casas de Socorro, fundamentalmente en Ciudad de la Habana. A consecuencia del cambio de los mercenarios de Playa Girón por diversos equipos, artículos de utilidad social, alimentos, medicamentos, etc., arribaron al país los primeros ventiladores Mark VII y VIII, en los primeros años de la década del 60.

En 1967 los Dres Cortina, Sainz y otros comienzan a ventilar pacientes en la sala de recuperación postoperatoria cardiovascular, del recientemente fundado Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, ubicado en el hospital Cmdte. Manuel Fajardo Rivero en Ciudad de la Habana. Poco después en 1968, los Dres. Pelayo y Enrique Guzmán<sup>82</sup> fundan la primera sala de terapia intensiva pediátrica del país, con un Mark VIII, en el Hospital

William Soler de La Habana. En 1970, el Dr. Manuel Lima en el Hospital de Matanzas utiliza cuatro camas de ese centro para atención a enfermos coronarios, sin ventilador mecánico.<sup>(Citado por 83)</sup> En 1972, se constituye la terapia intensiva polivalente de adultos en el hospital Calixto García, fundada por los Dres. Nicolás Parisi y Sergio Rabel, contando además de equipos Mark VII y VIII, con ventiladores Engstron 300.<sup>(Citado por 83)</sup>

Sin embargo, las publicaciones cubanas para el aprendizaje de este tema no han tenido el mismo desarrollo. Así, en 1977 el Prof. Sergio Rabel<sup>84</sup> publicó las primeras Normas cubanas de terapia intensiva, en un pequeño folleto, donde apenas se abordaba el problema de la ventilación mecánica, En 1989, apareció nuestro libro de “TERAPIA INTENSIVA”, en tres tomos -el primer texto cubano sobre esta temática-, donde incluimos un capítulo relacionado con la ventilación mecánica.<sup>85</sup> Hasta ese momento los intensivistas cubanos sólo contaban con la información que les brindaba la práctica diaria al lado de los maestros pioneros en este campo, así como con capítulos de libros extranjeros de terapia intensiva o Anestesiología<sup>86-92</sup>, más cerca de 20 publicaciones en revistas médicas nacionales sobre el tema. Dada la necesidad de sistematizar los avances progresivamente disponibles, tanto a nivel nacional como internacional, unida a la experiencia acumulada en el trabajo de las terapias intensivas en el país, en el año 2002 se hizo la publicación electrónica de la 2da. Edición de nuestro libro “TERAPIA INTENSIVA”<sup>93</sup> ya con un abordaje más amplio e integral del tema de la ventilación mecánica.

Posteriormente, el Dr. Camacho Assef<sup>1</sup> publicó electrónicamente el libro Ventilación Mecánica, que más que un texto para el aprendizaje es una

actualización de algunos temas puntuales de la ventilación mecánica, dirigido al profesional que ya tiene experiencia en ventilación. Luego, el Dr. Eduardo Márquez Capote y colaboradores<sup>2</sup> también realizaron una publicación electrónica donde se aborda esta temática. Actualmente sólo existen unos 60 trabajos nacionales publicados en revistas cubanas y discos compactos, así como dos libros digitales<sup>1,2</sup> sobre el tema.

En la 3<sup>ra</sup> edición<sup>94-97</sup> de nuestro libro "TERAPIA INTENSIVA", recientemente publicada en cuatro tomos, con una edición de 12,000 ejemplares, se ha dedicado prácticamente la mitad de la sección de urgencias respiratorias a la ventilación mecánica, donde se han abordado importantes temas, escritos personalmente por el autor de este trabajo, en diferentes apartados, como: el valor de la oximetría, las repercusiones en órganos y sistemas de la ventilación mecánica, los modos ventilatorios, los parámetros de uso común en los ventiladores mecánicos y el destete de la ventilación.

El cuerpo de este trabajo de tesis incluye el conjunto de esos capítulos originales de nuestra autoría, del mencionado libro, basados en una información actualizada, ordenada, resumida y completa, disponible a nivel nacional e internacional sobre el tema y en la experiencia personal y científica del autor, acumulada en 35 años de trabajo con la ventilación mecánica en el paciente grave. Además se presenta un capítulo de "evolución de conceptos", donde se ponen al día los aspectos más polémicos en este campo, que incluyen opiniones personales, basadas también en nuestra experiencia profesional e investigaciones realizadas y publicadas a través de los años.

**Problema científico:**

No se dispone de un texto autóctono, donde se encuentre una información ordenada, resumida, completa y actualizada, sobre los fundamentos y la aplicación clínica de un proceder altamente complejo, como es la ventilación mecánica, para el tratamiento de las principales condiciones que provocan una insuficiencia respiratoria aguda en nuestros pacientes, que esté basado también en una extensa experiencia personal acumulada y que se fundamente en los principios, conceptos, estructura y organización que rigen nuestra Salud Pública.

**Objetivos:**

**Objetivo general:**

Aportar temas teórico-prácticos para el mejoramiento de la asistencia clínica a los pacientes graves que requieren ventilación mecánica en nuestro país.

**Objetivos específicos:**

1. Aportar al personal de la salud responsabilizado con la atención de pacientes graves ingresados en las salas de cuidados intensivos un texto con la actualización e integración de la información disponible sobre la ventilación artificial mecánica.
2. Proporcionar un medio informativo y didáctico para retroalimentar las necesidades asistenciales, docentes y de investigaciones futuras en el campo de la ventilación mecánica.

**Aportes:**

Este trabajo aporta un resultado científico concreto, al contar con una producción científica original que reúne las mejores evidencias en los temas más importantes y necesarios sobre ventilación mecánica para la práctica clínica diaria, así como los resultados de la experiencia asistencial, docente e investigativa en éste terreno del autor. Es, además, un aporte directo a la docencia y a la formación y capacitación continuada de los recursos humanos de la salud, que puede ser utilizado como libro de texto o material de consulta en la formación médica, especialmente de postgrado (residencias, cursos, diplomados y maestrías). Tiene un aporte económico directo al no tener que importar libros o materiales similares de procedencia extranjera.

**Novedad:**

La novedad de esta presentación se expresa en su contenido y en su forma. El contenido es novedoso pues por primera vez en nuestro país se abordan de manera tan integral los principales problemas clínicos relacionados con la ventilación mecánica mediante un texto original.

Lo nuevo en la forma es la utilización de información científica actualizada, que combina la sistematización del conocimiento universal en este tema con las emanadas de la experiencia y la práctica clínica del autor, además de facilitar la comprensión de lo expuesto para que sirva a sus propósitos, es decir, a la adquisición de nuevos conocimientos evidenciados en las

publicaciones originales del autor, que forman parte de las referencias bibliográficas, a profesionales de la salud dedicados a la atención de pacientes graves.

Además, en el trabajo se dan a conocer:

- La introducción por el autor de la CPAP en Cuba, desde finales de 1978.
- Los primeros casos cubanos de Neumoperitoneo, como complicación de la ventilación mecánica.<sup>98</sup>
- La experiencia cubana con los primeros 10 casos de ventilación pulmonar independiente en terapia intensiva que se hicieron en el país.<sup>99</sup>
- Las diferencias en los parámetros hemodinámicas y respiratorios entre la PEEP, la PPI y la CPAP<sup>50</sup> publicadas por primera vez en el mundo por el autor.
- El uso comprobado, por primera vez en el mundo, del parámetro PX para el destete de la ventilación mecánica. Éste parámetro PX fue descrito a principios de los 90 en Dinamarca, pero nunca se había estudiado su uso como parámetro del destete del ventilador.<sup>100,101,102</sup>
- Una clasificación original y sencilla de los modos de ventilación mecánica, basada en la nomenclatura más utilizada en el campo internacional, para evitar confusiones y falsas interpretaciones.<sup>95</sup>
- El efecto de la PEEP sobre la presión transmural de la arteria pulmonar, publicado por primera vez por el autor en 1978.<sup>50</sup>



- La baja incidencia de barotrauma pulmonar cuando se aplican las técnicas de Ventilación protectora sugeridas por Amato y otros autores.<sup>102,103,104</sup>

El diseño de implementos sencillos y simples por el autor para medir la Fuerza Inspiratoria Máxima y el estetoscopio doble para la auscultación en la ILV. (No publicado)

## CAPITULO I: MÉTODOS

El cuerpo de la tesis se elaboró en forma de capítulos dedicados al tema de la ventilación mecánica que constituyen parte de la sección de urgencias respiratorias (Tomo II) de un libro multiautoral en cuatro tomos de terapia intensiva, complementado por una introducción que fundamenta mediante un análisis histórico y otros detalles el problema científico de éste trabajo y una evolución de conceptos con actualización bibliográfica y conceptualización de cuatro importantes acápite relacionados con la temática que se trata.

Los métodos utilizados incluyeron el de la revisión bibliográfica de libros de texto, revistas médicas, publicaciones electrónicas y revisiones de bases de datos informativas como Medline, Medline-plus, Cochrane, Ebsco, Hinari, Scielo, y otras, a lo que se añaden los elementos aportados por la experiencia de 35 años del autor y sus investigaciones y publicaciones en éste campo.

Los métodos utilizados incluyeron los siguientes:

*Histórico-lógico:* Su empleo permitió la realización del análisis acerca de la evolución del objeto de estudio, la ventilación mecánica, en el contexto nacional e internacional y determinar su estado actual.

El *enfoque de sistema:* Se utilizó en toda la actividad científica, para relacionar de manera coherente los diferentes tópicos abordados en el trabajo.

*Análisis y síntesis:* Se emplearon durante el procesamiento e interpretación de la información procedente de las fuentes consultadas y de los resultados de las investigaciones propias del autor.

El *análisis:* Se ha utilizado en todos los pasos de la investigación. Estuvo presente en la revisión de documentos, libros de texto, revistas médicas, publicaciones electrónicas y revisiones de bases de datos informativas como

Medline, Medline-plus, Cochrane, Ebsco, Hinari, Scielo, y otras, además se incluyeron presentaciones en eventos científicos, a todo lo que se añaden los elementos aportados por la experiencia de 35 años del autor y sus investigaciones y publicaciones en éste campo, lo que permitió la estructuración de la fundamentación teórica del trabajo, la comprensión del problema y la discusión de los resultados.

La *síntesis*: vinculada directamente al análisis, estuvo presente en todo el proceso de revisión, búsqueda de información, datos, etc., que condujeron a la selección de los aspectos de mayor relevancia, lo que facilitó presentar los resultados del proceso de investigación, de forma comprensible y científica.

*Inducción - Deducción*: Posibilitó el trabajo con las concepciones generales llevadas de lo general a lo particular y viceversa, así como la obtención de conclusiones.

Los capítulos dedicados a la ventilación mecánica, que aparecen en el Tomo II del libro Terapia Intensiva, terminaron de escribirse a fines del 1er semestre del 2006 y fueron entregados una vez hecha la última revisión de emplane a la editora en noviembre del 2006 terminándose su impresión en octubre del 2008, lo que explica que se haya añadido posteriormente a la entrega de las últimas pruebas de emplane, un capítulo de evolución de conceptos, dirigido a actualizar algunos contenidos y se incluyeron en los cinco capítulos presentados 223 referencias bibliográficas, de las cuáles 76 (34,08 %) fueron de los últimos cinco años (2001-2006). Algunas citas de antes de esta fecha fueron referencias obligadas que incluyeron conceptos clásicos establecidos durante décadas, aspectos históricos y estudios epidemiológicos que sentaron

pautas en las primeras décadas del desarrollo de la ventilación mecánica y que fue imprescindible consignar.

Los aspectos relacionados con las indicaciones, complicaciones, modos de ventilación, efectos de la VAM sobre órganos y sistemas, oximetría y destete, fueron los principales elementos tomados en cuenta al revisar la literatura, de aquí que la mayor cantidad de referencias comprendieron las revisiones clínicas que aparecen en las principales revistas y, los editoriales, artículos de opinión, estudios epidemiológicos y capítulos de 44 libros que condensan lo más actual de la ventilación mecánica hasta esa fecha.

Los libros de texto revisados incluyeron los clásicos que abordan el tema de la ventilación mecánica como aspecto particular o los libros generales de terapia intensiva que como el nuestro abordan el tema de la ventilación mecánica en uno o varios capítulos.

La revisión de la literatura nacional e internacional vinculada con la ventilación mecánica se expandió considerablemente durante la culminación del trabajo, llegándose a revisar 82 revistas medicas, de las cuales 33 eran especializadas en Anestesiología-Reanimación, 31 especializadas en Cuidados Intensivos, ocho en Emergencia medica y 10 eran revistas generales que abordan con relativa frecuencia temas relacionados con la terapia intensiva y la ventilación mecánica, incluyéndose fundamentalmente en esta revisión de la literatura los artículos basados en la medicina de evidencias, revisiones sistemáticas y meta análisis, ensayos clínicos

randomizados o no, editoriales, protocolos y guías de buenas prácticas clínicas. De todas estas revistas revisadas, hubo un grupo de ellas donde la revisión fue mucho más exhaustiva y dedicada, ellas fueron: Critical Care Medicine, Intensive Care Medicine, Current opinión in Critical Care Medicine, Medicina Intensiva, New England Journal of Medicine, American Journal Respiratory & Critical Care Medicine, Chest, Critical Care, Anesthesiology, y otras.

Las experiencias del autor y sus investigaciones y publicaciones en éste tema se reflejaron en 30 citas (12,93 %), de las 232 con que cuenta el trabajo referenciado, de las cuales 89 (38,36 %) corresponden a los últimos cinco años (2005-2009) e incluyeron artículos originales, de revisión y estudios clínico–epidemiológicos e históricos. Los resultados fundamentales de trabajos de terminación de la especialidad tutorados o asesorados por el autor se incluyeron también en el texto, donde se señalan oportunamente, así como los títulos de trabajos, conferencias y mesas redondas con la participación del autor (producción científica), que fueron presentadas en eventos de carácter provincial, nacional e internacional, estas últimas no se referencian en el texto pero aparecen señaladas en el anexo 1 (Anexo 1).

