

Retiro de la ventilación mecánica

Guillermo David Hernández-López,^{*‡} Raúl Cerón-Juárez,^{*} Diana Escobar-Ortiz,^{*} Leticia Graciano-Gaytán,^{*} Luis Antonio Gorordo-Delsol,^{‡,§} Graciela Merinos-Sánchez,^{||} Jorge Alberto Castañón-González,[‡] Marcos Antonio Amezcua-Gutiérrez,^{||} Santiago Cruz-Montesinos,^{||} Jéssica Garduño-López,^{||} Iván Mauricio Lima-Lucero,^{||} José Obeth Montoya-Rojo^{||}

RESUMEN

La mayoría de los pacientes que requieren ventilación > 24 horas y mejoran pueden ser extubados tras la primera prueba de ventilación espontánea. El reto es mejorar la desconexión de los pacientes que fracasan. El retiro de la ventilación mecánica es un elemento esencial en el cuidado de los pacientes críticamente enfermos. Se revisa el proceso de liberar al paciente del soporte mecánico y de la cánula endotraqueal. El tiempo empleado en el proceso de destete representa de 40 a 50% de la duración total de la ventilación. Se recomienda: 1) Prever tres grupos en función de la dificultad y duración del destete, 2) Retiro lo más pronto posible, 3) Utilizar la prueba de ventilación espontánea para determinar si los pacientes pueden ser extubados con éxito, 4) La prueba inicial debe durar 30 minutos en respiración en tubo en T o con bajos niveles de soporte, 5) La presión de soporte y los modos de ventilación AC deben preferirse cuando han fracasado en la primera prueba, 6) Considerar ventilación no invasiva en pacientes seleccionados para acortar la duración de la intubación, pero no debe usarse de forma rutinaria como herramienta para el fracaso de la extubación.

Palabras clave: Respiración artificial, destete de ventilador, cuidados intensivos.

SUMMARY

The majority of patients requiring ventilation > 24 hours and improving can be extubated after the first spontaneous ventilation test. The challenge is to improve the disconnection of patients who fail. The withdrawal of mechanical ventilation is an essential element in the care of critically ill patients. The process of releasing the patient from the mechanical support and the endotracheal cannula is reviewed. The time spent in the weaning process represents 40 to 50% of the total duration of ventilation. It is recommended: 1) Predict three groups depending on the difficulty and duration of weaning, 2) Removal as soon as possible, 3) Using the spontaneous ventilation test to determine if patients can be successfully extubated, 4) The initial test should last 30 minutes in T-tube breathing or with low levels of support, 5) Support pressure and modes of AC ventilation should be preferred when they failed in the first test, 6) Consider non-invasive ventilation in selected patients to shorten the duration of intubation, but should not be routinely used as a tool for the failure of extubation.

Key words: Artificial respiration, ventilator weaning, critical care.

RESUMO

A maioria dos pacientes que necessitam de ventilação > 24 horas e melhoram podem ser extubados depois do primeiro teste de ventilação espontânea. O desafio é melhorar a desconexão dos pacientes que fracassam. A retirada da ventilação mecânica é um elemento essencial no tratamento dos pacientes em estado crítico. Revisamos o processo de retirada do paciente do suporte mecânico e do tubo endotraqueal. O tempo gasto no processo do desmame representa 40 a 50% da duração total da ventilação. Recomenda-se: 1) Prever três grupos, dependendo da dificuldade e duração do desmame, 2) remoção o mais rápido possível, 3) Utilização do teste de ventilação espontânea para determinar se os pacientes podem ser extubados com sucesso, 4) O teste inicial deve durar 30 minutos com respiração em tubo T ou com baixos níveis de suporte, 5) A pressão de suporte e os modos de ventilação AC deve ser eleitos quando existe uma falha no primeiro teste, 6) Considerar a ventilação não invasiva em pacientes selecionados para diminuir a duração da intubação, mas não deve ser usado rotineiramente como uma ferramenta para falha na extubação.

Palavras-chave: Respiração artificial, desmame ventilatório, cuidados intensivos.

* Unidad de Cuidados Postquirúrgicos de la UMAE, Hospital de Ortopedia «Dr. Victorio de la Fuente Narváez», IMSS. Ciudad de México, México.

‡ Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Juárez de México, OPD. Ciudad de México, México.

§ Unidad de Reanimación UMAE, Hospital de Traumatología «Dr. Victorio de la Fuente Narváez», IMSS. Ciudad de México, México.

|| Servicio de Urgencias del Hospital General de México «Dr. Eduardo Liceaga», Ciudad de México, México.

|| Medicina Crítica, Hospital Juárez de México, OPD. Ciudad de México, México.

Recepción: 10/02/2017. Aceptación: 05/05/2017.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/medicinacritica>

INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico y tecnológico ha puesto al alcance equipos de ventilación mecánica cada vez más sofisticados para el mantenimiento de la función respiratoria, por lo que día a día ingresan a las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) mayor cantidad de pacientes que requieren asistencia mecánica respiratoria. Los reportes internacionales refieren que poco más de 50% del total de ingresos llegan a requerir soporte ventilatorio mecánico (VM), lo que varía según el tipo de UCI y de hospital, así como de las características demográficas y ciclos epidemiológicos. Tan sólo durante 2015, 62.5% de los ingresos a la UCI del Hospital Juárez de México requirieron ventilación mecánica, mientras que en ventilación no invasiva se cuantificaron 13.46%.

Es poco frecuente que un paciente en estado crítico no requiera VM, por lo que se ha convertido en una intervención terapéutica que brinda soporte vital avanzado a quienes cursan con insuficiencia respiratoria u otras patologías que comprometen la ventilación y oxigenación. Como su nombre lo indica, la ventilación mecánica sustituye —o en el mejor de los casos sólo complementa— la ventilación del enfermo durante el tiempo necesario para que su sistema respiratorio sea capaz de hacerlo por sí mismo y se encuentre en condiciones de mantener un adecuado intercambio de gases que aseguren la oxigenación y ventilación correctas de los tejidos. La permeabilidad y el mantenimiento de la vía aérea es un aspecto básico en el soporte vital que, junto con el soporte cardiovascular, permite ganar tiempo para el abordaje y tratamiento y así disminuir la mortalidad^{1,2} hasta la reversión total o parcial de la causa que originó la disfunción respiratoria al mejorar el intercambio gaseoso, evitar la lesión pulmonar y disminuir el trabajo respiratorio.

