

## TRABAJOS ORIGINALES

Hospital Militar central Dr. "Luis Díaz Soto".  
La Habana. Cuba.



### PROPUESTA DE ALGORITMOS PARA LA VENTILACIÓN MECÁNICA EN LAS ÁREAS INTENSIVAS MUNICIPALES Y LOS CENTROS DE DIAGNÓSTICO INTEGRAL

### PROPOSAL OF ALGORITHMS FOR THE MECHANICAL VENTILATION IN THE INTENSIVE MUNICIPAL AREAS AND THE CENTERS OF INTEGRAL DIAGNOSIS

MSc. Dr. Mario Santiago Puga Torres<sup>1</sup>, MSc. Dr. Jaime Parellada Blanco<sup>2</sup>, MSc. Dr. Wilfredo Hernández Pedroso<sup>2</sup>, Dr. Fidel Pérez Pérez<sup>3</sup>, Dr. Andrés Quiñones Zamora<sup>3</sup>, Dr. Lázaro Oscar Ruiz Suárez<sup>4</sup>.

---

#### Resumen

**Introducción:** El plan de estudio de la carrera de medicina no contempla la adquisición de conocimientos sobre la ventilación mecánica por lo que los médicos están en desventaja cuando se deben enfrentar a este tipo de pacientes, ya sea en las áreas intensivas municipales en nuestro país o formando parte de una misión internacionalista, por ejemplo los centros de diagnóstico integral en Venezuela.

**Objetivo:** Proponer algoritmos (guías prácticas) para la aplicación de la ventilación mecánica en las áreas intensivas municipales y los centros de diagnóstico integral.

**Método:** Estudio de tipo desarrollo que incluyó una amplia revisión bibliográfica y la creación de un grupo de expertos que hizo 16 recomendaciones en base a 5 bloques de preguntas que el autor consideró necesarias responder para enfrentar a un paciente ventilado. **Resultados:** Se confeccionaron 5 algoritmos o guías prácticas, resultado de novedosas publicaciones, las guías basadas en la evidencia, las recomendaciones del grupo de expertos y el resultado de nuestras propias investigaciones e incluyeron: Inicio de la ventilación mecánica, ventilación con el "MARK" en el área intensiva municipal, ventilación con el "SAVINA" en el CDI, guía práctica para el paciente que "lucha" (desadaptación) con el respirador y un algoritmo para la retirada de la ventilación.

**Conclusiones:** Los algoritmos propuestos constituyen una herramienta de alto valor para facilitar el manejo de los pacientes ventilados en dichas unidades.

**Palabras clave:** ventilación mecánica, algoritmo, guías prácticas.

## ABSTRACT

**Introduction:** The plan of study of the career of medicine doesn't contemplate the acquisition of knowledge on the mechanical ventilation for that reason the doctors are in disadvantage when they should face this type of patients, either in the intensive municipal areas in our country or being part of an internationalist mission, for example the centers of integral diagnosis in Venezuela. **Objective:** Proposing algorithms practical guides for the application of the mechanical ventilation in the intensive municipal areas and the centers of integral diagnosis. **Method:** Study of development type that included a wide bibliographical revision and the creation of a group of experts that did 16 recommendations based on 5 blocks of questions that the author considered necessary to respond in order to face a ventilated patient. **Results:** They were made 5 algorithms or practical guides, result of new publications, the guides based on the evidence, the recommendations of the group of experts and the result of our own investigations and they included: Beginning of the mechanical ventilation, ventilation with the "MARK" in the intensive municipal area, ventilation with the "SAVINA" in the centers of integral diagnosis, practical guide for the patient that "fights against" the adaptation with the breather and an algorithm for the withdrawal of the ventilation. **Conclusions:** The proposed algorithms constitute a tool of high value in order to facilitate the handling of the ventilated patients in such units.

**Key Words:** mechanical ventilation, algorithm, practical guides.

---

<sup>1</sup> Máster en Urgencias Médicas, Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Especialista de Primer Grado en Medicina Interna. Asistente.

<sup>2</sup> Máster en Urgencias Médicas, Especialista de Segundo Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Especialista de Primer Grado en Medicina Interna. Auxiliar.

<sup>3</sup> Especialista de Primer Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Especialista de Primer Grado en Medicina General Integral. Instructor.

<sup>4</sup> Especialista de Primer Grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Especialista de primer Grado en Medicina General Integral.

**Correspondencia:** [mariospuga@infomed.sld.cu](mailto:mariospuga@infomed.sld.cu).

---

## Introducción

Debido a la revolución en la salud que significó el surgimiento de las áreas intensivas municipales (AIM) y la construcción de los centros de diagnóstico integral (CDI) en Venezuela; todo lo relacionado con la adquisición de conocimientos en "Urgencias", el modo de empleo del equipamiento y la introducción de diferentes técnicas, ha tomado una importancia capital.

El área intensiva municipal es la unidad asistencial de atención inicial al paciente con compromiso vital, situada en un policlínico, dotada con equipamiento de vía aérea con ventilación mecánica artificial (cuyo respirador fundamental es el "MARK 7"), monitorización hemodinámica no invasiva, desfibrilador y medicamentos para la atención de este tipo de paciente, su función principal es la de acercar la atención especializada al paciente grave al lugar de los sucesos, realizando todos los procedimientos médicos.

Venezuela y Cuba han ido avanzando en sus relaciones y comenzaron a dar pasos para una verdadera integración de los dos pueblos latinoamericanos. En el año 2005 se inauguraron los primeros 30 centros de diagnóstico integral<sup>1</sup> y hoy son ya más de 400.

Los CDI se encuentran dentro de la llamada Misión Barrio Adentro 2 y cuentan con varios servicios incluidos de emergencias, brindando atención inmediata para afecciones que pongan en riesgo la vida y está constituida por las áreas de urgencia, apoyo vital, quirófano y terapia intensiva (cuyo respirador fundamental es el "SAVINA"). La ventilación mecánica (VM) le permite al médico tratar con éxito la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) y mantener al paciente con vida, pero se asocia a numerosas complicaciones que pueden amenazarla.<sup>2</sup> Un mal manejo de la ventilación mecánica, no solo puede producir al paciente consecuencias graves sobre su sistema respiratorio, sino que también pueden ocasionarle graves trastornos hemodinámicos y como consecuencia de ello afectarse todo el organismo.<sup>3</sup> La VM se asocia a importantes complicaciones, entre las que se encuentran la producción o perpetuación de lesión pulmonar aguda (LPA) y la producción de lesión de órganos a distancia mediante la liberación de mediadores inflamatorios a la circulación sistémica desde el tejido pulmonar dañado (biotrauma) lo que colabora en el mantenimiento del síndrome de disfunción múltiple orgánica.<sup>4</sup>

Entre los mecanismos que pueden producir lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI) se encuentran: las elevadas fracciones inspiradas de oxígeno (daño pulmonar por oxígeno), la excesiva presión en la vía aérea (barotrauma) que produce edema perivascular y alveolar, la sobredistensión pulmonar por volumen (volutrauma) y las lesiones por bajo volumen total (atelectrauma) que se produce por el mecanismo de cierre y reapertura cíclica de las unidades alveolares cerradas.<sup>5</sup>

En los finales del siglo XX dos grandes estudios multicéntricos<sup>2,6</sup> analizaron un grupo de aspectos relacionados con la VM, específicamente las indicaciones, los modos de ventilación, los parámetros de ventilación y los métodos de "weaning". En diciembre del 2001, un colectivo de la American College of Chest Physicians<sup>7</sup> publicó en la revista Chest una revisión de centenares de artículos científicos e hicieron recomendaciones basadas en la evidencia para la retirada del soporte ventilatorio.

