



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA



**EXTUBACION FALLIDA EN PACIENTES
DESNUTRIDOS DE LA TERAPIA
INTENSIVA PEDIATRICA.**

**TRABAJO DE FIN DE CURSO QUE PRESENTA
DR. PEDRO ERNESTO MARTINEZ ALDAMA
PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN
P E D I A T R I A**



MEXICO, D. F.

2002

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
SECRETARÍA DE SALUD**

INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA



**EXTUBACION FALLIDA EN PACIENTES DESNUTRIDOS DE LA
TERAPIA INTENSIVA PEDIATRICA.**

TRABAJO DE FIN DE CURSO QUE PRESENTA

DR. PEDRO ERNESTO MARTINEZ ALDAMA

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN

PEDIATRÍA

MÉXICO, D.F.

2002

**EXTUBACION FALLIDA EN PACIENTES DESNUTRIDOS DE LA
TERAPIA INTENSIVA PEDIATRICA**



DR. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ MARQUEZ

DIRECTOR DE ENSEÑANZA Y PROFESOR TITULAR DEL CURSO



DR. LUIS HESHIKI NAKANDAKARI

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO



DRA. PATRICIA ZARATE CASTAÑÓN

TUTOR DE TESIS

INTRODUCCIÓN

La intubación endotraqueal es la principal vía usada para proporcionar ventilación mecánica de manera efectiva en pacientes que ingresan a las Unidades de Cuidados Intensivos.¹ Ha sido una practica rutinaria para los médicos intensivistas desde la introducción de la ventilación mecánica.² Puede presentar accidentes, como la extubación, cuando esta no es planeada, requiriendo por lo tanto reintubación si el paciente no se encuentra aún listo para reiniciar la ventilación espontánea. Pueden presentarse complicaciones como arritmias, aspiración bronquial, dificultad para la reintubación, ó aun la muerte.¹

El enfoque actual de mejorar la calidad de los servicios de salud, con reducción máxima de costos implica el evitar los abordajes invasivos para soporte ventilatorio y cuando sea necesario reducir su permanencia al mínimo posible.³

Diversos estudios han demostrado que la extubación fallida incrementa la mortalidad hospitalaria, y prolonga la duración de ventilación mecánica, la permanencia en la Unidad de Cuidados Intensivos, y la necesidad de traqueostomía. Las causas incluyen las complicaciones directas de la reintubación, los efectos secundarios de ventilación mecánica prolongada, y el deterioro clínico siempre presente entre la extubación y la reintubación. De este modo, la pregunta obligada es ¿Cuándo es el momento ideal para la extubación del paciente? por lo que se considera de vital importancia contar con factores predictivos en la edad pediátrica para tomar estas decisiones.⁴

El objetivo primario desde el momento de colocación de una vía aérea artificial es preparar y evaluar al paciente para retirarla. Se debe intentar una extubación basados en mediciones clínicas y factores predictivos de protocolos ya establecidos sin embargo se debe reconocer que aún con estos protocolos y los mejores esfuerzos existen algunos pacientes difíciles de destetar y que incrementan la incidencia de falla para la extubación.⁵ No se han hecho estudios de criterios para extubación en niños, las recomendaciones para esta, se han basado en criterios establecidos para adultos o neonatos, por lo que es importante investigar en este aspecto.^{6,7,8} Ya en algunos estudios se destaca la importancia del estado nutricional como un factor a tomarse en cuenta en los protocolos de destete y extubacion.^{7,8}

DEFINICIÓN DE EXTUBACION FALLIDA

Venkataraman define la falla para la extubación cuando la reintubación ocurre dentro de las 48 hrs. posteriores a la extubación *en ausencia de obstrucción de la vía aérea superior*.⁷ Se han hecho muchas definiciones de falla en destete de apoyo mecánico ventilatorio, considerando periodos de 24, 48, 72 horas y hasta 7 días, sin embargo, una definición de extubación difícil puede ser falla repetida en ensayos de destete previos, o un periodo prolongado de destete de mas de 72 hrs. Se han reportado incidencias desde 4 hasta 50% en falla para la extubación, generalmente predispuesto por un periodo de destete prolongado.^{9,7} Sin embargo, los factores predictivos en extubación aún no han sido validados para la edad pediátrica.

ANTECEDENTES

El conocimiento de las complicaciones derivadas del uso de una vía aérea artificial ha sido evidente desde que estos dispositivos fueron introducidos inicialmente a la práctica clínica. ¹⁰ Cullen en 1776 sugirió el uso de intubación traqueal para reanimar a los pacientes fallecidos, y 15 años después propuso la colocación de una cánula laríngea durante el proceso de resucitación, posteriormente Curry y Fine entre 1791 y 1800 propusieron otro tipo de cánulas laríngeas para la resucitación artificial que podrían ser colocadas a través de la nariz, la boca o la traquea. ¹¹ Cuando MacEwen realizó una intubación endotraqueal transoral exitosamente en 1878, para aliviar la obstrucción de la vía aérea superior reconoció las complicaciones potenciales de este procedimiento, incluyendo malestar, tos, congestión de secreciones, y edema glótico.¹⁰ En una publicación en 1880, en el British Medical Journal informa de la extubación exitosa en 3 pacientes con obstrucción de la vía aérea. ¹¹ En 1887, Fell describe un sistema en el que se conectó un fuelle al tubo endotraqueal, lo que permite proporcionar ventilación con presión positiva a un paciente que presentó falla ventilatoria por sobredosis de opiáceos.¹¹

VIA AEREA ARTIFICIAL Y VENTILACIÓN MECANICA

Las indicaciones aceptadas para la colocación de una vía aérea artificial incluyen: mantenimiento de la vía aérea superior, protección de la vía aérea baja, aplicación de presión positiva a las vías aéreas inferiores, necesidad de altas concentraciones de oxígeno o facilitar el drenaje pulmonar. Estas son diferentes de las indicaciones de ventilación mecánica con presión positiva, que incluyen problemas de difusión, perfusión y alteraciones hemodinámicas que repercuten a nivel del intercambio gaseoso en la membrana alveolocapilar.⁵

Las complicaciones del procedimiento de intubación se pueden clasificar de la siguiente manera: ¹⁰

-Durante el proceso de intubación:

- Paro cardiorrespiratorio
- Trauma nasal u oral
- Traumatismo de faringe e hipofaringe
- Intubación de bronquio principal
- Aspiración pulmonar

-Mientras la cánula endotraqueal permanece en su lugar:

- Celulitis oral, úlceras nasales u orales
- Sinusitis
- Otitis
- Lesión laringea o traqueal
- Complicaciones pulmonares
- Autoextubación

-Durante o inmediatamente después de la extubación:

- Dolor faringeo
- Estridor
- Disfonía o ronquera
- Odinofagia
- Parálisis de cuerdas vocales
- Aspiración pulmonar
- Tos

-Complicaciones tardías

- Lesión laringea(estenosis o formación de granulomas)
- Lesión traqueal (estenosis subglótica)

La ventilación mecánica es una intervención frecuente usada para apoyar al niño gravemente enfermo en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica. El tiempo ideal para la extubación está

basado en la capacidad del paciente para mantener un intercambio gaseoso adecuado con la ventilación espontánea. La extubación prematura pone en riesgo al paciente de una reintubación de emergencia y los riesgos añadidos. Sin embargo la extensión innecesaria del apoyo mecánico ventilatorio incrementa el riesgo de trauma de la vía aérea, infección nosocomial, incomodidad e incremento de los costos hospitalarios.⁸ Se considera ventilación mecánica prolongada cuando se han rebasado las 72 horas con este apoyo,¹² la extubación no planeada ya sea intencional o inadvertida resulta casi siempre en complicaciones serias, cardíacas o respiratorias. El estridor es una complicación frecuente en los pacientes extubados, a menudo es provocado por secreciones, sangre o material extraño que causa obstrucción de la vía aérea, aproximadamente 15% de los pacientes que presentan estridor requieren reintubación. Estudios recientes en niños sugieren que el tratamiento previo con dexametasona reduce los signos de estridor y obstrucción de la vía aérea. Otra complicación es la ronquera principalmente en pacientes con intubación prolongada, que en los momentos iniciales de la extubación puede presentarse como afonía, y si no resuelve en dos semanas, se debe pensar en una lesión mas seria como una parálisis de cuerdas vocales; o complicaciones tardías como las mencionadas en la lista.¹⁰

DESTETE DE APOYO MECANICO VENTILATORIO Y EXTUBACION

El objetivo primario desde el momento de colocación de una vía aérea artificial es preparar y evaluar al paciente para retirarla. Las revisiones de la literatura en el sentido de retirar el apoyo ventilatorio sugieren que hay riesgos graves dependientes de la duración de la vía aérea artificial. Se debe intentar una extubación basados en mediciones clínicas y factores predictivos de protocolos ya establecidos sin embargo se debe reconocer que aún con estos protocolos y los mejores esfuerzos existen algunos pacientes difíciles de destetar y que incrementan la incidencia de falla para la extubación. 5

