

11224



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MEXICO



FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HOSPITAL ÁNGELES MOCEL

Implementación de un protocolo de:

DESTETE EN PACIENTES EN VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA

Tesis que para obtener el título de especialista en:

MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

Presenta:

DRA. LEINETH AMAYA BERMÚDEZ

Asesor de Tesis

DR. ALBERTO LÓPEZ BASCOPE

Asesor. M en CM.

DR. LUIS DAVID SÁNCHEZ VELÁZQUEZ

MÉXICO, 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR IGNACIO MORALES CAMPORREDONDO

Profesor titular del curso

Dr. ALBERTO LÓPEZ BASCOPE

Asesor de tesis

Dr. REYNALDO LÓPEZ SERRANO

Jefe de Enseñanza e Investigación



SUBDIVISIÓN DE ESPECIALIZACIÓN
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
U.N.A.M. 2

Dedicatoria

... A Dios, por estar conmigo siempre

... A mi padre por su apoyo, paciencia y amor

... A mi madre y hermanos por su afecto y fé

... A mis maestros por su dedicación y enseñanza

... A Juan Carlos por su compañía y apoyo

... A los enfermos por permitirme aprender a

partir de su sufrimiento.

ÍNDICE GENERAL

Título	7
Índice General	4
Índice de tablas	5
Página de Abreviaturas	6
Introducción	8
Características	10
Aspectos clínicos y asistenciales durante la ventilación mecánica	16
Parámetros predictores del retiro de la ventilación mecánica	22
Criterios para valorar dependencia del ventilador	24
Extubación	35
Pregunta de investigación	37
Objetivo	37
Hipótesis	37
Justificación	38
Material y métodos	39
Factibilidad	46
Recursos	46
Análisis estadístico	46
Consideraciones éticas	47
Resultados	48
Discusión	53
Conclusión	59
Resumen	60
Anexo 1	61
Anexo 2	62
Anexo 3	63
Anexo	64
Bibliografía	66

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Cuadro No. 1. PS: ventajas y desventajas	12
Cuadro No. 2. SIMV: ventajas y desventajas	13
Cuadro No. 3. CPAP: ventajas y desventajas	14
Cuadro No. 4. Tubo en T: ventajas y desventajas	15
Cuadro No. 5. Criterios para valorar retiro del ventilador	25
Cuadro No.6. Criterios objetivos y subjetivos para valorar destete ventilatorio	26
Cuadro No.7. 8 parámetros para predecir el destete adecuado	27
Cuadro No.8. Criterios para valorar la tolerancia a la prueba de respiración espontánea	28
Cuadro No.9. Modos de soporte ventilatorio parcial	31
Tabla No 1. Prueba de pieza en T "3-5 min"	50
Tabla No. 2. Prueba de pieza en T máximo 2 horas	51
Tabla No. 3. Resultados	52

ABREVIATURAS

Asisto-control	A / C
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	EPOC
Fracción inspirada de oxígeno	FIO ₂
Frecuencia cardiaca	FC
Frecuencia respiratoria	FR
Índice de respiración superficial	IRS
Infarto agudo del miocardio	IAM
Insuficiencia respiratoria	IR
Presión arterial media	PAM
Presión arterial de Oxígeno	PaO ₂
Presión de oclusión de la vía aérea	PO ₁
Presión espiratoria máxima	PEM
Presión inspiratoria máxima	PIM
Presión positiva continua de la vía aérea	CPAP
Presión positiva al final de la espiración	PEEP
Presión soporte	PS
Presión transdiafragmática	Pdi
Relación de probabilidad	LR
Saturación parcial de oxígeno	SpO ₂
Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda	SIRA
Unidad de terapia intensiva	UTI
Ventilación con presión positiva no invasiva	NPPV
Ventilación mandatoria intermitente sincronizada	SIMV
Ventilación minuto mínima	MMV
Ventilación/perfusión	V/Q
Volumen corriente	VC
Volumen del espacio muerto	VD
Ventilación adaptativa de soporte	ASV

TÍTULO

**Implementación de un protocolo de destete en pacientes
en ventilación mecánica invasiva**

INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica (VM) es el procedimiento terapéutico de mayor relevancia en soporte vital, y es la que realmente define el nivel alcanzado por la Medicina Crítica¹. Uno de los objetivos de la sustitución artificial de la ventilación es la recuperación de la ventilación espontánea de una forma precoz y en las mejores condiciones posibles. Retirar la VM es a veces más difícil que mantenerla, y constituye un problema frecuente e importante en las UTI⁽²⁻⁵⁾.

A los pacientes generalmente se los intuba y se les aplica VM cuando su propia capacidad ventilatoria y/o de intercambio de gases es sobrepasada por las demandas metabólicas elevadas ocasionada por las diferentes alteraciones fisiopatológicas que produce la enfermedad. La VM también se requiere cuando la fisiología del paciente es incapaz de iniciar la actividad ventilatoria a causa de enfermedad o administración de fármacos⁽⁶⁾. En estas circunstancias la mayoría de los pacientes mejoran recibiendo VM y permiten que ésta sea retirada; sin embargo, algunos pacientes no toleran el retiro del ventilador, a pesar de la resolución avanzada pero no absoluta, del proceso patológico inicial⁽⁵⁻¹¹⁾. El término de "dependencia al ventilador", usualmente se reserva para pacientes con VM de más de 24 horas y que han fracasado en el intento de retiro de la VM. A veces, este proceso es llamado "destete ventilatorio" e implica un retiro gradual del soporte ventilatorio⁽⁶⁾. El retardo innecesario en el proceso de destete aumenta la incidencia de complicaciones relacionadas con la VM (p.ej. Neumonía, trauma de la vía aérea, etc.), y también, incrementa el costo total en la atención del paciente^(12,13). Por otro lado, el destete prematuro puede conllevar también problemas, tales como: dificultad en restablecer el control de la vía aérea y compromiso en el intercambio de gases. Se ha calculado que el 40% del tiempo que el paciente recibe VM es consumido tratando de destetar al paciente del ventilador⁽¹⁴⁾. Esteban y cols. en un estudio donde compararon varias técnicas de destete concluyeron que éstas difieren considerablemente unas de otras⁽¹¹⁾. Por otro lado, la participación de varias personas, aún siendo del mismo equipo y escuela, en los diversos turnos laborales de la UTI, ocasiona diferencias en el criterio y el manejo que sin ser drásticas, impiden la aplicación uniforme de un protocolo en la atención de los pacientes sometidos a ventilación mecánica.

El examen diario de la función respiratoria, aunado a la realización de pruebas de tolerancia a la respiración espontánea, reducen en forma significativa la VM y los costos de las UTI, y, también, se asocian con un menor número de

complicaciones, cuando se compara con la práctica clínica habitual, ⁽¹⁵⁾ de no efectuarlos como un protocolo diario.

Existen problemas importantes, ya mencionados, involucrados en el manejo de la VM, que se deben entender y razonar para poder implementar un protocolo para cuándo es posible retirar la VM. Se deberán valorar técnicas para identificar a los potenciales pacientes, y diseñar planes para su manejo, incluyendo la determinación del momento para realizar la traqueostomía. Estos son, solo, algunos de los aspectos que se deben considerar en los pacientes dependientes de VM por largo tiempo ⁽⁶¹⁾.

En la UTI de nuestro hospital, los procesos de destete se inician cuando el especialista responsable toma la decisión, en base a la evolución del paciente.

Con la premisa de unificar criterios, en relación a la dinámica de éste proceso, se consideró la realización de un protocolo de destete de la ventilación mecánica.

CARACTERÍSTICAS:

La insuficiencia respiratoria (IR) se define como la incapacidad del sistema respiratorio para efectuar un adecuado intercambio de O_2 y CO_2 ⁽¹⁾, entre el medio ambiente y nuestro medio interno, y en otras palabras, cuando la PaO_2 es < de 50 mm Hg y la $PaCO_2$ es > de 50 mm Hg ⁽¹⁶⁾.

La IR hipoxémica puede ser resultado de diversas causas fisiopatológicas, entre ellas: la presencia de líquido intraalveolar que ocasiona colapso de los alvéolos, y que condiciona incremento en los cortocircuitos intrapulmonares, con consecuente deterioro de la ventilación perfusión (V/Q) y una inadecuada oxigenación de la sangre arterial, a pesar del empleo de concentraciones elevadas de oxígeno inspirado ⁽¹⁷⁾. El cortocircuito ocurre cuando la sangre venosa pulmonar pasa directamente al lado arterial sin participar en el intercambio gaseoso a nivel de la membrana alveolo-capilar. ⁽¹⁸⁾

La IR hipercápnica resulta de la incapacidad para sostener, en forma, adecuada la ventilación alveolar, con consecuente deterioro en la eliminación del CO_2 producido. Fisiopatológicamente, esta variedad de IR se produce cuando existe un funcionamiento inadecuado de los músculos respiratorios, la pared del tórax y/o de un inefectivo control neuro-metabólico de la ventilación ⁽¹⁷⁻¹⁸⁾.

La IR peri-operatoria, ocurre cuando, a consecuencia del dolor postoperatorio, y de los efectos quirúrgico-anestésicos, el paciente presenta disminución en sus volúmenes inspiratorios con consecuente formación de atelectasias que condicionan hipoxemia, o también por el efecto farmacológico de los medicamentos empleados para aliviar el dolor y que reducen el trabajo respiratorio ocasionando un gradual incremento del CO_2 .

En el estado de choque la IR posee un mecanismo fisiopatológico diferente: los músculos hipoperfundidos son incapaces de compensar la acidosis resultante de la inadecuada perfusión tisular global, lo que deteriora aun más el balance ácido-base, empeorando la función muscular.

Para minimizar la duración de la VM, el clínico debe:

- (1) Definir, tratar y corregir la causa subyacente de IR.
- (2) Descontinuar el soporte ventilatorio mecánico, tan pronto como sea posible. ⁽¹⁷⁾
- (3) Implementar un protocolo que facilite el proceso de destete

TÉCNICAS DE DESTETE

DESCRIPCIÓN:

1. VENTILACIÓN CON PRESION SOPORTE (PSV):

En esta modalidad, el paciente respira en forma espontánea y con cada ciclo respiratorio el ventilador le proporciona una presión positiva prefijada que es sincronizada al esfuerzo inspiratorio del paciente. El nivel de presión se mantiene hasta que el ventilador detecta el final del esfuerzo inspiratorio del paciente por una caída en el flujo inspiratorio. Al administrar niveles de presión progresivamente mayores, la PSV proporciona un volumen corriente cada vez mayor, lo que determina una disminución en la frecuencia respiratoria (f) del paciente. Por lo tanto, niveles de presión bajos se acompañan de volúmenes corrientes bajos y consecuentemente taquipnea compensatoria, mientras que niveles excesivamente altos pueden llevar a hiperinsuflación y hasta aparición de períodos de apnea⁽¹⁹⁾.

El nivel de presión inspiratoria se fija en función de conseguir una frecuencia respiratoria entre 20-25 resp/min, y se disminuye en forma gradual hasta la extubación. La PSV reduce la carga del trabajo respiratorio al hacer éste más eficiente colaborando con la musculatura respiratoria, y así disminuyendo el consumo de oxígeno de la respiración. También, reduce el trabajo adicional impuesto por el tubo endotraqueal y por la válvula de demanda del ventilador⁽²⁰⁾, contribuyendo al bienestar del paciente por la sincronía entre la actividad respiratoria de éste y la función mecánica del ventilador. Este es un método que se acepta como técnica de destete, disminuyendo entre 3-5 cm de agua de presión soporte inspiratorio cada 15 o 20 minutos hasta mantener de 6 a 8 cm H₂O (presión similar a la resistencia que impone el tubo orotraqueal). Se considera que éste nivel de presión, requiere el mismo trabajo respiratorio que la respiración espontánea, por lo que al tolerar, el paciente, unas horas con éste nivel de soporte se puede proceder a la extubación.⁽¹⁹⁾

El estudio de Brochard y cols⁽⁸⁾ demostró que la PS se asocia a una menor duración en el proceso de destete (5,7 días) comparado al método del tubo en T y el IMV juntos (9,3 días), y también a un menor fracaso en el destete.

Posteriormente Esteban y cols. añadieron una cuarta opción a los 3 métodos de destete empleados: Una prueba diaria de respiración espontánea previa a la extubación en caso de buena tolerancia clínica. En dicho estudio, los pacientes se extuban con mayor rapidez con la prueba diaria de respiración espontánea que con la PS o la IMV. La diferencia de estos estudios se explica, en parte, por la forma de emplear las diferentes técnicas de destete.

En el estudio de Esteban y Cols.⁽⁵⁾, la intolerancia clínica, y por tanto el aumento del nivel de ayuda mecánica, se consideraba cuando la frecuencia respiratoria era > 25 resp/min en la PS, y la frecuencia respiratoria era > 30 resp/min en el tubo en T. Esto podría explicar la razón de que la reanudación de la VM a través de la prueba diaria de destete, sea la mejor técnica para reacondicionar los músculos ventilatorios. En otro aspecto, la prueba diaria de respiración espontánea permite reconocer la capacidad del paciente para respirar sin ayuda, mientras que las demás técnicas, al utilizar un descenso gradual de las mismas, podrían prolongar el periodo de asistencia mecánica ventilatoria.

Cuadro No 1.

PRESIÓN SOPORTE. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Puede ser más confortable para los pacientes, porque son ellos los que determinan el patrón respiratorio (frecuencia y duración de la inspiración) ⁽²¹⁾	Cuando el paciente disminuye de forma brusca su capacidad de ventilar (Ej., por secreciones) o presenta un patrón respiratorio muy irregular ⁽¹⁹⁾ , la respuesta del ventilador es constante.
Disminuye en forma gradual la actividad diafragmática en función del nivel de presión soporte ⁽¹⁹⁾	
Transición gradual hacia la respiración espontánea ⁽¹⁹⁾	
Mejora la resistencia de la musculatura respiratoria y disminuye el trabajo de los músculos respiratorios ⁽²²⁾	

2. VENTILACIÓN MANDATORIA INTERMITENTE SINCRONIZADA (SIMV):

Combina la ventilación espontánea y la asistida, proporcionando una transición lenta de la VM hacia la ventilación espontánea a través de una gradual disminución en la frecuencia respiratoria.⁽¹⁹⁾ Esta, de inicio, está determinada por la cantidad de soporte ventilatorio requerido para mantener una adecuada PaCO₂, sin que aparezcan signos de fatiga. Se podrá iniciar a partir de una frecuencia igual a la

mitad de la obtenida en A/C y disminuir la frecuencia del ventilador de forma progresiva, según la tolerancia clínica.

