

**“ACT. 2”**

**MATERIA:**

**ATENCION DE ENFERMERIA AL  
PACIENTE EN ESTADO CRITICO**

**CARRERA:**

**LICENCIATURA EN ENFERMERIA.**

**ALUMNA:**

**C. OFELIA ALMEIDA MAY.**

**CATEDRÁTICO**

**JUANA INES HERNANDEZ**

VILLAHERMOSA, TABASCO, MEXICO 12 DE DICIEMBRE  
DE 2020

## **ASISTENCIA MECÁNICA VENTILATORIA**

LA VENTILACIÓN MECÁNICA ES UN MÉTODO DE SOPORTE VITAL AMPLIAMENTE UTILIZADO EN SITUACIONES CLÍNICAS DE DETERIORO DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA, DE ORIGEN INTRA O EXTRAPULMONAR. DEBE SER APLICADO EN LAS UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS AUNQUE EVENTUALMENTE SE REQUIERE SU USO EN SERVICIOS DE URGENCIAS, EN EL TRANSPORTE DEL PACIENTE CRÍTICO, Y EN GENERAL, EN CONDICIONES QUE AMENAZAN LA VIDA. EN ESTE ARTÍCULO SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DE UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA, EN LA QUE SE EXAMINAN DETALLADAMENTE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA, REFERIDOS A BASES FISIOLÓGICAS, ASPECTOS TÉCNICOS Y OPERATIVOS, EFECTOS BENÉFICOS Y ADVERSOS, Y MANEJO DE PARÁMETROS EN DIVERSAS SITUACIONES CLÍNICAS.

POSITIVA

### **PRINCIPIOS BÁSICOS**

EL RESPIRADOR GENERA UNA PRESIÓN EN LA VÍA AÉREA DURANTE LA INSPIRACIÓN A LA QUE SE OPONE LA RESISTENCIA AL FLUJO AÉREO DEL ÁRBOL TRAQUEOBRONQUIAL Y LA RESISTENCIA ELÁSTICA DEL PARÉNQUIMA PULMONAR. SE CREA UN GRADIENTE DE PRESIÓN ENTRE LA VÍA AÉREA Y EL ALVÉOLO QUE DESPLAZA UN VOLUMEN DE GAS PROPORCIONAL AL NIVEL DE PRESIÓN APLICADO.

EL CICLO RESPIRATORIO CONSTA DE 3 PARTES:

- **INSUFLACIÓN:** EL APARATO INSUFLA UN VOLUMEN DE AIRE EN EL PULMÓN (VOLUMEN CORRIENTE) A TRAVÉS DE UN GRADIENTE DE PRESIÓN. LA PRESIÓN MÁXIMA QUE SE ALCANZA EN LA VÍA AÉREA SE LLAMA PRESIÓN DE INSUFLACIÓN O PRESIÓN PICO. EL INICIO DE LA INSUFLACIÓN PUEDE DETERMINARLO EL PACIENTE O EL RESPIRADOR.

- MESETA: AL TERMINAR LA INSUFLACIÓN SE MANTIENE EL GAS DENTRO DEL PULMÓN DURANTE UN TIEMPO REGULABLE. ESTE TIEMPO ES LA PAUSA INSPIRATORIA Y DURANTE ELLA EL FLUJO ES CERO. LA PRESIÓN EN LA VÍA AÉREA EN ESTE MOMENTO SE LLAMA PRESIÓN MESETA Y DEPENDE DE LA COMPLIANCE O DISTENSIBILIDAD PULMONAR.
- ESPIRACIÓN: ES UN FENÓMENO PASIVO, CAUSADO POR LA RETRACCIÓN ELÁSTICA DEL PULMÓN INSUFLADO. LA PRESIÓN EN LA VÍA AÉREA DESCENDE HASTA CERO O PUEDE MANTENERSE UNA PRESIÓN POSITIVA AL FINAL DE LA ESPIRACIÓN, LO QUE SE CONOCE COMO PEEP.

## **INDICACIONES DE VM**

CLÁSICAMENTE LAS INDICACIONES DE VM INICIALMENTE SON LAS MISMAS QUE PARA LA INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL, LAS QUE BÁSICAMENTE SON TRES:

1) CORREGIR LA OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR

2) FACILITAR LA HIGIENE BRONQUIAL

3) PERMITIR LA CONEXIÓN A UN VENTILADOR MECÁNICO; PERO ADEMÁS REALIZAMOS UNA EVALUACIÓN DE ALGUNOS CRITERIOS PUNTUALES PARA DEFINIR LA NECESIDAD DE CONECTAR AL PACIENTE EN UN VENTILADOR MECÁNICO, COMO ES REALIZAR UNA EVALUACIÓN BÁSICA DE LA MECÁNICA RESPIRATORIA EVALUANDO FRECUENCIA RESPIRATORIA, LA MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD VITAL, LA DETERMINACIÓN DE LA FUERZA INSPIRATORIA NEGATIVA, LA MEDICIÓN DE GASES ARTERIALES (AGA) DONDE PRINCIPALMENTE NOS ENFOCAMOS EN LA PAO<sub>2</sub> Y PCO<sub>2</sub> Y TAMBIÉN LA PULSIOXIMETRIA.