Se encuentran asociadas muchas complicaciones con la intubación orotraqueal y con la ventilación mecánica per se, por lo que una duración mas corta se debe asociar con una reducción en la incidencia de complicaciones. Aunque un médico experimentado puede determinar adecuadamente el momento en que el paciente se encuentra listo para iniciar el destete, los índices objetivos de predicción pueden ayudar en forma importante en este aspecto, ya que estos índices aprecian aspectos importantes de las funciones fisiológicas del sistema respiratorio. 9

El destete de apoyo ventilatorio se describe como un proceso de reducción gradual del soporte mecánico ventilatorio con la recuperación del paciente de su enfermedad y de su sistema respiratorio. 9,13 Para muchos pacientes la reanudación de ventilación espontánea no asistida se lleva a cabo fácilmente, para otros sin embargo el proceso de destete puede estar acompañado de importantes cambios en parámetros respiratorios y no respiratorios que pueden estar asociados con complicaciones o falla de la extubación. Tales pacientes requieren un retiro mas gradual del soporte ventilatorio especialmente aquellos que se encuentran recuperándose de un proceso prolongado de insuficiencia respiratoria, por ejemplo pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia cardíaca severa, o déficit neurológico severo. 9 La mayoría de pacientes que requieren ventilación mecánica pueden ser destetados sin dificultad una vez que el proceso patológico que ameritó apoyo ventilatorio se ha resuelto. Sin embargo una fracción de pacientes no tolera el retiro abrupto de soporte ventilatorio con lo cual utilizan una parte importante de los recursos de una unidad de Terapia Intensiva. 13 Estos pacientes pueden ocupar hasta un 40% del tiempo total de permanencia con ventilación mecánica, además sus sistemas fisiológicos se deben adaptar a las nuevas condiciones del sistema respiratorio para tener éxito en el proceso de destete y extubación. 9 Se debe de contar con las siguientes indicaciones antes de iniciar un ensayo de destete de ventilación mecánica:

- 1.- Resolución ó mejora de la causa de insuficiencia respiratoria 7,9
- 2.- Suspensión de la sedación y relajación muscular.
- 3.- Estabilidad hemodinámica

- 4- Equilibrio ácido-base
- 5.- Balance nitrogenado positivo ó neutro
- 6.- No estar programado para procedimiento quirúrgico que requiera anestesia general
- 7.- Adecuado intercambio gaseoso: $PaO_2 > 60$ mmHg con $FiO_2 < 40\%$ y $PEEP < 5$ cmH₂O
 PaO_2 / PAO_2 (A-a O₂) < 350 mmHg
 PaO_2 / FiO_2 (IK) > 200 ^{9,14}
- 8.- Fuerza y volumen corriente normales.⁹
- 9.- Radiografía de tórax normal.
- 10.- Capacidad para sostener ventilación espontánea (automatismo respiratorio) ⁷

Hay 4 técnicas aceptadas para el destete de la ventilación mecánica:

- a) Periodos de ventilación espontánea no asistida (ensayos con tubo en T o “chimenea”) interpuestos con periodos de soporte ventilatorio total.
- b) Ventilación Mandatoria Intermitente (con ó sin soporte de presión) repartiendo el porcentaje de trabajo respiratorio necesario entre el ventilador y el paciente.
- c) Ventilación con Soporte de Presión repartiendo el trabajo respiratorio en cada inspiración entre el ventilador y el paciente.
- d) Interrupción abrupta del soporte ventilatorio

Sin embargo, el tubo en T no se utiliza de manera rutinaria en pediatría. El soporte de presión es ideal para el destete en pacientes con problemas neurológicos, ya que mejora la resistencia y la fuerza inspiratoria en pacientes con ventilación mecánica prolongada, y en pacientes en recuperación de insuficiencia respiratoria aguda. ^{5,15}

PaO_2 : Presión arterial de oxígeno; FiO_2 : Fracción inspirada de oxígeno; PEEP: Presión positiva al final de la inspiración (Positive End Expiration Pressure); H₂O: agua; mmHg: milímetros de mercurio; A: alveolar; a: arterial; IK: Índice de Kirby.

Hay varios reportes de que los protocolos de destete tienden a reducir la duración de ventilación mecánica sin incrementar el porcentaje de complicaciones o de reintubaciones,

Considerando que una vez el paciente tolera un ensayo de ventilación espontánea no asistida, debe ser considerado “destetado”, y se deben entonces tomar en cuenta los siguientes criterios de extubación:

Criterios Generales	Pruebas específicas, valores y condiciones.
*Intercambio gaseoso adecuado durante ensayo de ventilación espontánea no asistida	<ul style="list-style-type: none"> -Relación PaO₂/FiO₂>250 -pH y PaCO₂ apropiados -Relación espacio muerto y volumen corriente (V_d/V_t) <0.6
*Adecuada función de músculos respiratorios y mecánica pulmonar aceptable	<ul style="list-style-type: none"> - Presión inspiratoria máxima < -30 cm H₂O - Capacidad vital >15 ml/Kg - Presión trasdiafragmática durante la ventilación espontánea < 15% - FR < 35 por minuto -Volumen tidal > 4ml/Kg -Relación FR y Volumen tidal (f/V_T)< 105 durante la ventilación espontánea. -Compliance del sistema respiratorio > 25 mL/cmH₂O -Trabajo de ventilación < 0.8 J/L -Consumo de oxígeno de la ventilación < 15% del consumo total -Presión de oclusión traqueal en los primeros 100 cms <6cm H₂O
*Reflejos adecuados de protección de la vía aérea	<ul style="list-style-type: none"> - Reflejos intactos - Tos adecuada. - Capacidad de deglutir -Estado mental adecuado.
*Secreciones pulmonares manejables, normales o con mejoría	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen de secreciones - Consistencia de secreciones
* Función hemodinámica estable	<ul style="list-style-type: none"> - TA estable durante ensayo de ventilación espontánea - FC aceptable durante ensayo de ventilación espontánea - Sin evidencia de edema pulmonar y cardiogénico
*Fuga de aire alrededor de la cánula durante la ventilación con presión positiva	
* Ausencia de datos para reintubación	
* Sin antecedente de intubación difícil	

Los reportes de falla a la extubación en extubación planeada va de 14 al 23%, esto dependiendo de la patología de base del paciente, ya que por ejemplo los pacientes con cardiopatía tiene un porcentaje menor del 6%. Las causas de falla a la extubación se dividen en relacionados y no a la vía aérea, las relacionadas se presentan generalmente durante las primeras 8 horas y las que no están relacionadas pueden tardar en manifestarse hasta 72 horas posteriores a la extubación. ^{5,7,8}

Se debe considerar la diferencia entre falla a la extubación y su porcentaje de incidencia y el porcentaje de pacientes reintubados por una extubación no planeada ya sea accidental o autoinflingida. ⁵

Un gran estudio sobre técnicas de destete realizado en los Estados Unidos y Canadá, indicaron las siguientes preferencias: ventilación con soporte de presión 41%, SIMV con ventilación de soporte de presión 32%, ensayos intermitentes de ventilación espontánea 9%, ensayos diarios de ventilación espontánea 7%, reducción gradual de SIMV 5%. ¹³

La conclusión de los ensayos de destete se basa en evidencia fisiológica y clínica de falla ventilatoria, incluyendo incremento en la frecuencia cardiaca y respiratoria además de descenso de la saturación de oxígeno. El tiempo requerido para el destete es menor si se cuenta con parámetros para evaluar si los pacientes son capaces de tolerar niveles específicos de reducción del soporte ventilatorio que permitan una progresión rápida a la ventilación totalmente espontánea. ¹³

Butler en una revisión sistemática sobre los métodos preferidos y con mayor porcentaje de éxito para destete y extubación realizado a expensas de que solo se habían basado en revisiones narrativas sobre este aspecto, encontró que los estudios incluidos no contaban con los requisitos esenciales para validar una técnica en especial de destete: tomando en cuenta a las tres más frecuentes : soporte de presión, SIMV y colocación de tubos en T ó “chimeneas”. De este modo subraya la necesidad de realizar un estudio que incluya una población estadísticamente significativa ,que no tenga factores de sesgo en la interpretación de resultados, consideraciones que se deberán incluir en un estudio sobre el factor nutricional como elemento predictivo en destete y extubación. ¹⁵

Se postula que los índices predictivos de tipo ventilatorio que son útiles para predecir una extubación exitosa también deben ser útiles para predecir si el paciente tolera la reducción mayor del soporte ventilatorio. El uso de protocolos de extubación para pacientes que no toleran el retiro rápido del apoyo mecánico ventilatorio permite una mejor evaluación de los mismos. Los signos clínicos usados para definir falla ventilatoria son incremento en la frecuencia respiratoria mayor a 30 por minuto, un incremento en la frecuencia cardiaca mayor de 10 latidos por minuto o el desarrollo de hipoxemia, hipotensión, ó agitación psicomotriz. ¹³

La mayoría de los pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos ventilados mecánicamente pueden ser extubados en menos de 72 horas, sin embargo debido al tiempo prolongado de soporte

ventilatorio, los pacientes difíciles de destetar representan un porcentaje importante en la relación de días ventilador/paciente en la mayoría de las Unidades de Cuidados Intensivos, en los que protocolos basados en abordajes específicos han resultado con reducciones sustanciales en esta relación en comparación con el abordaje basado en el criterio clínico. ¹³