## **CAPITULO III. EVOLUCIÓN DE CONCEPTOS**

Una vez terminados los capítulos de ventilación mecánica que forman parte de la sección de urgencias respiratorias del tomo II del libro “TERAPIA INTENSIVA” han aparecido publicados distintos aspectos – algunos nuevos y otros más viejos pero con mayor vigencia actual – relacionados con la ventilación mecánica, aunque no es todo lo nuevo que existe desde la entrega del manuscrito para su revisión e impresión, consideramos que aparecen los aspectos más importantes y prácticos que debemos tratar. Este epígrafe podemos dividirlo en cuatro partes:

1. Indicaciones actuales de la ventilación artificial mecánica y el incremento de su uso.
2. El uso y desarrollo de la oximetría de pulso como parámetro para evaluar la oxigenación del ventilado.
3. Nuevos modos de ventilación.
4. El destete de la ventilación

### **III.1. Las indicaciones actuales de la ventilación artificial mecánica y el incremento de su uso.**

#### **III.1.1. ¿Porque es necesario ventilar al paciente grave?**

Mientras nosotros podemos estar de acuerdo con la necesidad de ventilar pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, hay muchos aspectos y detalles de la ventilación que realmente no conocemos bien; aunque

conocemos que la intubación endotraqueal puede ser causa de complicaciones y tendremos la responsabilidad de evitarla siempre que sea posible, utilizando la ventilación no invasiva, esta no siempre es eficaz en determinados casos de insuficiencia respiratoria aguda, tampoco conocemos bien cual es el nivel de PEEP que debemos aplicar en cada paciente, qué modo respiratorio es el mejor en cada caso y que otras condiciones son óptimas para tratar pacientes con insuficiencia respiratoria aguda; por todo lo anterior la práctica de la ventilación mecánica está cambiando con el tiempo, así como sus efectos sobre los resultados.<sup>105</sup>

Hoy puede decirse que la ventilación mecánica fue la principal razón para el origen de la terapia intensiva, que es uno de los procedimientos más utilizados mundialmente en la atención al paciente grave<sup>81</sup> y que es, además, uno de los procedimientos más costosos; en las últimas décadas la utilización de la ventilación mecánica ha cambiado significativamente y ello se ha traducido en una mejoría en los resultados en algunos tipos de pacientes que necesitan de ella. Sin embargo, sigue comportándose como una modalidad que permite ganar tiempo, para facilitar que la terapéutica en un determinado lapso pueda resolver la causa que llevó a la Insuficiencia respiratoria, de manera que en ese espacio de tiempo en que se está ventilando al paciente, la VAM no dañe ni los músculos respiratorios ni el parénquima pulmonar.

Se ha encontrado que, aunque las indicaciones de la ventilación mecánica son bastante comunes en diferentes países, hay grandes diferencias en el porcentaje de pacientes graves ventilados, en los modos de ventilación

utilizados y en las técnicas y estrategias de destete<sup>106</sup> y esta heterogeneidad ha sido atribuida a la ausencia de estrategias o estándares universales bien definidas sobre la ventilación mecánica; los estudios epidemiológicos sobre la ventilación mecánica han ido aumentando<sup>74-77,106,107,110-115</sup> y forman parte de los análisis que deben hacer los sistemas de salud de los estados para perfeccionar sus métodos de ventilación mecánica con los mejores resultados y al menor costo. En el primer estudio epidemiológico y de prevalencia puntual recién efectuado en Cuba<sup>117-119</sup> se encontró que entre 18 268 ingresos realizados en 31 grandes servicios de terapia Intensiva cubanos se ventilaron 5 314 pacientes (29,08 %), por debajo de otras series reportadas tanto en algunos hospitales cubanos,<sup>53,80,119</sup> como en grandes estudios hechos en el extranjero.<sup>74,77,105,106,107,112,115,116</sup> Se calculó que en ese año (2004) la población atendida por las grandes unidades de terapia intensiva encuestadas era de 6 760 241 habitantes, por lo que se obtuvo un indicador global de 79 ventilados por cada 100 000 habitantes en Cuba, muy parecida a la que obtuvo Luhr,<sup>120</sup> en Suecia, Dinamarca e Islandia (77,6 x 100 000 hab.), Lewandosky<sup>121</sup> (89 x 100 000 hab.) en Alemania, Rubenfeld<sup>122</sup> (78,9 x 100 000 hab.) y muy por debajo de las incidencias crecientes obtenidas por Carson<sup>74</sup> y Neddham<sup>108</sup> en Estados Unidos y Canadá (314 y 217 x 100 000 hab. respectivamente); por otro lado, es bastante llamativo que la mortalidad obtenida en la encuesta cubana del 2004 fue de 52,5 % entre todos los pacientes ventilados, cifra esta muy por encima de la mayor parte de las publicaciones extranjeras<sup>54,74,76,119,123,124</sup> y de algunas publicaciones cubanas aisladas.<sup>80,119,125</sup>



La comparación de estos datos cubanos, obtenidos por primera vez por una de las investigaciones originales del autor y su comparación con datos extranjeros, nos obligan a buscar en el futuro próximo respuestas a varias preguntas.

1. El número de casos que se ventila en Cuba, ¿es el adecuado a nuestras necesidades de ventilación mecánica?
2. ¿Tienen los Intensivistas cubanos establecido algún consenso para ventilar a los pacientes graves que atienden?
3. ¿Cuales son los factores que explican el alto porcentaje de mortalidad que tienen los pacientes graves ventilados en Cuba?
4. ¿Se pueden llevar a cabo nuevas acciones para mejorar las indicaciones, estrategias y resultados de la ventilación mecánica en el paciente grave en Cuba?

Dentro del campo de las indicaciones de ventilación mecánica en la cual se pueden utilizar algunos de los modos de ventilación que explicamos en los capítulos que forman la parte central de esta presentación, tendríamos que preguntarnos: ¿Se ventila en Cuba con las mismas indicaciones y porcentajes que en otros lugares?

Con independencia de las diferencias metodológicas que tienen los estudios existentes, lo cual hace muy difícil las comparaciones, encontramos en los resultados de la encuesta presentada y publicada por nosotros en el 2005, que la principal causa de ventilación mecánica fueron las enfermedades neurológicas no traumáticas (fundamentalmente las enfermedades

cerebrovasculares en sus etapas más críticas), las cuales alcanzan casi la tercera parte de todos los pacientes ventilados en el estudio de prevalencia. Sin embargo, estos porcentajes son muy variables a lo ancho y largo del país y se evidencia una franca diferencia entre las provincias de Villa Clara, Pinar del Río, Camagüey, Holguín y Guantánamo, donde esta causa de ventilación mecánica es bastante frecuente y el resto de las provincias, donde esta causa es rara. En los grandes estudios revisados<sup>80,105,107,118,119,120,123,124,126</sup> no se menciona que las afecciones no traumáticas del SNC sea una causa frecuente de ventilación mecánica, como tampoco lo era en Cuba antes del desarrollo de las Unidades de terapia intensiva e intermedia y, por lo demás, esta indicación de la VAM ha tenido una altísima mortalidad que alcanzó un 91 % en un estudio de 18 años no publicado en la sala de terapia intermedia del Hospital Universitario Arnaldo Milián Castro de Santa Clara. Otros estudios internacionales<sup>127-130</sup> han alcanzado una mortalidad que ha oscilado entre 49 y 91 %, quizás motivada, entre otras causas, por la creciente edad de los pacientes que ingresan por estas afecciones y por el distinto desarrollo que han alcanzado los servicios de cuidados intensivos que se ocupan de estos casos, en lo que respecta a un rápido y no invasivo diagnóstico, seguido de una terapéutica eficaz destinada a resolver la causa de la afección neurológica. De todas formas, la decisión de comenzar o retirar la ventilación mecánica en pacientes graves con afecciones no traumáticas del SNC, constituye un dilema ético que involucra a médicos, enfermeras y familiares y debe ser basado en el mejor estimado y la mejor decisión para cada paciente individualmente<sup>131</sup>.

Las causas pulmonares de VAM representaron un tercio de los pacientes ventilados en el estudio epidemiológico mencionado<sup>117</sup> y un quinto en el estudio de prevalencia<sup>118</sup> y, entre ellas, pudieron subclasificarse estas en el estudio epidemiológico y resultó que las neumonías (32,89 %), el ARDS/ALI (23,68 %), y las EPOC (26,7 %) fueron las causas más prevalentes. Sólo el 4,6 % de los ingresos analizados en el estudio de prevalencia presentaban ALI/ARDS, contrastando con 7 % en el estudio ALIVE<sup>132</sup> y en éste estudio sólo 15 % de los ventilados tenía un ALI/ARDS, a diferencia del 23,68 % de nuestra serie. Como hemos comentado con anterioridad es muy difícil establecer comparaciones con otros artículos, tanto en el campo nacional como internacional, por las diferencias metodológicas y de conceptualización y definición que se han usado en los mismos, no obstante ello, en el trabajo de Alonso Mariño<sup>119</sup> la EPOC representó 28,8 % de todos los pacientes ventilados y el ARDS 8,23 %, Jacome<sup>133</sup> describió un 9,9 % de ventilados por ARDS y González Gómez<sup>80</sup> entre un 12,7 y un 14,1 % causas pulmonares entre sus pacientes ventilados, Wind<sup>78</sup> ha descrito un 13-16 % de ARDS en su serie de pacientes ventilados. En sentido general, los estimados de ocurrencia de ALI/ARDS varían ampliamente en dependencia de las características de las UTI y de las definiciones usadas. Por ejemplo, un reciente estudio por dos meses en UTIs Australianas<sup>134</sup> recogió un 16 % de incidencia de ALI y 7,5 % de ARDS entre 1997 ingresos, mientras Luhr<sup>120</sup> sólo encontró 508 pacientes (3,8 %) con ALI entre 13 346 ingresos en 132 UTIs suecas, dinamarquesas e islandesas, Esteban<sup>106</sup> en un survey internacional durante un mes, que comprendió 5 183 pacientes que estaban recibiendo ventilación mecánica en 361 UTIs, encontró que sólo 8,9 % tenían diagnosticado un ARDS. Roupie y

colaboradores<sup>135</sup> reportaron que sólo 8,6 % de todos los ingresos de 36 UTIs francesas reunían los criterios de la conferencia de consenso para el diagnóstico de ALI. De manera que esta entidad, tan estudiada en la literatura internacional, presenta incidencias muy variables en sus indicaciones y estimamos que es necesario no sólo uniformar los criterios diagnósticos de ALI/ARDS sino aplicarlos con más rigurosidad en nuestro medio.

La EPOC es otra importante causa de ventilación mecánica en nuestras terapias intensivas, constituye una cuarta parte de todos los casos ventilados por causas respiratorias y sólo un 6,6 % de todos los casos ventilados. En la medida que la expectativa de vida de la población cubana continúe aumentando, y no se logre una importante reducción del hábito de fumar, debe ir incrementándose la incidencia de EPOC, así como la descompensación de esta y la necesidad de su ingreso en las UTIs, donde muchos pacientes requerirán ventilación mecánica. Es en esta patología donde puede desarrollarse ampliamente la ventilación mecánica no invasiva, con sus conocidas ventajas en la menor incidencia de neumonía nosocomial, en la mortalidad y en la estadía en la terapia y en el hospital, todo lo cual produce una importante disminución de los costos. Sin embargo, su uso en la insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica permanece polémico.<sup>136-138</sup>

La ventilación mecánica en terapia intensiva para pacientes postoperados fue de aproximadamente un quinto a un sexto de los pacientes ventilados, tanto por afecciones agudas fundamentalmente traumáticas, como por grandes cirugías electivas o incluso medianas cirugías que han requerido por múltiples

causas una ventilación postoperatoria de corta duración. En el voluminoso estudio de Derek Angus<sup>79</sup> se estimó que en las 5 980 UTIs existentes en 4 387 hospitales de los Estados Unidos, hay ingresados cada día 55 000 pacientes y de ellos 28 % proceden del salón de operaciones, lo cual representa casi la tercera parte de todos los ingresos y Wind<sup>78</sup> reportó un 36 % de sus causas de ingreso provenientes del salón de operaciones. Es evidente que nuestras causas de ingreso con necesidad de ventilación mecánica son menores que en otros grandes estudios. En nuestro país en la medida que se ha desarrollado y extendido la terapia intensiva y sus servicios, se ha ido progresivamente deteriorando nuestras salas de recuperación anestésica por deficientes estructuras y poca disponibilidad de recursos humanos y materiales especializados, de manera que se hace necesario articular una política consecuente entre la disponibilidad de recursos humanos y materiales, la política de ingresos y el funcionamiento en busca de una mejor morbilidad y mortalidad del paciente quirúrgico entre las salas de recuperación, que en la práctica son verdaderas salas de terapia intensiva de estadía corta y las salas de terapia intensiva convencionales.

Aunque en Cuba no conocemos que exista algún estudio importante sobre los costos de los pacientes ventilados, se ha demostrado internacionalmente<sup>77</sup> que el paciente ventilado cuesta el doble durante su estancia en UTI, al compararlo con el que no necesita ventilación mecánica y éste incremento de los costos obedece a la gravedad de estos pacientes, la necesidad de terapéuticas auxiliares y personal especializado para intentar tener un buen resultado.

De todo lo anterior se deriva la necesidad de que el tema de la ventilación mecánica en terapia intensiva en Cuba deba estudiarse con más profundidad, para definir mejor sus indicaciones y los resultados que en cada patología en particular deban aspirarse a obtener.