Cuadro No. 2.

SIMV: VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Mantiene la estabilidad hemodinámica ⁽¹⁹⁾	Puede ocasionar hipoventilación si disminuye la frecuencia respiratoria o el volumen corriente del paciente. ⁽¹⁹⁾
Requiere menor sedación ⁽¹⁹⁾	Puede condicionar un mayor trabajo respiratorio, que esté por encima de la capacidad del paciente, debido en parte a las resistencias del circuito, lo que podría perpetuar la fatiga y alargar el periodo de destete. ⁽¹⁹⁾
Menor dedicación por parte del personal de asistencia ventilatoria	Comparada con la PS no reduce el esfuerzo inspiratorio al disminuir la frecuencia respiratoria de la misma ⁽²³⁾

3. VENTILACIÓN CON PRESION POSITIVA CONTINUA DE LA VIA AEREA (CPAP):

Es una modalidad ventilatoria en la que el paciente respira espontáneamente con un nivel constante de presión positiva, tanto en la fase inspiratoria como en la espiratoria, la única diferencia con la ventilación espontánea normal es que la ventilación se realiza por encima de la presión atmosférica, a un nivel determinado por la presión positiva preestablecida.⁽¹⁹⁾ Solamente asiste a la respiración espontánea, y requiere de un sistema respiratorio intacto y con una adecuada ventilación alveolar⁽²⁴⁾.

CPAP : VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Aumenta la capacidad residual funcional, aumenta la oxigenación, disminuye el trabajo respiratorio ⁽²⁵⁾ .	Es necesario el empleo de monitorización ⁽¹⁹⁾
Aumenta la distensibilidad pulmonar ⁽²⁵⁾	Aumenta la resistencia a nivel de las vías aéreas con la consiguiente sensación de molestias respiratorias ⁽¹⁹⁾
Ofrece el beneficio de la PEEP a pacientes con respiración espontánea, por lo tanto mejora la oxigenación si la hipoxemia es causada por disminución del volumen pulmonar ⁽²⁴⁾	
Reduce el trabajo respiratorio en pacientes con hiperinflación dinámica y auto-PEEP ⁽²⁴⁾	

4. TUBO EN T:

En esta modalidad el paciente se desconecta de la VM pero se mantiene el tubo endo-traqueal (o cánula de traqueotomía), y a través de él se oxigena mediante una pieza en T; con esto se obtiene proporcionar un flujo de gas constante y de baja resistencia. Es un método que alterna la respiración asistida con períodos de respiración espontánea, con suplemento de O_2 a una fracción conocida. Los intervalos de respiración espontánea se alargan progresivamente según la tolerancia clínica del paciente, y se disminuye el apoyo mecánico en forma gradual en modo asisto/controlado.

El empleo de otra modalidad, como el SIMV, particularmente a bajas frecuencias respiratorias, requiere de una considerable proporción de respiración espontánea que podría no proporcionar el suficiente reposo muscular.

Si el paciente tolera, aproximadamente, 2 horas de pausa se podrá proceder a la extubación. En pacientes con patología respiratoria crónica o los que hayan requerido de un largo periodo de VM, se puede prolongar las horas de prueba de tolerancia, llegando a un máximo de 24 horas.⁽¹⁹⁾ En un estudio⁽⁵⁾ multicéntrico en donde se estudiaron 546 pacientes en VM (130 de ellos con más de 7.5 días), se separaron los que superaban la prueba con 2 horas de oxígeno en tubo en T y eran extubados, de los que no la toleraban. En este grupo se valoraron 4 métodos: SIMV, presión soporte, oxígeno en tubo en T con tiempos crecientes y oxígeno diario durante 2 horas. Se llegó a la conclusión de que el método de desconexión con pieza en T por 2 horas diarias es 2.83 veces superior al de SIMV y 2.05 veces al de presión soporte para conseguir retirar al paciente de la VM.

Cuadro No. 4.

TUBO EN T : VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
La baja resistencia que ofrece el circuito permite la recuperación de la fatiga muscular. ⁽¹⁹⁾	Falta de monitorización ⁽¹⁹⁾
	La cantidad de tiempo que requiere del personal de asistencia respiratoria. ⁽¹⁹⁾
	La transición brusca hacia la respiración espontánea, a veces puede ser mal tolerada ⁽²²⁾

ASPECTOS CLINICOS Y ASISTENCIALES DURANTE LA VENTILACIÓN MECANICA

Existen problemas médicos asociados y que se encuentran durante el destete de la VM⁽¹⁹⁾:

1. Centro respiratorio:

Depresión farmacológica, apneas obstructivas del sueño, alteraciones del tono muscular durante el sueño, etc.

2. Unidad músculo-esquelética:

Parálisis farmacológica, polineuropatía aguda, atrofia de la musculatura incluyendo el diafragma, y fracturas costales.

3. Unidad broncopulmonar:

Paresia de cuerdas vocales, traqueomalacia, (protusión de la pared posterior traqueal durante la espiración), tromboembolia pulmonar, hipertensión pulmonar severa, sobreinfección pulmonar hipoxemiante, etc.

4. Problemas metabólicos:

En pacientes sépticos y con aporte nutricio inadecuado y con desproporción entre el consumo de oxígeno (VO₂) y las disponibilidades del transporte, ya sea por presencia de anemia o reserva funcional cardíaca inadecuada.

ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA (EPOC)

Los pacientes con EPOC presentan 3 momentos en los que se pueden llevar a cabo con éxito el destete:

Destete precoz:

Se produce entre las 24-36 horas, y se puede realizar en los pacientes que requieren VM debido a depresión del centro respiratorio que pudiera ser secundaria al empleo de sedantes, hiperoxigenación, etc.

Destete intermedio:

De 7-14 días. Es el patrón de destete más frecuente en los pacientes con EPOC.

Ventilación prolongada:

De 15-45 días. Se da en pacientes con lesiones fundamentalmente enfisematosas, con capacidad vital limítrofe, y que además presentan insuficiencia cardíaca latente que se manifiesta clínicamente durante el retiro de la VM, o también una insuficiencia muscular, un trastorno o proceso restrictivo secundario a un proceso cifo-escoliótico.

La VM ocasiona inactividad muscular e inmovilización, que produce hipotrofia muscular, con consiguiente fatiga muscular y destetes fallidos. A esta fatiga contribuye la desnutrición. La pérdida fisiológica del tono muscular, en especial de los músculos torácicos durante el sueño, incide negativamente en los pacientes con trastornos en el límite de la función pulmonar y con diversos niveles de atrofia muscular. Este fenómeno fisiológico ocasiona problemas especialmente durante las 36-48 horas, posteriores al destete definitivo. Otro de los trastornos de los pacientes con EPOC es la broncorrea, y es adicional a la pérdida de la fuerza para toser eficazmente; esta situación es la causa de múltiples fracasos en la extubación. La persistencia de lo anterior obliga a realizar y mantener una traqueostomía. Estos pacientes tienen hipertensión pulmonar derecha, con consiguiente disfunción de ventrículo derecho y posiblemente del izquierdo. Vallverdu y cols. demostraron⁽²⁶⁾ que en pacientes con EPOC y cardiopatía, posterior al retiro del ventilador, la presión de oclusión de la arteria pulmonar se incrementó de 7.5 mmHg a 24.5 mmHg⁽²⁵⁾. Esto ocurre debido al aumento en la precarga y postcarga generados por los cambios en la presión transdiafragmática durante la ventilación espontánea⁽⁴⁾. Por otro lado, los pacientes con EPOC suelen mantener hiperinflación dinámica que genera auto-PEEP, lo que podría aumentar el trabajo respiratorio. En este caso es posible aplicar PEEP extrínseco, con objeto de contrarrestar el autoPEEP, reduciendo así el esfuerzo inspiratorio del paciente. No debe superar del 80% del auto-PEEP, ya que al superar esta cifra podría ocasionar hiperinflación dinámica.

POSTOPERATORIO DE CIRUGÍA CARDIACA

Estos pacientes generalmente son extubados precozmente (6-8 horas de postoperatorio). El paciente debe estar cooperador, despierto, normotérmico, sin sangrado mediastínico activo y estable hemodinámicamente (aunque reciba fármacos vasoactivos, siempre que su dosis no sea importante). No se ha demostrado que una técnica sea superior a otra en estos pacientes. La VM puede prolongarse en ellos por: edad avanzada, carácter urgente de la cirugía, tiempo prolongado de circulación extracorpórea o la presencia de co-morbilidades (fundamentalmente

respiratoria) o complicaciones sobreagregadas como atelectasias, edema de pulmón, etc.⁽¹⁹⁾

SÍNDROME DE INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA (SIRA)

En este caso el destete suele ser tardío, especialmente en aquellos pacientes que sufren sobreinfección o disfunción extrapulmonar.⁽¹⁹⁾

PACIENTES POLITRAUMATIZADOS

En pacientes con fracturas costales, y lesión pulmonar aguda, se produce polipnea, lo que puede ocasionar desestabilización de algunas fracturas, las que por sí mismas no hubieran producido trastornos importantes en la estabilidad de la caja torácica. Si ocurre tórax inestable, estos pacientes pueden requerir VM prolongada. En las fracturas de huesos largos, también puede haber necesidad de VM debido a embolia grasa, politransfusiones que pueden ocasionar lesión pulmonar aguda y SIRA.⁽¹⁹⁾

LESION MEDULAR

Cuando la lesión medular es completa, y ocurre por arriba de C4 se requiere de VM definitiva. Si es incompleta o inferior a C4, se genera una ventilación paradójica que puede requerir VM prolongada⁽¹⁹⁾

CAUSAS DE DEPENDENCIA DEL VENTILADOR

1. Problemas neurológicos:

El control ventilatorio en la corteza cerebral, recibe retroalimentación desde los sensores corticales, quimiorreceptores y mecano- receptores. La falla de estos controles puede ocurrir por muchos factores⁽¹³⁾. Estos pueden ser estructurales (Ej.: EVC con apneas centrales) o metabólicos (Ej., alteraciones electrolíticas, sedación o uso de narcóticos⁽²⁷⁾). El inadecuado funcionamiento de los nervios periféricos, también, puede ser resultado de otros factores estructurales, metabólicos o farmacológicos⁽²⁸⁾. La apnea obstructiva del sueño también puede causar dependencia del ventilador, y en éstos casos, una vía aérea artificial puede ser necesaria para mantener la permeabilidad de la vía aérea.⁽²⁹⁾

2. Músculos del sistema respiratorio/ Interacciones de carga:

Algunos pacientes desarrollan dependencia al ventilador, que puede ser debida al deterioro entre la capacidad ventilatoria del paciente y la carga de trabajo a él impuesta (Ej. hipótesis de imbalance entre carga/capacidad).⁽³⁰⁾

Existe evidencia de dependencia al ventilador debido a debilidad muscular que puede ocurrir por atrofia y remodelación a consecuencia de inactividad⁽³¹⁾. También puede ocurrir debido a defectos en la función neuro-muscular tales como: miopatías (Síndrome de Guillain-Barre, miastenia gravis, miopatía por esteroides) y neuropatías^(20,21). Drogas como bloqueadores neuro-musculares, aminoglucósidos, corticoesteroides, también pueden contribuir a las miopatías⁽³²⁾. La hiperinflación dinámica puede colocar a los músculos ventilatorios en una posición mecánica desventajosa.⁽³³⁾ La fatiga muscular ventilatoria también puede contribuir a un pobre desempeño muscular. Sin embargo, el papel de la fatiga en la dependencia del ventilador, actualmente, aún no se encuentra bien entendido. Cambios relacionados con la reducción del soporte ventilatorio en la presión transdiafragmática (Pdi), frecuencia respiratoria, y disociación tóraco-abdominal son manifestaciones no específicas de fatiga muscular respiratoria. La fatiga muscular se manifiesta también clínicamente por respiración alternante, asincronía respiratoria, taquipnea superficial y facilidad extrema para acoplarse a los ritmos del ventilador⁽¹⁹⁾. La prueba diagnóstica más prometedora para datos de contractilidad del diafragma es la medida de Pdi durante la estimulación de los nervios frénicos⁽³⁴⁾. Sin embargo se han estudiado pocos pacientes con esta técnica para llegar a alguna conclusión significativa acerca de que la fatiga diafragmática sea atribuida a dependencia del ventilador.

La carga sobre los músculos ventilatorios es una función de la demanda ventilatoria y de la mecánica del sistema respiratorio (Ej. distensibilidad y resistencia). La ventilación minuto normal durante la respiración espontánea es generalmente $< 10 \text{ L /min.}$, la distensibilidad del sistema respiratorio (Volumen corriente / Presión de inflación estática) es generalmente $> 50 - 100 \text{ ml / cm. H}_2\text{O}$, y la resistencia aérea normal (Presión pico de inflación estática / flujo inspiratorio constante) es generalmente entre $5 \text{ a } 15 \text{ cm. H}_2\text{O/lt/seg.}$ La demanda ventilatoria puede incrementarse a consecuencia del incremento en la demanda de oxígeno en los pacientes con sepsis, o con aumento del espacio muerto en los pacientes con enfermedades obstructivas. La distensibilidad, también puede empeorar como consecuencia de edema pulmonar, infección, inflamación o fibrosis y anormalidades del tórax, tales como: edema y vendaje quirúrgico. La resistencia empeora como consecuencia de la bronco-constricción e inflamación de la vía aérea. Puede imponerse una carga adicional por estrechamiento del tubo endotraqueal (secreciones), o una pobre respuesta de las válvulas de demanda del ventilador.⁽⁶⁾

La carga impuesta por las demandas del ventilador interactúa con la mecánica del sistema respiratorio que puede ser expresado como trabajo respiratorio, la presión-tiempo integral o el cambio en el metabolismo (Ej., el costo de oxígeno atribuible a la respiración). Los pacientes que tienen dependencia del ventilador, tienen una carga muscular respiratoria mayor que quienes pueden ser retirados de la ventilación mecánica ⁽³⁵⁻³⁶⁾. En pacientes con obstrucción de la vía aérea, la carga impuesta por la hiperinflación dinámica puede contribuir a la dependencia del ventilador.