Debido a que la incapacidad para sostener la ventilación espontánea frecuentemente es de origen multifactorial, se ha sugerido que un índice que aprecie varias determinantes fisiológicas del resultado del destete y extubación debe tener un mejor valor predictivo. Yang y Tobin evaluaron el índice CROP (acrónimo de Compliance, Frecuencia, Oxigenación y Presión en Inglés), con mediciones de intercambio gaseoso, y la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios con resultados significativos, además de existir otros índices de destete, sin embargo no siempre se pueden realizar a la cabecera del paciente, incluso se ha sugerido el uso de la medición de pH intragástrico durante el protocolo de destete como índice predictivo de falla a la extubación. ⁹

Se han desarrollado dos nuevos índices en adultos: CROP (*Compliance, Respiratory rate, Oxigenation and inspiratory Pressure*) y RSBI (*Rapid Shallow Breathing Index*) para predecir éxito o falla a la extubación. ^{8,16} Baumeister, en un hospital pediátrico de Cleveland realizó un estudio prospectivo, en donde validó estos índices, con valores modificados para la edad pediátrica. ¹⁶ Sin embargo, Venkataraman y Khan en un estudio prospectivo demostraron que estas validaciones no son siempre reproducibles en la edad pediátrica, e incluso no se han tenido resultados uniformes en la edad adulta, por lo cual hace falta realizar estudios que tomen en cuenta criterios exclusivamente pediátricos. ^{6,7}

Dada la reducción significativa de la mortalidad y permanencia hospitalaria en unidades de Cuidados Intensivos que resulta de evitar la intubación y reintubación empleando ventilación con presión positiva no invasiva se deberían realizar más estudios sobre la misma, por otro lado el proceso de destete se realiza más fácilmente, ya que algunos pacientes solo requieren para esto una reducción gradual del soporte, excepto que para las técnicas de extubación no hay muchos estudios en relación a la ventilación con presión positiva no invasiva, ya que algunos pacientes pueden participar de este programa, solo removiendo la mascarilla al recuperarse de la fatiga respiratoria. Las estrategias no invasivas para evitar la intubación y reintubación son variadas y cada una está diseñada para necesidades diferentes, y deben adaptarse a cada paciente buscando proporcionar una mejor atención con el menor costo al menor riesgo. ³

El destete gradual con ventilación por soporte de presión mejora la resistencia y la fuerza de los músculos respiratorios, en pacientes ventilados mecánicamente en recuperación de insuficiencia respiratoria aguda prolongada. ¹⁷

Después de ventilación mecánica prolongada y destete gradual con ventilación por soporte de presión, algunos médicos suspenden la ventilación mecánica directamente, sin modos adicionales de soporte, sin embargo es posible que el nivel de presión inspiratoria de la vía aérea durante la ventilación con soporte de presión sea mayor que la necesaria para vencer la resistencia de la vía aérea, liberando así al paciente de una porción de trabajo fisiológico de ventilación, y como consecuencia el paciente puede presentar falla al destete o a la extubación por no tolerar el ajuste de presión provocado al ser extubado. ¹⁷

Se refieren las siguientes causas de destete difícil:

1.- Función inadecuada del centro respiratorio.

- Efectos residuales de drogas sedantes
- Daño al sistema nervioso central
- Alcalosis metabólica severa

2.- Incremento del trabajo respiratorio

- Ventilación incrementada la relación volumen/minuto
- Hiperventilación (dolor, ansiedad, fatiga)
- Incremento del gasto metabólico(alimentación excesiva, sepsis)
- Incremento de espacio muerto fisiológico
- Incremento de trabajo para mantener elasticidad de vías aéreas
- Baja complianza pulmonar ó torácica
- PEEP intrínseco
- Incremento de carga de resistencia
- Obstrucción baja de la vía aérea
- Secreciones de la vía aérea abundantes o filantes
- Vía aérea artificial (tubo endotraqueal)
- Falla del circuito ventilatorio y presencia de efecto de válvula
- Obstrucción de la vía aérea superior postextubación

3.- Falla de bomba respiratoria

- Enfermedad o anomalía de la caja torácica
- Alteración neurológica periférica
- Lesión del nervio frénico
- Daño a la medula espinal
- Polineuropatía que amerite cuidados intensivos
- Síndrome de Guillain-Barre
- Disfunción muscular

- Catabolismo muscular y malnutrición
- Sobredistensión pulmonar
- Alteraciones severas metabólicas y de electrolitos
- Efecto prolongado de relajantes neuromusculares (bloqueadores neuromusculares)

4.-Falla del ventrículo izquierdo

- Disfunción ventricular izquierda
- Coronariopatías. 9

Algunos usan CPAP (presión positiva continua de la vía aérea), sin embargo se ha visto que incrementa la fatiga de músculos respiratorios por sobrecarga de trabajo respiratorio, sin encontrarse ventajas para su uso prolongado. El esfuerzo ventilatorio es importante para la realización de la actividad de los músculos respiratorios y es un predictor confiable de éxito en el destete de apoyo mecánico ventilatorio. Si el paciente presenta un esfuerzo respiratorio bajo, el soporte ventilatorio debe ser alto, aliviando al paciente de trabajo durante la ventilación. Si el esfuerzo es alto, el paciente realiza un esfuerzo mayor que el que haría si estuviera extubado ó decanulado, basándose en estos datos, tomando en cuenta la dificultad respiratoria se puede decidir si el paciente puede ser extubado o decanulado. 17

Los pacientes sometidos a estudio deben tener las siguientes características antes de incluirse en protocolo de destete:

- 1.- Remisión del proceso que llevó a la insuficiencia respiratoria.
- 2.- Estabilidad hemodinámica y no ameritar uso de agentes vasoactivos.
- 3.- Tener un intercambio gaseoso adecuado (pO_2 mayor de 60mmHg con FiO_2 menor de 40%)
- 4.- Tolerar Soportes de Presión entre 5 y 10 cm H₂O.
- 5.- Inspiración con Presión Inspiratoria Pico menor o igual a -20 cm H₂O.(P2).

Hay muchas estrategias para destetar de la ventilación mecánica, pero se debe mantener un balance entre los efectos benéficos de un periodo de descanso total de los músculos respiratorios recuperándose de la fatiga que puede haber ocurrido durante la insuficiencia respiratoria y los efectos dañinos de la inactividad prolongada que resulta en debilidad muscular y atrofia. 17

El destete exitoso no asegura que la extubación será exitosa. Debemos cuidar que el paciente reúna las condiciones adecuadas para una extubación exitosa ya que una reintubación predispone al paciente a una neumonía nosocomial, probablemente relacionada con la aspiración de contenido faríngeo o gástrico. Por lo cual el estado neurológico es importante para su evaluación buscando reflejos presentes y adecuados, así como la fuerza suficiente para la tos en vías de aclaración de la vía aérea; si esto sucede, *el paciente se encuentra listo para la extubación.* 9

El manejo del paciente que ha presentado fallas repetidas en el destete de ventilación mecánica requiere una revisión sistemática de todos los factores involucrados en el proceso de destete y extubación, así la identificación de todos los factores corregibles nos permitirá en la mayoría de los casos lograr una extubación exitosa, sin embargo se ha reconocido que hay muchos factores ocultos, de esta manera se propone el siguiente plan en caso de falla al destete o extubación.

- Reconocer y corregir las causa de falla en el destete
- Definir un programa específico de destete
- Buscar factores psicológicos
- Informar al paciente y si es posible obtener su cooperación
- Movilizar frecuentemente al paciente
- Proporcionar nutrición adecuada
- Considerar traqueostomía
- Evitar hipercapnia leve y alimentación por vía oral
- Valorar infusión de teofilina
- Valorar un programa de entrenamiento de músculos respiratorios
- Manejar el caso con un equipo especializado. 9

En un estudio prospectivo por Tobin y colaboradores, se encontró que los pacientes con falla a la extubación y destete presentaron un volumen tidal menor que el grupo de pacientes con extubación exitosa. Desarrollando además un incremento significativo de la PCO₂ sin incremento en la PaO₂, por lo cual se considera que los cambios en el patrón ventilatorio, dependiente a su vez de varios factores, puede incidir en la falla a la extubación. 18

En neonatos se ha visto que los factores de: bajo peso al nacimiento(menos de 1100 grs.), baja edad gestacional (menos de 31 semanas), y alta resistencia pulmonar tienen mucha influencia en la falla a la extubación, estos datos aún no han sido extrapolados en estudios serios a la edad pediátrica,(F3), por lo que sería importante realizar un estudio encaminado a la validación de estos factores. Otro estudio en neonatos prematuros ha validado la madurez, y el peso como factores importantes en la extubación exitosa en estos pacientes, observando también que la fuerza inspiratoria máxima y la complianza son mas altas en los pacientes exitosamente extubados que en los que ameritan reintubación. Este ultimo estudio además observa que el efecto de las metilxantinas no siempre es el mismo en la mejora de la función pulmonar de los pacientes potencialmente extubables. 19