### **III.2. El uso y desarrollo de la oximetría de pulso como parámetro para evaluar la oxigenación del ventilado.**

Esta ampliamente demostrado que la oximetría de pulso puede detectar una deficiencia de oxígeno en la sangre, pero su uso no parece influir en la función cognoscitiva del paciente, en la duración de la estancia en el hospital ni en la incidencia de complicaciones después de la anestesia,<sup>139</sup> Rice y colaboradores,<sup>140</sup> y de igual forma Khemani<sup>141-143</sup> describieron recientemente una nueva relación  $SpO_2/FiO_2$  que de forma no invasiva puede sustituir a la invasiva relación  $PaO_2/FiO_2$  en el monitoreo y diagnóstico del ALI/ARDS, en adultos y niños, y además, la magnífica correlación existente entre estos dos cálculos, puede mejorar aun más cuando se incluye la PEEP en el modelo de regresión. Por otro lado se ha comenzado a utilizar con éxito esta nueva relación en sustitución de la  $PaO_2/FiO_2$  en la determinación del SOFA (Sequential organ failure assesment).<sup>144,145</sup>

Relaciones  $SpO_2/FiO_2$  de 235 y 315 se correlacionan bien con  $PaO_2/FiO_2$  de 200 y 300 respectivamente;<sup>140</sup> de igual forma Khemani y colaboradores<sup>141-143</sup> demostraron que en niños también funciona la equivalencia de estas 2 mediciones, apoyando el uso continuo y no invasivo de la relación  $SpO_2/FiO_2$ ,

aunque ellos encontraron que los valores equivalentes son 263 y 201 de  $SpO_2/FiO_2$  para 300 y 200 respectivamente en la relación  $PaO_2/FiO_2$ . El uso de esta nueva relación puede ofrecer las siguientes ventajas sobre la medición invasiva de la  $PaO_2/FiO_2$ :

1. Naturaleza no invasiva de la medición de la  $SpO_2$
2. No se necesita la colocación de una línea arterial, para mediciones frecuentes de la  $PaO_2$  o las punciones arteriales repetidas con sus consecuentes molestias y complicaciones.
3. La  $SpO_2/FiO_2$  puede tener más relevancia que la  $PaO_2/FiO_2$  en importantes resultados clínicos, tales como la mortalidad, los días ventilados y los días libres de ventilación.

La medición y cálculo de la relación  $SpO_2/FiO_2$  no invasiva, están ahora comenzando y necesitan más precisiones antes de poder constituirse como práctica habitual con suficientes evidencias científicas.

Como la cantidad de oxígeno disuelto o libre en la sangre es despreciable, ella puede ser ignorada si las cifras de hemoglobina permanecen constantes, y en éste caso el contenido de oxígeno será proporcional a la Saturación del Oxígeno ( $SO_2$ ) y, por tanto, la diferencia de contenido a-v de oxígeno puede ser determinado por la diferencia de saturación a-vj de  $O_2$ <sup>146</sup> de manera que la  $SvjO_2$  será una función de la saturación arterial del oxígeno, el FSC y el  $CMO_2C$  y esto ha hecho posible que cada día de forma más creciente se comience a utilizar en las unidades de Cuidados Intensivos la monitorización y medición de la  $SvjO_2$  como parámetro de evaluación dentro del

neuromonitoraje de la función cerebral en pacientes con afecciones graves del SNC.

Es bien conocido que la  $SO_2$  en ambos senos laterales no es la misma, el seno lateral izquierdo recibe el drenaje de las venas subcorticales y el derecho de las venas corticales y se ha planteado que ante una importante lesión de un hemisferio cerebral la saturación de  $O_2$  yugular puede ser manifiestamente diferente en ambas yugulares y esto ha conllevado a que muchos autores se pregunten de que lado de la lesión debiera insertarse el catéter yugular para medir la  $SvjO_2$ . Y como el flujo de las venas yugulares no es el mismo, pudiera parecer lógico insertar el catéter en la vena yugular con mayor flujo y para lograr este objetivo se han usado los siguientes métodos:

1. Seleccionar mediante compresión alterna de las venas yugulares, cual es la que provoca mayor aumento de la PIC.
2. Determinar mediante TAC cual es el foramen oval de mayor diámetro.
3. Visualizar la vena dominante mediante ultrasonido.

Pero ninguno de estos métodos ha sido suficientemente validado, como tampoco está claro, como algunos recomiendan, pasar el catéter a la vena yugular por el lado lesionado.<sup>147</sup>

Existen los catéteres espectrofotométricos in vivo para ser colocados en la vena yugular y medir de forma continua la  $SvjO_2$ <sup>148</sup>



Hay evidencias de que una temprana inserción de un catéter en el bulbo de la yugular y monitorización de la SvjO<sub>2</sub> pueden mejorar los resultados,<sup>149</sup> pero ello no es aceptado por todos y se conoce que cuando la SvjO<sub>2</sub> está por debajo de 50 % la mortalidad prácticamente se duplica.<sup>150</sup>

### **III.3. Los nuevos modos de ventilación.**

La Ventilación percusiva con alta frecuencia fue descrita hace más de 20 años,<sup>151</sup> sin embargo, no ha tenido una expansión de uso mundial, dentro de las nuevas modalidades de ventilación que se han incorporado en los últimos años al arsenal terapéutico del Intensivista y en Cuba no conocemos que se haya utilizado, a pesar de que últimamente se están publicando resultados positivos con su uso. El ventilador percusivo de alta frecuencia (Percussionaire, Bird Technologies, Sandpoint, ID) es un equipo accionado neumáticamente, ciclado por tiempo, y limitado por presión con oscilaciones inspiratorias y espiratorias; las ondas percusivas intrapulmonares pueden generar la lisis y el clearance de las secreciones y mucus de las vías aéreas<sup>152</sup>; la ventilación percusiva con alta frecuencia (VPAF) es una técnica ventilatoria que provee una ventilación convectiva y difusiva, la cual puede reducir el shunt fisiológico de derecha a izquierda y mejorar la oxigenación. Algunos estudios<sup>153-156</sup> han demostrado la eficacia de esta técnica en el tratamiento de lesiones cefálicas cerradas, enfermedades respiratorias causadas por quemaduras e inhalación de humo, recién nacidos con membrana hialina y/o Síndrome de distress respiratorio,<sup>157</sup> reparaciones bronquiales<sup>158</sup> y en la obesidad.<sup>159</sup> Otros estudios han demostrado la eficacia de la ventilación Percusiva con alta frecuencia en el retiro de las secreciones traqueobronquiales<sup>160-164</sup> y más

recientemente se ha demostrado su utilidad en el postoperatorio de la cirugía torácica con resección pulmonar.<sup>165</sup> El respirador de volumen difusivo es operado neumáticamente, ciclado por tiempo y limitado por presión el cual incorpora un interruptor de alto flujo (El Phasitron) desarrollado por el Dr. Forrest Bird que es un venturi lateralizado que agrupa las respiraciones oscilatorias a una presión preseleccionada.

La ventilación percusiva intrapulmonar es una nueva técnica diseñada para crear un efecto global de percusión interna de los pulmones, la cual tiene como objetivo limpiar de secreciones el árbol bronquial periférico;<sup>166</sup> esta técnica ha sido exitosamente utilizada para remover secreciones en pacientes con fibrosis quística,<sup>160</sup> enfermedades neuromusculares, para ventilar pacientes con ARDS<sup>157,161</sup> y para tratar atelectasias lobares<sup>160</sup> pero aún hay dudas sobre la efectividad clínica y fisiológica de esta técnica cuando es aplicada como parte de la fisioterapia en el paciente grave. Ya con anterioridad se ha hecho mención a la reciente aparición de los nuevos modos de ventilación NAVA (Neurally Adjusted Ventilation Assist) y Ventilación Biológicamente Variable (VBV).

### **III.4. El destete de la ventilación mecánica.**

#### **III.4.1. La Ventilación No Invasiva (VNI).**

Entre otras razones recientemente ha surgido el interés por la VNI con la finalidad de facilitar el destete y la extubación de los pacientes ventilados y para disminuir las complicaciones que la ventilación invasiva puede provocar. Se revisaron once ensayos clínicos donde se comparaba el uso de la VNI y la

ventilación invasiva y sus efectos sobre las complicaciones, la mortalidad y el destete y se encontró que la VNI disminuyó la mortalidad (RR=0,41 con IC=95 %: 0,22-0,76), la incidencia de neumonía asociada al ventilador (RR=0,28 con IC=95 %: 0,09-0,85), la duración de la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (DPE=6,88 días con IC=95 %: -12,50 a -1,15), la duración de la estancia en el hospital (DPEH= 7,33 días con IC=95 %: -14,5 –a 0,61), la duración total de la asistencia mecánica (DPAM=7,33 días con IC=95 %: -11,45 a -3,22) y la duración promedio de la ventilación mecánica endotraqueal (DPVME= 6,79 días con IC-95: -11,70 a -1,87).<sup>167</sup> Sin embargo, a pesar de estos estudios promisorios, sobre todo en pacientes con EPOC, aún existen dudas sobre sus beneficios clínicos y, por tal motivo, su uso en la desconexión de la ventilación mecánica, no se ha generalizado, ya que en los citados estudios no se abordaron las tasas de fracaso, la evaluación de los efectos adversos y su impacto sobre la calidad de vida del paciente, aspectos que deberán ser abordados en futuras investigaciones. Tampoco hay suficientes evidencias para recomendar esta técnica en la desconexión del ventilador en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica.

Organizaciones internacionales como American College of Chest Physicians, American Association for Respiratory Care y American College of Critical Care Medicine reconocieron a la VNI como una modalidad de desconexión promisoriosa que puede disminuir la duración de la intubación y mejorar los resultados del paciente.<sup>168,169</sup>

El primer informe que describe el uso acertado de la VNI en la liberación de ventilación con presión positiva invasiva (VPPI) en pacientes con fallos en la desconexión, se publicó en el año 1992.<sup>170</sup> A partir de allí, se presentaron cuatro estudios potenciales no controlados donde se trató a los pacientes con traqueotomías<sup>171</sup> y vías respiratorias translaringeas<sup>172</sup> y a aquellos que no cumplían con los criterios de interrupción convencionales<sup>173,174</sup> mediante la utilización de la VNI. Se publicaron ensayos controlados aleatorios más recientes (ECA)<sup>175-181</sup> que comparan estrategias alternativas de desconexión. El objetivo de esta revisión era evaluar y resumir críticamente el efecto de la estrategia de desconexión con la VNI con los resultados clínicos de importancia, en comparación a la estrategia actual, el uso de la VPPI.

Los pacientes con limitación crónica del flujo aéreo son los candidatos ideales para la asistencia con VNI, ya que esta contrarresta la fatiga de los músculos comprometidos en la respiración causada por la limitación del flujo espiratorio, taquipnea y el desarrollo de PEEP intrínseca. Además, más del 60% del total del tiempo con ventilación se dedica a pacientes con EPOC desconectados.<sup>182,183</sup> Los estudios incluidos en esta revisión varían en los detalles de sus protocolos de desconexión. Los métodos utilizados para identificar los candidatos al tratamiento y para dosificar e interrumpir la asistencia mecánica representan consideraciones importantes de diseño del estudio y necesarias para reducir las evaluaciones potencialmente influenciadas de la duración de la asistencia mecánica en ensayos de tratamiento no totalmente a ciegas. Se demostró que la utilización de protocolos de desconexión explícitos optimiza el tiempo hacia una

desconexión con éxito,<sup>184</sup> apoya un enfoque dirigido a grupos para la identificación de candidatos a la desconexión<sup>185-187</sup> y la realización de una prueba de respiración espontánea mediante la utilización de un tubo en T, presión positiva continua de las vías respiratorias (PPCVR) con o sin PEEP]<sup>188-190</sup> de al menos 30 minutos de duración.

En principio, el uso de la estrategia de desconexión con VNI puede disminuir la mortalidad y los días de estadía en el hospital. Podemos postular como hipótesis que la disminución en la mortalidad mediante la utilización de la VNI se puede atribuir, en parte, a la incidencia disminuida de NAV. Esta última puede ser el resultado de la duración reducida de la Intubación Endotraqueal (IE)<sup>191</sup> o de la menor necesidad de una traqueotomía.<sup>192</sup>

En segundo lugar, los análisis exploratorios revelan que el beneficio en la mortalidad con el abordaje VNI puede ser mayor en pacientes con EPOC.

En tercer lugar, los métodos que se utilizan para identificar a los candidatos a la desconexión, para dosificar e interrumpir la asistencia mecánica varían entre los estudios incluidos. Éstos representan consideraciones importantes de diseño del estudio para reducir el sesgo de selección y las evaluaciones potencialmente sesgadas de la duración de la asistencia mecánica en ensayos de desconexión no totalmente a ciegas.

En cuarto lugar, también existió una variabilidad importante entre las definiciones relativas a la duración de la asistencia mecánica, los resultados de la desconexión y para el diagnóstico de NAV.

En los esfuerzos por tratar a los pacientes con ventilación mecánica de modo eficiente, los médicos se encuentran ante un desafío por un equilibrio implícito entre los efectos perjudiciales de la IE y las complicaciones y riesgos asociados con la extubación temprana. Mientras que la estrategia de desconexión con VNI ofrece una solución potencialmente deseable a éste equilibrio, los médicos quizás sean reacios a adoptar dicha estrategia en la práctica clínica. Entre las razones posibles a esta reticencia se incluyen: negación a someter a una vía respiratoria protegida, preocupación porque la asistencia respiratoria parcial ofrecida por la VNI no pueda suplantar la asistencia respiratoria total y confianza en los indicadores de una exitosa desconexión y extubación con valor pronóstico marginal.<sup>168</sup>

Se necesitan otros ensayos, diseñados para reducir el sesgo de selección y de ejecución, con aumento del poder estadístico para establecer la seguridad y efectividad relativa de la estrategia de desconexión con VNI. No se puede recomendar en éste momento el uso rutinario de VNI como adyuvante para la desconexión de los pacientes de la ventilación mecánica. Si se considera la adopción de éste abordaje para el tratamiento de los pacientes, se recomienda que se lo restrinja a pacientes con exacerbaciones de EPOC y que éstos permanezcan en un ámbito altamente monitorizado.