Existente un volumen importante de literatura dedicada al tema del manejo de la vía aérea, algoritmos y recomendaciones para el manejo seguro de pacientes en riesgo de intubación; sin embargo, recientemente ha despertado mayor interés la dificultad que puede representar la extubación, pues aun cuando sea un procedimiento programado, no está exento de complicaciones. La importancia de establecer estrategias preprogramadas para la extubación a fin de aumentar la seguridad del paciente y sus desenlaces se hizo evidente a partir de los datos del ASA (*Closed Claims Analysis*) y del reciente «Cuarto

Proyecto Nacional de Auditoría del Reino Unido» sobre complicaciones mayores en el manejo de la vía aérea.³

La clave para un manejo exitoso en pacientes considerados candidatos a la extubación, no sólo es efectuar una evaluación precisa del riesgo que dicho procedimiento representa, sino también contar con un protocolo de retiro de la ventilación mecánica o *weaning* y aplicar las estrategias apropiadas en el momento oportuno. El retiro del ventilador mecánico es un proceso que requiere no sólo la presencia de parámetros ventilatorios adecuados, sino también la necesidad de resolución del cuadro que llevó al paciente a depender en algún momento del ventilador mecánico.

Desde el momento en que el paciente es intubado, el clínico debe tener en mente que cuanto antes se retire al paciente de la asistencia mecánica respiratoria, mejor será su pronóstico al acortar los días de estancia en la UCI y al disminuir el porcentaje de mortalidad. No obstante, esto no siempre es posible, ya que existen pacientes en quienes el destete se torna difícil, o aquéllos que una vez extubados deben ser reintubados —no por falla del retiro, sino por nuevo deterioro—, aumentando así su morbimortalidad.⁴

La mayoría de los pacientes pueden desconectarse del ventilador bajo asistencia mecánica ventilatoria en forma rápida y sencilla, entre 20 y 30% de los intentos reiterados de desconexión fracasan y en consecuencia el paciente debe permanecer dependiente del ventilador por periodos prolongados. Si se toma en cuenta que la dificultad para desconectar a un paciente aumenta la morbimortalidad, genera costos y representa un desafío para el médico, comprenderemos la importancia de contar con un protocolo de retiro de la ventilación.⁵

Fracaso en el retiro de la ventilación

La mayoría de los pacientes que padecen una enfermedad crítica están débiles y en ellos la debilidad muscular representa un problema relativamente frecuente, en particular en aquéllos que han requerido soporte ventilatorio durante periodos prolongados, de hecho en este grupo de pacientes la fuerza muscular respiratoria es 30% del valor normal; sumado a ello, debe considerarse que algunos pacientes presentan alteraciones neuromusculares previas al ingreso a UCI y que pueden ser clínicamente evidentes o bien encontrarse en etapa subclínica. En la mayoría de los casos, la debilidad suele ser una consecuencia de la enfermedad que los condujo a someterse a VM y del tiempo de la misma, entonces la debilidad predispone a fatiga e insuficiencia ventilatoria, situaciones que deben ser contempladas durante el protocolo de retiro de la VM.

El fracaso en el retiro de la VM ha sido atribuido principalmente a una alteración en el equilibrio entre la carga que deben afrontar los músculos respiratorios (MR) y su

competencia neuromuscular o a una inadecuada entrega de energía para suplir las demandas de éstos (*Figura 1*).

El desequilibrio entre las necesidades ventilatorias y la capacidad neuromuscular conduce a la incapacidad para sostener la respiración espontánea, hipercapnea y finalmente, al fracaso en el retiro. Lo anterior puede ocurrir cuando:

1. Aumentan las demandas de energía.
2. Disminuye la energía disponible.
3. Disminuye la competencia neuromuscular.
4. Hay dificultad cardiaca en la entrega de un adecuado flujo sanguíneo a los músculos respiratorios.
5. Una combinación de estos factores.

Es importante recordar que el fracaso en el retiro suele ser multifactorial. Algunos pacientes experimentan disnea en alto grado, la cual es frecuentemente subestimada por los médicos, esto llama la atención debido a que la presencia de disnea está estrechamente asociada a la sensación de esfuerzo inspiratorio. El esfuerzo inspiratorio (P_i) está en relación con la presión generada por los MR y la duración de la inspiración (T_i), pero para generar la misma presión la magnitud del esfuerzo percibido es mayor cuanto menor es la presión inspiratoria máxima ($P_{i\text{máx}}$) que puede generarse y el flujo inspiratorio y el volumen corriente (V_t) son mayores.

Finalmente la sensación de disnea aumenta cuando se desarrolla fatiga en los músculos respiratorios, es decir cuando la relación entre el esfuerzo y la consecuencia respuesta ventilatoria está alterada aparece la denominada disociación neuroventilatoria, un esfuerzo inspiratorio insatisfecho. Esta disparidad genera respuestas neurohumorales y psicológicas en las que la ansiedad está invariablemente presente. La ansiedad tiene cuatro consecuencias posibles:

1. Aumento del tono muscular, del consumo de oxígeno (VO_2) y mayor rigidez torácica, inspiración y espiración alteradas y menor eficiencia de los MR.