En los últimos años ha cobrado fuerza la publicación de artículos de consenso<sup>8,9</sup> y guías clínicas basadas en la evidencia<sup>7,10</sup>. Por tanto, conocer ¿cómo iniciar la ventilación mecánica?, ¿qué parámetros utilizar de acuerdo a los ventiladores disponibles?, ¿qué conducta seguir con el paciente que "lucha", o sea, desadaptado al respirador? y ¿cuándo y cómo suspender la ventilación mecánica?, son algunas de las interrogantes que debe enfrentar el médico que ejerce en las unidades de atención al grave. Por otra parte, el plan de estudio de la carrera de medicina no contempla la adquisición de conocimientos sobre la ventilación mecánica, por lo que los médicos están en desventaja cuando se deben enfrentar a este tipo de pacientes.

Para compensar esta situación, se han creado diplomados que "tocan" el aspecto teórico pero muy someramente el aspecto práctico de la VM, por tal motivo los autores se propusieron, teniendo en cuenta todas estas consideraciones, volcar su experiencia en el manejo de los respiradores que, como parte del módulo asignado, se encuentran en dichas áreas y centros de atención intensivas y mediante la confección de algoritmos (guías prácticas) abordar los aspectos fundamentales de la VM.

### **Objetivo General**

Proponer algoritmos (guías prácticas) para la aplicación de la ventilación mecánica en las áreas intensivas municipales y los centros de diagnóstico integral.

### **Objetivos Específicos**

1. Recomendar por parte de un grupo de expertos los aspectos que se deben incluir en el manejo de la ventilación mecánica a nivel de las áreas intensivas municipales y los centros de diagnóstico integral.
2. Confeccionar algoritmos que aborden los aspectos prácticos de la ventilación mecánica con los respiradores "MARK" y "SAVINA".

### **Material y método**

Para cumplir con los objetivos propuestos se realizó un estudio de tipo desarrollo. Se hizo una amplia revisión bibliográfica por vía Infomed donde los autores buscaron en Medline, Google, Embase Health Star y Cochrane Controlled Trials Registry. Se revisó desde el año 1995 hasta el 2010, tomando como palabras claves y suscriptores los siguientes: mechanical ventilation, ventilación mecánica, insuficiencia respiratoria aguda, protocolos y guías basadas en la evidencia. Se creó un grupo de expertos para hacer recomendaciones en base a un grupo de preguntas considerados por el autor como necesarias responder para ventilar a los pacientes el área intensiva municipal y en el centro de diagnóstico integral de acuerdo a los respiradores allí existentes.

Criterios de inclusión: Se incluyeron todos los estudios de pacientes que habían recibido ventilación mecánica mediante un protocolo, ya sea el tradicional u otras propuestas, incluso aquellos dirigidos por personal no médico.

Se consideró recomendaciones de tipo relevantes, las provenientes de estudios randomizados o controlados no randomizados. Se examinó además las listas de referencias de los artículos incluidos por posibles citas potencialmente importantes.

Criterios de exclusión: Se excluyeron los estudios que reportaban hallazgos fisiológicos exclusivos, por no cumplir con el requisito de constituir protocolos aplicados a pacientes.

Conformación del grupo experto: Se invitó a participar en la elaboración de los algoritmos a un total de 12 médicos, que fueron escogidos en base a la categoría docente y a la experiencia en el tema, 8 de ellos son especialistas en cuidados críticos, de los cuales 3 se han dedicado al tema de la ventilación mecánica.

Se realizó una convocatoria de especialistas en la que se discutieron todos los temas previamente seleccionados, estos se presentaron en 5 bloques de preguntas: ¿Cómo iniciar la ventilación mecánica?, ¿Cuáles experiencias transmitir en la ventilación de los pacientes con el respirador "MARK"?, ¿Qué conocimientos transmitir para la ventilación de los pacientes con el ventilador "SAVINA" en el centro de diagnóstico Integral?, ¿Qué conducta seguir ante un paciente que "lucha" con el respirador? y ¿Cómo enfrentar el proceso de retirada de la VM de acuerdo a los criterios actuales?.

Tras la discusión se elaboró un documento de recomendaciones que fue enviado de vuelta al grupo para su revisión y presentación final. Entre las principales recomendaciones se señalaron:

- Clasificar la insuficiencia respiratoria aguda en ventilatoria e hipoxémica.
- Señalar los modos de ventilación y los parámetros respiratorios para iniciar la VM, de acuerdo al equipo de respiración y con el objetivo de evitar el daño producido por la ventilación mecánica.
- Indicar la necesidad de ventilar en base a objetivos ventilatorios para evitar el volutrauma, barotrauma, atelectrauma y la toxicidad por oxígeno.
- Señalar las desventajas del "MARK" pues no posee alarmas y en ocasiones no tiene botón de PEEP.
- Dar una breve explicación de cómo trabajar con el "MARK", coordinando las palancas de presión y sensibilidad con los botones de flujo inspiratorio y tiempo espiratorio.
- Señalar las características generales del "SAVINA". Explicar los modos de ventilación y sus ventajas.
- Explicar cómo empezar y continuar la ventilación con el "MARK" y el "SAVINA" teniendo en cuenta los trastornos en la ventilación o la oxigenación.
- Indicar como ir reduciendo el soporte ventilatorio hasta la retirada de la VM.
- Indicar la conducta a seguir ante un paciente con compromiso brusco de la ventilación/oxigenación (desadaptación)
- Dar una breve explicación sobre los aspectos a considerar cuando la causa está en el paciente.
- Explicar la conducta a seguir cuando la causa está en el respirador.
- Hacer énfasis que en ocasiones es necesario sedar o aliviar el dolor y solo en última instancia relajar al paciente.
- Señalar que el principal criterio para iniciar la retirada de la VM es la mejoría de la causa que motivó la misma.
- Enfatizar la necesidad de evaluar diariamente la función pulmonar del paciente para determinar, lo más rápidamente posible, cuando está listo para ser sometido a una prueba de ventilación espontánea (PVE).
- Indicar como ir reduciendo la ventilación de acuerdo al modo empleado.
- Señalar la necesidad de hacer una PVE. Explicar los modos y los criterios de interrupción de la prueba.