## Implicaciones para la investigación

- Restan un cierto número de preguntas sin respuestas en relación al rol de estrategia de desconexión en adultos en la UCI. Entre ellas se incluyen:
- La estrategia de desconexión con VNI, ¿disminuye la proporción de fallos en la desconexión?
- ¿Disminuye la duración de la ventilación en relación a la desconexión?
- La etiología de la insuficiencia respiratoria (EPOC versus otra), la gravedad de la enfermedad en el momento de la asignación al azar o la duración de la ventilación mecánica anterior a la asignación al azar, ¿influye en el efecto de la estrategia con VNI?
- ¿Existen equilibrios importantes entre el resultado de la desconexión y la incidencia y consecuencias de la reintubación (inclusive las consecuencias de la incidencia de NAV, la mortalidad y la DDE en la UCI)?
- ¿Se pueden observar los mismos beneficios potenciales en otras poblaciones de pacientes y en otros centros?
- ¿Cuáles son las consecuencias de la reintubación?
- ¿Cuáles son los efectos de la VNI en la calidad de vida?
- Para responder estas preguntas, los ensayos futuros deben considerar la incorporación de estratificación en base a la etiología de la insuficiencia respiratoria (EPOC, no EPOC).
- Cribaje (screening) diario para la identificación del paciente.
- Incorporación de guías o protocolos de desconexión.
- Criterios explícitos para la interrupción de la asistencia mecánica, la extubación y la reintubación.

- Identificación y control de coinervenciones inclusive, pero no limitadas a, los sedantes y cuidados médicos en general.
- Informe de resultados clínicamente pertinentes que incluyan la duración de la asistencia mecánica en relación a la desconexión, eventos adversos y calidad de vida.
- Las consecuencias de la reintubación en la DDE y la incidencia de NAV y de mortalidad.

### III.4.2. Destete de origen cardiovascular

Desde que en 1981 de Bold<sup>193</sup> descubrió los efectos diuréticos del péptido auricular natriurético o PNA, y más tarde en 1988 se identificó el péptido cerebral natriurético<sup>194</sup> luego conocido como PNB (Peptide Natriuretic Brain) el cual se originaba en los miocitos ventriculares y ha constituido un excelente marcador de disfunción ventricular, ampliamente utilizado hoy con esos fines, se ha insistido en utilizar éste marcador para identificar los pacientes con dificultades cardiovasculares para el destete de la ventilación mecánica.<sup>195</sup> Otros dos péptidos natriuréticos han sido identificados más recientemente<sup>196</sup> el péptido natriurético tipo C (PNC) producido en las células del endotelio vascular y el péptido natriurético tipo D (PND) producido del veneno de *dendroaspis agusticeps*.

En un estudio de 102 pacientes se comprobó que la elevación de las concentraciones sanguíneas de péptido Natriurético tipo B (PNB) antes del destete era un factor de riesgo independiente para la insuficiencia del destete<sup>197</sup> (OR=2,25; IC=95 %: 1,50-3,39) y un nivel de corte de 275 pg/ml, fue considerado como sensible y específico para garantizar el éxito de la



separación del ventilador, con sensibilidad de 83 %, especificidad de 90 %, valor predictivo positivo de 93 % y valor predictivo negativo de 79 %. Otro reciente estudio<sup>198</sup> examinó el rol del PNB en la predicción del éxito de la extubación en pacientes quienes habían pasado exitosamente una prueba de respiración espontánea de 2 hr. de duración, pero aunque no encontraron diferencias en los niveles basales de PNB si se evidenció que los niveles de PNB eran más altos en aquellos casos en los que el destete fracasó.

Del resultado de los trabajos anteriores y de otros, hoy se puede afirmar que:

1. Valores de PNB > 275 pg/ml antes del comienzo del destete del ventilador pueden identificar un factor de riesgo independiente para la Insuficiencia del destete.
2. Un aumento del precursor del PNB, el NT-proPNB durante la realización fracasada de una prueba de respiración espontánea, corrobora el origen cardiovascular de la insuficiencia en el destete.
3. La ausencia de aumento del PNB durante la realización de una prueba de respiración espontánea, más allá del 20 % de sus valores basales puede predecir el éxito del destete, mejor que la propia prueba de respiración espontánea.

### **III.4.3 Clasificación, test y algoritmos computadorizados en el destete de la ventilación mecánica.**

Se ha ido definiendo una clasificación<sup>199</sup> para los distintos tipos de destete que pueden determinarse en el paciente grave ventilado en nuestras UTI, esta clasificación ha sido propuesta:

1. Destete simple: Los pacientes toleran la primera prueba de respiración espontánea y son exitosamente extubados (70 % de los casos)
2. Destete difícil: Los pacientes no toleran la primera prueba de respiración espontánea y necesitan de hasta tres pruebas subsiguientes o hasta siete días antes de poder ser exitosamente extubados.
3. Destete prolongado: Los pacientes fallan como mínimo tres pruebas de respiración espontánea o necesitan más de siete días de ventilación para poder ser extubados exitosamente

Prácticamente 50 % de los pacientes que se autoextuban no necesitan ser de nuevo reintubados.<sup>200</sup>

Se han identificado más de 50 tests fisiológicos objetivos para predecir el destete exitoso de la ventilación mecánica,<sup>201-203</sup> pero solamente cinco de ellos (presión inspiratoria máxima, ventilación minuto, frecuencia respiratoria, volumen corriente y FR/Vt) se han considerado con suficiente valor para ser utilizados, a pesar de que ninguno de ellos ofrece un 100 % de seguridad.

El uso de algoritmos computarizados para destete, ha sido desarrollado y defendido por el grupo de Brochard y Dojat<sup>204-208</sup> y recientemente reportado en un estudio multicéntrico randomizado como beneficioso, mediante la monitorización continua de parámetros fisiológicos (FR, VT, PetCO<sub>2</sub>) y ajustes de la presión de soporte entre 2-4 cm. de H<sub>2</sub>O. Cuando una presión soporte mínima es alcanzada se ejecuta una prueba de respiración espontánea y según estos autores<sup>209</sup> éste método disminuye el tiempo de destete, la duración total de la ventilación, la estancia en UTI y en el hospital, sin eventos

adversos y sin aumentar las necesidades de reintubación. Sin embargo estos resultados no pudieron ser confirmados en otro estudio<sup>210</sup> realizado en un centro único, aunque se han encontrado diferencias metodológicas y de las características de la muestra que pueden explicar estos resultados contradictorios, a pesar de haberse utilizado el mismo protocolo de destete, asistido por computadora.<sup>211</sup>

Los protocolos de destete guiados por médicos, fisioterapeutas respiratorios y enfermeras intensivistas se han considerado útiles y capaces de disminuir el tiempo de destete, de ventilación mecánica, la estadía, las complicaciones y los costos,<sup>212</sup> pero no son de aplicación universal, ya que no siempre esos resultados son reproducibles, sobre todo en circunstancias particulares de pacientes neurocríticos, pediátricos y neonatales.<sup>213-215</sup> Las dificultades para protocolizar la evaluación del estado de conciencia han sido una de las causas principales que pueden explicar disímiles resultados. Tanto en los métodos dirigidos por computadoras, como en los protocolos de destete, como en los métodos evaluados por la experiencia de los médicos para el destete de la ventilación mecánica, se utiliza la disminución progresiva de la PEEP y de la Presión de soporte, pero se ha estudiado poco, debido a razones tecnológicas, las variaciones de la Capacidad Funcional Residual (CFR) durante el proceso de destete; el trabajo de Herman Heise y colaboradores<sup>216</sup> sobre un pequeño grupo de pacientes con pulmones normales que fueron operados de cirugía cardíaca, pudo demostrar que al disminuir la PEEP y al cambiar el modo de ventilación de BIPAP a CPAP, con disminución de la presión de soporte se producía una disminución progresiva

de la CFR, que él atribuyó a desreclutamiento alveolar o a disminución de la sobre distensión pulmonar.

#### **III.4.4. Otros factores influyentes en el destete de la ventilación mecánica.**

También se ha estudiado el impacto de la sedación sobre el tiempo y facilidad del destete y el uso de la dexametasona u otros esteroides en la disminución del estridor post extubación en pacientes con factores de riesgo.<sup>217-219</sup> Se ha descrito la producción de atrofia diafragmática desde las fases iniciales de la ventilación mecánica y esta ha sido asociada a stress oxidativo<sup>220-223</sup> resultando en una oxidación de las proteínas y peroxidación lipídica del diafragma la cual aparece rápidamente desde el comienzo de la ventilación mecánica<sup>224,225</sup> en unas tres a seis horas. Sin embargo, no se ha podido determinar con certeza absoluta cuáles especies reactivas del oxígeno o del nitrógeno son las responsables de esta lesión oxidativa del diafragma, aunque recientemente se ha demostrado que la ventilación mecánica prolongada provoca un aumento de la emisión de radicales libres del oxígeno por el músculo diafragmático, lo cual está relacionado con las mitocondrias de las células diafragmáticas, deprimiéndose la actividad de la compleja cadena de transporte de electrones II, III y IV en las mitocondrias diafragmáticas.<sup>226-228</sup> Estos resultados permitirán en un futuro el desarrollo de investigaciones para encontrar contramedidas terapéuticas que con el uso de antioxidantes mitocondriales permitan el retardo de la atrofia y la disfunción diafragmática durante la ventilación mecánica.<sup>229,230</sup>

La utilización de índices para predecir el éxito o no del proceder de destete no han brindado resultados seguros<sup>203</sup> algunos estudios han demostrado la utilidad del uso diario efectuado por profesionales no médicos (Kinesiólogos o enfermeras intensivistas) de algunos índices y prueba de respiración espontánea para disminuir el tiempo de destete y los costos de la ventilación<sup>184,231,232</sup> aspectos estos que sin dudas serán importantes para el futuro de la ventilación en el sentido de tener a alguien siempre al lado del enfermo (que no es precisamente el médico intensivista) capaz de evaluar constantemente las posibilidades reales de destete, para evitar así la intubación y ventilación innecesaria, que tanto cuesta en dinero y en salud, ese papel esta reservado para nuestras enfermeras intensivistas.

## CONCLUSIONES

1. A partir de una revisión de la literatura disponible y de la experiencia acumulada en nuestro país en el tema, se presenta un grupo de capítulos que forman parte de una obra de mayor magnitud, que abordan de manera sistemática, actualizada y didáctica, las condiciones clínicas y prácticas más frecuentes en la ventilación artificial mecánica en el paciente grave, como aporte concreto a la imperiosa necesidad de la formación y capacitación de los recursos humanos en esta temática, lo que debe implicar una mejoría en la calidad asistencial del paciente ventilado.
2. En consonancia con la mejor tradición clínica cubana, se han combinado armónicamente, en el abordaje de cada uno de los aspectos tratados en éste trabajo, dos fortalezas de la asistencia médica: el uso racional y eficiente de la tecnología y la integración de la teoría con la práctica.
3. La conclusión de esta obra, favorece el logro de los propósitos de la misma, como auxiliar en el aprendizaje de nuevos conocimientos sobre el tema de la ventilación mecánica, adquiridos durante su estudio y su correspondiente impacto en la calidad de la atención del paciente grave.

## **RECOMENDACIONES**

De acuerdo con la política actual de la Dirección de Ciencia y Técnica del Ministerio de Salud Pública se recomienda la utilización y generalización de esta obra en las unidades docentes y asistenciales de los diferentes niveles de atención del Sistema Nacional de Salud, que se ocupan de la atención al paciente grave, considerándola como texto básico para la formación de especialistas en medicina y enfermería intensiva y emergencias y como instrumento actualizado para propiciar la mejoría en la calidad de la atención médica al paciente grave ventilado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Camacho Assef VJ, Sosa Acosta A, Pardo Machado RA, Barredo Garcés C, Moyano Alfonso I. Temas de ventilación mecánica. Colección CDS Informática para la Salud. Libros digitales; 2004.
2. Márquez Capote E. Manual de cuidados respiratorios y ventilación mecánica; Santiago de Cuba. 2006. p.2-12
3. Caballero López A. Historia de la terapia Intensiva. En: Caballero López A. Terapia intensiva. 3<sup>ra</sup> ed. La Habana: Ecimed; 2006. p. 3-10.
4. Baker AB. Artificial respiration, the history of an idea. Med Hist. 1971;5:336-51.
5. Ojeda C, Alcocer F, Varón J, Steinbach G, de Haen A. The idea of artificial respiration. Resuscitation. 2007;75:210-12.
6. Hall M. On a new mode of effecting artificial respiration. Lancet. 1856;1:229.
7. Silvester HR. A new method of resuscitating still-born children and of restoring persons apparently drowned or dead. Br Med J.1858;2:576-9.
8. Howard B. Plain rules for restoration of persons apparently dead from drowning. New York: EB Treat & Co; 1869.
9. Bain WP. On a new and simple method of inducing artificial respiration in cases of asphyxia from drowning. Trans R Med Chir Soc.1871;6:126-8.
10. Schafer EA. Description on a simple and efficient method of performing artificial respiration in the human subjects. Med Chir Trans. 1904;87:609-23.
11. De Turck BJG. Charles Federer and his pulmoventilateur. Resuscitation. 2008;79:7-10.