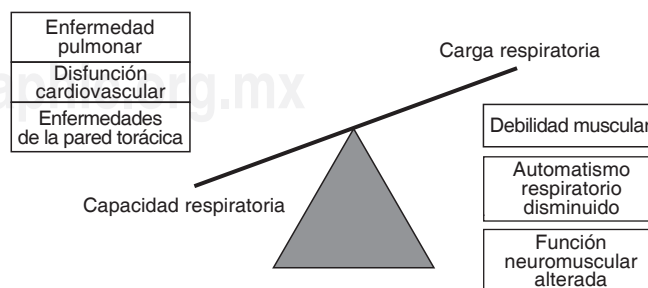


Figura 1. Representación esquemática del desbalance entre las demandas y capacidades del paciente. Cuando las demandas superan las capacidades, es necesaria la ventilación mecánica. Cuando las capacidades superan las demandas, el retiro de la ventilación es posible.

2. Respiración asincrónica que aumenta la carga. La retroalimentación puede lograr coordinar los grupos musculares respiratorios, aumentar la eficiencia y acelerar la desconexión.
3. Incremento de la concentración de catecolaminas circulantes, aumento de la postcarga, de la precarga y del VO_2 miocárdico. En corazones con insuficiencia cardiaca apenas compensada puede desarrollarse disfunción ventricular izquierda aguda, que puede predecirse con la determinación seriada de péptido natriurético cerebral (BNP) durante el destete.
4. La frecuencia respiratoria aumenta con el consiguiente incremento de las demandas de energía de los MR con sus obvias consecuencias.⁶⁻⁸

Inicio del destete

Durante los últimos 20 años el tema del manejo de la vía aérea se ha concentrado en la intubación y el manejo de los parámetros ventilatorios; sin embargo, el manejo exitoso de la vía aérea no termina con la colocación de un tubo endotraqueal y la programación del ventilador. El *Royal College of Anaesthetists* ha dejado en claro que la extubación segura no está de ninguna manera garantizada al reportar que un tercio de las complicaciones en el manejo de la vía aérea se producen durante la extubación o en la sala de recuperación con una tasa de mortalidad de 5%. El problema más común suele ser la obstrucción de la vía aérea por causas tales como el edema de la vía aérea y el laringoespasma, de acuerdo con su informe los factores que contribuyen con mayor frecuencia a estos resultados son no prever el riesgo al momento de la extubación y una mala planificación del manejo después de la intubación. Este tipo de datos generó mayor conciencia en la necesidad de establecer estrategias que permitan una extubación segura y exitosa en pacientes con ventilación mecánica invasiva.^{9,10}

Por otra parte la *Difficult Airway Society* recomienda contar con una estrategia de extubación que incluya un análisis de los factores clínicos que afecten adversamente la ventilación postextubación, así como un plan para el manejo de la vía aérea que pueda ponerse en práctica en caso de que falle la extubación (*Figura 2*).

El fracaso en la extubación se refiere a la incapacidad para tolerar el retiro de una cánula endotraqueal por obstrucción de la vía aérea. Algunos de los posibles mecanismos causantes son laringoespasma, edema laríngeo, traqueomalacia y colapso de la vía aérea superior por edema, hematoma o efectos residuales del anestésico, sedante o relajante muscular. En urgencias y en la UCI esta situación debe diferenciarse de la incapacidad para el destete o de la disminución del soporte ventilatorio. Los pacientes que no cumplen con los criterios de extubación durante las pruebas de respiración espontánea no deben extubarse. Los índices de destete no evalúan la permeabilidad de la vía aérea, por lo que será necesario incluir en el protocolo de retiro la prueba de fuga de volumen. El objetivo central de esta revisión es analizar los parámetros que deben ser monitorizados y analizados durante el protocolo de retiro de la VM para determinar quiénes son los pacientes en riesgo de extubación fallida y quiénes los que podrán ser extubados.^{11,12}

Bo y cols. reportaron el efecto en los resultados clínicos tras la implementación de un programa dirigido a mejorar el cumplimiento del protocolo de destete, con disminución de los días de asistencia mecánica ventilatoria en el grupo tratado conforme el protocolo de retiro (siete versus tres días).

Otro aspecto importante que debe considerarse previo al inicio del destete, es que la intubación puede ocasionar también lesiones laríngeas hasta en 70% de los pacientes que incluyen edema, ulceración, formación de tejido de granulación, así como inmovilidad de las cuerdas vocales, lo que puede ocasionar alteraciones

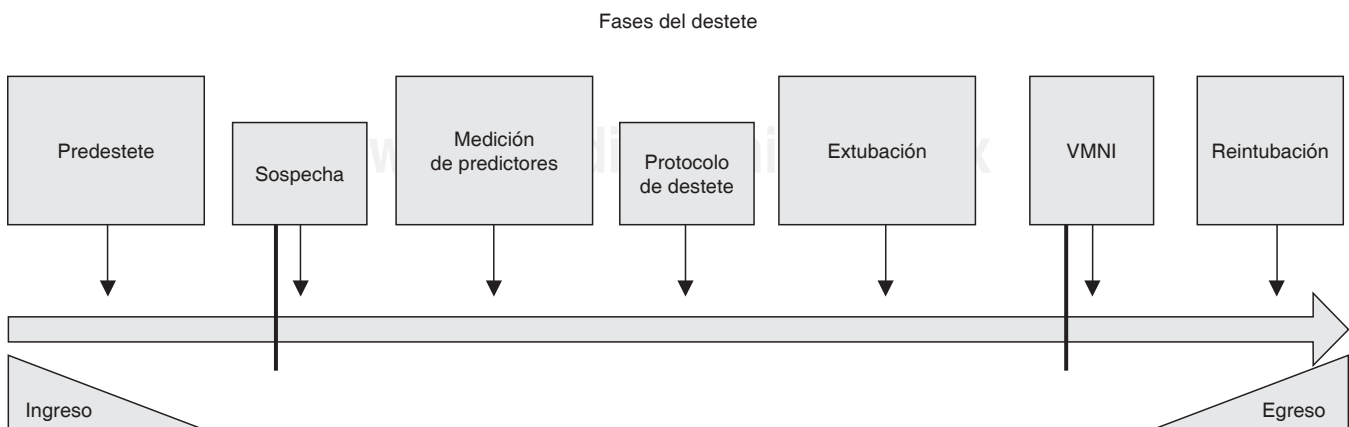


Figura 2. Fases o etapas del destete.