GENERALMENTE EN LA PRÁCTICA DIARIA YA SEA POR LA GRAVEDAD DEL PACIENTE, O POR LA POCA ACCESIBILIDAD DE TODOS LOS ELEMENTOS DE JUICIO ANTES MENCIONADO; TOMAMOS LA DECISIÓN DE SOMETER A UN PACIENTE A VENTILACIÓN MECÁNICA TENIENDO EN CUENTA LOS OBJETIVOS QUE PERSEGUIMOS Y TENIENDO EN MENTE LA BÚSQUEDA DE UNA FUNCIÓN RESPIRATORIA ÓPTIMA, OBVIAMENTE TENDREMOS QUE EVALUAR CLÍNICAMENTE AL PACIENTE Y TOMAR COMO BASE LA INSUFICIENCIA RESPIRATORIA YA SEA VENTILATORIA U OXIGENATORIA.

ACTUALMENTE NUESTRA INDICACIÓN TENDRÁ QUE PASAR POR EVALUAR SI LE PROPORCIONAREMOS VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA O NO INVASIVA, AMBAS PRESENTAN INDICACIONES SIMILARES Y OTRAS DIFERENTES, SIN EMBARGO EN ESTA REVISIÓN SOLO NOS REFERIREMOS A LA VM INVASIVA.

CUANDO SE TOMA LA DECISIÓN DE SOMETER A UN PACIENTE A VENTILACIÓN MECÁNICA, DEBEMOS TENER EN MENTE CON QUÉ EQUIPOS CONTAMOS, EN QUÉ ÁREA LO VAMOS A MANEJAR, TAMBIÉN DEBEMOS TENER EN CUENTA EL ADECUADO SUMINISTRO DE GASES MEDICINALES, ASÍ COMO CONTAR CON EL PERSONAL ENTRENADO PARA GARANTIZAR UN SOPORTE SIN CAUSAR DAÑO AL PACIENTE<sup>7</sup>.

SE DEBE CONSIDERAR TAMBIÉN EL ESTADO BASAL DEL PACIENTE ASÍ COMO SU PRONÓSTICO DE VIDA, YA QUE EN MUCHAS OPORTUNIDADES NOS ENFRENTAMOS A PACIENTES CON ENFERMEDADES EVOLUTIVAS O IRREVERSIBLES, CUYO ESTADIO FINAL EVOLUCIONA A INSUFICIENCIA RESPIRATORIA, ENTONCES EN ESTOS CASOS SOLO LOGRARÍAMOS PROLONGAR EL PROCESO DE MUERTE, POR LO QUE DEBEMOS CONVERSAR CON EL PACIENTE Y SUS FAMILIARES SOBRE LAS IMPLICANCIAS QUE IMPLICA EL SOPORTE CON VENTILACIÓN MECÁNICA.

A CONTINUACIÓN REVISAREMOS LAS INDICACIONES DE VENTILACIÓN MECÁNICA MÁS FRECUENTES.

### **INDICACIONES CLÍNICAS:**

**INSUFICIENCIA RESPIRATORIA TIPO I O HIPOXEMIA SEVERA:** SE DEFINE POR HIPOXEMIA CON PACO<sub>2</sub> NORMAL O BAJO, GRADIENTE ALVÉOLO-ARTERIAL DE O<sub>2</sub> INCREMENTADA (AAPO<sub>2</sub> > 20 MMHG). ENTONCES INDICAREMOS VM CUANDO SE VERIFICA UNA PAO<sub>2</sub> POR DEBAJO DE 50 MMHG CON DESCENSO DE LA SATURACIÓN Y CONTENIDO ARTERIAL DE OXÍGENO, A PESAR DE ADMINISTRAR AL PACIENTE OXÍGENO SUPLEMENTARIO A UNA CONCENTRACIÓN IGUAL O MAYOR DE 50%, YA SEA POR UNA MÁSCARA DE VENTURI O UNA MÁSCARA CON RESERVORIO. ENTONCES DEBEREMOS BUSCAR LA CAUSA DE LA IR EN EL PARÉNQUIMA PULMONAR O EN EL LECHO PULMONAR. CONSTITUYE EL TIPO MÁS HABITUAL DE IR.