Se ha encontrado que las mediciones usadas para evaluar el nivel de soporte ventilatorio, por ejemplo, FiO₂, presión media de la vía aérea, índice de oxigenación y fracción de la ventilación/minuto total que es proporcionada por el ventilador (FrVe), son factores predictivos en la extubación. Particularmente la fracción de apoyo del ventilador, ya que frecuentemente es

subestimada en pediatría. Los niños son frecuentemente extubados con frecuencias respiratorias bajas, (4-5 resp./min.) ya que se sabe que la luz del tubo endotraqueal es mínima en niños y tiende a incrementar el trabajo respiratorio y a producir fatiga en el paciente pediátrico, por esta razón no se sugiere el uso rutinario de tubo en T en pediatría. Por lo que si la fracción proporcionada por el ventilador es mas grande que la fracción obtenida por el propio paciente, aun cuando la frecuencia respiratoria sea baja, condiciona un mayor apoyo del ventilador ocasionando que el paciente no se encuentre adaptado para la ventilación espontánea; por lo cual este es un factor que es importante de calcular en un paciente pediátrico, ya que si bien valores altos no implican que el paciente no tendrá una ventilación espontánea adecuada, si se ha visto que hay un mayor porcentaje de fallas para la extubación con este factor alterado. ⁶

La definición de reintubación debe tomar en cuenta que el paciente se reintube sin obstrucción de la vía aérea superior. La medición de esfuerzo respiratorio no fue significativa en la predicción de extubación exitosa en niños. Se encontró que la presión inspiratoria pico si fue predictiva de extubación exitosa cuando esta fue menor o igual de 25 cmH20. El volumen corriente (medido como el volumen tidal de la relación ventilación espontánea /tiempo inspiratorio [V_t/T_i]) también fue predictivo si era mayor de 7mL/Kg para una extubación exitosa. ⁶

Venkataraman realizó un estudio de validación para factores predictivos de extubación, incluyendo esfuerzo respiratorio, soporte ventilatorio, mecánica respiratoria, automatismo respiratorio, e índices integrados usados en adultos, incluyendo el volumen tidal relacionado al peso corporal. ⁷

La integridad del centro respiratorio, la capacidad de resistencia muscular, el intercambio gaseoso, la demanda ventilatoria, y el trabajo respiratorio son factores importantes que ya han sido validados en estudios como predictivos de una extubación exitosa en pacientes adultos.^{6,7,8} Sin embargo otros factores también juegan un papel importante como el estado nutricional, el equilibrio ácido-base, el estado mental, la capacidad de movilizar y expulsar secreciones y el estado hemodinámico. La dificultad precisamente para una agudeza predictiva en la extubación de pacientes pediátricos tiene que ver con los numerosos factores relacionados con cada paciente en especial. ^{6,8}

La extubación fallida (necesidad de reintubación dentro de las 24-72 horas de la extubación planeada) ocurre en aproximadamente el 20% de los pacientes adultos, y los factores que predisponen esta situación, son el tipo de paciente, la edad, severidad de la enfermedad, uso de sedación continua, y larga duración de apoyo mecánico ventilatorio. ⁴

Diversos estudios han demostrado que la extubación fallida incrementa la mortalidad hospitalaria, o por lo menos prolonga la duración de ventilación mecánica, la permanencia en la Unidad de Cuidados Intensivos, y la necesidad de traqueostomía. Cuando la extubación ocurre sin un ensayo de ventilación espontánea, el porcentaje de reintubación es prohibitivamente alto. Los parámetros

predictivos clásicamente medidos se diseñaron pensando en detectar los imbalances entre la capacidad y la carga respiratoria, que son la causa principal de reintubación. Esto sugiere la diferencia fisiopatológica entre los eventos que ocurren en el destete de apoyo mecánico ventilatorio y la extubación, por lo cual, este estudio sugiere que por lo menos se realice un ensayo de ventilación espontánea antes de extubar al paciente. Se ha medido el volumen tidal, comparando entre el momento en que el paciente está intubado con el balón inflado y con el balón desinflado antes de la extubación, encontrando que si hay diferencia mayor al 10% en estos dos momentos, este es un índice que predice en forma significativa falla a la extubación.²⁰ Además de verificar en el paciente la presencia de tos, y la frecuencia de aspiraciones necesaria para mantener limpia la vía aérea con el balón de la cánula vacío como factores predictivos para la extubación. Se propone en este estudio la valoración de la capacidad para expulsar secreciones cuando el paciente puede expulsar las secreciones a través de la cánula hasta una tarjeta de papel colocada a corta distancia de la cánula, además de que propone otros factores predictivos como el estado mental, proponiendo la clasificación de Glasgow para valorarlo y el estado hemodinámico con la presencia de anemia de moderada a severa en pacientes que tuvieron que reintubarse.⁴

Se han realizado otros estudios donde se valoran los resultados de extubación planeada y no planeada, reportando mucho mejores resultados cuando la extubación se realiza bajo algún protocolo, ya que disminuye la mortalidad y la permanencia en la Unidad de Cuidados Intensivos.²¹ Otros estudios demuestran que el cambio aún programado de una cánula endotraqueal puede tener complicaciones graves incluyendo hipoxemia, intubación esofágica, pérdida de la vía aérea e incluso el fallecimiento del paciente, considerando que este tipo de eventos ocurren con alta frecuencia en pacientes que tienen extubación no planeada o en aquellos que presentan falla a la extubación y ameritan ser reintubados, el deterioro clínico puede ser leve o severo, por lo cual es conveniente evitar este tipo de prácticas.²² Esto debe ser evitado con mayor razón en pacientes que tienen sospecha o confirmación de vía aérea difícil, ya que esto dificulta más aún los procedimientos de extubación y reintubación con los efectos deletéreos de hipoxia prolongada secundarios.²³

Los retardos en el destete de ventilación mecánica pueden resultar en alargamiento del tiempo de hospitalización, incrementos en los costos y en la morbilidad. Se han hecho estudios que incluyen factores como que sea un solo grupo de terapeutas el encargado de los protocolos de extubación y destete, obteniendo mejores resultados en este caso en comparación con aquellos en que el proceso de extubación estuvo a cargo de personal que no estuvo asignado específicamente a este proceso.²⁴ Aunque su validación en estudios multicéntricos no concuerda con estos datos, ya que en estos estudios no se ha apreciado diferencia entre los pacientes con protocolo de destete y extubación

contra aquellos que no se adhirieron a un protocolo de este tipo. Lo cual indica la disparidad entre los datos que se encuentran entre uno y otro estudio. ^{14,25}

Los esfuerzos por planificar los métodos de destete y extubación se han reportado en varios estudios como Henneman que propone la utilización de un “ pizarrón de destete”y el uso de diagramas de flujo para su uso por el equipo de destete y extubación encontrando un descenso de hasta tres días en comparación con aquellos pacientes en los que el destete y la extubación se realizaron de manera empírica. ²⁶ Dojat utilizó sistemas computarizados que incluían datos para toma de decisiones en relación a destete de apoyo mecánico ventilatorio, en contraposición a la toma de decisiones habituales que se basan en el juicio clínico del medico tratante en relación a la evolución del aspecto ventilatorio del paciente, encontrando mejores resultados en aquellos pacientes con intentos repetidos de destete y falla a la extubación, para los cuales la inclusión en un protocolo de destete ha probado un porcentaje de éxito mayor para la extubación. ²⁷ Sin embargo hacen las siguientes recomendaciones para el uso de estos sistemas:

- 1.- No reducir el nivel de soporte de presión por la noche, excepto en caso de ventilación alveolar excesiva.
- 2.- Tratar de llevar al paciente a una “zona de confort” con una frecuencia respiratoria entre 12 y 28 ventilaciones por minuto, con un volumen tidal mínimo.
- 3.- No permitir que el volumen tidal mínimo caiga por debajo de 250 ml
- 4.- Disminuir el nivel de soporte de presión de 2 en 2 cmH20, por un mínimo de 30 minutos de tolerancia para cada cambio.
- 5.- Considerar al paciente listo para la extubación cuando permanezca por lo menos 2 horas con el soporte mínimo de presión.
- 6.- Considerar que un paciente que requiera un PEEP mínimo de 5 cm H20 no está listo para la extubación o para iniciar protocolo de destete
- 7.- El nivel máximo de soporte de presión es de 40 cm de H20.
- 8.- En caso de hipoventilación severa, volver a la moda de ventilación asistida con los parámetros establecidos o requeridos para ese momento. ²⁷

El uso de protocolos de extubación mejora los resultados en relación a comodidad del paciente, incremento en costos, riesgos y disminución de complicaciones, incluyendo traqueitis, volutrauma, barotrauma, estenosis subglótica y lesión de cuerdas vocales, por lo que se continua recomendando el uso de protocolos de extubación para una mejoría en los resultados. ²⁸ Estos esfuerzo en la planificación del proceso de extubación han logrado en algunos hospitales, la reducción de la permanencia en Unidades de Cuidados Intensivos con el mejor aprovechamiento de los recursos hospitalarios. ²⁹