en la voz, la deglución y en las dimensiones de las vías aéreas superiores, factores que pueden intervenir de manera adversa durante el retiro. El edema laríngeo se produce en casi todos los pacientes que han permanecido intubados por cuatro días o más, aunque también puede desarrollarse en periodos más cortos en pacientes sometidos a cirugía de cuello. Debe tenerse en mente que la dificultad respiratoria se desarrolla en pacientes con más de 50% de estrechamiento de la luz traqueal. En este punto se hace evidente la importancia de realizar la prueba de fuga de volumen; la falta de pérdida de aire peritubo indica edema periglótico y se le considera un predictor importante de falla en la extubación y requerimiento de reintubación.^{13,14}

Definición del retiro

El retiro o destete de la ventilación mecánica puede definirse como el proceso a través del cual ocurre la transferencia gradual al paciente del trabajo respiratorio realizado por el ventilador mecánico, proceso en el que el paciente asume de nuevo la respiración espontánea y consta de dos procesos: el destete del soporte ventilatorio mecánico y el retiro o liberación de la vía aérea artificial. El primero puede evaluarse mediante pruebas para determinar si el paciente puede sostener una ventilación espontánea, el segundo es evaluado una vez que el paciente pasa la prueba de ventilación espontánea, verificando la capacidad del mismo para mantener los mecanismos de protección de la vía aérea —como toser y eliminación de secreciones—, si el paciente está con un sensorio adecuado y con los reflejos de la vía aérea intactos, sin gran cantidad de secreciones bronquiales, entonces podrá extraerse la vía aérea artificial de la tráquea.¹⁵⁻¹⁸

El destete del ventilador se lleva a cabo en pacientes que han estado por más de 48 horas con soporte ventilatorio. En el paciente ventilado mecánicamente es de vital importancia determinar correctamente el momento preciso para el retiro de la ventilación mecánica, pues una extubación precoz en un paciente que aún no está preparado para asumir el trabajo respiratorio total, requerirá nuevamente reintubación. Debe tenerse en cuenta que la reintubación está asociada a un mayor riesgo de mortalidad (cinco veces más). Por otra parte, la desconexión tardía implica mantener innecesariamente la VM, lo que aumenta el riesgo de infección nosocomial, lesiones de la vía aérea y aparición de factores psicológicos como ansiedad.¹⁹

El retiro de la ventilación mecánica es un proceso gradual que puede tomar un periodo considerable, incluso podría llegar a corresponder a 40% de todo el periodo de apoyo ventilatorio. Inicia una vez que se ha producido una mejoría o reducción de la patología que motivó el inicio de la ventilación mecánica y el paciente

ha cumplido además con una serie de criterios funcionales y clínicos.

Una manera sencilla de clasificar el destete lo divide en tres tipos:

- Simple: pacientes que toleran una prueba de ventilación espontánea (PVE) con posterior extubación exitosa. Representa 69% de los pacientes en destete con 5% de mortalidad.
- Difícil: pacientes que luego de una PVE inicial fallida requieren hasta tres PVE o un periodo menor de siete días para una PVE con posterior extubación exitosa.
- Prolongado: pacientes que luego de una PVE inicial fallida requieren más de tres PVE o un periodo mayor de siete días para una PVE con posterior extubación exitosa (representa 15% de los pacientes en destete).

Durante el proceso se monitorizan una serie de parámetros, que se basan fundamentalmente en la valoración de la capacidad ventilatoria y pueden resumirse en varios apartados (*Cuadro I*).

Entre 13 y 18% de los pacientes que son extubados pueden llegar a requerir, en el transcurso de las siguientes 48 horas, una nueva intubación y reanudación de la ventilación mecánica. Este grupo presenta una mortalidad que se sitúa por encima de 30%, por ello resulta de gran interés poder identificar antes de la desconexión y extubación qué pacientes van a fracasar.

Presión inspiratoria máxima (PI_{max}) o fuerza inspiratoria negativa (NIF)

Con frecuencia se utiliza la presión máxima generada en un esfuerzo inspiratorio realizado desde la capacidad funcional residual para evaluar la fuerza de los músculos respiratorios, pues en condiciones normales el humano puede realizar una PI_{max} superior a 100 cmH₂O (presión negativa). Para predecir un destete satisfactorio se usa un umbral de presión entre -20 y -30 cmH₂O y requiere el esfuerzo y la cooperación del enfermo, por lo que a veces es difícil obtener una medi-

Cuadro I. Parámetros y valores mínimos para el destete.

Parámetros	Valores Requeridos
Frecuencia respiratoria	12-30 por minuto
Volumen corriente	4 mL/kg o más
Volumen minuto	5-10 Litros
Capacidad vital	Mínimo 10-15 mL/kg
Presión negativa inspiratoria	Mínimo -20 mínimo
Distensibilidad dinámica	Mínimo 25 mL/cmH ₂ O
Cociente FR/VT	Menor de 100
Resistencia del sistema	< 5 cmH ₂ O/L/seg
BNP	
Prueba de fuga de volumen	Mínimo 15% de fuga

da adecuada. Para mejorar su aplicación y reproducibilidad puede emplearse el método descrito por Truwit y Marini que no depende de la cooperación del enfermo. Para ejecutar la maniobra la vía aérea se ocluye durante 20 a 25 segundos con una válvula unidireccional que permite al paciente exhalar pero no inhalar, obligando al enfermo a hacer un gran esfuerzo inspiratorio.²⁰

Presión de oclusión de la vía aérea ($P_{0.1}$)

La presión de oclusión de la vía aérea es la presión medida a 100 milisegundos de iniciarse un esfuerzo inspiratorio frente a una vía aérea ocluida. Aunque es una presión negativa, los valores de $P_{0.1}$ se indican en valores positivos; en personas sanas el valor de $P_{0.1}$ suele ser menor de 2 cmH₂O. Este índice es una medida del estímulo respiratorio, un estímulo elevado durante la respiración espontánea podría dar lugar a un desequilibrio entre la carga mecánica y la función neuromuscular.²¹

Capacidad vital

La capacidad vital integra la fuerza de los músculos respiratorios y la impedancia del sistema respiratorio, pero depende en gran medida del esfuerzo del paciente y de su nivel de cooperación. El valor normal de la capacidad vital se encuentra entre 65 y 75 mL/kg y ha sugerido que un valor > 10 mL/kg predice el éxito del destete; sin embargo, no se ha comprobado que tenga utilidad clínica.