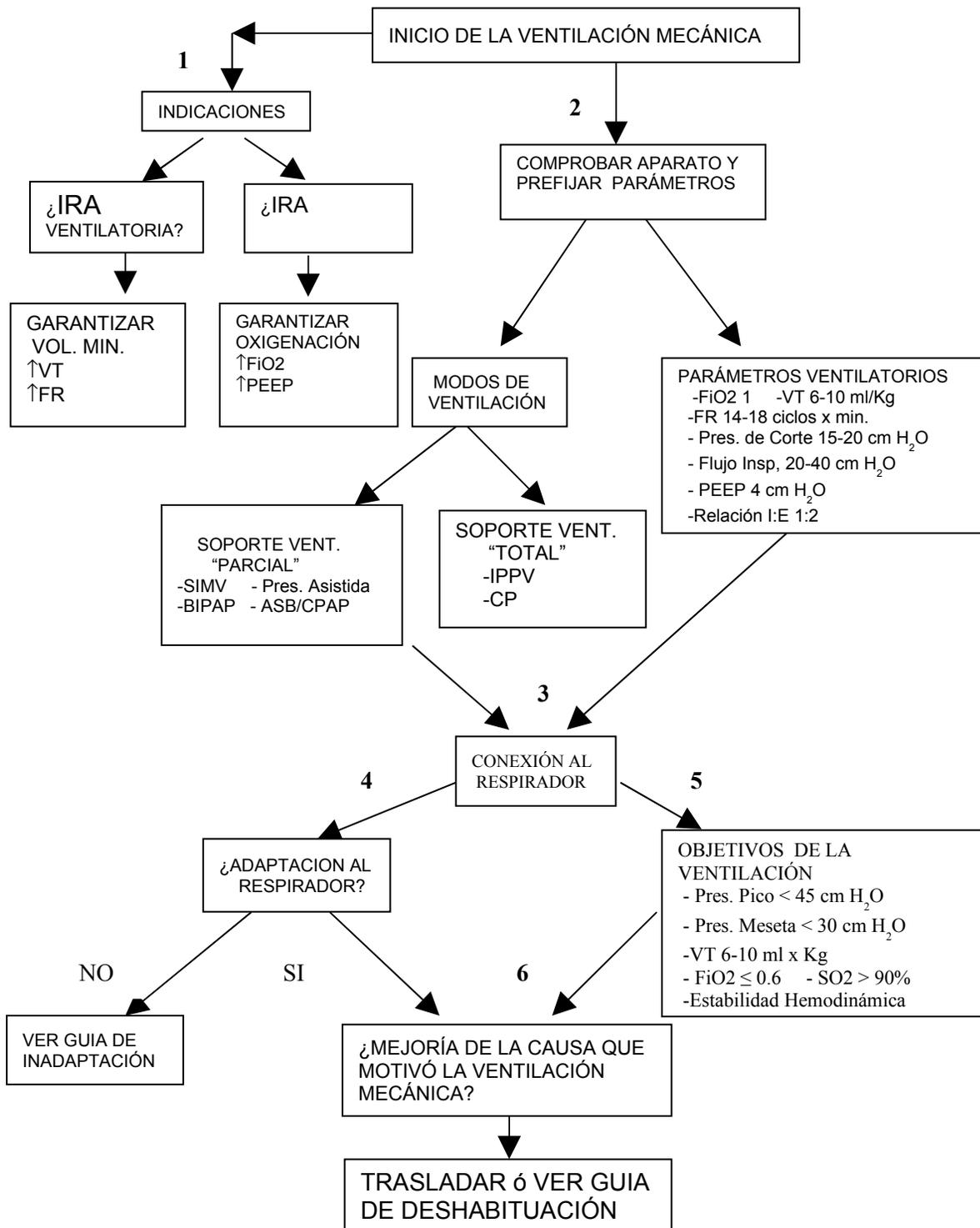
Por último, en base a estas recomendaciones y a la literatura consultada, los autores confeccionaron los algoritmos que fueron enviados nuevamente al Grupo de Expertos donde fueron finalmente aprobados.

### **Análisis y discusión de los resultados**

Para dar respuesta a la necesidad de conocimientos sobre ventilación mecánica que representó la creación de las áreas intensivas municipales y los centros de diagnóstico integral, al tenerse que enfrentar médicos noveles a equipos de respiración artificial para los cuales no estaban preparados, y teniendo en cuenta los aspectos que un grupo de expertos consideró fundamentales que estos debían conocer al afrontar a un paciente ventilado, los autores confeccionaron cinco guías prácticas o algoritmos que contenían las principales cuestiones (tabla 1).

**Tabla 1. Algoritmos (guías prácticas) para la ventilación mecánica en las áreas intensivas municipales y los centros de diagnóstico integral**

- 1- Algoritmo general. Inicio de la ventilación mecánica.
- 2- Ventilación con "MARK" en las áreas intensivas municipales (AIM).
- 3- Ventilación con "SAVINA" en los centros de diagnóstico integral (CDI).
- 4- Algoritmo para la desadaptación de la ventilación mecánica.
- 5- Algoritmo para la retirada de la ventilación mecánica.



**Fig. 1. GUIA PRÁCTICA (ALGORITMO) PARA EL INICIO DE LA VENTILACION MECANICA CON LOS RESPIRADORES "SAVINA" O "MARK"**

Actualmente hay consenso en que los protocolos y algoritmos deben constituir la principal herramienta para cumplir el objetivo de disminuir la letalidad y morbilidad durante la atención a los pacientes y elevar la calidad de la asistencia médica.

El primer algoritmo trata del inicio de la ventilación mecánica, es una guía general y da respuesta a: ¿cómo enfrentar la insuficiencia respiratoria aguda?, ¿con qué modo ventilatorio comenzar?, ¿qué parámetros respiratorios utilizar? y ¿qué objetivos perseguir con la VM? (Fig. 1).

La ventilación mecánica es un método terapéutico eficaz, pero produce efectos secundarios nocivos. Además, la necesidad de establecer una vía aérea artificial para su aplicación y mantenimiento, tiene como consecuencia el desarrollo de una gran variedad de complicaciones que, según reportes,<sup>2,5</sup> se presentan entre el 30 y 70 % de los enfermos sometidos a este proceder.

En el año 2002, el grupo internacional para el estudio de la ventilación mecánica dirigido por Esteban<sup>2</sup> publicó un estudio multicéntrico prospectivo que incluyó 1638 pacientes que recibieron VM por más de 12 horas en 412 unidades de cuidados intensivos (UCIs) de 20 países, distribuidos en América del Norte, Latinoamérica y Europa. Enfocado en las indicaciones para el inicio de la ventilación mecánica, los modos y principales parámetros ventilatorios, y los métodos de deshabitación o retirada del respirador. En 2008, el Grupo Chileno para el Estudio de la Ventilación Mecánica<sup>11</sup> publicó el primer estudio multicéntrico chileno que analizaba las características de los pacientes que recibían VM y los factores asociados a la mortalidad en 19 UCIs de 9 ciudades chilenas, Según estas investigaciones las indicaciones para el inicio de la VM fue consistente de país a país. La principal indicación fue la insuficiencia respiratoria aguda (66 %), seguida por la exacerbación aguda de la EPOC (13 %), el coma (10 %) y los trastornos neuromusculares (10 %).

En relación a los modos de ventilación, el trabajo publicado por el Mechanical Ventilation International Study Group<sup>6</sup> comprobó que el modo asistido/controlado (A/C) fue el más usado internacionalmente en el 47 % del total. Sin embargo, Chile y Argentina lo hacían en 72 y 68 % respectivamente, mientras Canadá y Uruguay en 34 y 25 %. En segundo lugar estuvo el modo SIMV+PS en 25 % mientras que los modos menos usados fueron el soporte de presión (PS) solo 15 % y la ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV) solo 6 %.