Los pacientes que fracasan en a la respuesta del intento al retiro del ventilador debido a imbalance entre carga / capacidad, tienden a presentar rápidamente un patrón de respiración superficial ⁽³¹⁾. Este patrón disminuye la reserva energética, aumenta el espacio muerto y disminuye la ventilación, con deterioro consecuente en la eliminación del CO₂. La retroalimentación de los quimiorreceptores y mecanorreceptores hacia el control neural de la respiración no está bien dilucidado, así es difícil distinguir si el patrón respiratorio es una consecuencia de la disminución del manejo ventilatorio por la respiración o una incapacidad de los músculos ventilatorios para responder a un aumento del estímulo neural. ⁽³⁵⁾

3. Factores metabólicos y función de los músculos ventilatorios:

Los factores metabólicos son: Nutrición, electrolitos, hormonas y el transporte del oxígeno; éstos pueden afectar la función muscular ventilatoria. La inadecuada nutrición produce aumento del catabolismo proteico y pérdida de la función muscular ⁽³⁷⁾. La respuesta ventilatoria hipóxica normal y la respuesta ventilatoria hipercápnica pueden deteriorarse bajo condiciones de semi-inanición ⁽³⁸⁾. En contraste, la sobrealimentación puede también deteriorar el retiro del ventilador, ya que conlleva un exceso en la producción de CO₂, lo que además puede incrementar la carga ventilatoria sobre los músculos ventilatorios. Se ha demostrado que una adecuada nutrición puede aumentar la posibilidad de éxito en el destete de la ventilación mecánica. ⁽³⁹⁾ El imbalance de electrolitos puede también deteriorar la función de los músculos ventilatorios. ⁽²⁶⁾ La deficiencia de fosfato se ha asociado con debilidad de los músculos respiratorios y fracaso en el retiro del ventilador. La deficiencia de Magnesio, es otro factor que se ha relacionado a debilidad muscular ⁽³⁴⁾, aunque no se ha especificado la dependencia al ventilador. La excreción de bicarbonato debido a una inapropiada sobreventilación (en algunos pacientes con EPOC e hipercapnia crónica), puede deteriorar el esfuerzo en el retiro del ventilador, debido a que el paciente tiene disminuida la capacidad para compensar la hipercapnia. El hipotiroidismo severo y el mixedema deterioran directamente la función diafragmática, con respuestas ventilatorias bruscas a la hipercapnia e

hipoxia. ⁽⁴¹⁻⁴²⁾ Otros factores importantes para la óptima función muscular incluyen: adecuados niveles de corticoesteroides adrenales e insulina/glucagon.

Para mantener una buena función muscular, es necesario una equilibrada relación aporte/demanda de oxígeno. El deterioro del aporte de O₂ puede ser consecuencia de un contenido de oxígeno inadecuado o de un gasto cardiaco insuficiente. El deterioro en el consumo de oxígeno ocurre más comúnmente durante los síndromes de respuesta inflamatoria sistémica tales como la sepsis

4. Factores de intercambio de gas:

Variadas son la causas que pueden desarrollar anomalías en el intercambio gaseoso durante la disminución en el soporte ventilatorio. Varias enfermedades pulmonares producen deterioro en la ventilación/perfusión y en los cortocircuitos. La dependencia al ventilador puede ser consecuencia de la necesidad de aumentar los niveles de PEEP y/o de la fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) para mantener un adecuado contenido de oxígeno. ⁽²⁶⁾

5. Factores cardiovasculares:

El ventilador puede inducir isquemia o insuficiencia cardiaca en pacientes susceptibles y con limitada reserva cardiaca. ⁽²⁶⁾ Los mecanismos propuestos son:

(1) Aumento en las demandas metabólicas, y por tanto en la demanda circulatoria, y que se asocian desde la transición de la VM hasta la respiración espontánea, en especial, en pacientes con reserva cardiaca limitada;

(2) aumento en el retorno venoso, contrayendo el diafragma y desplazando la sangre desde el abdomen hacia el tórax; y

(3) aumento de la postcarga ventricular. En un estudio ⁽⁴⁵⁾ se demostró que la disfunción del ventrículo izquierdo (el intento de retiro del ventilador fracasó en 15 pacientes con EPOC, cuando aumentó la presión de oclusión de la arteria pulmonar de 8 a 25 mmHg).

6. Factores psicológicos:

De los factores no respiratorios que condicionan la dependencia al ventilador el aspecto psicológico puede ser la causa más importante. El estrés puede ser minimizado con la comunicación frecuente entre médicos, enfermera, familiares y el paciente. La estimulación ambiental mediante libros, televisión, radio podrían mejorar la función psicológica del paciente. Se ha demostrado beneficio empleando un ventilador portátil (o bolsa) en pacientes con largo tiempo de dependencia al ventilador ⁽³¹⁾ El "Biofeedback" puede ser útil en disminuir el tiempo de destete en pacientes que han tenido dificultades en el retiro del soporte ventilatorio.

PARÁMETROS PREDICTORES DEL RETIRO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA:

En el caso en que el paciente parezca soportar favorablemente el periodo de ventilación espontánea, se debe de hacer una valoración pronóstica del éxito de los intentos de destete midiendo, fundamentalmente, la capacidad de reserva del paciente para mantener la respiración espontánea, y soportar la carga que ella representa ⁽¹⁹⁾.

1. PARÁMETROS QUE EVALÚAN EL INTERCAMBIO GASEOSO, OBTENIDOS RAPIDAMENTE EN LA PRÁCTICA CLÍNICA:

a. No debe iniciarse el retiro de la VM con una $PaO_2 < 60$ para una $FIO_2 \leq 0.4$, un gradiente alveolo-arterial de oxígeno $DAAO_2 > 350$ para una FIO_2 de 1, o un cociente $PaO_2 / FIO_2 < 200$.

b. El VD/VT (Volumen del espacio muerto/Volumen corriente), tiene poca utilidad clínica. Valores $> 60\%$ pueden suponer imposibilidad para asumir la ventilación espontánea. El aumento del espacio muerto conduce a incremento en la frecuencia respiratoria y en el volumen corriente para mantener la ventilación alveolar, con el consiguiente desarrollo de fatiga muscular.

2. PARÁMETROS QUE VALORAN PRESIONES EN LA VÍA AÉREA:

a. Presión inspiratoria máxima:

Un adecuado funcionamiento de los músculos respiratorios es un factor fundamental para un destete exitoso. La PIM valora esta función, y se realiza midiendo el máximo esfuerzo inspiratorio contra una vía aérea ocluida. ⁽⁴⁶⁾ $PIM > -30$, garantiza la extubación exitosa, mientras que valores de PIM de -20 son insuficientes para sostener la ventilación espontánea. Pero se ha hallado un escaso valor predictivo para este parámetro, que además se ve influenciado por la distensibilidad tóraco-pulmonar (a igual nivel de PIM, si la distensibilidad disminuye, un similar esfuerzo inspiratorio producirá un menor volumen de aire circulante) o por la existencia de hiperinsuflación (que supone un acortamiento de la musculatura inspiratoria con consecuente menor disminución en la efectividad de la respiración y aumento del trabajo respiratorio).

b. Presión de oclusión de la vía aérea $PO_{0.1}$:

Se obtiene mediante el registro de la presión en la vía aérea durante una oclusión completa, realizada al 0,1s del inicio de la inspiración, y representa una medida indirecta pero válida de la actividad del centro respiratorio.⁽¹⁹⁾ En personas sanas, el valor máximo es de 2 cm de H₂O. Valores mayores de 4.2 cm H₂O obliga a mantener el apoyo ventilatorio en el 90% de los pacientes. Valores menores de 4.2 cm H₂O presentan destete de la ventilación mecánica con éxito en el 78% de los casos.

c. Índice PO₁/PIM:

Relaciona los requerimientos de la ventilación (PO₁) con la funcionalidad de la musculatura ventilatoria(PIM).⁽⁴⁷⁾ Este índice, aumenta la sensibilidad y especificidad de la PO₁ como predictor de éxito o fracaso del destete.⁽¹⁷⁾ Valores < 0.14 presentan altas posibilidades de éxito en el retiro del ventilador, mientras que valores > 0.16, presentan baja probabilidad de retiro de la VM.

d. Bloque que agrupa volúmenes, frecuencia y ventilación:

Índice de respiración superficial (f/Vc).

Es normal cuando es ≤ 105 resp/min/lit.⁽¹⁷⁾ Tiene un valor predictivo positivo de 0.78 y valor predictivo negativo de 0.95, para un valor umbral de 100⁽⁴⁹⁾. Se encontró posteriormente que el producto PO₁ f/Vc tiene mayor especificidad como predictor del resultado de destete que ambos parámetros por separado⁽¹⁹⁾. La ventilación minuto, combinada con la PIM y la capacidad vital, constituyen un índice bastante confiable en el retiro de la VM.⁽⁴⁹⁾

4. PARÁMETROS DE MECÁNICA RESPIRATORIA:

a. Distensibilidad pulmonar:

El valor normal en un adulto sano sometido a VM está entre 60 y 100 ml/cm H₂O. Sin embargo, en un estudio se encontró que una distensibilidad pulmonar de 33ml/cm H₂O sólo tuvo un valor predictivo positivo de 0.60 y negativo de 0.53, por lo que se puede afirmar que la distensibilidad pulmonar no se comporta como fiel predictor de destete⁽⁴⁹⁾.

b. Trabajo respiratorio:

Hay varias formas de calcular el trabajo respiratorio:

- Una es mediante la diferencia existente entre la medición del costo del oxígeno en respiración en VM (en sedación profunda y relajación) y en ventilación espontánea.⁽⁵⁰⁻⁵²⁾ El consumo de oxígeno de los músculos respiratorios inferior al

15% del consumo de oxígeno total sería indicativo de posibilidad de éxito en el retiro del ventilador, pero si es superior a 15% indicaría la posibilidad de fracaso en el destete. Pero es un parámetro de escasa especificidad y sensibilidad.

- Otra forma es mediante la obtención del trabajo por minuto (multiplicando el trabajo por la frecuencia respiratoria) y el trabajo por litro, que resulta de dividir la tasa de trabajo por minuto por la ventilación por minuto.⁽⁵³⁾ Los pacientes que no logran destetarse del ventilador tienen mayor trabajo respiratorio que los que son destetados en forma precoz. Valores $> 0.75\text{J/L}$ presentan poco éxito en el retiro de la VM.⁽⁵⁴⁾

c. Índices integrados o mixtos:

- CROP:

Evalúa el intercambio gaseoso y el equilibrio entre las reservas y demandas neuromusculares. Valor normal: 13ml/resp/min y se calcula a partir de la frecuencia respiratoria, distensibilidad dinámica (Crs), $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, PIM.⁽⁴⁹⁾

- Índice de destete:

Integra parámetros de resistencia muscular y de intercambio gaseoso. Valores $< 4\text{ min}^{-1}$ son buenos predictores de éxito de retiro del ventilador.⁽⁵⁵⁾

CRITERIOS PARA VALORAR DEPENDENCIA DEL VENTILADOR:

Desafortunadamente, no existen datos adecuados que ayuden a los clínicos a determinar la posibilidad de éxito entre un destete prematuro y uno retardado evaluando, solo, las estrategias de destete del ventilador.⁽⁶⁾ La extubación fallida, en lo posible, debe de ser evitada, ya que, si es seguida de reintubación se incrementa la incidencia de neumonía nosocomial,⁽⁵²⁾ y consecuente aumento en costos y morbimortalidad. Existen reportes de reintubación con un rango de 4 – 23% para poblaciones diferentes en Unidades de Cuidados Intensivos.⁽⁵⁷⁾ De hecho, la tasa de reintubación es uno de los criterios para evaluación de calidad. En pacientes que tienen cambios de su estado mental y/o deterioro neurológico, se han reportado tasas de reintubación de un 33%.⁽⁵⁸⁾

El empleo de la relación de probabilidad (LR), se utiliza para describir predicción de resultados. La LR es una expresión de diferencia para un resultado de una prueba dada que puede estar presente en un paciente con una condición dada, comparado con un paciente que no tenga esa condición. Un $\text{LR} > 1$ indica que la probabilidad del suceso aumenta, mientras que valores < 1 indican que la

probabilidad de falla aumenta. LR entre 0.5 y 2 indican que un parámetro de destete es asociado con solamente un pequeño cambio clínico no importante en el suceso o falla. LR entre 2-5 y desde 0.3 a 0.5 se correlacionan con pequeños cambios, pero potencialmente importantes en probabilidad, mientras que la relación de 5-10 a 0.3 se correlaciona con una probabilidad de cambios clínicos más importantes. Relación de > 10 o < 0.1 se correlaciona con una probabilidad de grandes cambios ⁽⁵⁹⁾.

Los pacientes que reciben VM para insuficiencia respiratoria deben ser valorados para el retiro de la VM si cumplen los siguientes criterios ⁽⁶⁾:

Cuadro No. 5.

CRITERIOS PARA VALORAR RETIRO DEL VENTILADOR

Evidencia de alguna resolución de la causa subyacente para la insuficiencia respiratoria
Adecuada oxigenación (Ej. relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 150-200$; presión positiva al final de la espiración $\{ \text{PEEP} \} \leq 5-8 \text{ cmH}_2\text{O}$; $\text{FiO}_2 \leq 0.4-0.5$); y Ph (Ej. ≥ 7.25)
Estabilidad hemodinámica, definida por la ausencia de isquemia miocárdica activa y la ausencia de hipotensión clínicamente significativa (Ej. sin terapia vasopresora o solamente con dosis bajas de vasopresores tales como dopamina o dobutamina $< 5 \text{ mcg/Kg/min}$)
La capacidad de iniciar un esfuerzo respiratorio

La decisión de usar estos criterios debe ser individualizada. Algunos pacientes no satisfacen todos los criterios (Ej. pacientes con hipoxemia crónica y que tienen valores por debajo del umbral citado) pueden estar listos para la discontinuación de la VM.

Los pacientes en los que no se ha resuelto su insuficiencia respiratoria, y que requieren de altos niveles de soporte ventilatorio tienen mayor riesgo para desarrollar fatiga muscular respiratoria (y por tanto, prolongar su requerimiento de VM) si se realizan reducciones agresivas en el soporte. Existen diversos criterios empleados en estudios, reportados en la literatura, para el destete de la VM en pacientes que reciben altos niveles de soporte ventilatorio. ^(5,60)

Cuadro No 6.