12. Federer Ch. Sur une nouvelle manoeuvre de respiration artificielle combiné avec la méthode de Schaefer pour en corriger les défauts et en augmenter la valeur physiologique. Bull Acad Med. 1935;118(18):632-6.
13. Baskett TF. The Holger Nielsen method of artificial respiration. Resuscitation. 2007;74:403-5.
14. Elam JO, Brown ES, Elder JD. Artificial respiration by mouth-to-mask method: a study of the respiratory gas exchange of paralyzed patients ventilated by operator's expired air. N Engl J Med. 1954;250:749-54.
15. Safar P, Escarraga LA, Elam JO. A comparison of the mouth-to-mouth and mouth-to-airway methods of artificial respiration with the chest-pressure arm-lift methods. N Engl J Med. 1958;258:671-77.
16. Macewen W: Clinical observations on the introduction of tracheal tubes by the mouth instead of performing tracheotomy or laryngotomy. BMJ. 1880;2:122.
17. Kuhn F. Die Perorale intubation. Berlin: S Karger; 1911.
18. Northrup WP. Apparatus for artificial forcible respiration. Med Surg Resp Presby Hosp. NYC 1886;1:127.
19. Mushin WW. Thoracic anasthesia. Philadelphia: Davis; 1963.
20. Severinghaus JW, Bradley AF: Electrode for blood PO<sub>2</sub> and PCO<sub>2</sub> determination. J Appl Physiol. 1958;13:515-7.
21. Drinker P, Shaw LA. An apparatus for the prolonged administration of artificial respiration. I. A design for adults and children J. Clin Invest. 1929;7:229-32.

22. Barach AL. Recent advantages in inhalation therapy in the treatment of cardiac and respiratory disease, principles and methods. N J Med. 1937;37:1095-7.
23. Barach AL. Positive pressure respiration and its application to the treatment of acute pulmonary edema. Ann Inter Med. 1938;16:2-6.
24. Macklin MT, Macklin CC. Malignant interstitial emphysema of the lungs and mediastinum as an important occult complication in many respiratory diseases and other conditions: an interpretation of the clinical literature in the light of laboratory experiment. Medicine. 1944;23:281-352.
25. Ibsen B: The anaesthetist's viewpoint on the treatment of respiratory complications in poliomyelitis during the epidemic in Copenhagen, 1952. Proc R Soc Med. 1954;47:72-80.
26. Poisvert M. Treatment ventilatoire de l'oedeme aigu du poumon. Cah. Anesth. 1963;76:12-63.
27. Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL et al - Acute respiratory distress in adults. Lancet, 1967;12:319-323.
28. Asbaugh DG, Bigelow DB, Petty TLI. Continuous positive pressure breathing in adult respiratory distress syndrome. J Thorac Cardiol Surg. 1969;57:31.
29. Borg U, Ericsson I, Sjostrand U. High-frequency positive pressure ventilation (HFPPV): a review based upon its use during bronchoscopy and for laryngoscopy and microlaryngeal surgery under general anesthesia. Anesth Analg. 1989;59:594-603.
30. Sjostrand U. High frequency positive pressure ventilation (HFPPV): a review. Crit Care Med. 1980;8:345-64.

31. Gregory GA, Kitterman JA, Phibbs RH. Treatment of idiopathic respiratory distress syndrome with continuous positive airway pressure. *N Engl J Med.* 1971;184:1333-40.
32. Civetta JM. A simple and effective method of employing spontaneous positive pressure ventilation. *J Thorac Card Surg.* 1972;63:312.
33. Bjork VO, Engstrom CG. The treatment of ventilatory insufficiency after pulmonary resection with tracheostomy and prolonged artificial ventilation. *J Thorac Surg.* 1955;30:356-67.
34. Kirby RR, Robinson EJ, Shulz J, de Lemos R. Continuous flow as an alternative to assisted or controlled ventilation in infant. *Anesth Analg.* 1972;51:871-5.
35. Downs JB, Klein EF, Desautels D, Model JH, Kirby RR. Intermittent mandatory ventilation: a new approach for support ventilation in critically ill patients. *Resp Care.* 1973;64:331-5.
36. Hewlett AM, Platt AS, Ferry VG. Mandatory minute volume. A new concept in weaning from mechanical ventilators. *Anesth Analg.* 1977;32:163-5.
37. Reynolds AOL. Effect of alteration in mechanical ventilation settings on pulmonary gas exchanges in hyaline membrane disease. *Arch Dis Child.* 1971;46:152-9.
38. Fuelihan SF, Wilson RS, Pontoppidan H. Effect of mechanical ventilation with end-inspiratory pause on blood gas Exchange. *Anesth Analg.* 1976;55:122-30.
39. Phiel MA, Brown RS. Use of extreme position changes in acute respiratory failures. *Crit Care Med.* 1976;4:13-4.

40. Kolovow T, Gattinoni L, Tomlinson T, Pierce J. Control of breathing using an extracorporeal membrana lung. *Anesthesiology*. 1977;46:138-41.
41. Gattinoni L, Pesenti A, Mascheroni D, Marcolin R, Fumagali R, Rossi F, et al. Low frequency positive-pressure ventilation with extracorporeal CO<sub>2</sub> removal in severe acute respiratory failure. *JAMA*. 1986;256:881-6.
42. Tyler JM, Grape B. The influence of mechanical assistance to respiration on the ventilatory response to carbon dioxide in emphysema. *Am Rev Resp Dis*. 1962;86:29-36.
43. Baum M, Benzer H, Putensen C, Koller W, Putz G. Biphasic positive airways pressure (BIPAP)- a new form of augmented ventilation 1989. *Anaesthesist*. 38:452-8.
44. Downs JB, Stock MC. Airways pressure release ventilation: a new concept in ventilatory support. *Crit Care Med*. 1987;15:459-61.
45. Dreyfuss D, Soler P, Basset G. High inflation pressure pulmonary edema: respective effects of high airway pressure, high tidal volume, and positive end- expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis*. 1988;137:1159-64.
46. Dreyfuss D, Basset G, Soler P, Saumon G. Intermittent positive-pressure hyperventilation with high inflation pressure induces pulmonary microvascular injury in rats. *Am Rev Resp Dis*. 1985;132:880-4.
47. Hickling KG, Henderson SJ, Jackson R. Low mortality associated with low volume pressure limited ventilation with permissive hypercapnia in severe adult respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 1990;16:372-770.

48. Gattinoni L, Pesenti A, Avalli L, Rossi F, Bombino M. Pressure-volume curve of total respiratory system in acute respiratory failure. Computed tomographic scan study. *Am Rev Resp Dis.* 1987;136:730-6.
49. Caballero López A. La ventilation spontanee avec presión expiratoire positive (VS-PEP) – Ses effets hemodynamiques et respiratoires et son utilite dans un service de reanimation. Memoire por le titre d'Assistant etranger. Paris; 1978.
50. Simmoneau G, Caballero López A, Carlet J, Harf A, Rieuf P, Lemaire F. La ventilation spontanee avec pression positive continue (CPAP) In: Goulon-Rapin-Barois-Nouailhat. *Reanimation et Medecine d'urgence.* Expansion Scientifique. Paris; 1978. p. 110-20.
51. Hernández M. Edema pulmonar lesional [tesis]. Santa Clara: ISCM; 1979.
52. García H. Traumatismo torácico en terapia intensiva [tesis]. Santa Clara: ISCM; 1984.
53. Fabelo Turro S. Valor de la CPAP en el edema pulmonar lesional [tesis]. Santa Clara: ISCM; 1986.
54. Menéndez Menéndez J. Valor de la presión positiva espiratoria en terapia intensiva [tesis]. Santa Clara; 1986.
55. Garpestad E, Brennan J, Hill NS. Noninvasive ventilation for critical care. *Chest.* 2007;132:711-20.
56. Nava S, Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Lancet.* 2009;373:250-9.
57. Scala R, Nava S, Conti G, Antonelli M, Naldi M, Archinucci I, et al. Noninvasive versus conventional ventilation to treat hypercapnic

- encephalopathy in chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med.* 2007;33:2101-8.
58. Brochard L, Mancebo J, Wysochi M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease *N Engl J Med.* 1995;333:817-22.
  59. Kramer N, Meyer TJ, Meharg J, Cece RD, Hill NS. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;151:1799-1806.
  60. Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomized controlled trial. *Lancet.* 2000;355:1931-5.
  61. Carlucci A, Del Mastio M, Rubini F, Fracchia C, Nava S. Changes in the practice on non-invasive ventilation in treating COPD patients over 8 years. *Intensive Care Med.* 2003;29:419–25.
  62. Amato MBP, Barbas SV, Medeiros DM. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 1998;338:347-54.
  63. The acute respiratory distress syndrome network: ventilation with lower tidal volumes as compared with the traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2000;342:1301-8.
  64. Younes M. Proportional assist ventilation, a new approach to ventilatory support. theory. *Am Rev Respir Dis.* 1992;145:114-20.

65. Sinderby C, Navalesi P, Beck J. Neural control of mechanical ventilation in respiratory failure. *Nat Med.* 1999;5:1433-6.
66. Navalesi P, Costa R. New modes of mechanical ventilation: proportional assist ventilation, neurally adjusted ventilatory assist, and fractal ventilation. *Curr Opin Crit Care.* 2003;9:51-8.
67. Beck J, Brander L, Slutsky A. Non-invasive neurally adjusted ventilatory assist in rabbits with acute lung injury. *Intensive Care Med.* 2007;10:1007.
68. Suárez-Sipmann F, Pérez Márquez M, González Arenas P. Nuevos modos de ventilación: NAVA. *Med Intensiva.* 2008;32(8):398-408.
69. Mutch WAC, Eschun GM, Kowalski SE. Biologically variable ventilation prevents deterioration of gas exchange during prolonged anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2000;84:197-203.
70. Mutch WAC, Harms S, Graham MR. Biologically variable or naturally noisy mechanical ventilation recruits atelectatic lung. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;162:319-23.
71. Mutch WAC, Harms S, Lefevre GR. Biologically variable ventilation increases arterial oxygenation over that seen with positive end-expiratory pressure alone in a porcine model of acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2000;28:2457-64.
72. Caballero López A. Epidemiología y prevalencia de la ventilación mecánica en Cuba [tesis]. Santa Clara: ISCM; 2008.
73. Shumaker G, Hill NS. Utilization of critical care resources is increasing – are we ready? *J Intensive Care Med.* 2006;21:191.

74. Carson SS, Cox CE, Holmes GM, Howard A, Carey TS. The changing epidemiology of mechanical ventilation: a population-based study. *J Intensive Care Med.* 2006;21:173.
75. Frutos F, Ferguson ND, Esteban A. Epidemiología de la ventilación mecánica. En: Dueñas C, Ortiz G, González MA. Ventilación mecánica. Aplicación en el paciente crítico. Bogotá: Guadalupe; 2003.
76. Needham DM, Bronskill SE, Sibbald WJ. Mechanical ventilation in Notario. 1992-2000. Incidence, survival and hospital bed utilization of non cardiac surgery adult patients. *Crit Care Med.* 2004;32:1504-9.
77. Zilberberg MD, Luippod RS, Sulsky S, Shorr AF. Prolonged acute mechanical ventilation, hospital resource utilization and mortality in the United States. *Crit. Care Med.* 2008;36(3):724-30.
78. Wind J, Versteegt J, Twisk J, van der Werf Tjip S, Bindels Alexander JGH, Spijkstra JJ, et al. Epidemiology of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome in the Netherlands. *Respir Med.* 2007;101:2091-8.
79. Angus DC, Shorr AF, White A, Dremsizov TT, Schmitz R, Kelley MA. On behalf on the committee on manpower for pulmonary and critical care societies (COMPACS) critical care delivery in the United States. Distribution of services and compliance with leapfrog recommendations. *Crit Care Med.* 2006;34(4):1016-24.
80. González Gómez JA, Caballero López A, Bécquer García E, López Ortega M, Suárez Prieto DW, Castro Alós M. Análisis comparativo de la morbimortalidad de la aplicación de la ventilación artificial mecánica en dos cuatrienios en el servicio de terapia intensiva. II Symposium



Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara; 2005. ISBN: 959-7158-39-6

81. Frutos Vivar F, Ferguson ND, Esteban A. Mechanical ventilation: quo vadis? *Int Care Med.* 2009;35:775-8.
82. Pelayo E, Guzmán E. Organización y normas de funcionamiento de una sala de terapia intensiva. *Rev Cubana Pediatr.* 1969;41:79-86.
83. Caballero López A. Terapia intensiva. 3<sup>ra</sup> ed [monografía en Internet]. La Habana: Ecimed; 2006 [citado 9 Jul 2008]. Disponible en:  
[http://www.bvs.sld.cu/libros\\_texto/terapia\\_intensiva02/indice\\_p.htm](http://www.bvs.sld.cu/libros_texto/terapia_intensiva02/indice_p.htm)
84. Rabel Hernández S. Normas de terapia intensiva. La Habana: Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas; 1977.
85. Caballero López A, Font Gutiérrez N. Ventilación artificial. Conceptos básicos. En: Caballero López A, Hernández Rodríguez HP. Terapia intensiva vol.1. La Habana: Ecimed; 1989.
86. Schulz P, Schuster HP. Insuficiencia respiratoria aguda, ventilación mecánica. En: Scholmerich P, Schuster HP, Schonborn Baum PP. Cuidados intensivos en medicina. 2<sup>da</sup> ed. La Habana: Científico Técnica; 1983.
87. Shulman M. Cuidados respiratorios del postoperatorio. En: Goldin MD. Cuidados intensivos en el paciente quirúrgico. La Habana: Científico Técnica; 1984.
88. Herden HN, Lawin P. Respiración artificial. En: Lawin P. Cuidados intensivos. 4<sup>ta</sup> ed. La Habana: Científico Técnica; 1983. p. 268-325.
89. Lovesio C. Cuidados intensivos. La Habana: Científico Técnica; 1986.