Mayor consistencia fue reportada en la selección del volumen tidal (VT) para el inicio de la ventilación mecánica (7 a 10 ml por Kg), la frecuencia respiratoria (FR) 14 a 18 respiraciones por minuto y la presión inspiratoria (P Insp.) 26 a 30 cm de H<sub>2</sub>O en el modo A/C. Mientras que en el modo de presión soporte o en el de respiración espontánea asistida (ASB), la media fue de 18 cm de H<sub>2</sub>O, el VT medio de 7 ml por Kg y la FR de 22 por minuto (18 a 26). La presión positiva al final de la espiración (PEEP) no fue empleada en 31 % de los pacientes al inicio de la VM pero en aquellos en que se puso una PEEP inicial, la media fue de 5 cm de H<sub>2</sub>O (4 a 6).

Los autores finalmente decidieron recomendar comenzar con los modos asistidos/controlados para detectar el esfuerzo ventilatorio del paciente y evitar la atrofia por desuso, o ventilar con modos controlados por presión y sobre todo aquellos que permitan utilizar un único modo hasta el destete (Ej. BIPAP). Si se escoge el modo controlado por volumen hacerlo con la limitación de la presión para evitar el daño pulmonar por sobrepresión (barotrauma). Además, recomendaron no utilizar volúmenes tidales mayores de 10 ml por Kg debido a las lesiones por sobredistensión (volutrauma),

ni tampoco menores de 5 ml por Kg para evitar el cierre y apertura de unidades alveolares colapsadas (atelectrauma) y utilizar los mayores volúmenes recomendados en pacientes con pulmones previamente sanos y los menores (5-6 ml por Kg) en pacientes con daño pulmonar agudo (DPA) o síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) basados en los criterios y las investigaciones que a continuación se exponen: Estudios de cohorte<sup>5,10</sup> sugieren que la VM con VT altos pueden causar o contribuir al desarrollo de lesión pulmonar aguda (VILI) en el paciente crítico que no tenían DPA/SDRA al inicio de la VM. Además, Gajic y cols.<sup>12</sup> presentaron los resultados de un análisis multivariado de regresión logística en una base de datos que incluía a 3261 pacientes en VM y demostraron que es aplicable la teoría de la VILI y el biotrauma a pacientes que precisan VM y no tienen daño pulmonar agudo o distrés respiratorio agudo al inicio de la misma.

El trabajo de Determann R y cols.<sup>13</sup> que compararon la ventilación con volúmenes tidales bajos (5-6 ml/Kg) y altos (10 ml/Kg) demostró que: la VM con volúmenes tidales altos en pacientes sin DPA se asoció con producción sostenida de citoquinas medidas en el plasma, contribuyendo al desarrollo de la lesión pulmonar y que el uso de volúmenes tidales bajos, no se asoció con necesidades elevadas de sedación o uso de vasopresores ni con requerimientos de una PEEP más elevada o con aumento adicional de la  $FiO_2$ .

Debido a que actualmente a los pacientes se les ventila en base a objetivos de la ventilación, los autores consideraron necesario incluir este acápite en el algoritmo general y para ello se basaron en diferentes investigaciones<sup>3,5,10</sup> que analizaron el daño pulmonar producido por la VM. Se recomendó como objetivo de la ventilación, además del VT de 6-10 ml/Kg ya analizado, una presión máxima (P. máx) en la vía aérea no mayor de 40 cm de  $H_2O$  y fundamentalmente mantener una Presión de Meseta por debajo de 30 cm de  $H_2O$ , esta es la presión intraalveolar y la verdadera capaz de producir barotrauma, mientras que la presión máxima es la suma de la presión necesaria para abrir la vía aérea mas la presión alveolar. También, se escogió como objetivo mantener una  $FiO_2$  (fracción inspirada de oxígeno) igual o inferior a 0.6, pues se señala<sup>5,14</sup> que una  $FiO_2$  superior a esta es capaz de producir toxicidad por oxígeno. Además, se escogió lograr una saturación de la oxihemoglobina ( $SaO_2$ ) superior al 90 % ya que, de acuerdo a la curva de disociación de la oxihemoglobina, esta es capaz de asegurar una buena oxigenación.

Los autores decidieron confeccionar un algoritmo para el manejo de los ventiladores de la serie MARK principalmente el MARK 7 pues es el ventilador que está en el módulo de las áreas intensivas municipales (Fig. 2).

El MARK 7 es un ventilador presiométrico puro que tiene grandes posibilidades de producir hipo o hiperventilación pues el volumen administrado depende de la compliance y resistencia de la vía aérea del paciente (presión constante, volumen variable) por lo que es necesario añadirle un espirómetro si queremos conocer los volúmenes administrados. Como desventaja adicional carece de sistemas de alarma, por lo que requiere una vigilancia permanente por parte del binomio médico-enfermera. Además, el médico debe acostumbrarse al "sonido del respirador" pues cada vez que se desplaza la palanca de presiones debe ajustarse el botón de flujo. Según la experiencia de los autores en el manejo de este tipo de ventilador se recomendó comenzar con una presión de corte de 15 a 20 cm de  $H_2O$ , que debe administrar un volumen tidal de 450 a 500 ml, y un flujo inspiratorio de 15 cm de  $H_2O$ , que se logra

movilizando el botón de flujo inspiratorio en contra de las manecillas del reloj hasta que la flecha quede “hacia arriba”.