Volumen minuto (VM)

El volumen minuto es la ventilación total en litros por minuto. Su relación con la PCO_2 es un buen indicador de la demanda a la que se está sometiendo el sistema respiratorio. Tradicionalmente se ha considerado que un VM < 10 L/min se asocia al éxito del destete; no obstante, cuando se ha utilizado de manera aislada con diferentes puntos de corte, este parámetro ha sido un mal predictor del éxito del destete.

Distensibilidad estática del sistema respiratorio (Cstat)

La distensibilidad estática del sistema respiratorio describe la relación presión-volumen de los pulmones y la pared torácica, se obtiene al dividir el volumen corriente entre la presión diferencial y se expresa: $C_{stat} = V_t / (P_{plat} - PEEP)$. La medida simple de la distensibilidad se ha sugerido como un predictor útil del éxito o fracaso del destete sobre la base teórica de que un sistema respiratorio rígido podría predisponer al fracaso de la desconexión, aunque como se describe en el trabajo publicado por Yang y Tobin, una distensibilidad está-

tica > 33 mL/cm H₂O tan sólo tiene un valor predictivo positivo de 0.60 y un valor predictivo negativo de 0.53.

Índice de respiración superficial (VRS)

También conocido como índice de Yang y Tobin, se utiliza con frecuencia y estima la probabilidad de fracaso del destete, considerada como valor predictivo positivo para fracaso, tiene buena sensibilidad, pero su especificidad es inferior al 50%. Es fácil de calcular, resultando del cociente entre la frecuencia respiratoria (en respiraciones por minuto) y el volumen corriente (en litros), se expresa como $VRS = FR/V_t$, los pacientes con VRS > 106 rpm/L tienen alto riesgo de fracaso del destete, una zona gris de 60 a 106 rpm/L y probablemente bajo riesgo de fracaso con VRS < 60 rpm/L. Es el más preciso de los índices predictivos.^{22,23}

Edema pulmonar inducido por prueba de ventilación espontánea

Existe controversia sobre el nivel óptimo de hemoglobina y hematocrito que deben tener los pacientes para ser extubados con mayor éxito; Beigmohammadi y cols. demostraron que el valor del hematocrito no fue un buen predictor de éxito para la extubación en pacientes críticamente enfermos,²⁴ mientras que Lai y cols. demostraron en un estudio retrospectivo que hay diferencia significativa a favor de niveles > 10 g/dL en pacientes de destete difícil,²⁵ las guías internacionales de la *American College of Chest Physicians*, *American Association for Respiratory Care* y la *American College of Critical Care Medicine* de 2001 sugieren niveles hemoglobina de 8 a 10 g/dL como aceptables en la mayoría de los pacientes.²⁶ Un criterio de falla de la prueba de ventilación espontánea es la hemoconcentración, un indicador de edema pulmonar inducido por la PVE. Figueras, Dres y Anguel publicaron por separado que es posible medir la presión oncótica en pacientes que desarrollaron edema pulmonar secundario a PVE y predecir falla del retiro cuando aumentan más de 6%, con sensibilidad de 87%, especificidad de 95% y AUC-ROC de 0.93 (± 0.04).²⁷⁻²⁹ La variación de la hemoglobina > 5% logró una AUC-ROC de 0.96 con sensibilidad de 81% y especificidad de 100%, valor predictivo positivo de 100% y negativo de 88%.²⁸ Otros autores han demostrado que en pacientes sin cardiopatía previa, el BNP > 275 pg/mL predice falla del destete con un AUC-ROC de 0.89 (± 0.04), mientras que en pacientes con falla cardíaca previa la elevación de más de 12% sobre el valor inicial –antes y al término de la PVE– tiene capacidad predictiva con AUC-ROC de 0.76, sensibilidad de 76%, especificidad de 0.78%, valor predictivo positivo de 83% y negativo de 82% para predecir falla del retiro de la VM.^{28,30}

Ecografía pulmonar y diafragmática

Una herramienta de uso fácil y seguimiento es la ecografía pulmonar, varios estudios han logrado demostrar que la presencia de perfil B antes o durante la PVE son indicativos de mal pronóstico de extubación, las líneas B se han asociado al desarrollo de edema pulmonar con un OR = 1.99 (95% IC, 1.04 a 3.84), sensibilidad de 69%, especificidad de 48%, valor predictivo positivo de 25% y negativo de 86%.³¹ El adelgazamiento del diafragma es un indicador de debilidad que puede conducir a retiros no exitosos, DeNino y cols. demostraron que la disminución de > 30% del grosor comparado con el ingreso tiene sensibilidad de 88% y especificidad de 71% y AUC-ROC 0.79 para falla del destete.³²

Protocolos de retiro

Ante la ausencia de al menos un índice predictivo que goce de una exactitud diagnóstica que resulte útil para la práctica clínica, se ha propuesto la utilización de equipos multidisciplinarios (médicos, enfermeras y fisioterapeutas) de destete. Ya se ha demostrado la utilidad de la implementación de estos equipos para reducir el tiempo de retiro y por ende el tiempo que el paciente se mantiene dependiente del respirador. Los resultados muestran una mejoría en la identificación precoz de los pacientes capaces de mantener la respiración espontánea y de ser extubados. Esta eficaz labor puede lograrse con similar resultado si contamos con un protocolo de destete que se aplique sistemáticamente en la UCI a todos los pacientes con ventilación mecánica.³³⁻³⁶

Prueba de respiración espontánea

Una vez obtenidas las características referidas en el cuadro I, el paciente se encuentra en condiciones de mostrar si es capaz de reasumir la respiración y para esto el método más sencillo es realizar una prueba de respiración espontánea. Aproximadamente 80% de los pacientes va a tolerar esta primera prueba y podrá ser extubado (Cuadro II).