- **INSUFICIENCIA RESPIRATORIA II O HIPERCÁPICA:** PRODUCIDA POR UNA FALLA DE LA VENTILACIÓN ALVEOLAR QUE SE CARACTERIZA POR HIPOXEMIA CON PACO<sub>2</sub> ELEVADO Y GRADIENTE ALVEOLO-ARTERIAL DE O<sub>2</sub> NORMAL (AAPO<sub>2</sub> < 20 MMHG). TENIENDO EN CUENTA QUE ESTA ELEVACIÓN DE LA PACO<sub>2</sub> SE HAYA PRODUCIDO EN FORMA AGUDA Y TENGA UNA DISMINUCIÓN DEL NIVEL DEL PH POR DEBAJO DE 7,25 Y VERIFIQUEMOS QUE ESTÁ EN RIESGO LA VIDA DEL PACIENTE. EN ESTOS CASOS PODEMOS DECIR QUE EL PULMÓN ESTÁ INTRÍNSECAMENTE SANO, Y QUE LA CAUSA DE IR SE LOCALIZA FUERA DEL PULMÓN, POR LO QUE TENDREMOS QUE PENSAR EN OTRAS ENFERMEDADES. EN ESTOS CASOS DEBEMOS CONSIDERAR LA NECESIDAD DE VENTILACIÓN ASISTIDA Y NO LIMITARNOS TAN SÓLO A LA ADMINISTRACIÓN DE OXÍGENO.
- **COMPROMISO NEUROMUSCULAR DE LA RESPIRACIÓN:** COMO EN ENFERMEDADES DESMIELINIZANTES O POST TRAUMATISMOS DE LA MÉDULA ESPINAL O DEL MISMO SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.
- **HIPERTENSIÓN ENDOCRANEANA:** PARA MANEJO INICIAL CON HIPERVENTILACIÓN CONTROLADA, SIEMPRE EN FORMA TEMPORAL MIENTRAS QUE SE INSTALAN OTRAS FORMAS DE MANEJO PARA DISMINUIR LA PRESIÓN INTRACRANEANA.

- **PROFILAXIS FRENTE A INESTABILIDAD HEMODINÁMICA:** SITUACIÓN EN LA CUAL HAY UNA DISMINUCIÓN DE LA ENTREGA DE OXÍGENO Y DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA A LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS Y UN INCREMENTO EN LA EXTRACCIÓN TISULAR DE OXÍGENO CON UNA MARCADA REDUCCIÓN DEL PVCO<sub>2</sub>, POR LO QUE ES RECOMENDABLE PROPORCIONAR UN SOPORTE VENTILATORIO Y OXIGENATORIO DE MANERA ARTIFICIAL.
  
- **AUMENTO DEL TRABAJO RESPIRATORIO:** GENERALMENTE COMO PARTE DE LA ENFERMEDAD DEL PACIENTE QUE LO ESTÁ LLEVANDO A LA FALLA RESPIRATORIA Y QUE PUEDE CONDUCIRLO A LA FATIGA DE LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS.
- **TÓRAX INESTABLE:** COMO CONSECUENCIA DE UN TRAUMA TORÁCICO, ACCIDENTAL O POST QUIRÚRGICO, EN EL CUAL YA SEA POR DOLOR O POR AUSENCIA DE ARCOS COSTALES PROPORCIONAREMOS UN SOPORTE QUE FUNCIONARÁ COMO FÉRULA NEUMÁTICA HASTA QUE SE NORMALICE LA SITUACIÓN.
- **PERMITIR SEDACIÓN Y/O RELAJACIÓN MUSCULAR:** NECESARIOS PARA REALIZAR UNA CIRUGÍA O UN PROCEDIMIENTO PROLONGADO.
- **REQUERIMIENTOS EXTREMOS DE VOLUMEN MINUTO:** COMO CUANDO GENERA EL PACIENTE VOLUMEN MINUTO MENOS DE 3 LITROS O MÁS DE 20 LITROS, ENTONCES REQUERIRÁ DE VENTILACIÓN MECÁNICA HASTA QUE SE CONTROLE EL PROCESO QUE GENERA ESTA SITUACIÓN.

## CLASIFICACIÓN DE LAS MODALIDADES VENTILATORIAS

EN PRIMER LUGAR LOS MODOS DE VENTILACIÓN SE PUEDEN CLASIFICAR EN TRES GRANDES GRUPOS EN FUNCIÓN DEL PRINCIPIO FUNDAMENTAL SOBRE EL QUE ESTÁN BASADOS:

1. VENTILADORES POR PRESIÓN NEGATIVA EXTRATORÁCICA: EN REALIDAD ES LA ÚNICA QUE REMEDA LA VENTILACIÓN ESPONTÁNEA FISIOLÓGICA, AL GENERAR UNA PRESIÓN SUBATMOSFÉRICA INTRATORÁCICA, AL PRODUCIR UNA PRESIÓN NEGATIVA EXTRATORÁCICA. FUERON LOS FAMOSOS Y PIONEROS “PULMONES DE ACERO” QUE EN 1929 PHILIP DINKER PATENTÓ, Y QUE TANTO SE EMPLEARON EN LA EPIDEMIA DE POLIOMIELITIS DE 1952 EN COPENHAGEN, PERO QUE POSTERIORMENTE FUERON DESPLAZADOS POR LOS VENTILADORES A PRESIÓN POSITIVA INTERMITENTE.