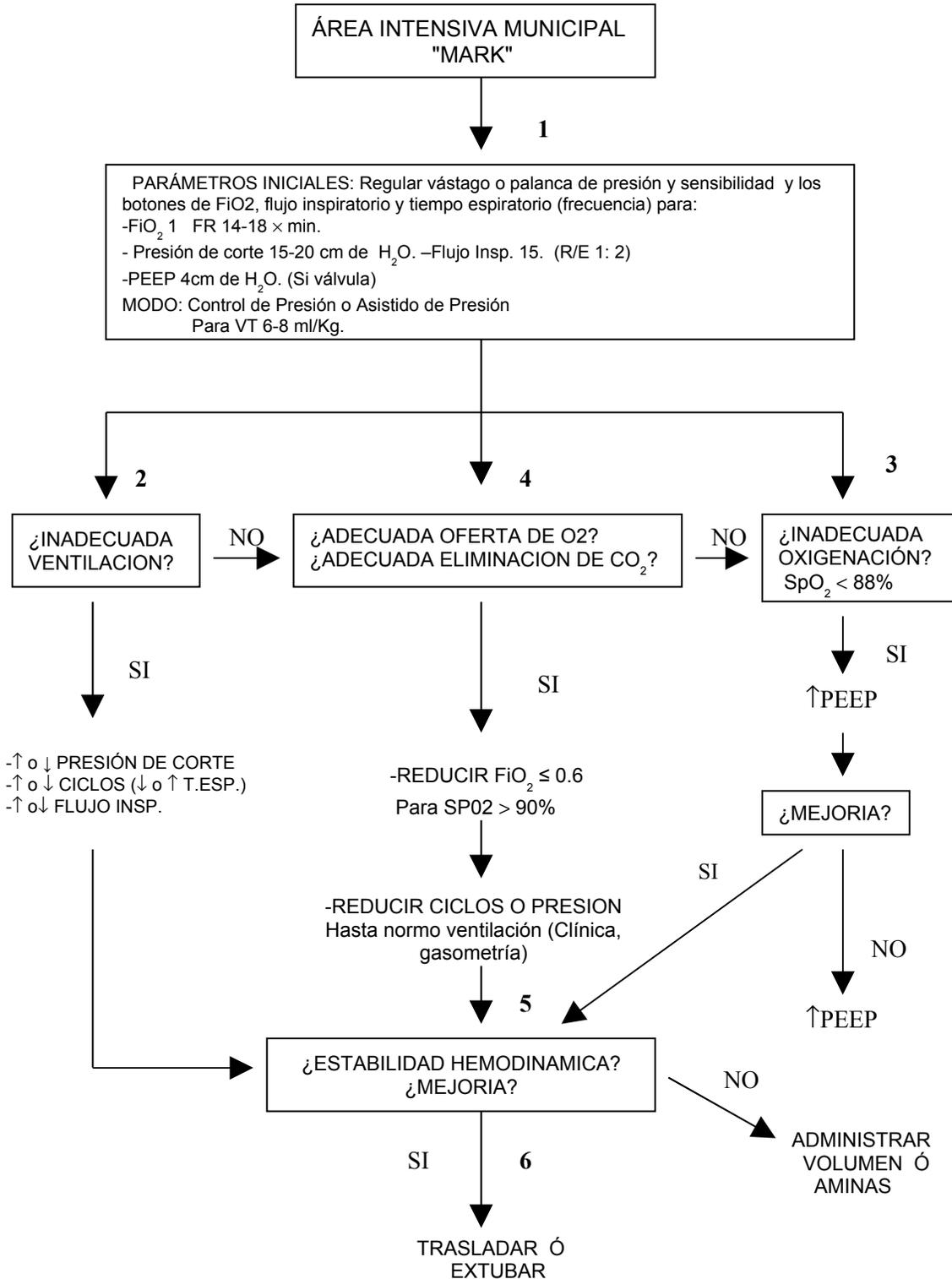


Fig. 2. GUIA PRÁCTICA (ALGORITMO) PARA LA VENTILACIÓN CON “MARK” EN EL ÁREA INTENSIVA MUNICIPAL.

La frecuencia recomendada es de 14 a 18 ciclos por minuto, que se logra movilizándolo el botón de tiempo espiratorio también en contra de las manecillas del reloj hasta lograr dicha frecuencia auxiliada por un reloj de pulsera.

Para lograr el modo controlado de presión se desliza la palanca de sensibilidad hacia adelante, con el objetivo de que el paciente necesite hacer un mayor esfuerzo para descargar el equipo. Sin embargo, si lo que queremos es "asistir al paciente" desplazamos hacia atrás esta palanca para favorecer que el paciente pueda descargar el equipo al realizar una presión negativa inspiratoria.

Con relación al uso de la PEEP en el MARK, algunos modelos tienen colocado una válvula PEEP en la vía espiratoria, otros modelos como el Bird Ventilator, tienen un botón de PEEP en el panel superior del equipo. Si el equipo no tiene PEEP, debemos conocer que internacionalmente hasta el 30 % de los pacientes no la necesita<sup>15,16</sup> pues son pacientes con pulmones previamente sanos o cuyo mecanismo de producción de la IRA no es un daño de la membrana alveolocapilar. No obstante, la mayoría de los autores señalan la conveniencia de usar la PEEP.

Así, Goodman y cols.<sup>17</sup> demostraron, en estudios experimentales en animales y humanos, que el no empleo de PEEP da lugar a un incremento de niveles de marcadores inflamatorios. Por otra parte, Colmenero y cols.<sup>18</sup> estudiando el efecto de la PEEP en un modelo de cerdo también demostraron como el empleo precoz de esta previene un aumento de la permeabilidad vascular inducido por la VM. Por tanto, en caso de que el MARK no tenga para dar PEEP, debe trasladarse al paciente o colocarse en otro tipo de ventilador que si lo posea (ver algoritmo de SAVINA).

Los autores se vieron en la necesidad de confeccionar un algoritmo para el manejo del ventilador "SAVINA" y hacer una breve explicación sobre sus características y los principales modos de ventilación, por ser con frecuencia mal comprendido por los médicos y ser el respirador que se encuentra en el módulo de los Centros de Diagnóstico Integral (Fig. 3)

El SAVINA es un respirador multipropósito, ciclado mixto, controlado por Microprocesadores para una ventilación prolongada. Utiliza una turbina para generar el flujo de aire, trabaja con oxígeno y toma aire del medio ambiente (no necesita aire comprimido) además posee un sofisticado sistema de alarmas lumínicas y acústicas. Consta de tres paneles: la unidad de control (panel anterior), la unidad de aplicación (panel inferior) y el panel posterior.

La unidad de control es la principal pues en ella se encuentran los principales mandos. Para seleccionar (pulsar la tecla), para ajustar (girar el mando rotatorio) y para confirmar (pulsar el mando rotatorio).

Este ventilador tiene una tecla de encendido/apagado en la pared posterior. De fábrica el SAVINA nos ofrece, mediante teclas en la parte inferior del panel anterior, los modos de ventilación IPPV, SIMV, ASB/CPAP y BIPAP.

El modo IPPV es una ventilación controlada por volumen, con volumen minuto mandatorio fijo que se ajusta con el volumen tidal (VT) y la frecuencia (F). Este modo se utiliza para pacientes sin respiración espontánea.

El modo SIMV (ventilación mandatoria intermitente sincronizada) es una forma combinada de ventilación mecánica y respiración espontánea. Proporciona un volumen minuto mandatorio fijo ajustado por un volumen tidal y una frecuencia programables. Entre las emboladas de ventilación mandatoria el paciente puede respirar de manera

espontánea y contribuir así al volumen minuto total. Además, la respiración espontánea puede ser asistida por ASB.