Algunos tipos de ventilación con presión positiva no invasiva se han utilizado para destete de apoyo mecánico ventilatorio, incluso en pacientes con vía aérea artificial, por ejemplo con traqueostomía, sin embargo su validación a pacientes pediátricos no ha sido del todo aceptada, sin embargo se deben considerar estos dispositivos en las practicas de destete de apoyo mecánico ventilatorio y extubación. ³⁰ Dentro de las alternativas de apoyo ventilatorio no invasivo se encuentra como innovación el BIPAP (Ventilación bifásica con presión positiva de la vía aérea), que se puede usar en niños de diferentes edad, acomodándose de acuerdo a las necesidades de ventilación de cada paciente, con la posibilidad de manejarse con apoyo de sedación, sin embargo aún falta realizar validaciones con poblaciones pediátricas más amplias y que constituye una alternativa para los pacientes con dificultad para la extubación. ³¹ Incluso se han recurrido a medidas extremas para valorar la función pulmonar como la biopsia abierta en pacientes con intubación prolongada y falla a la extubación, con fibrosis como principal hallazgo y encontrando que estos datos pueden utilizarse en la valoración por los comités de ética para continuar con apoyo mecánico o decidirse por una traqueostomía. ³²

La ventilación con soporte de presión ha sido usada para la extubación y el destete de apoyo mecánico ventilatorio, sin embargo, en pacientes pediátricos pequeños y neonatos, en los cuales no se usan globos para disminuir fugas y el volumen tidal reducido; dificultan su uso para los protocolos de extubación, en 1999, Chan y colaboradores realizaron un estudio con este tipo de pacientes, menores de 6 Kg., usando compensaciones para las fugas por periferia de la cánula endotraqueal, alternando ventilación con soporte de presión y ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV) para la extubación encontrando que ésta es segura, efectiva y útil en estos pacientes, mejorando su comodidad y el trabajo respiratorio, evitando así la necesidad de intubación prolongada, facilitando el destete temprano. ³³

Las fallas en el destete y extubación pueden ser resultado de estados catabólicos prolongados con compromiso de la función de los músculos respiratorios. Se sabe que la Hormona del Crecimiento humana recombinante (rhGH) mejora el metabolismo proteico, por lo cual ha sido usada con éxito en algunos ensayos sobre pacientes con intubación prolongada, con fallas recurrentes para el destete y extubación de la ventilación mecánica, sin embargo estos estudios deben ser validados en poblaciones mas amplias, y sobre todo para su uso en población pediátrica, en su aplicación se deben seleccionar cuidadosamente a los pacientes, descartar estado catabólico agudo y sobre todo vigilar el mejoramiento de la función de los músculos respiratorios con el uso de índices como el flujo máximo espiratorio y el volumen tidal espiratorio. ³⁴

Estudios comparativos entre los modos de destete de ventilador que incluyen uso de tubos en T, ventilación con soporte de presión (VSP), Ventilación Mandatoria Intermitente sincronizada (SIMV)

y el uso alternado de SIMV y VSP han concluido que la ventilación con soporte de presión es la que permite un tiempo mas corto para la extubación y el destete de apoyo mecánico ventilatorio.

15, 35

En este tenor, se ha realizado estudios multicéntricos sobre las modas de destete de ventilación y extubación, sin que por el momento se hayan encontrado resultados concluyentes a favor de una moda específica, sin embargo se encontraron datos de que la mortalidad en los pacientes que requieren reintubación se incrementa de forma dramática. Esteban y colaboradores encontraron que se puede relacionar a una mayor falla para la extubación en pacientes con tubos en T, con una mayor fatiga del paciente, que no ocurre cuando se indica la moda de Soporte de Presión. De hecho, no se han realizado estudios de este tipo en pacientes pediátricos. 36

Otros estudios refieren que el uso de ensayos de ventilación espontánea ha dado mejores resultados, sin embargo estos estudios no han sido validados a la edad pediátrica. 37 Otro de los criterios a tomar en cuenta en estos pacientes es la presencia de secreciones, las cuales pueden cuantificarse, e incluso se han realizado estudios que han validado el incremento de secreciones desde la segunda semana de intubación, con lo cual se incrementa el riesgo de neumonía asociada a ventilador. 6, 38

En la extubación y el destete de apoyo mecánico ventilatorio se han usado algunas innovaciones como el uso de CPAP (Continuous Positive Airway Pressure: Presión positiva continua de la vía Aérea) con flujo continuo, contra el CPAP rutinario que depende de la demanda del paciente, sin embargo factores como la humidificación no permiten incorporarlos a los programas de destete, por lo que aún se encuentran pendientes sus mejoras para lograr incluirlos en los protocolos de extubación. 39 Otras medidas comentadas en los estudios sobre extubación incluyen la frecuencia respiratoria en forma mandatoria (Mandatory Rate Ventilation) que ha mostrado un menor tiempo para la extubación que incluso los tubos en T, sin embargo estos estudios no quitan sesgos como otros factores ambientales en la validación de los estudios en la población pediátrica. 40

La relación del espacio muerto con el volumen tidal también se utiliza como factor predictivo en el protocolo de destete y extubación, sin embargo, esto ha sido estudiado desde los años 60 del siglo pasado, se ha determinado que un índice (espacio muerto)/VD/ VT(volumen tidal) mayor de 0.6 predice que el paciente necesitará reintubación, sobre todo si se asocian episodios como estridor, laringomalacia y obstrucción de la vía aérea superior. Su validación en pacientes pediátricos aun no ha sido realizada en forma concluyente. 41

Se ha observado en estudios específicos sobre extubación que el índice de frecuencia respiratoria sobre volumen tidal (f/VT) influye de manera importante en el protocolo de destete y extubación, influenciado en gran manera por el genero del paciente, haciendo la observación agregada de que

cuando se encuentran con tubos endotraqueales de diámetro más estrecho se tienen mas probabilidades de destete y extubación con éxito, aún cuando el índice f/VT sea mayor de 100. Estos estudios serán validados posteriormente para edades pediátricas. ⁴²

En un estudio de la mortalidad, morbilidad, costos y complicaciones de la falla para la extubación en la Universidad Johns Hopkins en Baltimore, se encontró que los pacientes con falla a la extubación tienen 7 veces mas riesgo de morir, 31 veces mas riesgo de incrementar su estancia hospitalaria, y 6 veces mas riesgo de ser transferidos a una unidad de cuidados intensivos de tiempo prolongado, identificando factores de riesgo como estado de alerta, tos, secreciones y saturación de O_2 antes de la extubación, además de que el registro de las variables y la inclusión del paciente en un protocolo de estudio son factores que ayudan a una extubación exitosa ya que proporcionan lineamientos para los criterios de extubación. ^{38, 43} La extubación fallida de un paciente es un factor predictivo de mortalidad, de enfermedad grave con mayor tiempo de estancia en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica. Por lo cual la identificación de pacientes con alto riesgo para reintubación permite disminuir el riesgo de empeorar sus condiciones, ya que se ha visto que el intervalo entre la extubación “fallida” y la reintubación puede ser un factor que deteriore clínicamente al paciente en riesgo. ^{8, 38}

La complianza pulmonar, estática y dinámica con valores de 35, tiene un valor altamente predictivo como factor positivo para el éxito en la extubación, considerándose este como la extubación y el alta de la Unidad de Cuidados Intensivos, considerándose la falla como la necesidad de reintubación ó la ejecución de traqueostomía para mantener la vía aérea en un paciente extubado. Una vez que la complianza alcanza niveles de $35 \text{ cmH}_2\text{O}$, se deberán iniciar ensayos de extubación. ⁴⁴

Sin embargo en pacientes neurológicos, como los afectados por padecimientos miasténicos, los índices predictivos no son efectivos, mucho menos si se encuentran con alguna afección pulmonar como una atelectasia. ⁴⁵ Lemanek en Kansas, observó la influencia de los cambios en los patrones de conductas, comparando las conductas agresivas con patrones de juego en pacientes extubados observando que se presentaron un mayor número de fallas en la extubación en pacientes pediátricos que presentaron alteraciones de la conducta del tipo de la autoagresión principalmente. ⁴⁶ En pacientes con sedación prolongada se ha usado metadona para facilitar el destete de apoyo mecánico ventilatorio, ya que este es un factor que propicia la intubación prolongada al disminuir el esfuerzo respiratorio. ⁴⁷ Sin embargo el destete de sedación asociado a manejo ventilatorio y la extubación no ha sido validado, aún en adultos, por lo cual también en este aspecto se requerirán mayores estudios con población pediátrica específica que permita un manejo adecuado de este factor. ^{1, 48}

Se ha visto una mayor incidencia de reintubación en los pacientes extubados accidentalmente. En el mismo estudio se observó un porcentaje mínimo de reintubaciones en pacientes extubados accidentalmente lo que traduciría que con este evento se acortó el tiempo de ventilación mecánica sin repercusión en el aspecto ventilatorio, considerando de esta manera que hay un retardo en el inicio de los procesos de destete y extubación, esto aún no ha sido validado para la edad pediátrica. ¹ En pacientes adultos se ha observado que al presentar extubación incidental, tienen mayor probabilidad de reintubación cuando están bajo soporte ventilatorio que cuando se han incluido en un protocolo de destete. Sin embargo estos buenos resultados en pacientes con protocolo de destete para extubación, nos hacen considerar la posibilidad de que se prolongue innecesariamente el tiempo de apoyo con ventilación mecánica. Proponiéndose además en estos estudios la posibilidad de manejo conservador en pacientes extubados accidentalmente, ya que se puede proporcionar ventilación de una manera menos invasiva, especialmente si presenta normo o hipercapnia. Consecuentemente se deberán realizar estudios de validación de esta situación en la edad pediátrica, para disminuir tiempo de ventilación mecánica, de destete y de retardo en la extubación. ²