Tan sólo 20% no va a tolerar la prueba y habrá que reconectarlo al respirador para hacer otro intento más adelante. Puede considerarse arbitrariamente que el primer grupo corresponde al destete fácil y el segundo al difícil.

Cuadro II. Criterios utilizados para el inicio de la prueba de respiración espontánea.

Relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \geq 200$ o $\text{SaO}_2 \geq 90\%$ con $\text{FiO}_2 \leq 0.40$ y PEEP ≤ 5 cmH₂O.
Estabilidad hemodinámica que se define como ausencia de hipotensión clínicamente significativa o que no requiere fármacos vasoactivos o necesita fármacos vasoactivos a dosis bajas (dopamina o dobutamina < 5 mg/kg/min.)
Temperatura ≤ 38 °C.
Nivel de conciencia adecuado, que se define como paciente despierto o que se le despierta fácilmente.

El fracaso durante la realización de una prueba de respiración espontánea a través del tubo endotraqueal podría ser ocasionado por el trabajo adicional que conlleva hacer pasar el aire a lo largo de un tubo de aproximadamente 30 centímetros de longitud y de 8 a 9 milímetros de diámetro, por este motivo se consideró a partir del estudio de Nathan y cols. que una presión de soporte de 7-8 cmH₂O podría compensar el incremento de trabajo que representa respirar a través del tubo. Estos datos planteaban una duda: si la prueba de ventilación espontánea había que hacerse con un tubo en T o con una presión de soporte de 7 a 8 cmH₂O. La primera, al hacer respirar al paciente contra una resistencia mayor tendría menor sensibilidad (más pacientes que podrían ser extubados fracasarían durante la prueba) y mejor especificidad (un menor número será reintubado tras pasar la prueba y extubado). Por el contrario la presión de soporte será menos sensible (la ayuda permitiría pasar la prueba a pacientes que no están en condiciones de ser extubados) y con menor especificidad (un mayor porcentaje de quienes pasen la prueba va a requerir reintubación).³⁷

El *Spanish Lung Failure Collaborative Group* comparó ambos métodos sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje de pacientes extubados y que permanecieron así después de 48 horas (63% con tubo en T y 70% con presión de soporte; $p = 0.14$). La duración de la prueba de respiración espontánea se ha establecido de manera arbitraria en dos horas, pese a que en numerosas ocasiones las muestras de intolerancia aparecen mucho antes. En el estudio se compararon dos periodos diferentes (30 y 120 minutos) sin observar diferencias en las reintubaciones ni en el porcentaje de fracasos durante la prueba de ventilación espontánea. Hasta el momento se ha demostrado que no existe diferencia entre utilizar el tubo en T o la presión de soporte para realizar la prueba de ventilación espontánea y que una duración de 30 minutos es suficiente.

En cualquier caso los factores que determinan la tolerancia del paciente a la prueba de ventilación espontánea y su posterior extubación son fundamentalmente el intercambio gaseoso adecuado y el funcionamiento de los músculos respiratorios.^{38,39}

Una vez que se han hecho las pruebas necesarias y se han cumplido los criterios para el retiro de la ventilación, se considera factible realizar la extubación, por lo que estamos obligados a ejecutar dos maniobras. La primera es practicar una laringoscopia directa antes de la extubación. Esta práctica suele citarse como forma de evaluar la vía aérea antes de la extubación, a fin de determinar la presencia de edema y al mismo tiempo se estará evaluando la vía aérea ante la posible necesidad de reintubación. Además de la laringoscopia debe realizarse aspiración de secreciones subglóticas y de la laringe antes de la extubación. Si bien es cierto que la laringoscopia antes de la extubación facilita la aspiración además de

aportar información sobre el grado de edema laríngeo no permite evaluar la permeabilidad de la vía aérea ni anticipar, mucho menos estimar, la dificultad de la reintubación. Hasta el momento no se ha demostrado que la laringoscopia antes de la extubación reduzca la incidencia de reintubación, por lo que no es recomendable.⁴⁰

La segunda maniobra a realizar es la prueba de fuga del globo de la cánula orotraqueal. Si no hay un edema laríngeo significativo, el paciente podrá respirar alrededor de la sonda como se evidenciará por auscultación de los sonidos de la respiración o midiendo el CO₂ exhalado de la cavidad oral. Consiste en valorar el porcentaje del volumen corriente (Vt) espiratorio que se fuga luego de desinflar el globo del tubo traqueal en pacientes en ventilación mecánica invasiva con presión positiva. Se ha asociado un valor mayor de 15% de fuga a un retiro exitoso. Posee una sensibilidad de 100% y un valor predictivo positivo de 79%. La ausencia de fuga de aire peritubo tras desinflar el manguito nos obliga a sospechar la existencia de edema y el posible compromiso de la vía aérea seguido de la extubación. Si bien esta prueba no se utiliza rutinariamente en quirófano como paso previo a la extubación, puede ser muy útil en pacientes en quienes el tipo de cirugía, la posición, el edema y las dificultades durante el abordaje de la vía aérea hayan alterado las características de la vía aérea.^{41,42}

La prueba de fuga de volumen ha demostrado una precisión moderada para predecir estridor postextubación y baja precisión para indicar la necesidad de reintubación. Si bien es cierto que una fuga del manguito no necesariamente garantiza una extubación exitosa, es razonable la extubación estratégica de una vía difícil en presencia de una fuga de manguito. La extubación debe retrasarse cuando se considere que la falta de fuga del manguito se deba a inflamación de la vía aérea, bien por causa de una intubación traumática, cirugía de las vías aéreas superiores, cirugía maxilofacial o de cuello o cuando se haya revelado edema de tejidos blandos mediante estudio tomográfico. En tales situaciones hay cierta evidencia a favor de la administración de corticosteroides al menos cuatro horas antes de la extubación o de preferencia llevar a cabo la extubación luego de tres dosis de metilprednisona (1 mg/kg de peso/dosis) con intervalos de ocho horas entre cada dosis. Los pacientes que fallan de manera persistente en la prueba de fuga del manguito pueden ser candidatos a traqueostomía.