CRITERIOS OBJETIVOS Y SUBJETIVOS PARA VALORAR DESTETE
VENTILATORIO

CRITERIOS OBJETIVOS	CRITERIOS SUBJETIVOS
Oxigenación adecuada (Ej. $PaO_2 \geq 60$ mmHg con $FiO_2 \leq 40\%$; $Peep \leq 5-10$ cmH ₂ O; $PaO_2/FiO_2 \geq 150-300$)	Resolución de la enfermedad en fase aguda
Sistema cardiovascular estable (Ej, frecuencia cardíaca ≤ 140 ; presión arterial estable, (sin o con mínimos agentes presores)	Que el médico crea posible el destete
Afebril (Temperatura < 38 grados C)	
Acidosis respiratoria no significativa	
Hemoglobina adecuada (Ej., $Hb \geq 8-10$ g/dl)	
Adecuado estado mental (Ej., Glasgow ≥ 13 , sin sedantes en infusión continua)	
Estado metabólico estable (Ej. electrolitos aceptables)	

CHEST, Vol 120, No 6, Dec 2001

Los "criterios subjetivos" son insuficientes para valorar el retiro del soporte ventilatorio en un paciente. La presencia de alguna evidencia de estabilidad "clínica" es la clave para iniciar la valoración del potencial retiro del ventilador, pero son necesarios más criterios antes de decidir continuar o discontinuar el soporte ventilatorio.

Se debe de efectuar valoraciones subsecuentes al retiro de la VM, en pacientes con insuficiencia respiratoria, durante la fase de respiración espontánea, aun más estrictas que cuando el paciente estaba recibiendo soporte ventilatorio. Debe de realizarse una prueba corta de respiración espontánea, para valorar la capacidad de continuar hacia una prueba de respiración espontánea formal.

Los criterios que valoran la capacidad del paciente de tolerar una prueba de respiración espontánea son:

El patrón respiratorio
Adecuado intercambio de gas
Estabilidad hemodinámica
Comodidad del paciente

CHEST, Vol 120, No 6, Dec 2001

Si la tolerancia de la prueba de respiración espontánea por 30 a 120 min. es positiva, debe considerarse una alta posibilidad de éxito en el pronto y permanente retiro del ventilador. ⁽⁶⁾

Una impresión clínica única es también insuficiente para determinar si el paciente reúne o no los criterios que se han descrito, con anterioridad, para discontinuar el soporte ventilatorio; por lo que es necesario realizar valoraciones seriadas del potencial destete. Dichas valoraciones podrían ser realizadas durante la respiración espontánea o mientras el paciente aún recibe sustancial soporte ventilatorio. Y pueden ser empleadas, no solamente, para decisiones de manejo sobre el destete y discontinuación, sino que también ofrecen una explicación hacia los posibles mecanismos de fracaso en el destete.

Cuadro No.7.

8 PARÁMETROS PARA PREDECIR EL DESTETE ADECUADO ⁽⁶¹⁾

<u>MEDIDAS DEL VENTILADOR</u>	<u>MEDIDAS DURANTE LA PRUEBA DE RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA</u>
Ventilación minuto: 10-15 lt/min	Frecuencia respiratoria: 30-38 resp/min
Fuerza inspiratoria negativa (FIN) : - 20 - 30 cm H20	Volumen corriente: 325-408 ml (4-6 ml/Kg)
Presión inspiratoria máxima (PIM) : - 15 - 30 cm H20	Relación f/Vc : 60-105/L
Po1/ PIM : 0.30	

Puntaje CROP: 13	
------------------	--

Pol (presión de oclusión de la boca 0.1s después del inicio del esfuerzo respiratorio);
CROP (distensibilidad, frecuencia, oxigenación, presión)

Múltiples estudios encontraron que en los pacientes que toleran la prueba de respiración espontánea de 30 – 120 min tuvieron éxito en la discontinuación, en el 77% de las veces. El 12 – 42% de esos pacientes fracasaron en la prueba de respiración espontánea y no fueron removidos del soporte ventilatorio.

Factores iatrogénicos tales como: incomodidad por el tubo endotraqueal o por la presión positiva continua en la vía aérea (CPAP), fueron la causa en el fracaso de la prueba de respiración espontánea, más que una verdadera dependencia al ventilador, por lo menos en alguno de esos pacientes.⁽⁶⁾

Existen criterios empleados, en varios estudios, para pruebas largas que definen la tolerancia de una prueba de respiración espontánea.

Cuadro No. 8

CRITERIOS PARA VALORAR LA TOLERANCIA DE LA PRUEBA DE RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA

<u>MEDIDAS OBJETIVAS QUE INDICAN TOLERANCIA / SUCESO</u>	<u>VALORACIONES SUBJETIVAS QUE INDICAN INTOLERANCIA / FALLA</u>
Adecuado intercambio de gas: SO ₂ ≥ 85-90%; PO ₂ >50-60% mmHg; pH ≥ 7.32; aumento en la PaCO ₂ ≤ 10 mm Hg	Cambios en el estado mental (Ej. somnolencia, coma, agitación, ansiedad)
Estabilidad hemodinámica: FC < 120-140 resp/min; FC sin cambios >20%; PAS < 180-200 y > 90 mmHg; PA sin cambios > 20%, sin empleo de presores.	Inicio o empeoramiento de incomodidad Diaforesis
Patrón de estabilidad ventilatoria; Ej. FR ≤ 30-35 resp/min; Fr sin cambios > 50%	Signos de aumento del trabajo respiratorio. (empleo de músculos accesorios, disociación tóraco-abdominal)

CHEST, Vol 120, No 6, Dec 2001

La innecesaria prolongación de una prueba fallida de respiración espontánea puede precipitar fatiga muscular, inestabilidad hemodinámica, incomodidad o un empeoramiento en el intercambio de gas. ⁽⁶²⁾

Cuando se inicia una prueba de ventilación espontánea, ésta debe de ser estrechamente monitorizada antes de que se tome la decisión de continuar. Por eso, los pacientes deben continuar la prueba por lo menos 30 minutos, pero no mayor a 120 min. ⁽⁵⁵⁾ para asegurar una máxima sensibilidad y seguridad. Pareciera también, que mientras la prueba de respiración espontánea sea realizada con bajos niveles de CPAP (Ej. 5 cm H₂O), bajos niveles de presión soporte (Ej. 5-7 cm H₂O), o simplemente como pieza en "T", influyen poco sobre los resultados. ⁽¹⁰⁾ En pacientes con auto PEEP significativo, el CPAP, podría acelerar el inicio de la respiración.

El retiro de la vía aérea artificial, en los pacientes que han soportado exitosamente el destete del soporte ventilatorio, debe ser basado en la valoración de la permeabilidad de la vía aérea y de la capacidad del paciente para proteger su vía aérea. ⁽⁶⁾

La extubación fallida también puede ocurrir por:

- obstrucción de la vía aérea superior,
- incapacidad para proteger la vía aérea e
- incapacidad para eliminar secreciones.

El riesgo de obstrucción de la vía aérea superior post-extubación aumenta con la duración de la VM. La detección de una fuga de aire durante la VM cuando el globo del tubo endotraqueal es desinflado, puede ser empleada para valorar la permeabilidad de la vía aérea superior (prueba de fuga del tubo). ⁽⁶²⁾ Aunque muchos autores no han confirmado la utilidad de la prueba de fuga del tubo para predecir el estridor post-extubación, ⁽⁶³⁾ muchos pacientes que lo desarrollan, pueden ser tratados con esteroides, sistémicos e inhalados, y/o epinefrina, racémica, de preferencia micronebulizada (y posiblemente con ventilación no invasiva y/o helio), de esta forma no necesariamente necesitan ser reintubados. Los esteroides y/o la epinefrina, también se pueden emplear 24 horas antes de la extubación en los pacientes con valores bajos de fuga de gas del tubo. El material necesario para reintubar, (incluyendo equipo de traqueostomía) debe estar siempre disponible cuando se extuban los pacientes con valores bajos de fuga de gas del tubo.

La valoración de la vía aérea generalmente incluye:

- calidad de la tos ante la succión de la vía aérea,
- ausencia de secreciones excesivas,

- frecuencia de succión de la vía aérea (Ej. 2 o más horas).⁽⁶⁴⁾

MANEJO DEL PACIENTE CON FRACASO EN LA PRUEBA DE RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA

Se debe identificar la causa del fracaso en la prueba de ventilación espontánea. Cuando se corrija la causa y el paciente ya reúna los mismos criterios empleados en pacientes con altos niveles de soporte ventilatorio, se deberán realizar las pruebas de respiración espontánea cada 24 horas.

Por otro lado, se deberá de prestar especial atención en mantener:

- adecuado control del dolor,
- sedación apropiada,
- adecuado equilibrio hidro-electrolítico,
- empleo de broncodilatadores, y
- control de la isquemia miocárdica.

Se mantendrán a los pacientes estables, sin fatiga y cómodos con el soporte ventilatorio.⁽⁶⁾

Cuando el paciente fracasa en la prueba de respiración espontánea, existe evidencia en la literatura que señala que deberían de esperarse 24 horas antes de iniciar nuevamente otro intento; excepto, en pacientes que se recuperan de la anestesia. Cuando se han empleado relajantes musculares/ sedantes, y/o presentan anormalidades del sistema respiratorio de lenta recuperación, es posible que, la prueba de respiración espontánea con un día de espera no sea suficiente.⁽⁶⁵⁾ El fracaso de la prueba de respiración espontánea, algunas veces es debida a anormalidades respiratorias mecánicas que probablemente no reviertan rápidamente. Existe evidencia⁽⁵⁾ de que la prueba de respiración espontánea, efectuada, 2 veces por día no ofrece ventajas sobre la prueba realizada una vez al día, y podría servir sólo para consumir innecesariamente recursos clínicos.

Los pacientes que reciben VM por insuficiencia respiratoria y que fallan en una prueba de respiración espontánea deben recibir un soporte ventilatorio estable, cómodo y no fatigable.⁽⁶⁾

Existen modalidades ventilatorias que se pueden emplear en pacientes que han fracasado en una prueba de ventilación espontánea:

MODOS DE SOPORTE VENTILATORIO PARCIAL

<u>MODO</u>	<u>TRABAJO REALIZADO POR EL PACIENTE</u>
SIMV	Número de respiraciones aportadas por la máquina. Además las que él realiza
PSV	Depende del nivel de presión inspiratoria asistida, y del esfuerzo espontáneo
SIMV + PS	Combina los ajustes de SIMV y PS
VS	PSV con VC "mínimo" garantizado (nivel de PSV ajustado automáticamente de acuerdo al VC empleado)
VAPS(PA)	PSV con empleo de mínimo VC (un flujo adicional es aportado al final de la inspiración si es necesario para aportar el VC requerido)
MMV	SIMV con un VE garantizado (la máquina ajusta automáticamente la frecuencia respiratoria de acuerdo a la situación clínica)
APRV	Diferencia la presión entre la inflación y la liberación (Ej. la menor diferencia de presión, la respiración espontánea mayor que es requerida)

SIMV: ventilación mandatoria intermitente sincronizada; PSV: Ventilación con presión soporte; VS: Volumen soporte; VAPA(PA): Volumen garantizado de soporte por presión(aumento de presión); MMV: Ventilación minuto mandatoria; APRV: Ventilación de liberación de la presión de la vía aérea; VE: Ventilación minuto

CHEST, Vol 120, No 6, Dec 2001

Se prefieren los modos de ventilación asistidos, en relación con los controlados, porque permiten mantener el tono y cierto grado de actividad muscular autónoma. ⁽¹¹⁾ Aunque existen escasos datos clínicos, esa actividad puede ayudar a evitar la atrofia muscular por desuso, y también puede reducir el grado de sedación requerida para su manejo.

Otros modos de soporte ventilatorio, tales como:⁽⁶⁶⁾

- Volumen soporte, ⁽⁶⁷⁻⁶⁸⁾
- ventilación de soporte adaptativa(ASV), ⁽⁶⁶⁾
- ventilación minuto mínima(MMV), ⁽⁶⁸⁾
- sistemas basados en inteligencia artificial para ajustar la presión soporte

Se han desarrollado en un intento por destetar a los pacientes "automáticamente" por retro-alimentación de uno o más parámetros medidos por el ventilador. MMV tiene un sistema basado en inteligencia artificial para ajustar la presión soporte.

Todos han demostrado ser capaces de reducir de forma segura y automática el soporte, pero esto es posible solo en pacientes seleccionados.

El empleo de la ventilación con presión positiva no invasiva (NPPV) ha tenido un interés creciente. Aunque la NPPV se ha usado como un método para evitar la intubación, también se ha empleado como un método eficaz para disminuir el trabajo respiratorio, posterior al destete del soporte ventilatorio invasivo.

En pacientes post-quirúrgicos, debe ser la norma el empleo de estrategias de anestesia/sedación mínimas, aunadas a un manejo de técnicas en ventilación mecánica dirigidas hacia una extubación temprana. ⁽⁶⁾

Los pacientes post-quirúrgicos tienen un problema único para el destete del ventilador. En ellos, la depresión respiratoria por anestésicos y relajantes musculares aunada a la presencia de dolor post-quirúrgico, son las razones principales para la dependencia del ventilador. Por ello, un óptimo manejo del dolor y de la sedación, en conjunción a estrategias de ventilación mecánica, ofrecen oportunidades para acortar la duración de ella. ⁽⁶⁹⁾ Estudios controlados demostraron que el empleo de un bajo régimen de sedación/anestesia permitió la extubación temprana, en un promedio de 7 horas.

En pacientes que manejan un patrón respiratorio dudoso, son importantes los modos ventilatorios que garantizan cierta frecuencia respiratoria y una ventilación minuto (asisto-control, SIMV, MMV). Sin embargo, se requiere de frecuentes reducciones en el soporte, ya que la recuperación de estos pacientes ocurre en pocas horas. El empleo de estrategias agresivas en la reducción del soporte demuestran que proporcionan un destete temprano de la VM. En el postoperatorio inmediato, el paciente debe de ser idealmente manejado en un modo simple de retro-alimentación automático, que aporte una forma de soporte (MMV o ASV). ⁽⁶⁸⁾

Por ello, en el desarrollo e implementación de protocolos de destete por las Unidades de Cuidado Intensivo, debe de considerarse aspectos que sean diseñados para los profesionales del cuidado de la salud no médicos (Técnicos en Terapia Respiratoria). Los Técnicos en Terapia Respiratoria pueden así ejecutar protocolos previamente diseñados que optimicen los resultados clínicos y así, contribuir en la reducción de costos en los pacientes críticamente enfermos. ⁽⁶⁾

De igual manera, se deberán efectuar protocolos dirigidos hacia el logro de una óptima sedación.