Aunque ya se han hecho estudios que demuestran la dependencia de un adecuado destete del apoyo mecánico ventilatorio del estado de salud previo del paciente. ⁴⁹ Se deben tomar en cuenta todos los factores para una extubación exitosa, incluyendo el estado neurológico, que en pacientes sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos es importante, se han realizado estudios, por ejemplo Namen, que validó los índices ventilatorios y la escala de Coma de Glasgow como factores predictivos para la extubación en pacientes neuroquirúrgicos, aunque nuevamente se recomienda que se realicen validaciones para la población pediátrica. ⁵⁰

En los últimos 10 años se han generado diversas investigaciones en relación a la extubación de los pacientes que han requerido ventilación mecánica. Estas se han generado en relación a los siguientes aspectos, a) como predecir que pacientes tendrán alto riesgo de extubación no planeada, b) qué factores de riesgo influyen en forma importante en el proceso de destete y extubación, c) que criterios son útiles para plantear la necesidad de reintubación. Los resultados que arrojan las primeras investigaciones demuestran que

- 1.- El trabajo de ventilación es mayor en las primeras horas después de la extubación
- 2.- 10% de las extubaciones se realizan de forma no planeada y de ellas 90% son causadas deliberadamente por el paciente
- 3.- Siempre hay posibilidad de daño o amenaza a la vida en cada intento de reintubación., como resultado de extubación no planeada. ¹⁴

Algunos estudios han encontrado una correlación entre el horario de extubación y el índice de extubación fallida (entre las 7:00 y las 19:00 hrs), que se considera se relaciona con descuido de el personal a cargo de los pacientes, y consideran que se debe educar y conscientizar al personal de enfermería para un mejor cuidado de este aspecto.^{14, 63}

Uno de los elementos mas difíciles de discutir es el retiro del apoyo mecánico ventilatorio, ya sea en forma brusca o con destete en pacientes terminales, siendo esta una faceta aun en vías de investigación en pacientes pediátricos ya que no se han realizado estudios específicos para esta edad .⁵¹ Sin embargo se debe considerar este proceso como un procedimiento humano, basado en principios científicos, por lo que debemos redoblar esfuerzos en pacientes en los que el retiro de la ventilación mecánica se decide por mejoría clínica.

ESTADO NUTRICIONAL RELACIONADO A DESTETE Y EXTUBACION

En las Unidades de Cuidados Intensivos se debe vigilar también el gasto metabólico, por lo cual los requerimientos calculados para los pacientes deben cambiar continuamente, en relación al estado que guarda el paciente, por ejemplo si va a transportarse, a realizar un estudio o se va a extubar, por lo cual esto es un factor importante en la evolución del paciente durante su estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos y en los eventos de destete y extubación. Estos cálculos de requerimientos deben ser adecuados para cada paciente en particular. ^{71, 67}

La desnutrición es un factor que puede hacer más difícil el trabajo respiratorio e impedir el destete de la ventilación mecánica y la extubación. Aunque el soporte nutricional adecuado es importante, la ingesta excesiva de calorías está asociada con incremento en la producción de CO₂ e incremento en la demanda respiratoria, además de que se deben corregir todos los desbalances electrolíticos y de tipo ácido-base. ^{9, 65}

El Zinc como otros microelementos juega un papel muy importante en el metabolismo del ácido nucleico, juega un rol muy importante en la transcripción, replicación y traducción del ADN y ARN(ácidos desoxi y ribonucleicos) celulares. En un estudio en adultos realizado por Malik, se notó un descenso en los niveles séricos de este elemento aún con un aporte adecuado, enteral o parenteral, mencionando la necesidad de un ajuste en las dosis para este grupo de pacientes, los cuales estuvieron en la Unidad de Cuidados Intensivos y sometidos a apoyo mecánico ventilatorio, estos estudios aun no han sido validados en pacientes pediátricos, sin embargo se considera que cursan con los mismos déficits, ya que también son sometidos a procedimientos de este tipo y con el desgaste metabólico consecuente. ^{52, 61, 64, 66} En relación al gasto metabólico y al aporte nutricional que se calcula debe estar directamente proporcional a la energía que se utiliza al mantener al paciente conectado al ventilador ya que se han observado que el consumo de oxígeno se relaciona con el gasto metabólico del paciente. El método más usado hasta el momento para medir el desgaste metabólico es la calorimetría indirecta. El balance nitrogenado también debe ser tomado en cuenta en el gasto calórico y metabólico de estos pacientes. El cual se disminuye con la edad, de acuerdo a que el gasto metabólico es inversamente proporcional a la edad del paciente. Se ha visto que los cambios agudos en los parámetros de ventilador llevan a un consumo excesivo de energía, el cual se equipara al provocado en la extubación en la cual los consumos de energía cambian radicalmente y pueden influir en la incidencia de extubación fallida. ⁵³ Hay reportes de que hasta el 60% de los pacientes ingresados a Unidades de Cuidados Intensivos, reciben un aporte inadecuado de nutrientes, la primera razón es que casi siempre es necesario suspender la alimentación por vía oral o parenteral, iniciando así desde ese momento el aporte inadecuado de nutrientes. Cuando es posible

es preferible utilizar la vía enteral ya sea por sondas de alimentación ó por derivaciones quirúrgicas. Sin embargo si esto no es posible nos queda la alternativa de la nutrición parenteral que se calcula de acuerdo al estado metabólico del paciente vigilando el estado hemodinámico y ventilatorio antes de decidir el soporte nutricional adecuado. ⁵⁴ Se ha revisado también que los pacientes con cambios bruscos en los parámetros de ventilador, y en los niveles de oxemia consecuentemente tienden a producir cambios en el pH intragástrico, condicionando lesiones graves, siendo uno mas de los factores a tomar en cuenta en los protocolos de destete y extubación. Generalmente no presenta asociación con mortalidad, en relación a pacientes con cambios bruscos de los parámetros de ventilación o con historia de extubación fallida. ⁵⁵ Las fallas en el destete y extubación pueden ser resultado de estados catabólicos prolongados con compromiso de la función de los músculos respiratorios. Se sabe que la Hormona del Crecimiento humana recombinante (rhGH) mejora el metabolismo proteico, por lo cual ha sido usada con éxito en algunos ensayos sobre pacientes con intubación prolongada, con fallas recurrentes para el destete y extubacion de la ventilación mecánica, sin embargo estos estudios deben ser validados en poblaciones mas amplias, y sobre todo para su uso en población pediátrica, en su aplicación se deben seleccionar cuidadosamente a los pacientes , descartar estado catabólico agudo y sobre todo vigilar el mejoramiento de la función de los músculos respiratorios con el uso de índices como el flujo máximo espiratorio y el volumen tidal. ³⁴ El metabolismo en lactantes y niños críticamente enfermos está influenciado significativamente por las enfermedades subyacentes, por lo cual las ecuaciones para calculo de aporte nutricional generalmente resultan en aportes insuficientes. ⁵⁶ El gasto energético además puede variar día a día de acuerdo a la evolución del paciente. Por lo tanto el aporte excesivo o insuficiente además puede influir en la evolución del paciente, la medición del gasto metabólico por calorimetría en pacientes con soporte mecánico ventilatorio se ha hecho usual para valorar el aporte nutricional necesario en cada paciente, aun cuando no está validado como factor predictivo en protocolos de destete y extubación. ^{8,56} En general se ha visto que los pacientes con mayor gasto calórico tienen mayor tendencia a la reintubación. ⁸ Otros estudios sin embargo han validado estas mediciones para la valoración del gasto energético y consecuentemente el aporte nutricional en pacientes sometidos a ventilación mecánica, queda aun pendiente su validación en pacientes pediátricos. ⁵⁷

Se ha visto que las alteraciones en el patrón de ventilación puede provocar dependencia del ventilador y dificultad para el destete con ventilación mecánica prolongada. La sobrecarga de los músculos respiratorios es la que comúnmente lleva al fracaso de la extubación, las mediciones no invasivas de la función muscular pueden ser un factor predictivo para la extubación, ya que la polipnea lleva casi siempre en estos estudios a fatiga muscular y necesidad de reintubación casi

irremediamente. La desnutrición y sus efectos, los desequilibrios metabólicos y el flujo sanguíneo muscular reducido también tienen efecto en las alteraciones del patrón ventilatorio.⁵⁸