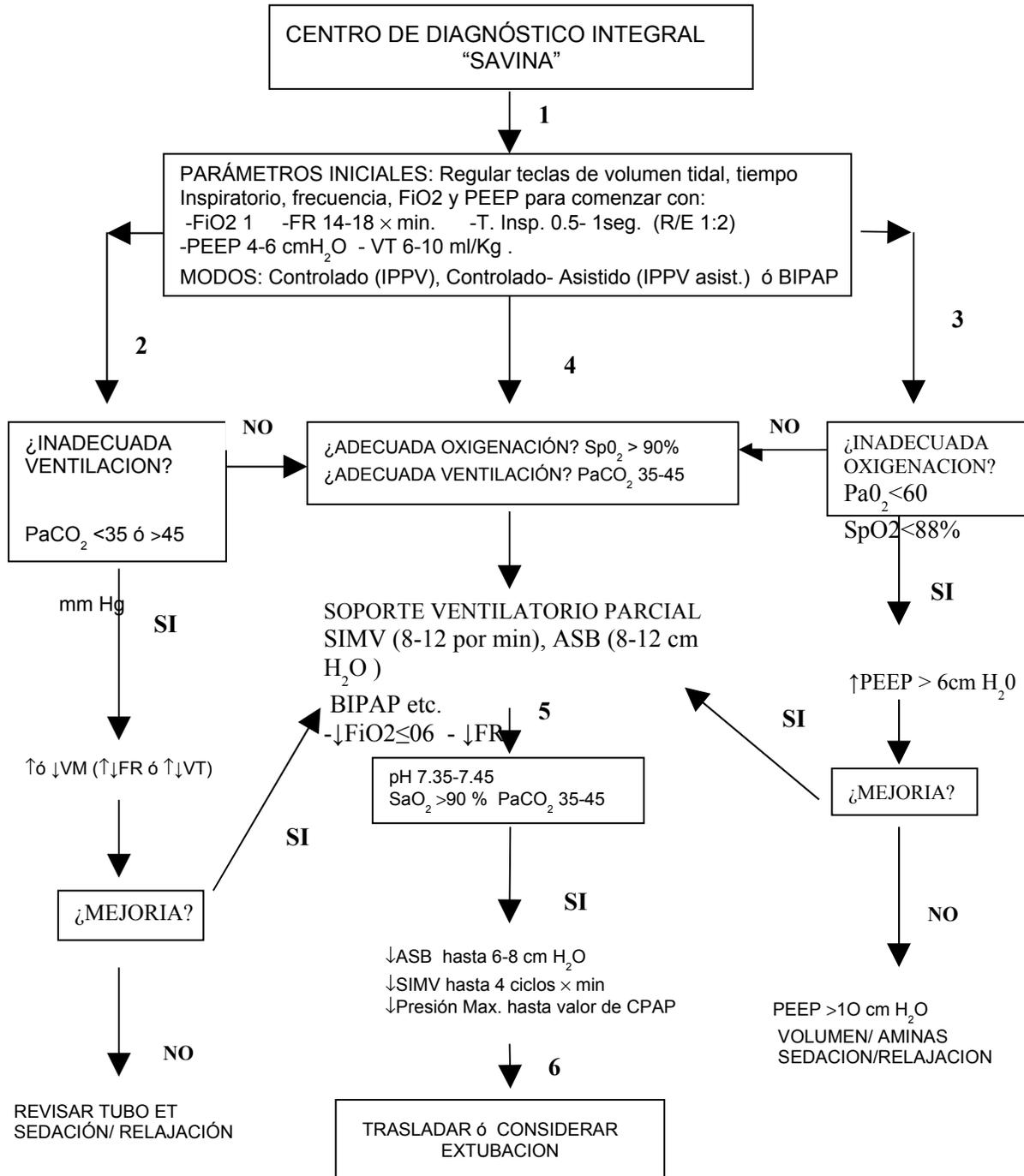


Fig. 3. GUIA PRÁCTICA (ALGORITMO) PARA LA VENTILACIÓN CON "SAVINA" EN EL CENTRO DE DIAGNOSTICO INTEGRAL.

El SIMV se emplea en pacientes con respiración espontanea insuficiente o para pacientes que han iniciado un destete.

El modo CPAP/ASB (ventilación con presión positiva en la vía aérea y ventilación asistida) permite una ventilación espontánea a un nivel de ventilación espiratoria elevada para aumentar la capacidad residual funcional. La respiración espontánea puede ser asistida con una presión de soporte (ASB). El CPAP/ASB se utiliza para la asistencia con presión de una respiración espontánea insuficiente. Es un modo de ventilación muy utilizada para facilitar el destete.

El modo BIPAP/ASB proporciona una ventilación controlada por presión/tiempo, combinada con respiración espontánea libre durante todo el ciclo de ventilación y presión asistida ajustable en el nivel de CPAP. La presión inspiratoria puede reducirse hasta el nivel sin PEEP, el patrón de ventilación corresponde entonces a CPAP o CPAP/ASB.

En el algoritmo del SAVINA los autores recomendaron iniciar la ventilación en un modo asistido-controlado (IPPV Asistido) o en BIPAP para, por una parte, asegurar un volumen minuto adecuado y por la otra, incentivar el esfuerzo espontáneo del paciente. También los autores consideraron necesario hacer un algoritmo que tenga en cuenta la conducta a seguir ante un paciente intranquilo que "lucha" o no se adapta al respirador (Fig. 4).

Podemos definir la "Adaptación a la VM" como un equilibrio dinámico entre las necesidades ventilatorias del paciente y el soporte ventilatorio ofrecido por el respirador ante dichas necesidades. Por una parte, Sasso<sup>19</sup> y García<sup>20</sup> investigaron las principales causas de desadaptación y las clasificaron en tres grupos:

El primero, por desequilibrio en la relación aporte/demanda ventilatorias: ya sea por la aparición de nuevos requerimientos ventilatorios no previstos, porque el modo ventilatorio no asegura el volumen minuto adecuado por empeoramiento de la mecánica pulmonar o por una reducción de las necesidades ventilatorias. El segundo, se debe a desadaptación por descoordinación entre el paciente y el respirador, en este caso aunque el volumen aportado es el correcto, el patrón o forma de administrarlo no es el adecuado. El tercer grupo incluye la desadaptación por taquipnea desproporcionada.

Cuando nos enfrentamos a un paciente que "lucha" (está desadaptado) debemos prestar especial interés en el diagnóstico adecuado del problema mediante una forma lógica y protocolizada, y no recurrir a la cómoda medida de medicar al enfermo sin adoptar soluciones específicas para cada tipo de evento.

Para ello lo primero que debemos hacer es desconectar al paciente del ventilador y ventilar con AMBU, para detectar si la causa está en el respirador o en el paciente. Si este es la causa, revisar el tubo endotraqueal y hacer un examen físico respiratorio somero. Si es el respirador: buscar un fallo técnico o fugas en las conexiones, evaluar los parámetros respiratorios y solo por último, aliviar el dolor o la ansiedad; como se aprecia en la figura 4.

La prolongación de la ventilación mecánica más allá de lo necesario trae aparejado un gran número de complicaciones que pueden amenazar la vida del paciente. En el año 2000 Esteban y cols.<sup>6</sup> comprobaron que el 40 % del tiempo total de ventilación se empleaba en liberar al paciente del respirador.

El grupo de expertos basado en evidencias científicas<sup>7,9,21</sup> hizo las siguientes recomendaciones para confeccionar el algoritmo de retirada de la VM: Los pacientes que están recibiendo ventilación mecánica deben ser sometidos a una evaluación diaria de la potencial retirada, si los siguientes criterios son satisfechos: evidencias de una

causa reversible de la insuficiencia respiratoria, adecuada oxigenación, estabilidad hemodinámica y la capacidad de iniciar un esfuerzo respiratorio.