En la UCI se emplea la prueba de fuga de volumen para prevenir el desarrollo de estridor laríngeo y evitar el fracaso del retiro de la VM; sin embargo, se recomienda su uso en pacientes que han sido sometidos a cirugía de columna cervical, ya que no sólo permite detectar de manera temprana la presencia de complicaciones sino también su pronta resolución, sobre todo en pacientes que requieren tres o más niveles de corrección quirúrgica o bien un tiempo quirúrgico mayor de 3.5 horas.⁴³

En la decisión de retirar la ventilación mecánica intervienen diversos factores, todos ellos ligados al paciente, a su situación funcional respiratoria y sistémica, así como otros relacionados con aspectos tales como el horario, la organización y disposición asistencial de cada UCI, de ahí se desprende la recomendación de realizar la extubación por la mañana, turno en el que se dispone de más personal, así como de los servicios que pudieran requerirse en caso de surgir la necesidad de reintubación u otro procedimiento. El factor clave para considerar el inicio del destete es contar con los elementos necesarios que nos permitan constatar la resolución de la causa que condicionó el uso de ventilación mecánica, por supuesto sin dejar de lado las comorbilidades y causas sistémicas que la acompañan tales como alteraciones del medio interno, neumopatías, presencia de anemia o fiebre, obesidad y necesariamente que el paciente tenga un nivel de conciencia adecuado para continuar el proceso de retiro de la ventilación.⁴⁴

CONCLUSIONES

El manejo óptimo de la ventilación mecánica y retiro requiere una decisión dinámica y colaborativa para minimizar las complicaciones y evitar demoras en la transición de la extubación. La colaboración eficaz amerita una comunicación abierta, amplia y coordinada así como compartir los objetivos con el equipo, optimizar la calidad de la atención, la seguridad del paciente y mejorar los resultados. Ante la falta de colaboración, la toma de decisiones puede verse fragmentada, incoherente y retrasar la ventilación. La extubación no está libre de riesgos, por lo que debemos tener en cuenta muchos factores, incluyendo la facilidad de la intubación inicial, la condición médica del paciente, el entorno dentro del que se llevará a cabo la extubación y finalmente sus habilidades y preferencias. Siempre está latente la posibilidad de tener que reintubar luego de la extubación de una vía aérea difícil. La estrategia de extubación debe implicar un riesgo bajo y una incomodidad mínima para el paciente, además de optimizar los objetivos del acceso de la vía aérea, la oxigenación y la ventilación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Wunsch H, Linde-Zwirble WT, Angus DC, Hartman ME, Milbrandt EB, Kahn JM. The epidemiology of mechanical ventilation use in the United States. *Crit Care Med*. 2010;38:1947-1953.
2. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA*. 2002;287:345-355.
3. Brochard LL, Martin SG, Blanch L, Pelosi P, Belda JF, Jubran A et al. Clinical review: Respiratory monitoring in the ICU a consensus of 16. *Critical Care*. 2012;16:219.
4. Jackson M.; Strang T.; Rajalingam Y. A practical approach to the difficult to wean patient. *JICS*. 2012;13(4):327-331.
5. Peñuelas O, Frutos-Vivar F, Fernández C, Anzueto A, Epstein SK, Apezteguía C, et al. Characteristics and outcomes of