PAPEL DE LA TRAQUEOSTOMÍA EN PACIENTES CON DEPENDENCIA DEL VENTILADOR

Los beneficios de la traqueostomía comparada con la intubación faríngea prolongada incluyen:

- Mejora en la comodidad del paciente.
- Efectiva aspiración de la vía aérea.
- Disminución de la resistencia de la vía aérea.
- Aumento en la movilidad del paciente.
- Mejor oportunidad para la palabra articulada.
- Capacidad para comer vía oral.
- Mayor seguridad en el manejo de la vía aérea.
- Menor frecuencia de complicaciones asociadas al ventilador.
- Destete acelerado de la VM.
- Capacidad para transferir pacientes dependientes del ventilador de la UTI.

Traqueostomía temprana se define como: tan corto como 2 días después del inicio de la VM y la traqueotomía tardía 10 días después de la VM.

Se debe considerar la traqueotomía después de un periodo inicial de estabilización del ventilador, cuando es aparente que el paciente podría requerir de la asistencia ventilatoria en forma prolongada. ⁽⁶⁾

Los pacientes que se pueden beneficiar de la traqueotomía temprana son:

- Pacientes que requieren altos niveles de sedación para tolerar tubos translaríngeos.
- Pacientes que tienen mecánica respiratoria marginal (algunas veces manifestado por taquipnea), y en quienes un tubo de traqueotomía con baja resistencia podría reducir el riesgo de sobrecarga muscular.
- Pacientes que pueden obtener beneficio fisiológico de la capacidad para alimentarse por vía oral, comunicarse con la palabra articulada, y tener una mejor movilización.
- Pacientes que tienen movilidad conservada y que pueden colaborar mejor con la terapia física.

Los problemas asociados con la traqueotomía incluyen complicaciones relacionadas a la cirugía, daño de la vía aérea, (inicial o tardío), y costo del procedimiento. Este último, puede ser bajo si es realizada en la UTI, por la técnica de dilatación percutánea. El efecto benéfico más importante de la traqueotomía es que puede facilitar el destete del soporte ventilatorio mecánico y se asocia con una

mayor comodidad, al mismo tiempo que, disminuye la resistencia en la vía aérea y baja la incidencia de neumonía asociada al ventilador.

MEJORA DEL CONFORT DEL PACIENTE:

A los pacientes con ventilación mecánica prolongada que se les realiza traqueostomía tienen menores molestias a nivel facial cuando se les retira el tubo oro o naso-traqueal.

DISMINUCIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA VÍA AÉREA:

Aunque el radio pequeño de la curvatura del tubo de traqueostomía aumenta el flujo turbulento y la resistencia de la vía aérea, su corta longitud resulta en una disminución en la resistencia de la vía aérea, (lo que produce una reducción en la carga muscular del paciente cuando se compara con un tubo endotraqueal en estudios clínicos y de laboratorio.⁽⁷⁰⁾ Las secreciones pueden aumentar la resistencia de la vía aérea. Mediante el empleo de cánulas internas removibles se puede reducir este efecto con el tubo de traqueostomía.⁽⁷¹⁾

IMPACTO DE LA TRAQUEOSTOMIA EN LA NEUMONIA ASOCIADA AL VENTILADOR

La traqueostomía temprana, es una estrategia propuesta para evitar la neumonía asociada al ventilador. El tiempo de traqueostomía, modifica el riesgo de neumonía. Pero actualmente, no hay datos definitivos de evidencia científica, que argumenten el hecho de que la traqueostomía temprana disminuya o aumente el riesgo de neumonía asociada al ventilador.⁽⁶⁾

IMPACTO DE LA TRAQUEOSTOMIA SOBRE LA DURACIÓN DE LA VM:

En una revisión de muchos estudios, los autores concluyeron que no hay evidencia suficiente que soporte la tesis de que, en pacientes críticamente enfermos, el tiempo de traqueostomía altere la duración de VM.⁽⁷¹⁾

EL PAPEL A LARGO PLAZO DE LAS INSTALACIONES:

En los pacientes que permanecen dependientes del ventilador, a pesar de terapia médica/quirúrgica y de agresivos intentos para remover el soporte ventilatorio, es conveniente incrementar un cambio en las técnicas de cuidado crítico.

A menos de que no exista evidencia de enfermedad claramente reversible (Ej. lesión de médula espinal alta o esclerosis lateral amiotrófica), un paciente que requiere de soporte ventilatorio mecánico prolongado para insuficiencia respiratoria, no debe ser considerado dependiente, permanente, del ventilador hasta después de 3 meses de fracasos en intentos de destete del ventilador. ⁽⁶⁾

Los especialistas en cuidados críticos deberían de incrementar sus habilidades, en éste tipo de pacientes en las UTI de los hospitales, que se especialicen en el manejo de pacientes que requieren VM prolongada por dependencia del ventilador. El conocimiento debe incluir el estudio de los trabajos publicados por estas unidades.

Cuando el aspecto médico del paciente ya se encuentra estable, como para transferirlo, los pacientes que han fallado en los intentos de destete en las UTI tradicionales, deben ser transferidos a esas instalaciones que han demostrado sucesos y seguridad en lograr la discontinuación del ventilador. ⁽⁶⁾

Hay estudios, ^(72,73) que apoyan el hecho de que los pacientes que reciben VM prolongada (> 21 días), pueden ser destetados de una manera segura y efectiva del ventilador cuando son transferidos a unidades dedicadas a esa actividad.

Las estrategias del destete en el paciente con MV prolongada, deben ser aplicadas gradualmente y deben incluir ensayos en los que se prolongue cada vez más las pruebas de respiración. ⁽²⁵⁾

EXTUBACIÓN ⁽¹⁷⁾

El médico debe distinguir entre destete, no necesita el ventilador y extubación, no necesita el tubo endotraqueal. El tubo endotraqueal mantiene y protege la vía aérea, además de permitir la remoción de las secreciones de los pacientes en los que la tos y los mecanismos protectores de la vía aérea son inadecuados. Por ello es importante valorar si después de destetar al paciente, se requiere el tubo endotraqueal o se lo puede retirar.

Puede complicar la extubación el estridor post extubación debido a:

- edema glótico,
- estenosis traqueal,
- laringoespasmos.

Una variedad de edema pulmonar se puede desarrollar, en algunos de estos pacientes, debido a que el aumento de la presión intratorácica negativa durante la inspiración, puede incrementar dramáticamente la post-carga del ventrículo

izquierdo. El empleo de epinefrina racémica inhalada y de corticoesteroides parenterales e inhalados, pueden ayudar a mantener la vía aérea permeable. La mascarilla facial con CPAP puede reducir el trabajo respiratorio durante el tiempo en que disminuye la inflamación y el edema en la vía aérea.

En estos pacientes, en quienes pareciera que ha fallado la extubación, la presión positiva no invasiva (NIPPV), aplicada con diversas mascarillas puede, prevenir la necesidad de reintubación.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es posible diseñar y proponer un protocolo sistemático de retiro seguro y efectivo (“destete”) de la VM en la UTI) del Hospital Ángeles Mocel?

OBJETIVO

Diseñar y ejecutar un algoritmo de retiro de la VM en la UTI del Hospital Ángeles Mocel.

HIPÓTESIS

El protocolo propuesto para el retiro de la VM (“destete”) servirá para retirar la VM de los enfermos hospitalizados en la UTI del Hospital Ángeles Mocel de una forma rápida y segura.

JUSTIFICACIÓN

Los criterios y las técnicas de destete difieren considerablemente unas de otras. Se sugiere llevar a cabo el destete en forma protocolizada debido a que se obtienen mejores resultados que empleando, solamente, el juicio clínico del médico responsable de cada paciente¹⁴. Además, los protocolos existentes y realizados no solucionan todas las alternativas que presentan los enfermos. Por ello, se efectuó una revisión de la literatura para idear un protocolo que asegure un destete de la VM, temprano, adecuado, de bajo costo, fácil y seguro en pacientes con VM en la UTI del Hospital Ángeles Mocol.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño. Revisión de la literatura y diseño de un protocolo de retiro de la VM (“destete”). Serie de casos consecutivos.

Período de estudio. Mayo a Diciembre del 2003.

Sitio. Una UTI médico-quirúrgica con 10 camas de un hospital general privado de 110 camas. (Hospital Ángeles Mocol de la ciudad de México)

Pacientes. Enfermos hospitalizados en la UTI durante el período de estudio sometidos a VM.

Criterios de inclusión.

- a) Pacientes de cualquier género.
- b) Edad ≥ 18 años.
- c) Bajo ventilación mecánica invasiva por más de 24 horas.
- d) Insuficiencia respiratoria aguda resuelta.
- e) Calificación de coma de Glasgow ≥ 13 puntos.
- f) Oxigenación adecuada ($PaO_2/FiO_2 > 150$).
- g) Presión positiva tele-espiratoria ≤ 8 cm H_2O .
- h) Fracción inspirada de oxígeno $< 50\%$.
- i) pH arterial ≥ 7.35 .
- j) Ausencia de isquemia miocárdica activa.

- k) Presión arterial media >60 mmHg (Sin terapia vasopresora) ó con dosis bajas de dopamina, dobutamina o noradrenalina.
- l) Temperatura central < 38°C.
- m) Hemoglobina ≥ 10 g/L.
- n) Sin sedación.
- o) Consentimiento del médico tratante.

Criterios de exclusión.

- a) Pacientes con quemadura y trauma en cara

Criterios de eliminación.

- a) Traslado.
- b) Información incompleta.
- c) Auto-extubación.
- d) Falta de seguimiento del protocolo.
- e) Defunción.

Variables de interés.

- a) *Demográficas.* Género, edad.
- b) *Clinicas.* Peso, talla, APACHE II, comorbilidades. Patología pulmonar previa: tabaquismo, EPOC, etc, hipertensión arterial sistémica esencial, infarto miocárdico agudo, síndrome anginoso, obesidad, distrofia muscular, enfermedad vascular cerebral), diagnóstico de ingreso a la UTI.

c) *Respiratorias*. Fracción inspirada de oxígeno, volumen corriente, frecuencia respiratoria , índice de respiración rápida superficial , presión inspiratoria máxima , presión espiratoria máxima , saturación de oxígeno por pulso-oximetría , presión arterial de oxígeno , pp. arterial, método de aporte de oxígeno post-extubación y razón de suspensión del protocolo en caso de suceder.

d) *De stress respiratorio*. Frecuencia cardiaca, presión arterial sistémica, agitación, ansiedad, diaforesis y disociación tóraco-abdominal.

NOTA: A continuación se relata el protocolo. Utilizando el tiempo futuro, en razón a que dicho protocolo se estableció como rutina de uso en la UTI de donde se realizó el estudio.

PROTOCOLO

Se investigará en el expediente clínico el padecimiento actual que llevó al paciente a ser colocado en VM, así como datos demográficos, comorbilidad y patología de base. Se llenará la hoja diseñada para obtener los parámetros necesarios para el destete ventilatorio adecuado. Ver anexos 1-4.

- Todos los pacientes deben estar en modalidad asistida-controlada.
- Antes de empezar la prueba, se medirán PEM, PIM, FR y VC.
- Posteriormente se colocará al paciente en pieza en “T” por un período de tiempo de 3–5 minutos con la misma FiO₂ empleada durante la VM.
- Al final de esta prueba se medirá con un espirómetro PIM, PEM e IRS
- Se medirá 3 veces seguidas la PIM para evitar falsos positivos, y se seleccionará el valor más negativo.

Se exigirá que los pacientes tengan por lo menos dos de los siguientes criterios:

1. PIM < -20 cm H₂O.
2. VC >5 ml/Kg de peso corporal.
3. FR < 35 resp./min.
4. IRS < 105 en pacientes menores de 60 años ó < 150 en pacientes mayores de 60 años).

Se colocarán por 2 horas en pieza en “T” con oxígeno humidificado colocado a través del circuito.

El comienzo de esta prueba se considerará el inicio del tiempo de destete.

Se suspenderá la prueba si el paciente presenta alguno de los siguientes signos de insuficiencia:

1. FR > 35 resp./min.
2. SaO₂ <90%.
3. PaO₂ <50 mmHg.
4. pHa < 7.32.
5. FC > 140 lat./min. o un cambio sostenido > 20%.
6. PAS > 180 mmHg o < 90 mmHg.
7. Agitación, diaforesis o ansiedad.

Los pacientes que no presenten ninguna de estas características al final de la prueba serán extubados y a continuación recibirán aporte de oxígeno por mascarilla facial.

- Si el paciente presentó pobre tolerancia documentada por alguno de los signos anteriormente anotados en algún momento de la prueba, se cambiará a apoyo ventilatorio parcial, que incluye las modalidades de: ventilación mandatoria intermitente sincronizada o presión soporte. Con estos modos ventilatorios el paciente realiza la mayor parte del trabajo respiratorio.
- Si el paciente no presentó ningún signo de insuficiencia al final de la prueba, pero tiene abundantes secreciones o es necesario proteger la vía aérea contra la posibilidad de aspiración por reflujo gastroesofágico se considerará la extubación 24 horas después, y se dejará con apoyo ventilatorio parcial por 24 horas.
- Adicionalmente, si el paciente permanece más de 24 horas con apoyo ventilatorio parcial, se le deberá de efectuar una prueba diaria máxima de 2 horas de respiración en pieza en "T", si ésta es tolerada, se continuará con el protocolo de extubación.

VENTILACIÓN MANDATORIA INTERMITENTE SINCRONIZADA (SIMV)

- Iniciar con la mitad de la FR usada para asistoccontrol aproximadamente 10 ± 2 resp./min.
- Se disminuye la FR de 2 a 4 resp./min. al menos 2 veces al día, pero se puede disminuir más rápidamente, valorando la gasometría arterial, si el paciente lo tolera adecuadamente.
- Los pacientes que toleren 5 resp./min. por 2 horas sin signos de insuficiencia respiratoria se extubarán.

- Posteriormente, de acuerdo a la necesidad de cada paciente, se colocarán en ventilación mecánica no invasiva (presión positiva continua de la vía aérea ≤ 5 cm H₂O) o se aplicará mascarilla facial. Por ejemplo, los pacientes que requieran de presión positiva continua en la vía aérea para manejar su ventilación.