90. Spencer GT. Respiración artificial. En: Davidson WC. Anestesiología vol.1. 4<sup>ta</sup> ed. La Habana: Científico Técnica; 1985. p. 277-323.
91. Atkinson RS, Rushman GB, Lee JA. Anestesia. La Habana: Científico Técnica; 1983.
92. Collins V. Anestesiología. La Habana: Científico Técnica; 1984.
93. Caballero López A. Terapia intensiva 2<sup>da</sup> ed [CD-ROM]. La Habana: Informática para la Salud; 2003.
94. Caballero López A. Terapia intensiva vol.1. 3<sup>ra</sup> ed. La Habana: Ecimed; 2006.
95. Caballero López A. Terapia intensiva vol.2. 3<sup>ra</sup> ed. La Habana: Ecimed; 2008.
96. Caballero López A. Terapia intensiva vol.3. 3<sup>ra</sup> ed. La Habana: Ecimed; 2009.
97. Caballero López A. Terapia intensiva vol.4. 3<sup>ra</sup> ed. La Habana: Ecimed; 2009. (En prensa).
98. Fabelo Turro S, Caballero López A. Neumoperitoneo como complicación de la ventilación mecánica. Rev Cubana Cir. 1985;24(5):490-5.
99. Caballero López A. VPI con predominio unilateral y mala respuesta a la PEEP. Rev Medicentro. 1992;144:53-9.
100. Castro Alós M. El índice Px como predictor del destete de la ventilación mecánica [tesis]. Santa Clara: ISCM; 2006.
101. Castro Alós MG, Domínguez Perera MA, Alegret Rodríguez M, Caballero López A, Bonachea Machado O, González Gómez JA. El índice Px como parámetro predictor del destete de la ventilación mecánica. II Symposium

Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara; 2005: ISBN: 959-7158-39-6

102. Domínguez Perera M, Caballero López A, Bécquer García E, López Ortega M, Valledor Tristán R, Caballero Font A. El índice Px. Otro parámetro de evaluación de la oxigenación. Rev Med Intensiva Emerg. 2002;1(1):181-235.
103. Caballero Font AD. La PEEP en terapia intensiva [tesis]. Santa Clara: ISCM; 2008.
104. Esteban A, Anzueto A, Alia I. For the mechanical ventilation international group. How is mechanical ventilation employed in the Intensive Care Unit? An international utilization review. Am J Resp Crit Care Med. 2000;161:1450-8.
105. Herrera Cartaya C, Caballero López A, Bécquer García E. Ventilación protectora en el ARDS. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara; 2005:
106. Goligher E, Ferguson ND. Mechanical ventilation: epidemiological insights into current practices. Curr Opin Crit Care. 2009;15(1):44-51.
107. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, et al. Mechanical ventilation international study group characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. JAMA. 2002;287:345-55.
108. Philipp GH, Metnitz BM, Rui P, Moreno PB, del Sorbo L, Christoph Hoermann, et al. Ranieri on behalf of the SAPS 3. Investigators epidemiology of mechanical ventilation: analysis of the SAPS 3 Data base. Intensive Care Med. 2009;35:816-25.

109. Needham DM, Bronskill SE, Calinawan JR. Projected incidence of mechanical ventilation in Ontario to 2026: preparing for the aging baby boomers. *Crit Care Med.* 2005;33:574-9.
110. Zilberberg MD, de Wit M, Pirone JR, Shorr AF. Growth in adult prolonged acute mechanical ventilation: implications for healthcare delivery. *Crit Care Med.* 2008;36:1451-5.
111. Behrendt CE. Acute respiratory failure in the United States: incidence and 31- day survival. *Chest.* 2000;118:1100-5.
112. Kahn JM, Goss CH, Heagerty PJ. Hospital volume and the outcomes of mechanical ventilation. *N Engl J Med.* 2006;355:41-50.
113. Needham DM, Bronskill SE, Rothwell DM. Hospital volume and mortality for mechanical ventilation of medical and surgical patients: a population based analysis using administrative data. *Crit Care Med.* 2006;34:2349-54.
114. Kahn JM. Volume, outcome, and the organization of intensive care. *Crit Care.* 2007;11:129-32.
115. Kahn JM, Linde-Zwirble WT, Wunsch H. Potential value of regionalized intensive care for mechanically ventilated medical patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2008;177:285-91.
116. Pinto Coelho Duarte Damasceno M, Cid MND, Paulo César SP, Souza PAC, Queiroz Cardoso LT, Gomes Amaral JL, et al. Ventilação mecânica no Brasil. Aspectos epidemiológicos. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2006;18(3):219-28.
117. Caballero López A, Caballero Font A, Caballero Font JA, Bécquer García E. Epidemiología de la ventilación mecánica en Cuba. Año 2004. II

- Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos.  
Santa Clara; 2005. ISBN: 959-7158-39-6
118. Caballero López A, Caballero Font A, Caballero Font JA, Castañeda Casarvilla L. Prevalencia de la ventilación mecánica en Cuba, Estudio de 1 día. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara; 2005. ISBN: 959-7158-39-6
119. Caballero López A. Epidemiología y prevalencia de la ventilación mecánica en Cuba [tesis]. Santa Clara: ISCM; 2008.
120. Alonso Marino AL, Cuellar Pérez JC, Santana Santana C, Ramírez Méndez M, Castañeda Casarvilla L. Ventilación mecánica en UTI. 15 años de experiencia. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara; 2005. ISBN: 959-7158-39-6
121. Luhr Owe R, Antonsen K, Karlson M, Pardal S, Thorsteinsson A, Foster Claes G. Bonde Jan and te ARF study group incidence and mortality after acute respiratory failure and acute respiratory syndrome in Sweden, Denmark and Iceland. *Am J Resp Crit Care Med.* 1999;59(6):1849-61.
122. Lewandosky K, Metz J, Deutschmann C. Incidence, severity and mortality of acute respiratory failure in Berlin, Germany. *Am J Resp Crit Care Med.* 1995;151:1121-5.
123. Rubenfeld Gordon D, Caldwell Ellen, Peabody Eve, Weaver Jim, Martin Diane P, Neff Margaret. Stem Eric J and Houdson Leonard D. Incidence and outcomes of Acute Lung Injury. *New Rngl J Med.* 2005; 353(16): 1685-93.
124. Vasylyev S, Schaap RN, and Mortensen JD. Hospital survival rates of patients with acute respiratory failure in modern respiratory intensive care

- units. An international multicenter prospective study. *Chest*. 1995;107:1083-8.
125. Carlucci A., Richard J, Wysocky M, Lepage E, Brochard L. DSRLF Collaborative Group on mechanical ventilation. Non invasive vs conventional mechanical ventilation. An epidemiological survey. *Am J Resp Crit Care Med*. 2001;163:874-80.
126. González Mendoza A, Miranda Lorenzo D, Ocampo Trueba JA, Medina Merino C, González Prats I y Ayala Sierra JL. Valor de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en la mortalidad en pacientes bajo ventilación mecánica prolongada. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos Santa Clara; 2005. ISBN: 959-7158-39-6
127. Esteban A, Anzueto A, Alía I. For the mechanical ventilation international group. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Resp Crit Care Med*. 2000;161:1450-8.
128. Desmond DW, Moroney JT, Paik MC, Sano M, Mohr JP, Aboumatar S, et al. Frequency and clinical determinants of dementia after ischemic stroke. *Neurology* 2000;54:1124-31.
129. Schielke E, Bush MA, Hildenhagen T, Holtkamp M, Küchler I, Harms. Functional, cognitive and emotional long term outcome of patients with ischemic stroke requiring mechanical ventilation *Neurol* 2005;252:648-54.
130. Berrouschot J, Rossler A, Koster J, Schneider D. Mechanical ventilation in patients with hemispheric ischemic stroke. *Crit Care Med*. 2000;28:2956-61.

131. Burtin P, Bollaert PE, Feldmann L, Nace L, Lelarge Ph, Bauer P, et al. Prognosis stroke patients undergoing mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 1994;20:32-6.
132. **Caballero López A.** Limitación terapéutica en cuidados intensivos. Trabajo para el mínimo de problemas filosóficos de la ciencia del doctorado en ciencias médicas. Santa Clara; 2008.
133. Brun-Buisson C, Minelli C, Bertolini G, Brazzi L, Pimentel J, Lewandowski K, et al. Epidemiology and outcome of acute lung injury in European intensive care. *Intensive Care Med.* 2004;30:51-61.
134. Jácome Ruiz R, Roura Carrasco J, Betancourt Cervantes JR, Ferrer Martín Y. Soporte ventilatorio en la unidad de cuidados intensivos. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos, Santa Clara; 2005. ISBN: 959-7158-39-6
135. Bersten AD, Edibam C, Hunt T, Moran J. Incidence and mortality of acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome in three Australian States. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;165:443-8.
136. Roupie E, Lepage E, Wysocki M, Fagon JY, Chastre J, Dreyfuss D, et al. Prevalence, etiologies and outcome of the acute respiratory distress syndrome among hypoxemic ventilated patients. SRLF Collaborative Group on Mechanical Ventilation. Societe de Reanimation de Langue Francaise. *Intensive Care Med.* 1999;25:920-9.
137. Garpestad E, Brennan J, Hill NS. Noninvasive ventilation for critical care. *Chest.* 2007;132:711-20.

138. Schettino G, Altobelli N, Kacmarek RM. Noninvasive positive pressure in acute respiratory failure outside clinical trial: experience at the Massachusetts General Hospital. *Crit Care Med.* 2008;36:441-7.
139. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, Hill NS. Does noninvasive positive pressure ventilation improve outcome in acute hypoxemic respiratory failure? A systematic review. *Crit Care Med.* 2004;32:2516-23.
140. Pedersen T, Dyrland Pedersen B, Møller AM. Oximetría de pulso para la monitorización perioperatoria (Cochrane Review). In: *La Biblioteca Cochrane Plus*, Issue 3, 2008. Oxford: Update Software.
141. Rice TW, Wheeler AP, Bernard GR, Hayden DL, Schoenfeld DA, Ware LB. Comparison of the SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> Ratio and the PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio in patients with acute Lung Injury or ARDS. *Chest.* 2007;132:410-17.
142. Khemani RG, Patel NR, Bart III RD, Newt CJL. Comparison of the pulse oximetric saturation/fraction of inspired oxygen ratio in children and the PaO<sub>2</sub>/fraction of inspired oxygen. *Chest.* 2009;135:662-8.
143. Khemani RG, Markovitz BP, Curley MAQ. Selection of positive end expiratory pressure (PEEP) and fraction of inspired oxygen for mechanically ventilated children without an arterial line. *Pediatr Crit Care Med.* 2007;8(suppl):A232.
144. Khemani RG, Bart RD, Newth CJL. Correlation between Spo<sub>2</sub>/Fio<sub>2</sub> ratio and Pao<sub>2</sub>/Fio<sub>2</sub> ratio in children at risk for acute lung injury (ALI) or acute respiratory distress syndrome (ARDS) Presented at: 17th Annual Pediatric Critical Care Colloquium; February 20–22/2008 Whistler, BC, Canada.



145. Pandharipande PP, Shintani AK, Hagerman H, et al: Derivation and validation of  $SpO_2/FiO_2$  ratio in the respiratory component of the sequential organ failure assessment score. *Crit Care Med.* 2009;37:1317-21.
146. MacIntyre, N. Pulse oximetry in critical care scoring systems. *Critical Care Med.* 2009;37(4):1505-6.
147. Feldman Z, Robertson CS. Monitoring of cerebral hemodynamics with jugular bulb catheters. *Crit Care Clin.* 1997;13:51–77.
148. Stocchetti N, Paparella A, Bridelli F, Bacchi M, Piazza P, Zuccoli P. Cerebral venous oxygen saturation studied with bilateral samples in the internal jugular veins clinical study. *Neurosurgery.* 1994;34:38-43.
149. Macmillan CSA, Andrews PJD. Cerebrovenous oxygen saturation monitoring: practical considerations and clinical relevance. *Intensive Care Med.* 2000;26:1028–36.
150. De Deyne C, Decruyenaere J, Calle P. Analysis of very early jugular bulb oximetry data after severe head injury: implications for the emergency management? *Eur J Emerg Med.* 1996;3:69-72.
151. Gopinath SP, Robertson CS, Contant CF. Jugular venous desaturation and outcome after head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1994;57:717-23.
152. Davis K, Hurst JM, Branson RD. High frequency percussive ventilation. *Probl Respir Care.* 1989;2:39–47.
153. Freitag L, Long WM, Kim CS. Removal of excessive bronchial secretions by asymmetric high-frequency oscillations. *J Appl Physiol.* 1989;67:614-19.

154. Hurst JM, Branson RD, DeHaven CB. The role of high-frequency ventilation in post-traumatic respiratory insufficiency. *J Trauma.* 1987;27:236-42.
155. Lentz CW, Peterson HD. Smoke inhalation is a multilevel insult to the pulmonary system. *Curr Opin Pulm Med.* 1997;3:221-6.
156. Reper P, Dankaert R, van Hille F. The usefulness of combined high-frequency percussive ventilation during acute respiratory failure after smoke inhalation. *Burns.* 1998;24:34-8.
157. Reper P, Wibaux O, van Laeke P. High frequency percussive ventilation and conventional ventilation after smoke inhalation: A randomised study. *Burns.* 2002;28:503-8.
158. Velmahos GC, Chan LS, Tatevossian R. High-frequency percussive ventilation improves oxygenation in patients with ARDS. *Chest.* 1999;116:440-6.
159. Lucangelo U, Zin WA, Antonaglia V. High-frequency percussive ventilation during surgical bronchial repair in a patient with one lung. *Br J Anaesth.* 2006;96:533-6.
160. Tsuruta R, Kasaoka S, Okabayashi K. Efficacy and safety of intrapulmonary percussive ventilation superimposed on conventional ventilation in obese patients with compression atelectasis. *J Crit Care.* 2006;1:328-32.
161. Natale JE, Pfeifle J, Homnick DN. Comparison of intrapulmonary percussive ventilation and chest physiotherapy. *Chest.* 1994;105:1789-93.