El Índice de Masa Corporal es una medición antropométrica simple, del estado nutricional empleado en el estudio epidemiológico de comunidades, Galanos demostró la utilidad de este índice como factor predictivo en una población de enfermos adultos en estado crítico, encontrando que un índice menor al 15% es altamente predictivo de mortalidad, aunque no se encontraron estudios que validaran esta situación en población pediátrica. El índice de masa corporal resulta de la división del peso entre el cuadrado de la talla en m^2 . Para esta situación se debe tomar una evaluación basal, ya que generalmente la pérdida de peso aguda indica una caída del índice de masa corporal con lo cual podemos predecir en un grado adecuado la mortalidad de nuestros pacientes. Y un índice de masa corporal excesivo nos indicaría una reserva nutricional para el caso de un enfermo en estado crítico.⁵⁹ Estos factores de morbilidad afectan de gran manera el crecimiento y desarrollo, generando una elevada morbimortalidad, asociada frecuentemente a problemas nutricionales de base, ya que la Norma Oficial Mexicana para el Control de la Nutrición, Crecimiento y Desarrollo del Niño y del Adolescente nos refiere que para evaluar el estado de salud de la población de los grupos de edad menores de 1 año, uno a cuatro, cinco a nueve, y diez a diecinueve años es mejor un indicador positivo sensible que evalúe las condiciones de nutrición y crecimiento físico que nos permita identificar oportunamente una alteración que incida en el futuro de estos pacientes. Solicitando en esta norma que se reporten las alteraciones que puedan afectar el estado nutricional de los pacientes, y su incidencia en morbimortalidad.⁶⁰

Hasta el momento no se cuenta con otro índice oficial para valoración de estado nutricional, por lo cual es la que se debe utilizar para la evaluación de los pacientes en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica, utilizando los índices de peso/edad, talla/edad y peso/talla en forma complementaria.⁶⁰

El promedio de gasto energético en un paciente pediátrico grave es de 185 ± 51 Kcal/Kg. por día, medido por calorimetría indirecta en un estudio hecho en un Hospital Pediátrico de Australia. Este valor es menor al esperado en niños previamente sanos. Por lo que se propone abandonar las formulas tradicionales para cálculo de requerimientos nutricionales, ya que estos resultados son cambiantes de acuerdo al estado de gravedad del paciente y a un amplio número de variables que influyen en este proceso.^{25, 61, 64} Las razones que pudieron influir en el resultado de un gasto energético menor al esperado en niños sanos se relacionan con una disminución en la actividad física y cerebral, como resultado de apoyo ventilatorio y sedación, menor cantidad de pérdidas insensibles por un ambiente térmico neutro en la Unidad de Terapia Intensiva, estos últimos factores aún se deberán investigar más detalladamente. Aunque el peso con la edad no es un índice significativo de desnutrición, se ha visto que este factor afecta el gasto metabólico medido de esta

manera en este estudio. ⁶⁴ El orden de gasto metabólico de acuerdo a las causas de ingreso son como siguen: posquirúrgico, traumatismo craneoencefálico, sepsis, problemas respiratorios y otros. Se ha observado en este y otros estudios que la alimentación continua en infusión causa menor gasto de energía que la alimentación cíclica. Así como se hace la aclaración de que esta medición se realizó en pacientes intubados con apoyo mecánico ventilatorio, faltando validar estos resultados con los pacientes pediátricos en el periodo inmediato a la extubación. ^{25, 66}

DISCUSIÓN

En la revisión narrativa realizada no se encontraron estudios que validaran de manera efectiva los factores predictivos de falla al destete de ventilación mecánica y extubación en la población pediátrica de la Unidad de Terapia intensiva, en relación al estado nutricional como un factor predictivo de falla a la extubación, no se encontró bibliografía que la descartara ó la apoyara, considerando los reportes en los que se menciona este factor, es indispensable realizar un estudio sobre este y otros factores predictivos para la extubación, ya que un porcentaje importante de la población que ingresa a la Unidad de Terapia intensiva Pediátrica requiere apoyo mecánico ventilatorio, y como se documenta en estas revisiones, la falla al destete y extubación condicionan una estancia prolongada en estas unidades con un mayor consumo de recursos y evitando el uso por una población mas amplia y demandante de este tipo de servicios. Henneman realizó un estudio para comparar los costos económicos del trabajo en equipo encontrando mejoría de estos en relación a un trabajo de destete y extubacion realizado sin un plan específico de colaboración interdisciplinaria; con impacto sobre el tiempo de permanencia en la Unidad de Cuidados Intensivos y hospitalaria. ²⁶ Por otra parte el estado nutricional es uno de los aspectos mas importantes del crecimiento y desarrollo en la edad pediátrica, por lo que su participación en este aspecto de la atención del paciente en estado crítico debe ser objeto de un estudio de validación serio como factor predictivo.

CONCLUSIONES

Se ha llegado a la conclusión de que el trabajo de destete y extubación es un problema complejo que requiere el trabajo en equipo de todos los profesionales implicados en una Terapia Intensiva Pediátrica, usando sistemas computarizados de información, protocolos de extubación y trabajo multidisciplinario, que incluya médicos, intensivistas, nutriólogos enfermeras, técnicos en Terapia Respiratoria. De esta manera la realización de un estudio prospectivo en relación al estado nutricional como factor predictivo de falla a la extubación en población pediátrica nos permitirá la decisión de considerar o descartar este elemento en los protocolos de extubación a realizarse en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Instituto Nacional de Pediatría.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Chevron V, Menard J, Richard J, Girault C, Leroy J, Bonmanchard G. Unplanned extubation: risk factors of development and predictive criteria for reintubation. *Crit Care Med* 1998; 26: 1049-1053.
- 2.- Betbesé A, Pérez M, Bak E, Rialp G, Mancebo J. A prospective study of unplanned endotracheal extubation in intensive care unit patients. *Crit Care Med* 1998; 1180-1186.
- 3.- Ritz R. Methods to avoid intubation. *Respiratory Care* 1999; 44: 686-701.
- 4.- Epstein S. Predicting extubation failure. Is it on(on) the cards? *Chest* 1997; 112: 186-192.
- 5.- Campbell M, Bizek K, Thill M. Patient responses during rapid terminal weaning from mechanical ventilation: A prospective study. *Crit Care Med* 1999; 27, 73-77.
- 6.- Parker M. Predicting success of extubation in children. *Crit Care Med* 1996; 24: 1429-1430.
- 7.- Venkataraman S, Khan N, Brown A. Validation of predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med* 2000; 28:2991-96.
- 8.- Thiagarajan R, Bratton S, Martin L, Brogan T, Taylor D. Predictors of successful extubation in children. *Am J Resp Crit Care Med* 1999; 1562-1566.
- 9.- Lessard M, Brochard L. Weaning from ventilatory support. *Recent advances in mechanical ventilation.* :475-488. MEDLINE.
- 10.- Stauffer J. Complications of endotracheal intubation and tracheotomy. *Respiratory Care* 1999; 44: 828-844.
- 11.- Stoller J. The history of intubation, tracheotomy, and airway appliances. *Respiratory Care* 1999; 44: 595-603.
- 12.- Kilger E, Pichler B. Effects of noninvasive ventilation in the weaning from acute respiratory insufficiency. *Crit Care Med* 1999; 27:A93.
- 13.- Mitsuoka M, Kinninger K, Jacobson K, Johnson W, Burns D. Utility of measurements of oxygen cost of breathing in predicting success or failure in trials of reduced mechanical ventilatory support. *Respiratory Care* 2001; 46: 902-910.
- 14.- Baer C. Is there an answer to preventing unplanned extubations? *Crit Care Med* 1998; 26: 989-990.
- 15.- Butler R, Keenan S, Inman K, Sibbald W, Block G. Is there a preferred technique for weaning the difficult to wean patient? A systematic review of the literature 1999;27: 2331-2336.
- 16.- Baumeister B, el-Khatib M, Smith P, Blumer J. Evaluation of predictors of weaning from mechanical ventilation in pediatric patients. *Pediatr Pulmonol* 1997; 24:344-352.

- 17.- Patel R, Petrini M, Dwyer T. Work of breathing during weaning from ventilation: Does extending weaning with continuous positive airway pressure confer any advantage? *Respiratory Care* 1999; 44:421-427.
- 18.- Tobin M, Perez W, Guenter S, Semmes B, Mador M, Allen S, Lodato r, Dantzker D. The pattern of breathing during successful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1986; 134:1111-1118.
- 19.- Sillos E, Veber M, Schulman M, Kraus a, Auld P. Characteristics associated with successful weaning in ventilator-dependent preterm infants. *Am J Perinatol* 1992; 9: 374-377.
- 20.- Sandhu R, Pasquale M, Miller K, Wasser T. Measurement of endotracheal tube cuff leak to predict post-extubation stridor and need for reintubation. *Crit Care Med* 1999; 27: A70.
- 21.- Ellstrom K, Padilla G. Development of a predictive model of risk for unplanned extubation. *Crit Care Med* 1999;27: A70.
- 22.- Mort T, Corvo P. Exchanging and endotracheal tube in the critically ill: a quality improvement review of complications. *Crit Care Med* 1999;27: A72.
- 23.- Mort T, Vithiananthan S. Extubation of the difficult airway over and airway exchange catheter: relationship of catheter size & patient tolerance. *Crit Care Med* 1999; 27: A72.
- 24.-Sadowski R, Dechert R, Bandy K, Custer J. Analysis of weaning practices in a pediatric intensive care unit: a quality improvement process. *Crit Care Med* 1999; 27: A92.
- 25.- White M, Sheperd R, McEniery J. Energy expenditure in 100 ventilated, critically ill children: Improving the accuracy of predictive equations. *Crit Care Med* 2000, 28: 2307-2312.
- 26.- Henneman E, Dracup K, Ganz T, Molayeme O, Cooper C. Effect of a collaborative weaning plan on patient outcome in the critical care setting. *Crit Care Med* 2001; 29: 297-303.
- 27.- Dojat M, Harf A, Tochard D, Laforest M, Lemaire F, Brochard L. Evaluation of a knowledge-based system providing ventilatory management and decision for extubation. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: 997-1004.
- 28.- Watzman H, Schultz T, Godinez R. Protocol directed weaning of mechanical ventilation in pediatric patients. *Crit Care Med* 1999;27: A115.
- 29.- Fuchs B, Shapert D, Branton K, Simpson L. Impact of a weaning program on patient outcomes and hospital costs. *Crit Care Med* 1998; 26: A107.
- 30.- Hertzog J, Siegel L, Hauser G, Dalton H. Noninvasive positive pressure ventilation facilitates tracheal extubation after laryngotracheal reconstruction in children. *Chest* 1999; 116.
- 31- Jaarsma A, Knoester H, Bos P. Biphasic positive airway pressure ventilation in children. *Crit Care Med* 1999; 27: A95.