VENTILACIÓN CON PRESION SOPORTE (PSV)

- Se iniciará una PS de 18 ± 6 cm H₂O para alcanzar una FR < 25 resp./min.
- Se reducirán de 2 a 4 cm H₂O por lo menos 2 veces al día
- Se puede disminuir más rápidamente si el paciente no tiene signos de insuficiencia.
- Se extubarán los pacientes que toleran una PS de 6 cm H₂O por un periodo de 2 horas.
- Se colocarán posteriormente en ventilación mecánica no invasiva (presión positiva continua de la vía aérea ≤ 5 cm H₂O) o con mascarilla facial.

PRUEBA DIARIA DE RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA

- Estos pacientes se desconectarán del ventilador y se colocarán en respiración espontánea en pieza en "T" máximo 2 horas diariamente.
- Si hay signos de insuficiencia respiratoria se colocarán nuevamente en modalidad A/C por 24 horas.

- Diariamente se iniciará la prueba de respiración espontánea, y si el paciente tolera las 2 horas sin presentar signos de insuficiencia respiratoria se procederá a extubarlo.

El destete se considerará fallido si:

1. Es necesario reinstalar la VM dentro de 48 horas después de la extubación.
2. Si la extubación no es posible después de 14 días de iniciado el protocolo de destete.

Se considerará destete adecuado si la extubación fue alcanzada dentro de un periodo de 14 días y la reintubación no fue requerida dentro de un periodo de 48 horas post-extubación.

FACTIBILIDAD

En la UTI del Hospital Ángeles Mocel se hospitalizan alrededor de 450 enfermos anuales, de los cuales, el 30% reciben ventilación mecánica, esto es, 135 enfermos. De lo anterior se desprende que se contarán con al menos 80 enfermos durante el periodo de estudio planeado.

RECURSOS

Humanos. La autora de la tesis, su tutor y el equipo humano de la UTI.

Materiales. Equipo de apoyo respiratorio: Ventiladores Servo 900 C, Galileo Hamilton Medical, Horus 4 Taema Semsu, Gasómetro Radiometer serie ABL 700, Espirómetro Wright Respirometer Ferraris Mark 14, Forcímetero NIF- TEE. Fotocopias del formato de captura de la información. Protocolo enmicado del retiro de la VM en cada cama de la UTI. Computador personal. Paquete estadístico SPSS.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleará una base de datos diseñada *ex profeso* en Excel (Microsoft Inc). Se realizará estadística descriptiva (medidas de tendencia central, de dispersión y proporciones). El análisis estadístico se realizará con el paquete estadístico SPSS v.11 (SPSS, Chicago, IL).

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El proyecto de investigación fue sometido a consideración y aprobado por el Comité de Investigación en Humanos del Hospital.

Pero este protocolo no propone el empleo de fármacos ni de procedimientos que generen riesgo adicional al que habitualmente se someten los enfermos con procedimientos rutinarios, por lo que no se requiere de autorización adicional por parte de los familiares.

RESULTADOS

Del 1 de mayo al 8 de diciembre se hospitalizaron 272 pacientes en la UTI. De ellos, 182 enfermos (66.9%) no requirieron VM. 90 enfermos (33.1%) requirieron VM. De esos 90, tuvieron VM por menos de 24 horas, 32 pacientes (35.6%) y por más de 24 horas 58 pacientes (64.4%). De los 58 pacientes, 35 llenaron los criterios para entrar en el protocolo y 23 pacientes no ingresaron en el protocolo debido a: 14 fallecieron, 7 se trasladaron y 2 tuvieron nivel de reanimación cardiopulmonar III. De estos 35 enfermos, se eliminaron 10 por error humano al momento de realizar el protocolo.

Ingresaron al estudio 25 enfermos, de los cuales 17 fueron del género femenino (68%) y 8 del género masculino (32%). La edad media fue de 61 ± 19 años con un intervalo de 19 a 84 años. La antropometría del grupo de estudio fue:

Peso medio de 73 ± 16 Kg. con un intervalo de 50 a 120 Kg.

Talla media de 165 ± 11 cm. con un intervalo de 149 a 190 cm.

Superficie corporal media de 1.86 ± 0.31 m² con un intervalo de 1.40 a 1.80 m².

Índice de masa corporal medio de 26.8 ± 5.5 Kg/m² con un intervalo de 19.4 a 46.9 Kg/m².

Las comorbilidades fueron, por orden de frecuencia:

- | | | |
|------------------------------------|----|--------|
| a) Infarto miocárdico agudo | 14 | (56%). |
| b) Tabaquismo | 12 | (48%). |
| c) Hipertensión arterial sistémica | 12 | (48%). |

d) Neumopatía obstructiva crónica	7	(28%).
e) Obesidad	6	(24%).
f) Diabetes mellitus	3	(12%).
g) Insuficiencia cardíaca global	3	(12%).
h) Cáncer	2	(8%).
i) Enfermedad vascular cerebral	2	(8%).

Los enfermos que procedieron del área de medicina interna fueron 13 (52%) y del área quirúrgica fueron 12 (48%). Seis enfermos (24%) fueron sometidos a cirugía de urgencia. El APACHE II medio fue de 13.1 ± 6.7 puntos con un intervalo de 1 a 28 puntos. La mortalidad promedio predicha por este modelo matemático fue del 17.4%.

La duración del retiro de la VM (“destete”) fue de 8 ± 9 horas con un intervalo de 1 a 27 horas.

En la primera etapa de la prueba en pieza en “T” de 3 - 5 minutos, en 23 enfermos (92%), la FiO_2 media fue menor del 40%; el VC fue mayor de 5mL/Kg en 15 enfermos (60%); la FR fue menor de 35 resp./min. en 21 enfermos (84%); el IRS fue aceptable en 21 enfermos (84%); la PIM fue de -30 cm H₂O en 17 enfermos (68%) y la PEM media fue de 15 ± 11 . En total 25 enfermos (100%) cumplieron con los requisitos para progresar a la segunda etapa.

Tabla No 1.

PRIMERA ETAPA: PRUEBA DE PIEZA EN T: 3- 5 minutos

25 enfermos (100%)	FiO ₂ < 40 %
15 enfermos (60%)	Vc > 5 ml /Kg
21 enfermos (84%)	FR < 35 resp./min
21 enfermos (84%)	IRS 63.8 ± 46
17 enfermos (68%)	PIM – 30 cm H ₂ O PEM 15 ± 11.4

En la segunda etapa, de la prueba en pieza en “T” de dos horas, la FR fue menor de 35 resp./min. en la mayoría de los pacientes, 21 (84%); la SpO₂ fue mayor del 90% también en la mayoría, 24 (96%), en ellos se mantuvo una PaO₂ >50 mmHg; el pH_a se mantuvo por arriba de 7.34 en 23 enfermos (92%); 2 pacientes (8%), presentaron taquicardia superior a 140 latidos.

Tabla No 2.

SEGUNDA ETAPA: PRUEBA DE PIEZA EN T: 2 horas

21 enfermos (84%)	FR < 35 resp./min
24 enfermos (96%)	SpO ₂ > 90% PaO ₂ > 50 mmHg
23 enfermos (92%)	pH > 7.34
2 enfermos (8 %)	FC > 140 latidos/min

En esta etapa se extubaron 12 pacientes (48 %).

La Ansiedad se presentó en 3 enfermos (12%), en ningún enfermo hubo diaforesis ni agitación. Sólo un enfermo (4%) tuvo disociación tóraco-abdominal.

2 pacientes (8%), presentaron taquicardia superior a 140 latidos, por lo que se colocaron en apoyo ventilatorio parcial y se extubaron al final de esta prueba.

De la población en estudio, 5 enfermos se eliminaron por abandono del protocolo (20%) en la segunda etapa de la prueba, 4 enfermos tuvieron complicaciones no relacionadas con el protocolo (16%): (1 = Fiebre, 1 = Somnolencia, 1 = Dolor, taquicardia, disociación tóracoabdominal, 1= Deterioro neurológico; Infarto cerebral) Hubo sólo dos fracasos del protocolo de extubación (8%): (Intolerancia al destete, reintubación a las 48 horas).

Tabla No 3.

RESULTADOS

12 enfermos (48%)	Se extubaron en la prueba de pieza en T
2 enfermos (8%)	No toleraron la prueba de pieza en T
5 enfermos (20%)	Se eliminaron por ruptura del protocolo
4 enfermos(16%)	Tuvieron complicaciones relacionadas con el protocolo: 1= Fiebre
	1= Somnolencia
	1= Dolor, taquicardia, disociación tóracoabdominal
	1= Deterioro neurológico: Infarto cerebral
2 fracasos (8%)	1= Intolerancia al destete
	1= Reintubación a las 48 horas

DISCUSIÓN

- Los protocolos son guías que se emplean para llevar un orden cronológico de acciones, y se basan en la experiencia de trabajos ya realizados, y en la propia del especialista en Medicina Crítica.

- Es relativamente difícil implementar y aplicar a la práctica clínica protocolos que modifiquen los hábitos de trabajo de cualquier equipo humano. La resistencia al cambio es inherente a la naturaleza del ser humano. Sin embargo, el concepto de Mejora Continua de la Calidad en la Atención Médica exige que se vigilen las actividades que se realizan dentro de las unidades de terapia intensiva, se detecten las potenciales áreas de mejora, se propongan medidas y finalmente, se lleven a cabo las modificaciones requeridas a través de la capacitación del personal.

- Bajo este contexto se planteó estandarizar la extubación de los enfermos hospitalizados en la unidad de terapia intensiva del Hospital Ángeles Mocol.

- Una reciente evaluación previa, en nuestra Unidad, detectó una alta heterogeneidad en los criterios de extubación, lo que determinó, una mayor frecuencia de reintubación, con los riesgos inherentes de ella. Ely y cols⁽¹⁵⁾ recientemente, demostraron que el procedimiento de destete, guiado por un protocolo, es superior a la decisión individual del médico hecha a la cabecera del paciente. Por ello y, después de realizar una revisión en la literatura, se diseñó un protocolo actualizado de cómo extubar a los enfermos que han requerido de ventilación mecánica invasiva.

- La propuesta está desarrollada en 3 algoritmos:

1.- Prueba de pieza en "T".

2.- Modalidades de SIMV y PS

3.- En caso de fracaso del destete.

- De la población blanco del estudio (enfermos sometidos a ventilación mecánica invasiva por más de 24 horas), que fueron 58 durante el periodo, casi el 50% (25 enfermos) cumplieron los requisitos para ingresar al protocolo.

- La fase inicial del estudio se basó en una prueba de respiración espontánea, ya que muchos estudios^(5,8,10,15) han demostrado que un método directo de valorar si el paciente está listo para el destete es simplemente iniciando una prueba de respiración espontánea. Vallverdú y cols⁽⁵⁸⁾ demostraron que el 60 a 80 % de los paciente ventilados mecánicamente pueden ser adecuadamente extubados después de tolerar la prueba de respiración espontánea. Esteban y cols⁽⁵⁾ realizaron un estudio de 546 pacientes en una unidad médico quirúrgica. En ese estudio, 416 pacientes (76 %), fueron extubados adecuadamente después de realizar la prueba de pieza en T durante el primer día. Los 130 pacientes que fallaron fueron aleatorizados a seguir las siguientes estrategias:

1. Pieza en T 1 vez al día,
2. Pieza en T 2 o más veces al día o prueba de CPAP cada día de acuerdo a tolerancia,
3. PS reduciendo 2-4 veces al día de acuerdo a tolerancia, y
4. SIMV reduciendo 2-4 resp/min al menos 2 veces al día.

El destete fue significativamente mejor con pruebas de pieza en T 1 vez al día y pruebas múltiples de pieza en T más que con SIMV o PS. Esta última no fue superior a SIMV. En otro trabajo⁽⁶⁴⁾, de los mismos autores, efectuaron un estudio prospectivo, multicéntrico en 526 pacientes sometidos a VM para comparar pruebas de respiración espontánea durante 30 a 120 minutos. El porcentaje de pacientes que permanecieron extubados por 48 horas no fue diferente en ambos grupos (75.9 % vs 73 %, P= .43).

- En nuestro estudio 12 pacientes (48%) se extubaron durante la prueba de respiración espontánea, o sea, casi la mitad de los pacientes; esto demuestra que la prueba de pieza en T es útil para valorar cuando el paciente ya es capaz de manejar su propia ventilación y que además permite anticipar que la fase de destete será en un periodo de tiempo corto.

Se han utilizado varios métodos para realizar la prueba de respiración espontánea: PS, CPAP, pruebas de pieza en T, etc.

- Jones DP y cols.⁽⁷⁴⁾ compararon CPAP de 5 cm de agua contra pieza en T en un grupo de 106 pacientes con VM, a los que sometieron durante 1 hora de prueba de respiración espontánea; la conclusión fue que no existió una diferencia significativa en el porcentaje de pacientes que fallaron en el proceso de destete.

- Esteban y cols.⁽⁵⁾ compararon pieza en T contra PS de 7 cm de agua, no hubo diferencias en el porcentaje de pacientes que permanecieron extubados por 48 horas (63 % en el grupo de pieza en T y 70 % en el grupo de PS; P= 0.14).

- Sin embargo, para la prueba de respiración espontánea, en nuestro estudio se decidió emplear la pieza en T, en base a que las características y estructura de los protocolos deben ser tomados de la literatura, pero se deben adaptar a las necesidades de cada institución⁽⁷⁵⁾. Consideramos que, en nuestro hospital, el empleo de la pieza en T facilitaría la realización del protocolo, al simplificar la acción a un solo criterio.

- Se inició el protocolo de destete cuando la insuficiencia respiratoria aguda fue resuelta en forma parcial o completa. La evolución clínica, aunada al restablecimiento de los parámetros respiratorios, indican el tiempo óptimo para el inicio del retiro de la ventilación mecánica. En nuestro estudio, en 17 pacientes (68%), la Presión Inspiratoria Máxima fue de - 30 cm H₂O.

- Pero, Yang y Tobin,⁽⁴⁹⁾ demostraron que el IRS es superior a los parámetros convencionales en relación a su capacidad para predecir los resultados del proceso de destete.

-En nuestro estudio el IRS fue aceptable en 21 enfermos (84%), lo que nos confirma la utilidad y certeza, para distinguir los pacientes que podrían ser destetados de los que no, con el empleo de este índice.

- Hubo sólo dos fracasos del protocolo de extubación (8%):

- a) Un paciente se reintubó posterior a 40 horas por insuficiencia respiratoria aguda debido a su incapacidad para expulsar secreciones.
- b) El segundo paciente presentó arritmias e inestabilidad hemodinámica durante el destete, por lo que se consideró fallido el proceso de destete.