162. Homnick DN, White F, de Castro C. Comparison of effects of an intrapulmonary percussive ventilator to standard aerosol and chest physiotherapy in treatment of cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 1995;20:50-5.
163. Toussaint M, De Win H, Steens M. Effect of intrapulmonary percussive ventilation on mucus clearance in Duchenne muscular dystrophy patients: a preliminary report. *Respir Care.* 2003;48:940-7.
164. Deakins K, Chatburn RL. A comparison of intrapulmonary percussive ventilation and conventional chest physiotherapy for the treatment of atelectasis in the pediatric patients. *Respir Care.* 2002;47:1162-7.
165. Antonaglia V, Lucangelo U, Zin WA. Intrapulmonary percussive ventilation improves the outcome of patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease using a helmet. *Crit Care Med.* 2006;34:2940-5.
166. Lucangelo U, Antonaglia V, Zin WA, Confalonieri M, Borelli M, Columban M, et al. High-frequency percussive ventilation improves perioperatively clinical evolution in pulmonary resection clinical investigations. *Crit Care Med.* 2009;37(5):1663-9.
167. Langenderfer B. Alternatives to percussion and postural drainage. A review of mucus clearance therapies: percussion and postural drainage, autogenic drainage, positive expiratory pressure, flutter valve, intrapulmonary percussive ventilation, and highfrequency chest compression with the therapy vest. *J Cardiopulm Rehabil.* 1988;18:283-9.
168. Burns KEA, Adhikari NKJ, Meade MO. Ventilación con presión positiva no invasiva como estrategia de desconexión para adultos intubados con

- insuficiencia respiratoria (Cochrane Review). In: La Biblioteca Cochrane Plus. Issue 3, Oxford; 2008.
169. Meade M, Guyatt G, Sinuff T, Griffith L, Hand L, Toprani G, et al. Trials comparing alternative weaning modes and discontinuation assessments. *Chest*. 2001;120:425S-37.
170. Burns KEA, Adhikari NKJ, Meade MO. A meta-analysis of noninvasive weaning to facilitate liberation from mechanical ventilation. *Can J Anesth*. 2006;53:305-15.
171. Udwadia ZF, Santis GK, Steven MH, Simonds AK. Nasal ventilation to facilitate weaning in patients with chronic respiratory insufficiency. *Thorax*. 1992;47:715-8.
172. Goodenberger DM, Couser JI, May JJ. Successful discontinuation of ventilation via tracheostomy by substitution of nasal positive pressure ventilation. *Chest*. 1992;102:1277-9.
173. Restricker LJ, Scott AD, Ward EM, Fenech RO, Cornwell WE, Wedjicha JA. Nasal intermittent positive-pressure ventilation in weaning intubated patients with chronic respiratory disease from assisted intermittent positive pressure ventilation. *Respir Med*. 1993;87:199-204.
174. Gregoretta C, Beltrame F, Lucangelo U, Burbi L, Conti G, Turello M, et al. Physiologic evaluation of noninvasive pressure support ventilation in trauma patients with acute respiratory failure. *Intensive Care Med*. 1998;24:785-90.
175. Kilger E, Briegel J, Haller M, Frey L, Schelling G, Stoll C, et al. Effects of noninvasive positive pressure ventilatory support in non-COPD patients

- with acute respiratory insufficiency after early extubation. *Intensive Care Med.* 1999;25:1374-80.
176. Nava S, Ambrosino N, Clini E, Prato M, Orlando G, Vitacca M, et al. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 1998;128:721-8.
177. Girault C, Daudenthun I, Chevron V, Tamion F, Leroy J, Bonmarchand G. Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic respiratory failure: a prospective, randomized controlled study. *American Journal of Respiratory and Crit Care Med.* 1999;160:86-92.
178. Hill NS, Lin D, Levy M, O'Brien A, Klinger J, Houtchens J, et al. Noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) to facilitate extubation after acute respiratory failure: a feasibility study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161:B18.
179. Chen J, Qiu D, Tao D. Time for extubation and sequential noninvasive mechanical ventilation in COPD patients with acute exacerbated respiratory failure who received invasive ventilation. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi.* 2001;24:99-100.
180. Ferrer M, Esquinas A, Arencibia F, Bauer TT, González G, Carrillo A, et al. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168:70-6.
181. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure inpatients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173:164-70.

182. Trevisan CE, Vieira SR, and the Research Group in Mechanical Ventilation Weaning. Noninvasive mechanical ventilation may be useful in treating patients who fail weaning from invasive mechanical ventilation: a randomized clinical trial. *Critical Care*. 2008;12:R51.
183. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin MJ. Modes of mechanical ventilation and weaning. A national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest*. 1994;106:1188-93.
184. Nevins M, Epstein SK. Predictors of outcome for patients with COPD requiring invasive mechanical ventilation. *Chest*. 2001;119:1840-9.
185. Ely EW, Meade MO, Haponik EF, Kollef MH, Cook DJ, Guyatt GH, et al. Mechanical ventilator weaning protocols driven by nonphysician health-care professionals. Evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2001;120:454S-63S.
186. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Kelly PT, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Eng J Med*. 1996;335:1864-9.
187. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P, St. John RE, Prentice D, Sauer S, et al. A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 1997;25:567-74.
188. Marelich GP, Murin S, Battistella F, Inciardi J, Vierra T, Roby M. Protocol weaning of mechanical ventilation in medical and surgical patients by respiratory care practitioners and nurses. Effect on weaning time and incidence of pneumonia. *Chest*. 2000;118:459-67.

189. Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernández R, Solsona JF, Vallverdu I, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156:459-65.
190. Esteban A, Alia I, Tobin MJ, Gil A, Gordo F, Vallverdu I, et al. Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:512-8.
191. Perren A, Domenighetti G, Mauri S, Genini F, Vizzardì N. Protocol-directed weaning from mechanical ventilation; clinical outcome in patients randomized for a 30-minute or 120-minute trial with pressure support ventilation. *Intensive Care Med.* 2002;28:1058-63.
192. Nava S. Noninvasive techniques of weaning from mechanical ventilation. *Monaldi Arch Chest Dis.* 1998;53:355-7.
193. Ferrer M, Bernadich O, Nava S, Torres A. Noninvasive ventilation after extubation and mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2002;19:959-65.
194. De Bold AJ, Borenstein HB, Veress AT. A rapid and potent natriuretic response to intravenous injection of atrial myocardial extract in rats. *Life Sci.* 1981;28:89-94.
195. Sudoh T, Kangawa K, Minamino N. A new natriuretic peptide in porcine brain. *Nature.* 1988;332:78–81.
196. Grasso S, Leone A, De Michele M. Use of N-terminal pro-brain natriuretic peptide to detect acute cardiac dysfunction during weaning failure in difficult-to-wean patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med.* 2007;35:96–105.

197. Dessap, AM, Brochard L. B-Type Natriuretic Peptide and Weaning From Mechanical Ventilation. *Clin Pulmonary Med.* 2009;16(2):89-94.
198. Mekontso-Dessap A, De Prost N, Girou E. B-type natriuretic peptide and weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2006;32:1529-36.
199. Chien JY, Lin MS, Huang YC. Changes in B-type natriuretic peptide improve weaning outcome predicted by spontaneous breathing trial. *Crit Care Med.* 2008;36:1421-26.
200. Boles JM, Bion J, Connors A. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007;29:1033-56.
201. Mion LC, Minnick AF, Leipzig R. Patient-initiated device removal in intensive care units: a national prevalence study. *Crit Care Med.* 2007;35:2714-20.
202. Epstein SK. Weaning parameters. *Respir Care Clin N Am* 2000;6:253-301.
203. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW Jr. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest.* 2001;120:375S-95S.
204. Meade M, Guyatt G, Cook D. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest.* 2001;120:400S-24S.
205. Dojat M, Brochard L, Lemaire F, Harf A. A knowledge-based system for assisted ventilation of patients in intensive care units. *Int J Clin Monit Comput* 1992;9:239-50.



206. Dojat M, Harf A, Touchard D, Laforest M, Lemaire F, Brochard. Evaluation of a knowledge-based system providing ventilatory management and decision for extubation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;153:997-1004.
207. Dojat M, Pacht F, Guessoum Z, Touchard D, Harf A, Brochard L. Neo Ganesh: a working system for the automated control of assisted ventilation in ICU. *Artif Intell Med.* 1997;11:97-117.
208. Dojat M, Harf A, Touchard D, Lemaire F, Brochard L. Clinical evaluation of a computer-controlled pressure support mode. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161:1161-6.
209. Dojat M, Brochard L. Knowledge-based systems for automatic ventilatory management. *Respir Care Clin N Am.* 2001;7:379–396.
210. Lellouche F, Mancebo J, Jolliet P. A multicenter randomized trial of computer-driven protocolized weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;174:894-900.
211. Rose L, Presneill JJ, Johnston L. A randomised, controlled trial of conventional versus automated weaning from mechanical ventilation using Smart Care trade mark/PS. *Int Care Med* 2008; 34:1788-95.
212. Franco L. Weaning: can the computer help? *Int Care Med.* 2008;34:1746-8.
213. Kollef E, Blackwood M, Alderdice B, Burns F, Cardwell K, Lavery C, et al. Protocolized vs non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: cochrane review protocol. *J Adv Nurs.* 2009;65(5):957-64.

214. Krishnan JA, Moore D, Robeson C. A prospective, controlled trial of a protocol-based strategy to discontinue mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;169:673-8.
215. Namen AM, Ely EW, Tatter SB. Predictors of successful extubation in neurosurgical patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163:658-64.
216. Randolph AG, Wypij D, Venkataraman ST. Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children: a randomized controlled trial. *J Am Med Assoc.* 2002; 288:2561-8.
217. Hermann H, Beate SA, Heringlake M, Torsten M, Wolfgang E. Changes in functional residual capacity during weaning from mechanical ventilation: a pilot study. *Anesth Analg.* 2009;108(3):911-5.
218. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (awakening and breathing controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet.* 2008;371:126-34.
219. Francois B, Bellissant E, Gissot V. 12-h pretreatment with methylprednisolone versus placebo for prevention of postextubation laryngeal edema: a randomised double-blind trial. *Lancet.* 2007;369:1083-9.
220. Lee C-H, Peng M-J, Wu C-L. Dexamethasone to prevent postextubation airway obstruction in adults: a prospective, randomized, double-blind controlled study. *Crit Care.* 2007;11:R72.
221. Zergeroglu MA, McKenzie MJ, Shanely RA, Van Gammeren D, De Ruisseau KC, Powers SK. Mechanical ventilation-induced oxidative stress in the diaphragm. *J. Appl. Physiol.* 2003;95:1116-24.

222. McClung JM, Whidden MA, Kavazis AN, Falk DJ, Deruisseau KC, Powers SK. Redox regulation of diaphragm proteolysis during mechanical ventilation. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2008;294:R1608-17.
223. Betters JL, Criswell DS, Shanely RA, Van Gammeren D, Falk D, Deruisseau KC, et al. Trolox attenuates mechanical ventilation-induced diaphragmatic dysfunction and proteolysis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;170:1179-84.
224. Powers SK, Kavazis AN, De Ruisseau KC. Mechanisms of disuse muscle atrophy: role of oxidative stress. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2005;288:R337-44.
225. Powers SK, Kavazis AN, De Ruisseau KC. Mechanisms of disuse muscle atrophy: role of oxidative stress. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2005;288:R337-44.
226. Powers SK, Kavazis AN, McClung JM. Oxidative stress and disuse muscle atrophy. *J Appl Physiol*. 2007;102:2389-97.
227. Kavazis AN, Talbert EE, Smuder AJ, Hudson MB, Nelson WB, Powers SK. Mechanical ventilation induces diaphragmatic mitochondrial dysfunction and increased oxidant production. *Free Radic Biol Med*. 2009;46:842-50.
228. Muller FL, Song W, Jang YC, Liu Y, Sabia M, Richardson A, Van Remmen H. Denervation-induced Skeletal muscle atrophy is associated with increased mitochondrial ROS production. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2007;293:R1159-68.