2. VENTILADORES POR PRESIÓN POSITIVA INTERMITENTE O CONVENCIONALES: SON LOS RESPIRADORES ACTUALES O CONVENCIONALES, SU PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO ES GENERAR DE FORMA INTERMITENTE UN FLUJO DE GAS QUE GENERE UN GRADIENTE DE PRESIÓN ENTRE LA MAQUINA Y LOS ALVÉOLOS PULMONARES, A UNA DETERMINADA FRECUENCIA POR MINUTO. ANTIGUAMENTE, LOS VENTILADORES SE CLASIFICABAN EN CICLADORES POR: PRESIÓN, VOLUMEN O TIEMPO, SEGÚN CUAL FUERA EL PARÁMETRO QUE DETERMINABA EL FIN DE LA FASE INSPIRATORIA DE CADA CICLO RESPIRATORIO. ACTUALMENTE ESTA CLASIFICACIÓN ES MEJOR OLVIDARLA PORQUE TODOS LOS RESPIRADORES MODERNOS SON CICLADOS POR TIEMPO, ES DECIR, LA DURACIÓN DE LA FASE INSPIRATORIA Y ESPIRATORIA VIENEN DETERMINADAS POR EL TIEMPO INSPIRATORIO Y ESPIRATORIO QUE PAUTAMOS NOSOTROS DIRECTAMENTE ( $T_I = 1$  SEG. Y  $T_E = 2$  SEG., ES IGUAL A FR. RESPIRATORIA = 20 RPM Y RELACIÓN I:E DE 1:2 ), O A TRAVÉS DE PAUTAR LA FRECUENCIA RESPIRATORIA Y LA RELACIÓN I:E (FR. RESPIRATORIA = 10 RPM + RELACIÓN I:E 1:2, ES IGUAL A  $T_I = 2$  SEG. Y  $T_E = 4$  SEG.). ADEMÁS, LA CLASIFICACIÓN DE CICLADORES GENERA MUCHA CONFUSIÓN AL ESTUDIAR LAS MODALIDADES VENTILATORIAS, PORQUE SE CONFUNDE EL CONCEPTO DE RESPIRADORES CICLADOS POR PRESIÓN O VOLUMEN Y EL CONCEPTO DE MODALIDADES PROGRAMADAS POR PRESIÓN O POR VOLUMEN.

ADEMÁS DE DETERMINAR SIEMPRE EL TIEMPO DE DURACIÓN DEL CICLO RESPIRATORIO, DEBEMOS DETERMINAR OTRO PARÁMETRO QUE PUEDE SER EL VOLUMEN (YA SEA CORRIENTE O MINUTO), LA PRESIÓN (PICO Y PEEP), O EL FLUJO (RESPIRADORES DE FLUJO CONTINUO), Y EN FUNCIÓN DE ESTOS PARÁMETROS DETERMINADOS O PROGRAMADOS POR NOSOTROS, EL PARÁMETRO QUE QUEDA SIN PROGRAMAR SERÁ EL RESULTANTE O PARÁMETRO VARIABLE EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL CIRCUITO, TUBO Y PULMÓN.

3. VENTILADORES DEDICADOS A MODALIDADES O FINES ESPECÍFICOS: RESPIRADORES DE ALTA FRECUENCIA, RESPIRADORES DE VENTILACIÓN NO INVASIVA, RESPIRADORES DOMICILIARIOS, RESPIRADORES DE TRANSPORTE, RESPIRADORES MILITARES, ETC.

LOS VENTILADORES POR PRESIÓN POSITIVA INTERMITENTE O CONVENCIONALES PRESENTAN MULTITUD DE DIFERENTES MODOS DE VENTILACIÓN QUE SE PUEDEN CLASIFICAR SEGÚN DIFERENTES CRITERIOS. ESTOS CONCEPTOS DEBEN SER TENIDOS EN CUENTA CADA VEZ QUE UNA CASA COMERCIAL NOS PRESENTE UN NUEVO RESPIRADOR CON UNA NUEVA MODALIDAD VENTILATORIA. LOS PRINCIPALES SON:

A) GRADO DE PARTICIPACIÓN DEL PACIENTE EN EL TRABAJO RESPIRATORIO:

A. MODALIDADES MANDATARIAS O CONTROLADAS: TODO EL ESFUERZO O TRABAJO RESPIRATORIO LO REALIZA LA MÁQUINA, EL PACIENTE NO HACE NADA. CADA VEZ MÁS EN DESUSO DENTRO DE LOS CUIDADOS CRÍTICOS, RESERVANDO SU USO PARA QUIRÓFANO Y SÓLO EN SITUACIONES QUE REQUIEREN RELAJACIÓN NEUROMUSCULAR (VMI, VPPI, VCP,...).

B. MODALIDADES ASISTIDAS O SINCRONIZADAS: LA MAYOR PARTE DEL ESFUERZO RESPIRATORIO LO SIGUE REALIZANDO LA MÁQUINA, PERO PERMITE LA SINCRONIZACIÓN CON EL TRABAJO RESPIRATORIO DEL PACIENTE, APROVECHÁNDOLO Y EVITANDO LA LUCHA ENTRE RESPIRADOR Y PACIENTE. SUPONE LA NECESIDAD DE INCORPORAR UN SENSOR DE SENSIBILIDAD O “TRIGGER” INSPIRATORIO QUE ES LA PIEZA CLAVE DE TODAS ESTAS MODALIDADES (VMIS, VAP,