- 32.- Abd-Allah S, Siddique M, Perkin R. Open lung biopsy evaluation of lung disease in the difficult to wean critically ill pediatric patient. *Crit Care Med* 1999; 27: A95.
- 33.- Ee K, Chan I. Pressure support ventilation is a safe and effective mode for weaning neonates and small infants. *Crit Care Med* 1999; 27: A96.
- 34.- Felbinger T, Voseger M, Suchner U, Kilger E, Pichler B, Goetz A, Peter K. Recombinant human growth hormone for treatment of prolonged weaning failure. *Crit Care Med* 1999;27: A94.
- 35.- Ivanov R, Allen J, Calvin J. Meta-analysis on four methods of weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1999; 26: A109.
- 36.- Esteban A, Alfa I, Gordon F, Fernández R, Solsona J, Vallverdú I et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 459-465.
- 37.- Azevedo J, Teixeira C, Pessoa K, Maia S, Braga M. Weaning from mechanical ventilation. Comparison of two methods. *Crit Care Med* 1999; 27: A104.
- 38.- Epstein S, Ciubotaru R. Independent effects of etiology of failure and time to reintubation on outcome for patients failing extubation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998, 489-493.
- 39.- Marti F, García M, García R, Guillén a, Juste J, Aguilar G, et al. Comparative study between a ventilator-CPAP and a continuous flow system-CPAP during the weaning in postoperative patients. *Crit Care Med* 1999; 27: A104.
- 40.- García M, Juste J, Marti F, Guillen A, Llau J, Fraga R, et al. Comparison of three protocols for rapid weaning from mechanical ventilation in postoperative patients. *Crit Care Med* 1999; 27: A108.
- 41.- Hubble C, Gentile M, Tripp D, Craig D, Meliones J, Cheifetz I. Dead space to tidal volume ratio predicts successful extubation in infants and children. *Crit Care Med* 2000, 28.
- 42.- Epstein S, Ciubotaru R. Influence of gender and endotracheal tube size on preextubation breathing pattern. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 1647-1652.
- 43.- Pronovost P, Jenckes M. Understanding extubation “failures” in an ICU. *Crit Care Med* 1999; 27:A105.
- 44.- Soliman A, Bahdaman A, Brady M, Doujajii B, Rossenblat D, O’Donell d, et al. Lung compliance in relation to successful extubation in patients receiving mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1999; 27: A108.
- 45.- Yahia A. Shallow rapid breathing index, maximum inspiratory force, respiratory rate and oxygenation do not predict successful extubation in mechanically ventilated myasthenic patients. *Crit Care Med* 1999; 27: A109.
- 46.- Lemanek K, Zanolli K, Levy S. Environmental factors influencing weaning of a young child from mechanical ventilator support. *J Dev behav Pediatr* 1997; 18: 166-170.

- 47.- Fortenberry J, Pettignano R, Robertson R, Darsey E, Chambliss R. Use of a standardized methadone weaning protocol in PICU patients. *Crit Care Med* 1999; 27: A113.
- 48.- Fuhrman T. Unplanned extubations in the ICU. *Crit Care Med* 1999; 27:2071.
- 49.- Murai Y. Outcomes and predictors of mortality in elderly patients requiring artificial ventilation. *Nihon Koyiki Gakkai Zasshi* 2000; 38: 499-500.
- 50.- Namen A, Ely E, Tatter S, Case L, Lucia M Smith A y cols. Predictors of successful extubation in neurosurgical patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163: 658-664.
- 51.- Krishna G, Raffin T. Terminal weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1999, 27: 9-10.
- 52.-Malik K, Dedhia H, Schiebel F, Channel J. Changes in zinc and trace elements in critically ill patients on ventilator. *Crit Care Med* 1998; 26: A90.
- 53.- Severino L, Bertolini R, Santini L, Cavan S. Effects of ventilator resetting on indirect calorimetry measurement in the critically ill surgical patient. *Crit Care Med* 1999; 27: 531-539.
- 54.- Garvin C, Brown R. Nutritional support in the intensive care unit: Are patients receiving what is prescribed?. *Crit Care Med* 2001; 29:204-205.
- 55.- Huang C, Tsai Y, Lin M, Tsao T, Hsu K. Gastric intramucosal PCO₂ and pH variability in ventilated critically ill patients. *Crit Care Med* 2001, 29: 88-95.
- 56.- Witte M. Metabolic measurements during mechanical ventilation in the pediatric intensive care unit. *Respir Care Clin N Am* 1996; 2: 573-586.
- 57.- Holk K. Continuous non-invasive monitoring of energy expenditure, oxygen consumption and alveolar ventilation during controlled ventilation: validation in an oxygen consuming lung model. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996;40: 530-537.
- 58.- Capdevila X, Perrigault P, Ramonatxo M, Roustan J, Peray P, d'Athis F, Prefaut C. Changes in breathing pattern and respiratory muscle performance parameters during difficult weaning. *Crit Care Med* 1998; 26: 79-87.
- 59.- Galanos A, Pieper C, Kussin P, Winchell M, Fulkerson W, Harell F et al. Relationship of body mass index to subsequent mortality among seriously ill hospitalized patients. *Crit Care Med* 1997: 1962-1968.
- 60.- Secretaria de Salud, México. Norma oficial Mexicana para el control de la Nutrición, crecimiento y desarrollo del niño y del adolescente, 1994.
- 61.- Agusti A, Torres A, Estopa R. Hypophosphatemia as a cause of failed weaning: The importance of metabolic factors. *Crit Care Med* 1984; 12:142-143.
- 62.- Bolton C. Muscle weakness and difficulty in weaning from the ventilator in the critical care unit. *Chest* 1994; 106:1-2.

- 63.- Campbell R. Extubation and the consequences of reintubation. Respiratory care 1999; 44: 799-806.
- 64.- Dark D, Pingleton S, Kerby G. Hypercapnia during weaning: A complication of nutritional support. Chest 1985; 88: 141-143.
1997; 156: 459-465
- 65.- Fox W, Schwartz J, Shaffer T. Successful extubation of neonates: clinical and physiological factors. Crit Care Med 1981; 9: 823-826.
- 66.- Henneman E, Dracup K, Ganz T, Cooper C, Molayeme O. Effect of a collaborative weaning plan on long term ventilator patients in the critical care setting. Crit care Med 1999; 1999; 27: A95.
- 67.- Kollef M, Ahrens T, Shannon W. Clinical predictors and outcomes for patients requiring tracheostomy in the intensive care unit. Crit Care Med 1999; 27:1714-1720.
- 68.- Palmer L, Smaldone G. Secretions in mechanically ventilated patients and duration of intubation. Crit Care Med 1998; 26: A112.
- 69.- Sosa C, Pablos J, Martínez C. La revista científica en medicina(XIIa de XIV).Acta Pediatr Mex 2001, 22: 206-209.
- 70.- Wood K, Flaten A, Reedy J, Coursin D,. Use of a daily wean screen and weaning protocol for mechanically ventilated patients in a multidisciplinary tertiary critical care unit. Crit Care Med 1999; 27: A94.
- 71.- West K, Simon J, Wilshire D. Improving the caloric intake of critically-ill patients receiving enteral nutrition.critcare Med 1999;27: A77.

INF
CENTRO DE INFORMACIÓN
DOCUMENTACIÓN

ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	1
AUTORIZACIÓN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
DEFINICIÓN DE EXTUBACIÓN FALLIDA.....	4
ANTECEDENTES.....	5
VÍA AEREA ARTIFICIAL Y VENTILACIÓN MECANICA.....	6
DESTETE DE APOYO MECANICO VENTILATORIO Y EXTUBACIÓN	8
ESTADO NUTRICIONAL RELACIONADO A DESTETE Y EXTUBACIÓN	24
DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIÓN.....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30
ÍNDICE.....	35