229. Schonfeld P, Wojtczak L. Fatty acids as modulators of the cellular production of reactive oxygen species. *Free Radic Biol Med.* 2008;45:231-41.
230. Maes K, Testelmans D, Powers S, Decramer M, Gayan-Ramirez G. Leupeptin inhibits ventilator-induced diaphragm dysfunction in rats. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;175:1134-8.
231. McClung JM, Kavazis AN, De Ruisseau KC, Falk DJ, Deering MA, Lee Y, et al. Caspase-3 regulation of diaphragm myonuclear domain during mechanical ventilation-induced atrophy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;175:150-9.
232. Koch RL. Therapist driven protocol: a look back and moving into the future. *Crit Care Clin.* 2007;23:149-59.
233. Eskandar N, Apostolakos MJ. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Clin.* 2007;23:263-74

**ANEXO 1: PRODUCCION CIENTIFICA Y PUBLICACIONES DEL AUTOR  
RELACIONADOS CON EL TEMA TRATADO**

**Tesis de grado ejecutadas, tutoradas o asesoradas para obtener el titulo de especialista de 1er grado.**

1. **Caballero López A.** La ventilation spontanee avec presión expiratoire positive (VS-PEP) – Ses effets hemodynamiques et respiratoires et son utilite dans un service de Reanimation. Memoire por le titre d’Assistant etranger 1978. Paris. France
2. Edema pulmonar lesional (Anestesiologia) (1979). Dr. Miguel Hernandez  
**Tutor: Dr. Armando Caballero López**
3. Traumatismo Torácico en terapia intensiva (Cirugía) (1984). Dr. Héctor García. **Tutor: Dr. Armando Caballero López.**
4. Valor de la CPAP en el edema pulmonar lesional (Anestesiología)(1986)  
Dr. Servando Fabelo Turro. **Tutor: Dr. Armando Caballero López**
5. Status Asmático en terapia intensiva (Medicina Interna) (1989). Dr. Orlando Torres. **Tutor: Dr. Armando Caballero López**
6. Valor de la presion positiva espiratoria en terapia intensiva (Anestesiología) (1986). Dr. Jorge Menéndez Menéndez. **Tutor: Dr. Armando Caballero López**
7. ARDS en terapia intensiva (Medicina Intensiva)(2004). Dr. Carlos Herrera Cartaza. **Tutor: Dr. Armando Caballero López.**
8. La PEEP en terapia intensiva (Medicina Intensiva/2008). Dr. Armando David Caballero Font. **Tutor: Dr. Armando Caballero López.**

9. El índice Px como predictor del destete de la ventilación mecánica (Medicina Intensiva 2006). Dr. Marcos G. Castro Alos. **Asesor: Dr. Armando Caballero López.**
10. Complicaciones tardías de la intubación prolongada (Otorrinolaringología 1998). Dra. Carmen. **Asesor: Dr. Armando Caballero López.**

## Publicaciones en revistas y cd-room

1. **Caballero López A** e Iturralde Espinosa A. Cuidados intensivos del Traumatismo Toracico. Actualidad en terapia intensiva.1984. Tomo 1. CNICM. Ciudad de la Habana
2. Simmoneau G, **Caballero López A**, Carlet J, Harf A, Rieuf P et Lemaire F. La ventilation spontanee avec pression positive continue (CPAP) In: Goulon-Rapin-Barois-Nouailhat. Reanimation et Medecine d'urgence 1978. Expansion Scientifique. Paris France : 110-120
3. Fabelo Turro S y **Caballero López A**. Neumoperitoneo como complicación de la ventilación mecánica. Rev Cub Cir 1985;24(5):490-95.
4. VPI con predominio unilateral y mala respuesta a la PEEP. Rev. Medicentro
5. Domínguez Perera M, **Caballero López A**, Bécquer García E, López Ortega M, Valledor Tristá R y Caballero Font A. El Índice Px. Otro parámetro de evaluación de la Oxigenación. Rev de Medicina Intensiva y Emergencia 2002;1(1).
6. González Gómez José Antonio; **Caballero López Armando**; Bécquer García Elías; López Arteaga Mauro;W Suárez Prieto David y Castro Alois Marcos. Análisis comparativo de la morbimortalidad de la aplicación de la Ventilación Artificial Mecánica en dos cuatrienios en el Servicio de terapia intensiva. II Symposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005: ISBN: 959-7158-39 5.

7. **Caballero López Armando**, Historia de la terapia intensiva. En: Caballero López A. "TERAPIA INTENSIVA" Tomo I. Ciencias Médicas. La Habana. 2006
8. **Caballero López Armando** y Hernández Abilio. Avances recientes en ventilación mecánica (Curso Precongreso) II Symposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005: ISBN: 959-7158-39 5.
9. **Caballero López Armando**, Santos Pérez Luis A, Bécquer García E. Domínguez Perera Mario A. Actualización en ARDS (Curso Precongreso). II Symposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005: ISBN: 959-7158-39 5.
10. **Caballero López Armando**. ¿PEEP alta o baja? Debate. II Symposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005
11. Volfredo Camacho Assef. **Comité de consenso:**  
**Ciudad Habana:** Dr Álvaro Sosa Acosta; Dr José Santos Gracia; Dr Armando Pardo Núñez; Dr Rafael Fernández Morán; Dr Abilio Hernández García; Dr Armando Elías González Rivera; Dra Dalily Druyet Castillo; Dr Wilfredo Hernández Pedroso, Nora Lim Alonso; Dr Alexis Martínez Valdés; Dr Wilfredo Armesto Coll; Dra Yoselín Santos Domínguez. **Habana Campo:** Dr. Ramón García Hernández. **Matanzas:** Dr Eloy Lázaro Calcines Sánchez; Dr. Carlos Sarduy Ramos. **Cienfuegos:** Dr Gabriel Rodríguez Suárez. **Villa Clara:** **Dr. Armando Caballero López;** Dr. Luís Alberto Santos Pérez; Dr Elías Bécquer García; Dr Mario Domínguez Pereda; Dr. José Antonio González Gómez; Dr Roberto Valledor Tristá; Dr



Mauro López Ortega. **Sancti Spíritus:** Dr Ramón Guardiola Brizuela.  
**Ciego de Ávila:** Dr Julio Guirola de la Parra, Dr Nuria Iglesias Almanza,  
Dra Carmen Barredo Garcés; Dr Léster Armando Quintana Durán.  
**Camagüey:** Dr Hubiel López Delgado. **Holguín:** Dr Pura C. Avilés Cruz, Dr  
Bernardo Fernández Chelala, Dr Fabián Fernández Chelala; Dr Idaer M.  
Batista Ojeda.

**Colaboradores:**

**Ciudad Habana:** Dr. José Ernesto Matamoros Díaz, Dr Marisol Expósito  
Hernández, Dra Martha Ortiz Montoso; Dr Domingo Martínez Hedman.  
**Habana Campo:** Dra. Marlem Sosa García, Dr. Félix Figueredo González,  
Dr. Didier Galindo Roque. **Matanzas:** Dr Leonardo Rodríguez Montesino.  
**Ciego de Ávila:** Dr. Arcides Varela Valdés; Dr. Reniel Antonio Pardo  
Machado; Dr. Iván Moyano Alfonso; Dr. Jorge Pérez Parrado; Dr. Héctor  
Morales Martínez; Dr Fernando Trujillo Sánchez; Dr Heliodoro Alberto  
Pérez Gutiérrez; Dr José Aquiles Camejo Pérez; Dra Cristina de la Caridad  
Martín Blanco; Dr Andrés León Pujalte; Dr Héctor Daniel Muarra Álvarez;  
Dr Carlos Alberto Rojas Borroto. **Camagüey:** Dr Carlos Sarduy Ramos, Dr  
Raúl Koelig Padrón, Dr Carlos Enrique Arévalo Tan, Dr. Fidel A. Rivero  
Truit **Granma:** Dr. Manuel Ecurrída Bárzaga. **Santiago de Cuba:** Juan E.  
Yara Dao. **Guantánamo:** **Angola:** Dr Argelio Jiménez Pérez. **Bostwana:**  
Dr Juan Carlos Moré Rodríguez. Dr Luís Felipe Nicot.. Introduccion a la  
redefinicion de consenso nacional. Rev. Cubana de medicina Intensiva y  
Emergencia 2004; 3(3):ISSN 1810-2352

12. Volfredo Camacho Assef.

**Comité de consenso:**

**Ciudad Habana:** Dr Álvaro Sosa Acosta; Dr José Santos Gracia; Dr Armando Pardo Núñez; Dr Rafael Fernández Morán; Dr Abilio Hernández García; Dr Armando Elías González Rivera; Dra Dalily Druyet Castillo; Dr Wilfredo Hernández Pedroso, Nora Lim Alonso; Dr Alexis Martínez Valdés; Dr Wilfredo Armesto Coll; Dra Yoselín Santos Domínguez. **Habana Campo:** Dr. Ramón García Hernández. **Matanzas:** Dr Eloy Lázaro Calcines Sánchez; Dr. Carlos Sarduy Ramos. **Cienfuegos:** Dr Gabriel Rodríguez Suárez. **Villa Clara:** Dr. Armando Caballero López; Dr. Luís Alberto Santos Pérez; Dr Elías Bécquer García; Dr Mario Domínguez Pereda; Dr. José Antonio González Gómez; Dr Roberto Valledor Tristá; Dr Mauro López Ortega. **Sancti Spíritus:** Dr Ramón Guardiola Brizuela. **Ciego de Ávila:** Dr Julio Guirola de la Parra, Dr Nuria Iglesias Almanza, Dra Carmen Barredo Garcés; Dr Léster Armando Quintana Durán. **Camagüey:** Dr Hubiel López Delgado. **Holguín:** Dr Pura C. Avilés Cruz, Dr Bernardo Fernández Chelala, Dr Fabián Fernández Chelala; Dr Idaer M. Batista Ojeda.

**Colaboradores:**

**Ciudad Habana:**, Dr. José Ernesto Matamoros Díaz, Dr Marisol Expósito Hernández, Dra Martha Ortiz Montoso; Dr Domingo Martínez Hedman. **Habana Campo:** Dra. Marlem Sosa García, Dr. Félix Figueredo González, Dr. Didier Galindo Roque. **Matanzas:** Dr Leonardo Rodríguez Montesino. **Ciego de Ávila:** Dr. Arcides Varela Valdés; Dr. Reniel Antonio Pardo Machado; Dr. Iván Moyano Alfonso; Dr. Jorge Pérez Parrado; Dr. Héctor Morales Martínez; Dr Fernando Trujillo Sánchez; Dr Heliodoro Alberto Pérez Gutiérrez; Dr José Aquiles Camejo Pérez; Dra Cristina de la Caridad

Martín Blanco; Dr Andrés León Pujalte; Dr Héctor Daniel Muarra Álvarez; Dr Carlos Alberto Rojas Borroto. **Camagüey:** Dr Carlos Sarduy Ramos, Dr Raúl Koelig Padrón, Dr Carlos Enrique Arévalo Tan, Dr. Fidel A. Rivero Truit **Granma:** Dr. Manuel Ecurrída Bárzaga. **Santiago de Cuba:** Juan E. Yara Dao. **Guantánamo: Angola:** Dr Argelio Jiménez Pérez. **Bostwana:** Dr Juan Carlos Moré Rodríguez. Dr Luís Felipe Nicot. Síndrome de Insuficiencia pulmonar aguda (SIRPA). Rev. Cubana de Medicina Intensiva y Emergencia 2004; 3(3).ISSN 1810-2352

13. **Caballero López A.** La presión positiva continua de las vías aéreas. CPAP y sus variantes. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005: ISBN: 959-7158-39 5.
14. Herrera Cartaya C, **Caballero López A** y Bécquer García E;. Ventilación protectora en el ARDS. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005: ISBN: 959-7158-39 5.
15. Castro Alos Marcos G, Domínguez Perera Mario A, Alegret Rdríguez Milagros, **Caballero López A**, Bonachea Machado y González Gómez José A. El índice Px como parámetro predictor del destete de la ventilación mecánica. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005: ISBN: 959-7158-39 5.
16. **Caballero López A**, Caballero Font A, Caballero Font JA y Bécquer García E. Epidemiología de la ventilación mecánica en Cuba. Año 2004. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005: ISBN: 959-7158-39 5.
17. **Caballero López A**, Caballero Font A, Caballero Font JA y Castañeda

Casarvilla L. Prevalencia de la ventilación mecánica en Cuba, Estudio de 1 día. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005: ISBN: 959-7158-39 5.

18. **Caballero López A**, Caballero Font A, Caballero Font JA y Domínguez Perera M. El ventilador Evita 4. Opiniones de los intensivistas cubanos. II Simposium Internacional de ventilación mecánica y gases sanguíneos. Santa Clara 2005. ISBN: 959-7158-39 5.

19. López Ortega M, Santos Pérez LA, Domínguez Perera M, **Caballero López A**, Bécquer García E y Valledor Trista R. Neumonía nosocomial en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Arnaldo Milián Castro. Medicentro 2003;7 (Supl 1).

20. **Caballero López A**. Epidemiología y prevalencia de la ventilación mecánica en Cuba. Tesis para optar por el título de Master en Ciencias en Urgencias Médicas. 2008. Tutor. MsC Dr. Mario Domínguez Perera. ISCM-VC. Santa Clara

## **Trabajos no publicados presentados en eventos de distinta categoría**

### **INTERNACIONALES**

1. Avances recientes en ventilación artificial 1983
2. Muertes x estado de mal asmático. Análisis de los fallecidos en una UTI 1988
3. Simulador del Servo ventilador Servo 900 C 1992
4. Ventilación en cuidados intensivos (MR) 1998
5. Sedacion y analgesia en el paciente ventilado grave (MR) 2003
6. Dilemas ventilatorios en la UTI (C) 2003
7. Métodos de reclutamiento en el pulmón lesionado (MR) 2004
8. Ventilacion artificial en el paciente neurológico grave (S) 2004
9. La Ventilación mecánica en Cuba (MR), La ventilación mecánica en terapia intensiva del adulto. 2007
10. Actualización en ventilación mecánica en cuidados intensivos (MR) 2009
11. Resultados de la encuesta nacional de ventilación mecánica 2010

### **NACIONALES**

1. Papel e indicaciones actuales de la CPAP en el grave 1981
2. Papel de la PEEP en el ARDS (Conferencia) 1989

### **PROVINCIALES**

1. Un nuevo método de ventilación en la IRA 1979

2. Nuestra experiencia en la utilización de la CPAP en terapia intensiva 1979
3. Causas de muerte del status asmático en terapia intensiva 1979
4. Asistencia ventilatoria en el tratamiento del status asmático En la UTI 1979
5. La CPAP en la IRA 1981
6. La ventilación artificial en terapia intensiva 1981
7. Recuperación de la función respiratoria después de la cirugía del abdomen superior 1986
8. Avances en ventilación mecánica (Conferencia) 1997
9. Nuevas modalidades de la ventilación pulmonar (Conferencia) 1998
10. Diagnostico y complicaciones de la intubación endotraqueal prolongada 1998
11. La ventilación artificial mecánica. Algunas consideraciones actualizadas (Conferencia) 1999
12. El índice Px y la ventilación (Conferencia) 1999
13. Ventilación mecánica artificial (Conferencia) 2000.
14. El ventilador ideal. Que tienen y que le falta a los nuestros (C) 2001
15. Actualización en ventilación Mecánica 2007