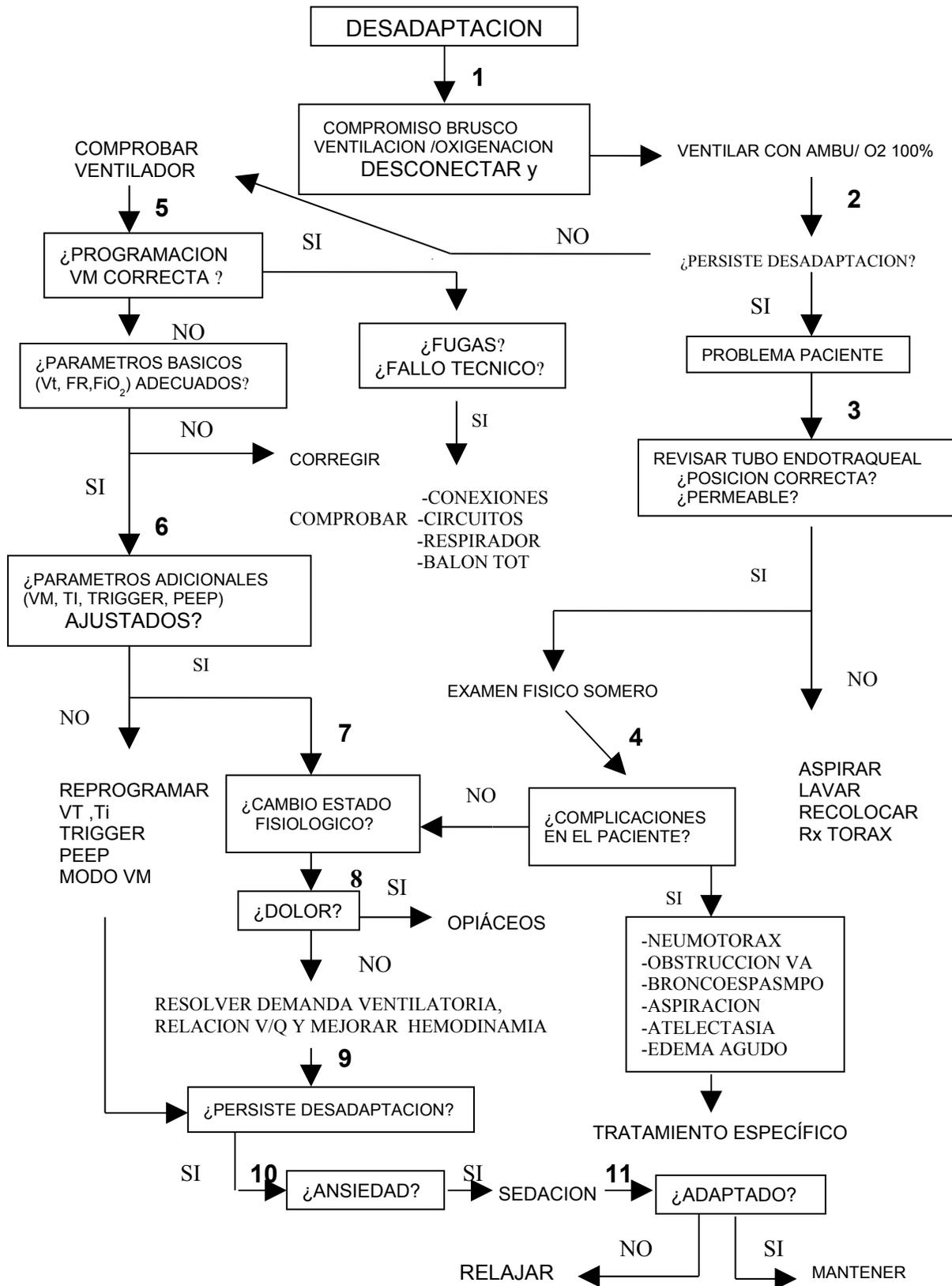


Fig.4 GUIA PRÁCTICA DE ACTUACIÓN EN LA DESADAPTACION DE LA VM.

Un breve período inicial de respiración espontánea debe ser usado para evaluar la capacidad de continuar la prueba de ventilación espontánea (PVE) la cual debe durar 1 hora.<sup>22</sup> Los pacientes que fallan la prueba deben recibir una forma de soporte ventilatorio estable, confortable y no fatigante y se debe determinar y tratar la causa del fracaso, una vez corregido este y si aun reúne los criterios, se les debe realizar nuevos ensayos cada 24 horas. Algoritmo de retirada de la ventilación mecánica (Fig. 5)

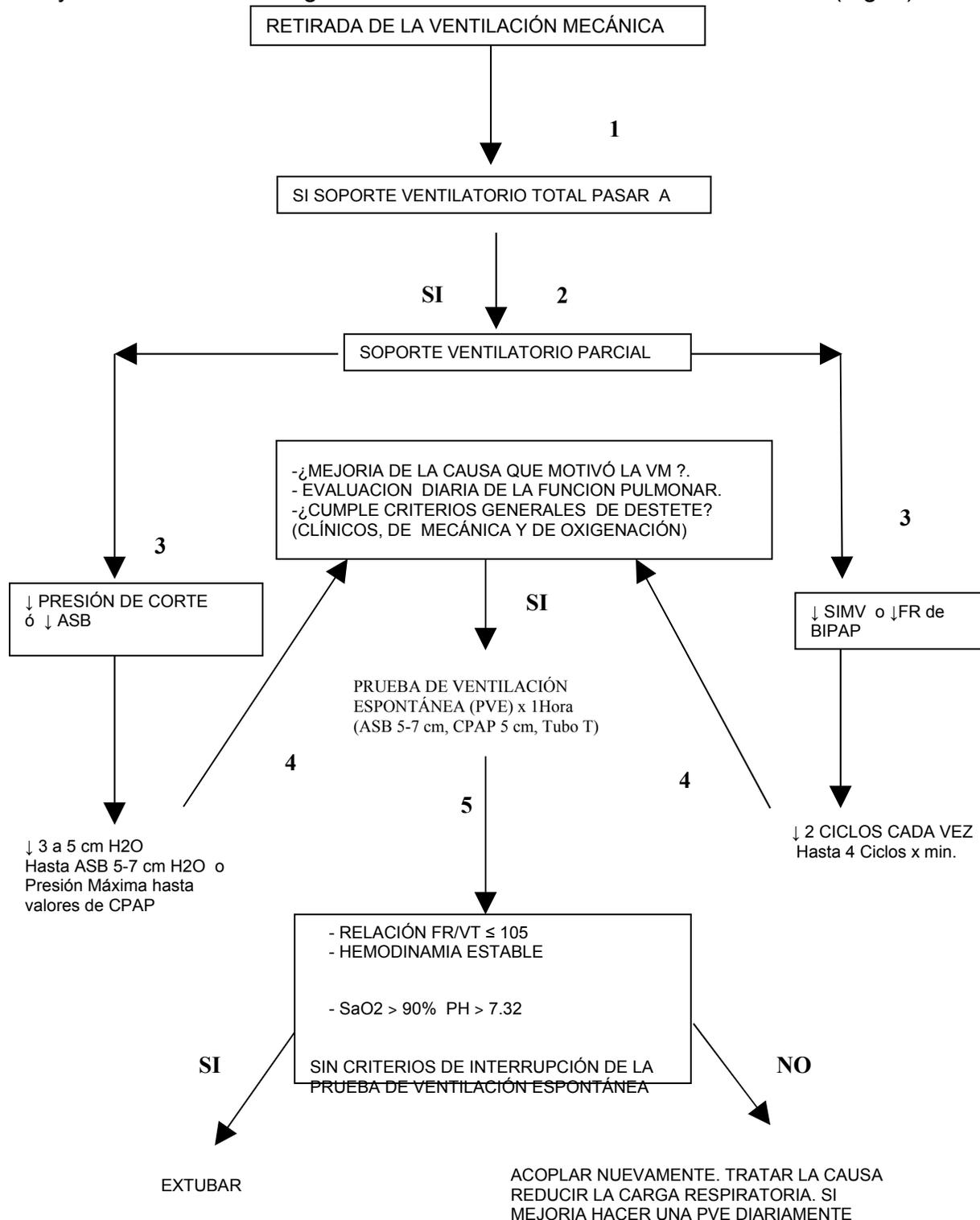


Fig. 5 GUIA PRÁCTICA (ALGORITMO) PARA LA RETIRADA DE LA VENTILACION MECANICA.