- En un estudio reciente⁽⁷⁶⁾ que evaluó la respuesta al stress midiendo niveles de cortisol, insulina y glucosa durante la fase de destete de la VM empleando: PS, CPAP y pruebas de pieza en T, y que incluyó 60 pacientes; concluyeron que el destete en pieza en T causa mayor respuesta al stress que la PS y el CPAP.

- En nuestro estudio, 2 pacientes (8%), presentaron taquicardia superior a 140 latidos. Ansiedad se presentó en 3 enfermos (12%). Consideramos que esto podría ser atribuido al stress generado por la prueba; sin embargo, en nuestros pacientes no impidió que se llevara a cabo un destete adecuado. Se seguirán estudios posteriores que determinen si el aumento en el stress es evitable, o no tiene traducción en la evolución del enfermo.

- De los 35 pacientes que llenaron los criterios para entrar en el estudio, 10 se eliminaron por error humano, debido a que no se siguió estrictamente el protocolo.

- Los errores se reflejaron más al comienzo del estudio y a medida que se avanzó en tiempo, fue posible detectarlas y corregirlas más tempranamente. Cabe mencionar que, parte del proceso técnico del destete es efectuado en colaboración con técnicos en Terapia Respiratoria, siendo un equipo que participa, pero que no toma decisiones en el seguimiento del protocolo. Para ello fue necesario insistir en la retroalimentación y la motivación del equipo.

- Otra de las causas de ruptura del protocolo fueron la presencia de dificultades técnicas debido a escasez temporal del espirómetro.

- En nuestro estudio, 5 enfermos se eliminaron por ruptura del protocolo (20%); debido a complicaciones médicas adicionales y no relacionadas directamente con el desarrollo del protocolo.

- Se han utilizado muchos protocolos de proceso de destete, pero no existe ninguno que sea exitoso en el 100 % de los casos y esto se debe a que cada paciente se comporta de una manera diferente.

- En el estudio, 52 % de los pacientes se extubaron en la fase de prueba del apoyo ventilatorio parcial. Esto nos indica que los protocolos, aunque son generales, deben de ser empleados, adaptándose, en la mejor forma posible, a cada paciente. Por ello, en el protocolo, se establecen diferentes modalidades ventilatorias, con objeto de emplear la que mejor se adapte a las necesidades del paciente y así evitar incomodidad y fatiga muscular y poder acortar el tiempo del destete.

- El protocolo, en general, fue aplicable para la mayoría de los pacientes de este estudio.

- Una de las debilidades del estudio, es que no fue comparativo e incluyó un número relativamente pequeño de pacientes.

- Un aspecto a recalcar en nuestro estudio es la realización de la prueba de pieza en T como parte inicial del protocolo para el proceso de destete. Y al ser exitosa en un alto porcentaje de los pacientes nos indica que, esta modalidad puede ser utilizada en la fase inicial del proceso de destete, siempre teniendo en cuenta las necesidades de cada paciente y de acuerdo a sus parámetros de destete.

- Este estudio también demostró que, cuando se emplea el protocolo, se puede acortar el tiempo de ventilación mecánica, proporcionar una mayor comodidad para el paciente y así disminuir las complicaciones relacionadas a la ventilación mecánica, todo ello implica un mayor ahorro económico.

- El protocolo demostró sus bondades al encontrar sólo 2 fracasos (8%) en el destete. Y si bien existieron rupturas del protocolo 5 enfermos (20%), esto sólo traduce que se requiere de una mayor capacitación al personal que redunde en una mejor calidad en la atención médica en los procesos de destete de la VM.

- El hospital Ángeles Mocol es un hospital privado de docencia, pero en el que la investigación no es un hecho cotidiano, lo cual influye incrementando la dificultad para realizar estudios que ameriten mayor disciplina y capacitación en los equipos de trabajo. Si se estimularía más la investigación, la realización de protocolos sería más expedita, y probablemente los resultados finales serían mejores, debido a un cambio, en el tiempo, de la filosofía de trabajo, aunado a la mayor experiencia por parte de los diversos integrantes del grupo médico de trabajo. La ventaja, en este tipo de hospitales, es que se cuenta con los recursos físicos y humanos necesarios para la realización de diversos protocolos.

RESUMEN

VARIABLE	N	%	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Enfermos	25	100				
Excluidos	0	0				
Incluidos	25	100				
Hombres	17	68				
Mujeres	8	32				
Edad			61	19	19	84
Peso			73	16	50	120
Talla			1.65	0.11	1.49	1.90
Sup. Corp.			1.86	0.31	1.4	2.8
IMC			26.8	5.5	19.4	46.9
Duración (h)			8	9	1	27
Tabaquismo	12	48				
EPOC	7	28				
HTAS	12	48				
IAM	14	56				
Angina	2	8				
Obesidad	6	24				
Distrofia	1	4				
EVC	2	8				
DM	3	12				
Cáncer	2	8				
ICC	3	12				
Otras	2	8				
APACHE II			13.1	6.7	1	28
Quirúrgicos	12	48				
Médicos	13	52				
Qx urgente	6	24				
Mortalidad pred.			17.4	14.2	2	53.7
FiO ₂ <40%	25	100				
VC >5mL/Kg	15	60				
FR<35/min	21	84				
IRS			63.8	46.1	14	130
PIM < - 30	17	68				
PO ₁	0	0				
PEM			15	11.4	15	30
Cumplieron 1a. Fase	25	100				
FR >35/min.	4	16				
SaO ₂ <90%	1	4				
PaO ₂ >50%	1	4				
pHa <7.33	2	8				
FC >140/min.	2	8				
PAS >180 torr	0	0				
Agitación	0	0				
Ansiedad	3	12				
Diaforesis	0	0				
Disociación	1	4				
Ruptura del protocolo	5	20				
Compl. no rel. a protocolo	4	16				
Fracaso	2	8				
Mascarilla	10	40				
Tienda	6	24				

CONCLUSIONES

- En el hospital Ángeles Mocol se logró diseñar y realizar un protocolo para el retiro seguro y efectivo de la VM.

- Se logró el éxito en la primera etapa de la prueba en 25 enfermos, en la segunda etapa en 12 enfermos y en la prueba de apoyo ventilatorio parcial en 6 enfermos.

- En los enfermos que falló el protocolo no hubo consecuencias importantes en su estado de salud.

- Para una mejor validación de los resultados se debe de aumentar el número de casos.

RESUMEN:

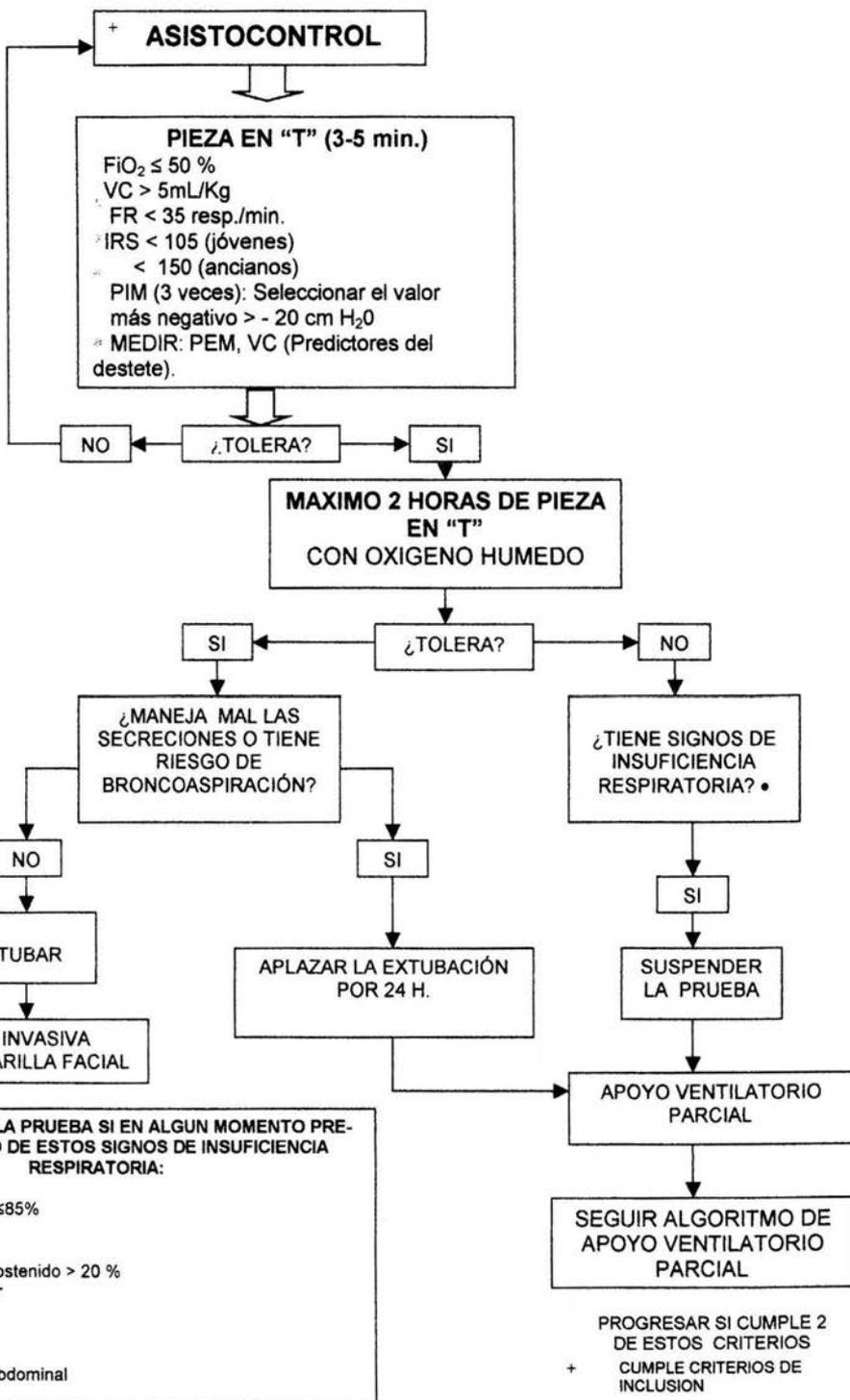
- Al no existir un criterio definido en la forma de efectuar el destete de los enfermos sometidos con VM, se decidió implementar un protocolo para la extubación. El diseño contiene 3 etapas:

1. - Prueba de pieza en “T”.
2. - Modalidades de SIMV y PS
3. - En caso de fracaso del destete

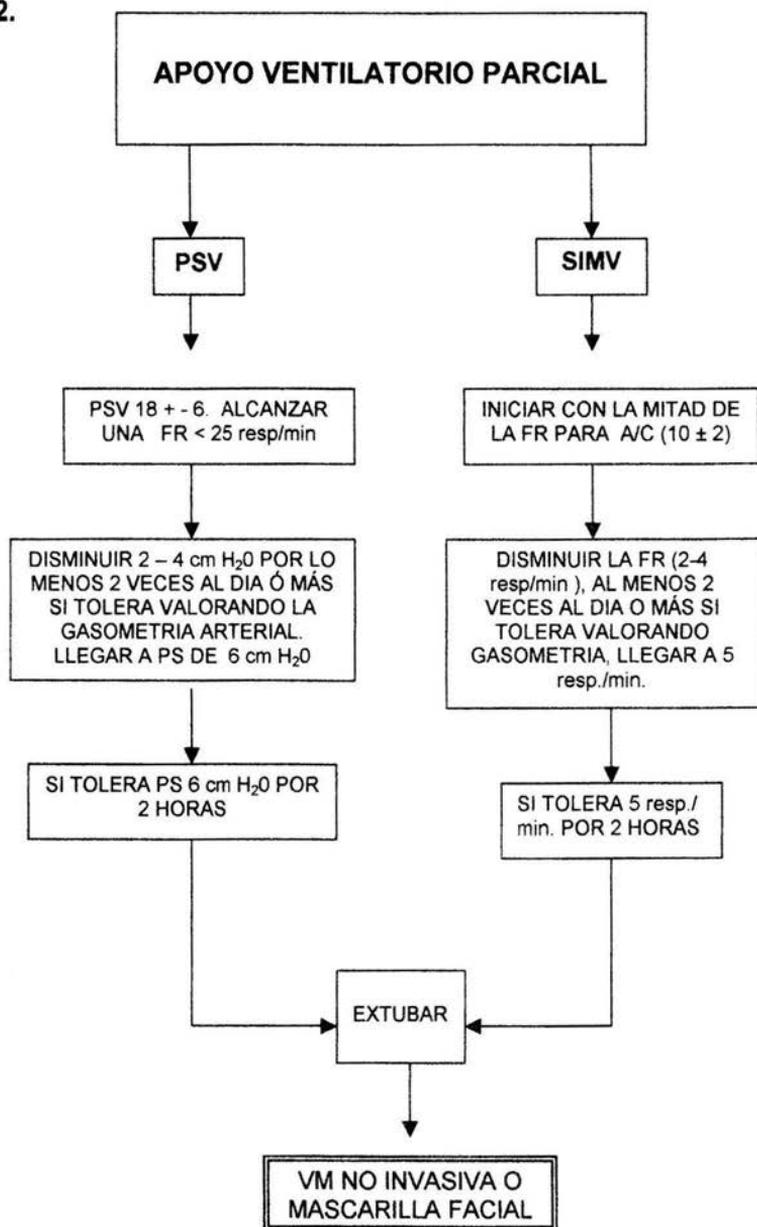
- Se estudiaron 25 enfermos. 12 enfermos (48%) se extubaron en la prueba de pieza en T; 2 enfermos (8%), no toleraron ésta prueba y se progresaron hacia apoyo ventilatorio parcial; 5 enfermos (20%), se eliminaron por abandono del protocolo; 4 enfermos (16%), tuvieron complicaciones no relacionadas al protocolo; hubo 2 fracasos en el protocolo de extubación (8%).

- Se concluyó que el protocolo propuesto es de fácil realización, no entraña riesgo para los enfermos y permite la extubación exitosa en un porcentaje elevado.