VAC,..) YA QUE VA A SER EL DISPOSITIVO ENCARGADO DE DETECTAR EL ESFUERZO RESPIRATORIO DEL PACIENTE E INICIAR LA FASE INSPIRATORIA. LOS SENSORES DE SENSIBILIDAD INSPIRATORIA TRADICIONALMENTE FUERON DE PRESIÓN QUE EN MAYOR O MENOR MEDIDA SIEMPRE IMPONEN UN TRABAJO EXTRA AL PACIENTE PARA ACTIVARLOS, Y ACTUALMENTE ESTÁN SIENDO SUSTITUIDOS POR LOS DE FLUJO O MIXTOS, FLUJO Y PRESIÓN, QUE SON MUCHO MÁS SENSIBLES Y PRECISOS A LA HORA DE DETECTAR LOS ESFUERZOS INSPIRATORIOS DEL PACIENTE, Y DE FORMA MUY ESPECIAL PARA LOS NIÑOS MÁS PEQUEÑOS, YA QUE EL ENFERMO NO NECESITA GENERAR UNA DETERMINADA PRESIÓN NEGATIVA PARA DISPARAR EL “TRIGGER”, SINO SÓLO RESTAR ALGO DE VOLUMEN AL FLUJO BÁSICO CONSTANTE QUE PASA DURANTE LA FASE ESPIRATORIA.

C. MODALIDADES DE SOPORTE: EL PACIENTE ESTÁ EN VENTILACIÓN ESPONTÁNEA, REALIZA EL CIENTO POR CIENTO DE LAS RESPIRACIONES, Y ES EL PRINCIPAL RESPONSABLE DEL ESFUERZO RESPIRATORIO, PERO LA MÁQUINA ASISTE O AYUDA ESA RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA, CON O SIN SINCRONIZACIÓN CON EL ESFUERZO RESPIRATORIO, AUNQUE SIEMPRE ES MEJOR CON SINCRONIZACIÓN PARA OBTENER MAYORES VOLÚMENES CON MENOR ASISTENCIA (VSP, CPAP, BIPAP,...). TAMBIÉN PUEDEN DISPONER DE UNA SENSIBILIDAD O “TRIGGER” ESPIRATORIO PARA INDICAR EL FINAL DE LA FASE INSPIRATORIA DEL CICLO ASISTIDO, Y POR TANTO LA DURACIÓN DE LA FASE INSPIRATORIA, Y QUE TRADICIONALMENTE NO SE PODÍA CONTROLAR Y HOY DÍA SE PUEDE PAUTAR COMO PORCENTAJE DEL FLUJO INSPIRATORIO MÁXIMO.

B) PARÁMETRO RESPIRATORIO QUE PROGRAMAMOS EN EL RESPIRADOR PARA DETERMINAR EL CICLO RESPIRATORIO:

A. MODALIDADES PROGRAMADAS POR VOLUMEN: LA CARACTERÍSTICA PRINCIPAL ES QUE EL PARÁMETRO QUE DETERMINA EL CICLO RESPIRATORIO ES EL VOLUMEN CORRIENTE (O MINUTO) QUE NOSOTROS PAUTAMOS, CON LO CUÁL LA PRESIÓN QUE SE ALCANZA ES VARIABLE, SIN EMBARGO, A LA HORA DE LA VERDAD ES UNA MODALIDAD QUE SIEMPRE PUEDE SER LIMITADA POR PRESIÓN PORQUE EN

TODOS LOS RESPIRADORES EL LÍMITE SUPERIOR DE PRESIÓN LIMITA LA PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO, BIEN INTERRUMPIENDO LA INSPIRACIÓN O BIEN DEJÁNDOLA EN PAUSA INSPIRATORIA (VPPI, VMI,..). LA VARIABLE DETERMINADA POR NOSOTROS ES EL VOLUMEN Y LOS TIEMPOS DEL CICLO QUE SON CONSTANTES, Y LA VARIABLE ES LA PRESIÓN QUE DEPENDERÁ DE LAS RESISTENCIAS DEL CIRCUITO Y TUBO, Y DE LA DISTENSIBILIDAD TÓRACO-PULMONAR. LA FASE INSPIRATORIA PUEDE SER TODA ELLA ACTIVA CUANDO NO PAUTAMOS PAUSA INSPIRATORIA, O DIVIDIRSE EN UNA FASE ACTIVA Y OTRA PASIVA, CUANDO PAUTAMOS UNA PAUSA INSPIRATORIA. DURANTE LA PAUSA INSPIRATORIA SE CIERRAN TANTO LA VÁLVULA INSPIRATORIA COMO LA ESPIRATORIA, Y POR TANTO, EL FLUJO INSPIRATORIO ES CERO, Y SIRVE PARA REDISTRIBUCIÓN DEL GAS. POR TANTO, CUANDO PAUTAMOS PAUSA INSPIRATORIA APARECEN DOS PRESIONES EN LA CURVA DE PRESIÓN DE LA FASE INSPIRATORIA, LA PRESIÓN PICO, QUE REPRESENTA EL COMPONENTE DE RESISTENCIAS CIRCUITO-TUBO, Y LA PRESIÓN MESETA O "PLATEAU", QUE REPRESENTA LA PRESIONES QUE LLEGAN A LA TRAQUEA. LA CARACTERÍSTICA GRÁFICA MÁS TÍPICA ES QUE LA FORMA DE ENTREGAR EL FLUJO INSPIRATORIO ES CONSTANTE MIENTRAS DURA LA FASE ACTIVA DE LA INSPIRACIÓN, PRESENTANDO UNA FORMA CUADRADA.