- ventilated patients according to time to liberation from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;184:430-437.
6. Roussos CS, Macklem PT. Diaphragmatic fatigue in man. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1977;43:189-197.
 7. Vassilakopoulos T, Roussos CS, Zakynthinos S. The immune response to resistive breathing. *Eur Respir J.* 2004;24:1033-1043.
 8. Seely AJ, Bravi A, Herry C, Green G, Longtin A, Ramsay T, et al. Do heart and respiratory rate variability improve prediction of extubation outcomes in critically ill patients? *Crit Care.* 2014;18(2):R65.
 9. Cook TM, Woodall N, Frerk C. Major complications of airway management in the UK: Results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2011; 106: 617-631.
 10. Radhi S, Guerra D, Alalawi R, Raj R, Nugent K. Cuff leak tests at the time of extubation correlate with voice quality assessment. *ICU Director.* 2012;3:27.
 11. Cavallone LF, Vannucci A. Review article: extubation of the difficult airway and extubation failure. *Anesth Analg.* 2013;116:368-383.
 12. MacRae GM. Closed claims studies in anesthesia: a literature review and implications for practice. *AANA J.* 2007;75(4):267-275.
 13. Rose L, Blackwood B, Egerod I, Haugdahl SH, Hofhuis J, Isfort M, et al. Decisional responsibility for mechanical ventilation and weaning: an international survey. *Crit Care.* 2011;15:R295.
 14. Popat M, Mitchell V, Dravid R, Patel A, Swamplillai C, Higgs A. Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation. *Anaesthesia.* 2012;67:318-340.
 15. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest.* 1997;112:186-192.
 16. Cavallone FL, Vannucci A. Extubation of the difficult airway and extubation failure. *Anesth Analg.* 2013;116:368-383.
 17. Mabrouk AA, Mansour FO, Abd El-Aziz A, Elhabashy MM, Alasdoudy AA. Evaluation of some predictors for successful weaning from mechanical ventilation. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis.* 2015;64(3):703-707. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcdt.2015.03.021>
 18. Thiruppathi Chockalingam. Weaning and extubation. *J Lung Pulm Respir Res.* 2015;2(3):00043.
 19. McConville FJ, Kress PJ. Weaning patients from the ventilator. *N Engl J Med.* 2012;367:2233-2239.
 20. Truwit JD, Marini JJ. Validation of a technique to assess maximal inspiratory pressure in poorly cooperative patients. *Chest.* 1992;102(4):1261-1219. doi: 10.1378/chest.102.4.1216.
 21. Kuhlen R, Hausmann S, Pappert D, Slama K, Rossaint R, Falke K. A new method for P0.1 measurement using standard respiratory equipment. *Intensive Care Med.* 1995;2(7):554-560.
 22. MacIntyre NR. The ventilator discontinuation process: an expanding evidence base. *Respir Care.* 2013;58(6):1074-1086.
 23. Burns MS, Fisher CH, Tribble SS, Lewis R, Merrel P, Conway MR, et al. Multifactor clinical score and outcome of mechanical ventilation weaning trials: burns wean assessment program. *Am J Crit Care.* 2010;19:431-439.
 24. Beigmohammadi MT, Hussain-Khan Z, Samadi S, Mahmoodpoor A, Fotouhi A, Rahimiforushani A, et al. Role of hematocrit concentration on successful extubation in critically ill patients in the intensive care units. *Anesth Pain Med.* 2016;6(1):e32904. doi: 10.5812/aapm.32904.
 25. Lai YC, Ruan SY, Huang CY, Kuo PH, Yu CJ. Hemoglobin levels and weaning outcome of mechanical ventilation in difficult-to-wean patients: a retrospective cohort study. *PLoS ONE.* 2013;8(8):e73743. doi: 10.1371/journal.pone.0073743.
 26. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW Jr, Epstein SK, Fink JB, Heffner JE y col. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest.* 2001;120(6 Suppl):375S-395S.
 27. Figueras J, Weil MH. Increases in plasma oncotic pressure during acute cardiogenic pulmonary edema. *Circulation.* 1977;55:195-199.
 28. Dres M, Teboul JL, Anguel N, Guerin L, Richard C, Monnet X. Extravascular lung water, B-type natriuretic peptide, and blood volume contraction enable diagnosis of weaning-induced pulmonary edema. *Crit Care Med.* 2014;42:1882-1889.
 29. Anguel N, Monnet X, Osman D, Castelain V, Richard C, Teboul JL. Increase in plasma protein concentration for diagnosing weaning-induced pulmonary oedema. *Intensive Care Med.* 2008;34:1231-1238.
 30. Teboul JL, Monnet X, Richard C. Weaning failure of cardiac origin: recent advances. *Crit Care.* 2010;14:211. doi: 10.1186/cc8851.
 31. Pecanha-Antonio A, Souza-Castro P, Schulz L, Maccari J, Oliveira R, Teixeira C, et al. Lung ultrasound findings predict weaning failure from mechanical ventilation. *Crit Care.* 2014;18(Suppl 1):P298. doi: 10.1186/cc13488.
 32. DiNino E, Gartman EJ, Sethi JM, McCool FD. Diaphragm ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation. *Thorax.* 2014;69(5):423-427. doi: 10.1136/thoraxjnl-2013-204111.
 33. Schmidt AG, Girard DT, Kress PJ, Morris EP, Daniel R, Ouellette RD, et al. Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults. *Chest.* 2017;151(1):160-165.
 34. Schmidt GA, Girard TD, Kress JP, Morris PE, Ouellette DR, Alhazzani W, et al. Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults: an official American College of Chest Physicians/American Thoracic Society clinical practice guideline. *Chest.* 2017;151:166-165.
 35. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, Thomason JW, Schweickert WD, Pun BT, et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet.* 2008;371:126-134.
 36. Blackwood B, Alderdice F, Burns K, Cardwell C, Lavery G, O'Halloran P. Use of weaning protocols for reducing duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2011;342:c7237.
 37. Liu Y, Wei LQ, Li GQ, Wang H, Yu-Hua Zhang YH, et al. A decision-tree model for predicting extubation outcome in elderly patients after a successful spontaneous breathing trial. *Anesth Analg.* 2010;111:1211-1218.
 38. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, Ouellette DR, Schmidt GA, Truwit JD, et al. An official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians clinical practice guideline: liberation from mechanical ventilation in critically ill adults: rehabilitation protocols, ventilator liberation protocols, and cuff leak tests. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195:120-133.
 39. Zhang B, Qin YZ. Comparison of pressure support ventilation and T-piece in determining rapid shallow breathing index in spontaneous breathing trials. *Am J Med Sci.* 2014;348:300-305.
 40. Haas CF, Loik PS. Ventilator discontinuation protocols. *Respir Care.* 2012;57(10):1649-1662.
 41. Ouellette RD, Patel SM, Girard DT, Morris EP, Gregory A, Schmidt AG, et al. Inspiratory pressure augmentation during spontaneous breathing trials, protocols minimizing sedation, and noninvasive ventilation immediately after extubation. *Chest.* 2017;151(1):166-180.
 42. Bolzan WD, Solangen G, Faresin GS, et al. Endotracheal tube cuff pressure assessment maneuver induces drop of expired tidal volume in the postoperative of coronary artery bypass grafting. *J Cardiothoracic Surg.* 2012;7:53.
 43. Perren A, Brochard L. Managing the apparent and hidden difficulties of weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2013;39:1885-1895.
 44. Fisher MM, Raper RF. The "cuff-leak" test for extubation. *Anaesthesia.* 1992;47(1):10-12.

Correspondencia:

Dr. Guillermo David Hernández López
 Unidad de Cuidados Intensivos Adultos
 del Hospital Juárez de México
 Av. Instituto Politécnico Nacional Núm. 5160,
 Col. Magdalena de las Salinas,
 Del. Gustavo A Madero, 07760,
 Ciudad de México, México. Tel +52(55), ext. 7456.
 E-mail: guillemodavidhernandez@gmail.com