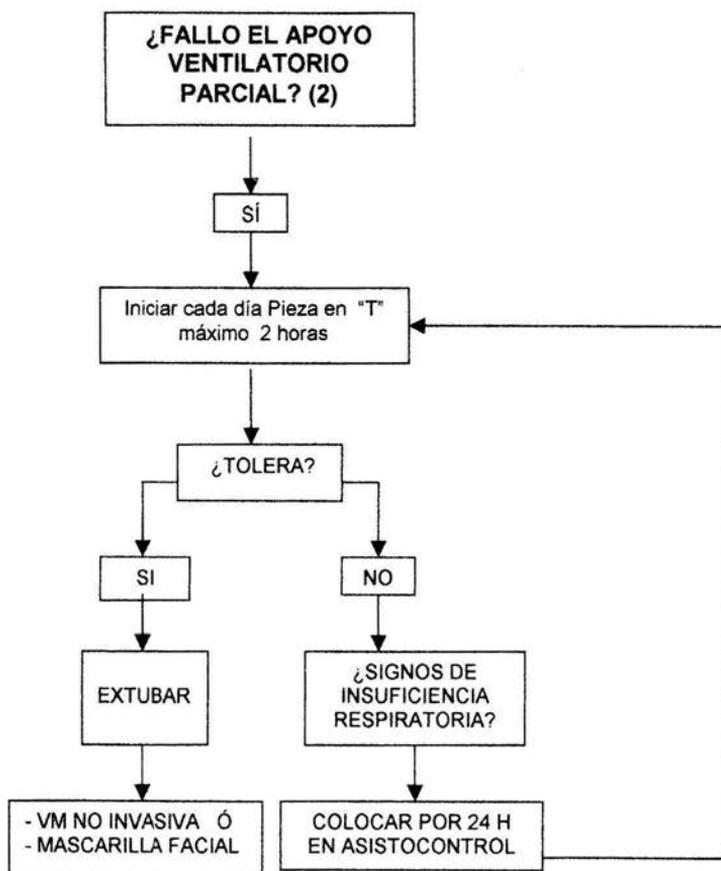
- Anexo 1.



Anexo 2.



Anexo 3.



IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE RETIRO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA EN PACIENTES

NOMBRE _____ EDAD _____ SEXO M F

EXPEDIENTE _____ PESO _____ TALLA _____

FECHA y HORA DE INICIO DEL DESTETE _____

FECHA Y HORA DE FINALIZADO _____ APACHEII _____

NOMBRE DEL TÉCNICO QUE LLENA LOS DATOS

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS

TABAQUISMO

EPOC

HIPERTENSIÓN

IAM

SÍNDROME ANGINOSO

OBESIDAD

DISTROFIA MUSCULAR

ENFERMEDAD VASCULAR CEREBRAL

OTRAS PATOLOGÍAS _____

DIAGNOSTICOS DE INGRESO A LA UTI

PRUEBA DE PIEZA EN "T" (3-5 MINUTOS)

* $FiO_2 < 40\%$ SI NO

* VC > 5 ml/Kg. SI NO

* FR > 35 resp/min. SI NO

* IRS < 105 (Jóvenes) _____

< 150 (Ancianos) _____

* PIM \geq - 20 cm H₂O SI NO

PEM _____

¿CUMPLE 2 DE ESTOS CRITERIOS? SI NO

PRUEBA DE 2 HORAS DE PIEZA EN "T"

SIGNOS DE INSUFICIENCIA RESPIRATORIA:

FR > 35 resp/min. SI NO

SaO₂ < 90% SI NO

PaO₂ < 50% SI NO

pHa \leq 7.32 SI NO

FC > 140 ó CAMBIO SOSTENIDO DE >20% DE LA FC INICIAL SI
NO

PAS > 180 ó < 90 mmHg SI NO

AGITACIÓN SI NO

ANSIEDAD SI NO

DIAFORESIS SI NO

DISOCIACIÓN TORACOABDOMINAL SI NO

SI EL DESTETE FUE SUSPENDIDO ANOTAR LA CAUSA

ANOTAR EL METODO DE APORTE DE OXIGENO POSTERIOR A LA
EXTUBACION _____

BIBLIOGRAFÍA:

1. American College of Chest Physicians Consensus Conference: Mechanical ventilation. *Chest* 1993;104:1833-1859.
2. Shan SA, Lahsminarayan S, Petty TL. Weaning from mechanical ventilation. *JAMA* 1976;235:2208-2212.
3. Skillman JJ, Malhotra HJ, Palota A, Bushnell LS. Determinants of weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1987, 15:530-533.
4. Bahman V, Smith RA, Mathru M. National survey of methods and criteria used weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1987;15:530-533.
5. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1995;332:345-350.
6. Evidence-Based Guidelines for Weaning and Discontinuing Ventilatory Support: American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest* 2001;120:375S-395S.
7. Tomlinson JF, Miller KS, Lorch DG, et al. A prospective comparison of IMV and T-piece weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1989;96:348-352.
8. Brochard L, Rauss A, Benito S, et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:896-903.
9. Esen F, Denker I, et al. Comparison of pressure support ventilation (PSV) and intermittent mandatory ventilation (IMV) during weaning in patients with acute respiratory failure. *Adv Exp Med Biol* 1992;317:371-376.

10. Esteban A, Alia I, Gordo F et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. *Am J Respir Med Crit Care Med* 1997;156:459-465.
11. Tobin MJ, Alex CG. Discontinuation of mechanical ventilation. In: Tobin MJ, ed. *Principles and practice of mechanical ventilation*. New York: McGraw-Hill, 1994: 1177- 206.
12. Fagon JY, Chastre J, Domart Y, et al. Nosocomial pneumonia in patients receiving continuous mechanical ventilation: prospective analysis of 52 episodes with use of protected specimen brush and quantitative culture techniques. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:877-884.
13. Pierson DJ. Complications associated with mechanical ventilation. *Crit Care Clin*, 1990;6:711-724.
14. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, et al. Modes of mechanical ventilation and weaning: A national survey of Spanish hospitals; the Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest* 1994;106:1188-1193.
15. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 1996;335:1864-1869.
16. Fundamental Critical Care Support 2001
17. American College of Chest Physicians Consensus Conference: Mechanical Ventilation. *Chest* 1998: 114(3); 886-899
18. Parrillo, Bone. Principles of Diagnosis and Management. *Crit Care Med* 1995; 735-751
19. Benito. Técnicas de interrupción del apoyo ventilatorio. Ventilación mecánica, tercera edición. Barcelona, España: 1998; 187-201

20. Brochard L, Rua F, Lerino H, Lemaire F, Harf A. Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing the endotracheal tube. *Anesthesiology* 1991; 144:531-537
21. Hall JB, Wood LD. Liberation of the patient from mechanical ventilation. *Chest* 1987; 87: 167-171
22. Civetta, Taylor, Kirby. Ventilatory Support Modes. *Crit Care Med*, 1999;745-755
23. Brochard L, Pluska F, Lemaire F. Improved efficacy of spontaneous breathing with inspiratory pressure support. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 411-415
24. Hess D, Branson RD. Ventilators and weaning modes. *Respir Care Clin N Am* 2000; 6:407
25. Permutt S, Wise RA. The control of cardiac output through coupling of heart and blood vessels. En Ventricular/vascular coupling. Yin FCP Nueva York: Springer-Verlag,1986; 159-169
26. Vallverdu I, Mancebo J. Approach to patients who fail initial weaning trials. *Respir Care Clin N Am* 2000; 6:365-384
27. Wheeler AP. Sedation, analgesia, and paralysis in the intensive care unit. *Chest* 1993; 104:566-577
28. Segredo V, Caldwell JE, Matthay MA, et al. Persistent paralysis in critically ill patients after long administration of vecuronium. *N Engl J Med* 1992; 327:524-528
29. Onal E, Lopata M. Periodic breathing and pathogenesis of occlusive sleep apneas. *Am Rev Respir Dis* 1982; 128:676-680
30. Roussos C, Macklem PT. The respiratory muscles. *N Engl J Med* 1982; 307:786-797
31. Swartz MA, Marino PL. Diaphragmatic strength during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1985; 88:736-739

32. Gallagher CG. Respiratory steroid myopathy. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150:4-6
33. Rossi A, Gottfried SB, Zocchi L, et al. Measurement of static compliance of the total respiratory system in patients with acute respiratory failure during mechanical ventilation: the effect of intrinsic positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131:672-677
34. Aubier M, Murciano D, Lecocguic Y, et al. Bilateral phrenic stimulation: a simple technique to assess diaphragmatic fatigue in humans. *J Appl Physiol* 1985; 58:58-64
35. Dunn WF, Nelson SB, Hubmayr RD. The control of breathing during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1991; 100:754-761
36. Hubmayr RD, Loosbrock LM, Gillespie DJ, et al. Oxygen uptake during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1988; 94:1148-1155
37. Pingleton SK, Harmon GS. Nutritional management in acute respiratory failure. *JAMA* 1987; 257:3094-3099
38. Doekel RC, Zwillich C, Scoggin CH, et al. Clinical semi-starvation: depression of hypoxic ventilatory response. *N Engl J Med* 1976; 295:358-361
39. Larca L, Greenbaum DM. Effectiveness of intensive nutritional regimes in patients who fail to wean from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1982; 10:297-300
40. Aubier M, Murciano D, Lecocguic Y, et al. Effects of hypophosphatemia on diaphragmatic contractility in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1985; 313:420-424
41. Siafakas NM, Salesiotou V, Filaditaki V, et al. Respiratory muscle strength in hypothyroidism. *Chest* 1992; 102:189-194
42. Zwillich CW, Pierson DJ, Hofeldt FD, et al. Ventilatory control in myxedema and hypothyroidism. *N Engl J Med* 1975; 292:662-665

43. Artigas A, Bernard GR, Carlet J, et al. The American European Consensus Conference on ARDS: part 2. Ventilatory, pharmacologic, supportive therapy, study design strategies, and issues related to recovery and remodeling. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157:1332-1347
44. Chatila W, Ani S, Guaglianone D, et al. Cardiac ischemia during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1996; 109:1577-1583
45. Lemaire F, Teboul J-L, Cinotti L, et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1988; 69:171-179
46. Sahn SA, Lakshminarayan S, Bedside criteria for discontinuation of mechanical ventilation. *CHEST* 1973; 63:1002-1005
47. Fernández R, Cabrera J, Calaf N, Benito S. PO₁/PIM: an index assessing respiratory capacity in acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 1990; 16:175-179
48. Gandia F, Blanco J. Evaluation of indexes predicting the outcome of ventilatory weaning and value of adding supplement inspiratory load. *Intensive Care Med* 1992; 18: 327-333
49. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991; 324:1445-1450
50. Shikora SA, Bistran BR, Borlase BC. Work of breathing: reliable predictor of weaning and extubation. *Crit Care Med* 1990;18:157-162
51. Kamper MS, Weissman C, Askanazi J. Change in oxygen consumption and carbon dioxide production as a predictor for successful extubation. *Crit Care Med* 1986; 14: 373(Abstract)
52. Kamper MS, Weissman C, Askanazi J. Metabolic and respiratory changes during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1998; 94: 232-238

53. Fiastro JF, Habib HP, Shon BY, Campbell SC. Comparison of standar weaning parameters and mechanical work of brathing in mechanically ventilated patients. *Chest* 1998;94:232-238
54. Marini JJ, Capps JS, Culver BH. The inspiratory work of breathing during assisted mechanical ventilation. *Chest* 1985;87:612-618
55. Jabour ER, Rabil DM, Truwit JD, et al. Bilateral phrenic stimulation: a simple thechnique to ases diaphragmatic fatigue in humans. *J Appl Physiol* 1985; 58:58-64
56. Torres A, Serra-Batlles J, Ros E, et al. Pulmonary aspiration of gastric contents in patients receiving mechanical ventilation: the effect of body position. *Ann Intern Med* 1992; 116:540-543
57. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest* 1997; 112:186-192
58. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M, et al. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of a two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158:1855-1862
59. Jaeschke R, Guyatt G, Sackett D, et al. Users' guide to the medical literature: how to use an article about a diagnostic test B; what are the results and will they help me in caring for my patients?-Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA* 1994; 271:703-707
60. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P, et al. A randomized, controlled trial of protocol- directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1997; 25:567-57
61. Cook D, Meade, M, Guyatt G, et al. Evidence report on criteria for weaning from mechanical ventilation. Rockville, MF: Agency for Health Care Policy and Research, 1999

62. Capdevilla X, Perrigault PF, Ramonatxo M, et al. Changes in breathing pattern and respiratory muscle performance parameters during difficult weaning. *Crit Care Med* 1998; 26:79-87
63. Esteban A, Alia I, Tobin MJ, et al. Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation: the Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:512-518
- Fisher MM, Raper RF. The "cuff leak" test for extubation. *Anaesthesia* 1992; 47:10-12
64. Capdevilla XJ, Perrigault PF, Perey PJ, et al. Occlusion pressure and its ratio to maximum inspiratory pressure are useful predictors for successful extubation following T-piece weaning trial. *Chest* 1995; 108:482-489
65. Jubran A, Tobin MJ. Pathophysiological basis of acute respiratory distress in patients who fail a trial of weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155:906-915
66. Linton DM, Potgieter PD, Davis S, et al. Automatic weaning from mechanical ventilation using an adaptive lung controller. *Chest* 1994; 105:1843-1850
67. Branson RD, MacIntyre NR. Dual-control modes of mechanical ventilation. *Respir Care* 1996; 41:294-305
68. Dojat M, Harf A, Touchard D, et al. Evaluation of a knowledge-based system providing ventilatory management and decision for extubation. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153:997-
69. Berry PD, Thomas SD, Mahon SP, et al. Myocardial ischemia after coronary artery bypass grafting: early vs. late extubation. *Br J Anaesth* 1998; 80:20-25
70. Diehl JL, El Atrous S, Touchard D, et al. Changes in the work of breathing induced by tracheotomy in ventilator-dependent patients. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:383-388

71. Maziak DE, Meade MO, Todd TRJ. The timing of tracheotomy: a systematic review. *Chest* 1998; 114:605-609
72. Scheinhorn DJ, Chao DC, Stearn-Hassenpflug MA, et al. Post-ICU mechanical ventilation: treatment of 1,123 patients at a regional weaning center. *Chest* 1997; 111:1654-1659
73. Dasgupta A, Rice R, Mascha E, et al. Four-year experience with a unit for long-term ventilation (respiratory special care unit) at the Cleveland Clinic Foundation. *Chest* 1999; 116:447-455
74. Jones DP, Byrne P, Morgan C, Fraser I, Hyland R: Positive end -expiratory pressure Vs T-Piece. Extubation after mechanical ventilation. *Chest* 1991, 100:1655-1659
75. American College of Chest Physicians Concensus Conference: Mechanical Ventilation. *Chest* 2001: 124; 454S-463S
76. Meyanci K, Sayilgan, Sen. The effects of different weaning modes on the endocrine stress response. *Critical Care* 2003, 8:R31-R34