B. MODALIDADES PROGRAMADAS POR PRESIÓN: LOS PARÁMETROS CONSTANTES Y QUE NOSOTROS DETERMINAMOS SON, LOS TIEMPOS INSPIRATORIO Y ESPIRATORIO Y LA PRESIÓN MÍNIMA Y MÁXIMA DEL CICLO RESPIRATORIO, Y EL VOLUMEN CORRIENTE, QUE VARÍA EN CADA CICLO SEGÚN LAS CONDICIONES DEL PULMÓN, TÓRAX, CICUITO, TUBO ENDOTRAQUEAL, ES EL RESULTADO DE LA DIFERENCIA ENTRE LAS DOS PRESIONES PAUTADAS (PRESIÓN DIFERENCIAL) (VCP, SIMV-PC,...). LA CARACTERÍSTICA GRÁFICA MÁS TÍPICA ES QUE LA FORMA DE ENTREGAR EL FLUJO INSPIRATORIO ES DECELERADO, O EN PICO DE FLAUTA, MIENTRAS QUE LA CURVA DE PRESIÓN ES CUADRADA.

C. MODALIDADES PROGRAMADAS POR VOLUMEN PERO REGULADAS POR PRESIÓN: SE TRATA DE UNA MODALIDAD VENTILATORIA QUE MEZCLA LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS OTRAS DOS. EL PARÁMETRO QUE TIENDE A SER CONSTANTE Y QUE NOSOTROS PROGRAMAMOS ES EL VOLUMEN (CORRIENTE O

MINUTO), Y EL RESPIRADOR MODIFICA EL FLUJO INSPIRATORIO PARA CONSEGUIR ESE VOLUMEN CON LAS MENORES PRESIONES POSIBLES (VCRP, VPA, AUTOFLOW,...). DENTRO DE ESTE TIPO DE MODALIDAD SE PUEDE INCLUIR LA MODALIDAD DE PRESIÓN CONTROL PERO CON VOLUMEN GARANTIZADO O VOLUMEN ASISTIDO, QUE ESTÁ DISEÑADA PARA PACIENTES EN VENTILACIÓN ESPONTÁNEA, DE TAL FORMA QUE LA PRESIÓN DE SOPORTE ES VARIABLE HASTA CONSEGUIR EL VOLUMEN CORRIENTE PAUTADO. LA CARACTERÍSTICA GRÁFICA DE LAS CURVAS ES INDISTINGUIBLE DE LAS CURVAS DE PROGRAMADA POR PRESIÓN, CON LA FORMA DE ENTREGAR EL FLUJO INSPIRATORIO DECELERADO, O EN PICO DE FLAUTA, MIENTRAS QUE LA CURVA DE PRESIÓN ES CUADRADA.

D. MODALIDADES PROGRAMADAS POR FLUJO: LOS PARÁMETROS QUE SE DETERMINAN EN EL RESPIRADOR SON LA DURACIÓN DE LA INSPIRACIÓN Y DE LA ESPIRACIÓN, Y EL FLUJO INSPIRATORIO QUE ES CONTINUO Y CONSTANTE, (RESPIRADORES DE FLUJO CONTINUO), Y EL VOLUMEN CORRIENTE Y LA PRESIÓN SON PARÁMETROS RESULTANTES Y VARIABLES (BABYLOG, SUPRA MODALIDAD RECIÉN NACIDOS,...). LA CARACTERÍSTICA GRÁFICA PRINCIPAL ES QUE LA CURVA DE FLUJO SERÍA CONTINUA TANTO EN INSPIRACIÓN COMO EN ESPIRACIÓN, Y LA DE PRESIÓN TIENEN UNA PENDIENTE ASCENDENTE.

#### C) FORMA DE ADMINISTRAR EL FLUJO DE GAS A LAS TUBULADURAS:

A. RESPIRADORES DE FLUJO INTERMITENTE: EL RESPIRADOR SÓLO ADMINISTRA FLUJO DE GAS AL PACIENTE DURANTE EL TIEMPO INSPIRATORIO. CASI TODOS LOS RESPIRADORES FUNCIONAN CON ESTA FORMA DE ADMINISTRAR EL FLUJO DE GAS. LOS DOS GRANDES PROBLEMAS QUE ESTE SISTEMA PRESENTA, SOBRE TODO PARA PACIENTES DE MENOS DE 5 KILOS, SON: POR UN LADO UTILIZAN FLUJOS INSPIRATORIOS MUY ELEVADOS PARA PACIENTES TAN PEQUEÑOS, LO QUE GENERA PRESIONES PICO INNECESARIAMENTE ELEVADAS POR INCREMENTO DE LAS RESISTENCIAS AL FLUJO, Y LA SEGUNDA ES QUE PARA QUE SE LIBERE EL GAS NECESARIO PARA REALIZAR UNA RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA, EL PACIENTE TIENE QUE ACTIVAR EL SISTEMA DE APERTURA DE LA VÁLVULA INSPIRATORIA, SI NO EL

RESPIRADOR NO LE ENTREGA NADA DE FLUJO DE GAS, LO QUE GENERA UN TRABAJO RESPIRATORIO IMPUESTO AÑADIDO ESPECIALMENTE PELIGROSO EN EL NEONATO Y LACTANTE.