Los autores también recomendaron, basado en las investigaciones de MacIntyre<sup>7</sup> y la propuesta de protocolo de Alía y Esteban<sup>21</sup> como criterios para iniciar el "destete", la mejoría o resolución de la causa que motivó la VM y hacer una evaluación diaria de la función pulmonar que incluyera: el retiro de la sedación continua, la presencia de tos efectiva y de un esfuerzo inspiratorio espontáneo, una relación  $PO_2/FiO_2 > 200$  con  $PEEP \leq 5$  cm  $H_2O$  y una relación  $FR/VT < 105$ . Es entonces que será sometido a una PVE de 1 hora.

Entre los criterios de interrupción de la PVE los autores se inclinaron, de acuerdo a recomendaciones internacionales, por: la presencia de signos de excesivo trabajo respiratorio ( $FR > 35$ , tiraje, asincronía tóraco-abdominal, etc.), la inestabilidad hemodinámica ( $TAS > 180$  o  $< 90$  mmHg,  $FC > 140$ , arritmias peligrosas, etc.), la presencia de desaturación (agitación, diaforesis, ansiedad,  $Sat. O_2 < 90\%$ ) y una Relación  $FR/VT$  mayor 105.

La reducción del tiempo de ventilación constituye un objetivo fundamental para todos los grupos de trabajos que aplican protocolos de deshabitación. Así Ely<sup>23</sup> comprobó en su investigación que la retirada bajo protocolo lograba una reducción de la ventilación de seis a cuatro días, Marelich<sup>25</sup> lo logró disminuir en 2,33 y el autor principal de este trabajo<sup>26</sup> lo alcanzó reducir en 3.2 días.

Como se puede apreciar el algoritmo que se propone en este trabajo enfoca la retirada del ventilador en dos etapas: medida sistemática de predictores, incluyendo la relación  $FR/VT$ , seguida por una prueba de ventilación espontánea una vez al día.

Finalmente, los autores consideran que el éxito de este algoritmo consiste en que al evaluar a los pacientes diariamente en busca del momento más temprano en que pudiera respirar espontáneamente y someterlo a un PVE de una hora, se acelera el proceso de retirada de la ventilación mecánica.

## Conclusiones

Los autores consideran que los algoritmos propuestos constituyen una herramienta de alto valor para facilitar el manejo de los pacientes ventilados en las áreas intensivas municipales y los centros de diagnóstico pues se tuvo en cuenta los resultados de las últimas investigaciones, las recomendaciones del grupo experto sobre aspectos prácticos de la VM y sobre todo el resultado de nuestras propias investigaciones.

## Bibliografía

1. Portal Web del Ministerio del Poder Popular para Salud de Venezuela. [Citado 3 Feb 2007]. Disponible en: <http://www.msds.gov.ve/msd/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=269>
2. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I. Characteristics and Outcomes in Adult Patients Receiving Mechanical Ventilation A 28-Day International Study. *JAMA*. 2002;287:345-55.
3. Pinsky M: Cardiovascular Issues in Respiratory Care. *Chest*. 2005;128(Suppl 2):592S-7S.
4. Slutsky A, Tremblay L. Multiple system organ failure: is mechanical ventilation a contributing factor? *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;157:1721-5.
5. Gordo Vidal F, Delgado Arnaiz C, Calvo Herranz E: Lesion pulmonar inducida por la ventilación mecánica. *Med Intensiva*. 2007;31(1):18-26.

6. Esteban A, Anzueto A, Alia I, Gordo F, Tobin M, for the Mechanical Ventilation International Study Group: How is mechanical ventilation employed in the Intensive Care Unit? An International Utilization Review. *Am Respir Crit Care Med.* 2000;161:1450-8.
7. MacIntyre N, Cook D, Ely E. Evidence based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support. A collective Task Force facilitated by the ACCP, AARC, and the ACCCM. *Chest.* 2001;120:(Suppl 6):375S-83S.
8. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: Ventilator associated lung injury in SDRA. October 29-30, Toronto; 1998.
9. Kollef M., Shapiro S., Silver P. A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 1997;25:567.
10. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network: Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2000;342:1301-8.
11. Tomicic V, Espinoza M, Andersen M: Grupo Chileno para el Estudio de la Ventilación Mecánica: Características de los pacientes que reciben ventilación mecánica, estudio multicéntrico chileno. *Rev Med Chile.* 2008;136:959-67.
12. Gajic O, Dara SI, Mendes JL, Adesanya AO, Festic E: Ventilator-associated lung injury inpatients without acute lung injury at the onset of mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2004;32:1817-24.
13. Determann R, Royakkers A, Wolthuis E: Ventilation with lower tidal volumes as compared with conventional tidal volumes for patients without acute lung injury: a preventive randomized controlled trial. *Critical Care.* 2010;14:1-14.
14. Adams A, Simonson D, Dries D. Ventilator-induced lung injury. *Respir Care Clin.* 2003;9:343-9.
15. Lluviano García JA, Torres Cortés M: ¿Cómo se utiliza la ventilación mecánica en las Unidades de Terapia Intensiva de México?. *Med Critica.* 2006;20(3):120-5.
16. Grasso S, Stripoli T, Michele M: ARDSnet Ventilatory Protocol and Alveolar Hyperinflation. Role of Positive End-Expiratory Pressure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;176:761-7.
17. Goodman RB, Strieter RM, Martin DP, Steinberg KP, Milberg JA, Maunder RJ. Inflammatory cytokines in patients with persistence of the acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;154:602-11.
18. Colmenero R, Fernández R, Fernández MA, Rivera R, Vázquez G. PEEP and low tidal volume ventilation reduce lung water in porcine pulmonary edema. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155:964-70.
19. Sassoon C. Patient ventilator asynchrony. *Curr Opin Crit Care.* 2001;7:28-33.
20. Garcia V: El paciente en "lucha" con el ventilador. *Medicrit.* 2007;4(3):76-81.
21. Alia I, Esteban A. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care.* 2000;4:72-8.
22. Puga M, Gómez A, Palacio H: Prueba de ventilación espontánea y retirada definitiva de la VM en una UCI. *Rev Cub Med Int Emerg.* 2006;5(1):265-73.
23. Ely E, Baker A, Dunagan D. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med.* 2006;335:1864-96.
24. Laghi F, D'Alfonso N, Tobin MJ. Pattern of recovering from diaphragmatic failure over 24 hours. *J Appl Physiol.* 1995;79:339-45.

25. Marelich G, Murin S, Battistella F, Viera T: Protocol weaning of Mechanical. Chest. 2000;118(2):459-67.
26. Puga M, Pérez E, Pérez F. Factores que influyen en la mortalidad del paciente ventilado. Rev Cub Med Int Emerg. 2009;8(2):1490-8.

Recibido: 19 de octubre de 2013

Aprobado: 26 de octubre de 2013

Mario Santiago Puga Torres: Hospital Militar Central Dr. "Luis Díaz Soto". La Habana. Cuba. Dirección electrónica: [mariospuga@infomed.sld.cu](mailto:mariospuga@infomed.sld.cu).