B. RESPIRADORES DE FLUJO CONTINUO: SE CARACTERIZAN PORQUE EL RESPIRADOR SUMINISTRA FLUJO DE GAS A LAS TUBULADURAS DE FORMA CONSTANTE Y CONTINUA, TANTO EN INSPIRACIÓN COMO EN ESPIRACIÓN. LAS DOS GRANDES VENTAJAS QUE PRESENTAN PARA PACIENTES DE MENOS DE 5 KILOS SON: EN PRIMER LUGAR DISMINUYEN LAS PRESIONES PICO POR EMPLEAR FLUJOS INSPIRATORIOS MENORES QUE LOS RESPIRADORES CONVENCIONALES, CON LO QUE DISMINUYEN LAS RESISTENCIAS DEL CIRCUITO Y DEL TUBO ENDOTRAQUEAL, Y ADEMÁS, ESTOS VENTILADORES PERMITEN REALIZAR RESPIRACIONES ESPONTÁNEAS SIN RESTRICCIONES NI TRABAJOS RESPIRATORIOS IMPUESTOS DURANTE CUALQUIER MOMENTO DEL CICLO.

C. RESPIRADORES DE FLUJO BÁSICO CONSTANTE: SON RESPIRADORES DE FLUJO INTERMITENTE QUE LLEVAN INCORPORADO UN SISTEMA DE SENSIBILIDAD, DISPARO O "TRIGGER" REGULADO POR FLUJO. POR LA TUBULADURAS PASA UN FLUJO CONSTANTE MUY PEQUEÑO DE GAS FRESCO, QUE ES SIEMPRE INSUFICIENTE PARA CUBRIR LAS DEMANDAS DEL PACIENTE (0,5-2 LPM), PERO SUFICIENTE PARA QUE EL RESPIRADOR PUEDA DETECTAR LA CAÍDA DE ESE FLUJO EN EL RAMAL ESPIRATORIO, Y POR TANTO, ASÍ ACTIVAR UN NUEVO CICLO RESPIRATORIO. NUNCA SE PUEDEN CONSIDERAR RESPIRADORES DE FLUJO CONTINUO, PORQUE ESE FLUJO NUNCA CUBRIRÍA DE POR SÍ LAS DEMANDAS INSPIRATORIAS DEL PACIENTE.

D) MODOS VENTILATORIOS ESPECIALES:

A. VENTILACIÓN DE ALTA FRECUENCIA: (POR PRESIÓN POSITIVA, OSCILATORIA, POR CHORRO O JET) LA VENTILACIÓN MECÁNICA DE ALTA FRECUENCIA SE CARACTERIZA POR APLICAR FRECUENCIAS RESPIRATORIAS DE AL MENOS DOS VECES LA FRECUENCIA RESPIRATORIA FISIOLÓGICA EN REPOSO PARA LA EDAD DEL PACIENTE. LA VENTILACIÓN DE ALTA FRECUENCIA A PRESIÓN POSITIVA PUEDE REALIZARSE CON RESPIRADORES CONVENCIONALES QUE

DISPONGAN DE LA POSIBILIDAD DE LLEGAR A 120 RESPIRACIONES POR MINUTO (SERVO 900), Y PAUTANDO VOLÚMENES CORRIENTES DE 3-4 ML/KG. LA VENTILACIÓN DE ALTA FRECUENTA OSCILATORIA HA SUPUESTO UNO DE LOS PRINCIPALES AVANCES EN EL TRATAMIENTO DEL DISTRÉS RESPIRATORIO DIFUSO RECLUTABLE DEL PACIENTE PEDIÁTRICO. CONSISTE EN UNA CPAP MUY ELEVADA A LA QUE SE LE ASOCIA UN VOLUMEN CORRIENTE MUY PEQUEÑO (MENOR AL ESPACIO MUERTO ANATÓMICO 1-3 ML/KG) A MUY ALTA FRECUENCIA RESPIRATORIA (180-900 RPM), Y EN EL QUE LA ESPIRACIÓN NO ES PASIVA SINO ACTIVA. POR ÚLTIMO, LA VENTILACIÓN DE ALTA FRECUENCIA "YET" CONSISTE EN INTRODUCIR PEQUEÑOS CHORROS DE AIRE A MUY ALTA PRESIÓN DENTRO DE UNA VENTILACIÓN CONVENCIONAL, EL RESULTADO ES UNA VENTILACIÓN CON UNA PRESIÓN MEDIA MENOR QUE LA OSCILATORIA, Y LOS PRINCIPALES INCONVENIENTES ES LA HUMIDIFICACIÓN DEL GAS FRESCO Y LA MONITORIZACIÓN VENTILATORIA. ESTA MODALIDAD "JET" SE HA UTILIZADO PARA CIRUGÍA TRAQUEAL Y BRONCOSCOPIOS, SIENDO LA APLICACIÓN MÁS RECIENTE LA VENTILACIÓN POR PERCUSIÓN PARA LIMPIEZA Y MOVILIZACIÓN DE SECRECIONES PULMONARES Y TRATAMIENTO DE ATELECTASIAS.

B. VENTILACIÓN NO INVASIVA: ES UNO DE LOS GRANDES AVANCES EN EL MANEJO VENTILATORIO DEL PACIENTE CRÍTICO. CONSISTE EN LA APLICACIÓN DE DIFERENTES MODALIDADES VENTILATORIAS PERO SIN LA NECESIDAD DE LA INTUBACIÓN, A TRAVÉS DE MASCARILLAS FACIALES, NAALES O CASCOS. LA PRINCIPAL VENTAJA ES DISMINUIR LAS COMPLICACIONES ASOCIADAS A LA INTUBACIÓN. EL PRINCIPAL INCONVENIENTE ES QUE REQUIERE UN CONOCIMIENTO MUY PRECISO DE SUS INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES, FORMAS DE APLICACIÓN Y MUCHAS GANAS DE PASARSE A PIE DE CAMA DEL ENFERMO LAS PRIMERAS HORAS DE SU APLICACIÓN. ADEMÁS, QUEDAN AÚN DOS GRANDES PROBLEMAS POR RESOLVER QUE SON: LA HUMIDIFICACIÓN DEL GAS PARA EVITAR SECAR LAS SECRECIONES, Y LAS LESIONES FACIALES POR PRESIÓN.

C. OTRAS: VENTILACIÓN LÍQUIDA, VENTILACIÓN EN DECÚBITO PRONO, HELIOX, ÓXIDO NÍTRICO, ETC.

## **PARÁMETROS DE INICIO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA**

AL INICIAR EL PERIODO DE SOPORTE VENTILATORIO DEBEN ESCOGERSE PARÁMETROS DE INICIO ADECUADOS A LA PARTICULARIDAD DE CADA PACIENTE. EL PRIMER PASO ES LA ELECCIÓN DEL MODO, EL CUAL GENERALMENTE ES ASISTIDO CONTROLADO. DEBE INSTAURARSE UN VALOR DE SENSIBILIDAD QUE PERMITA AL PACIENTE INICIAR EL CICLO (-2 CM DE AGUA EN SENSIBILIDAD POR PRESIÓN O 2 LITROS POR MINUTO EN SENSIBILIDAD POR FLUJO, O SENSIBILIDAD DUAL EN LA QUE SE PRODUCE EL DISPARO DEPENDIENDO DE LA SENSIBILIDAD ALCANZADA PRIMERO). POSTERIORMENTE SE ESCOGE EL LÍMITE DE CICLADO, EXISTIENDO PREFERENCIA POR EL LÍMITE DE VOLUMEN EN EL PACIENTE ADULTO; SIN EMBARGO, EL LIMITE POR PRESIÓN DEBE CONSIDERARSE EN LOS PACIENTES CON DISMINUCIÓN DE LA DISTENSIBILIDAD. AL ELEGIR EL CICLADO POR VOLUMEN, SU VALOR DEBE SER DE 5 A 7 ML/KG; EN EL CICLADO POR PRESIÓN DEBEN INSTAURARSE VALORES QUE PREFERIBLEMENTE NO SUPEREN 20 CM DE AGUA, PERO SI SE REQUIEREN VALORES MÁS ELEVADOS NO SE DEBE SUPERAR EL LÍMITE DE 35 CM DE AGUA DE PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA PUESTO QUE VALORES SUPERIORES SE CORRELACIONAN SIGNIFICATIVAMENTE CON LA APARICIÓN DE BAROTRAUMA, E INCREMENTO DE LAS PRESIONES TRANSMURALES VASCULARES LO QUE FAVORECE EL AUMENTO EN LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA, ALTERACIÓN EN LA PERMEABILIDAD DE LA MEMBRANA CON EL CONSECUENTE RIESGO DE AUMENTO DEL AGUA ALVEOLAR.

LA FRECUENCIA RESPIRATORIA ELEGIDA ES POR LO GENERAL BAJA (12 CICLOS POR MINUTO) DEBIDO A LA DISMINUCIÓN DEL VOLUMEN DE ESPACIO MUERTO ANATÓMICO CAUSADO POR LA INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL. COMO EL VOLUMEN MINUTO ES EL PRODUCTO DEL VOLUMEN CORRIENTE POR LA FRECUENCIA RESPIRATORIA LA HIPERCAPNIA DEBE MANEJARSE AUMENTÁNDOLO, PREFERIBLEMENTE CON AUMENTO DEL VOLUMEN CORRIENTE PARA FAVORECER LA VENTILACIÓN ALVEOLAR EFECTIVA Y DISMINUIR LA VENTILACIÓN DE ESPACIO

MUERTO. SI LA MEDIDA NO ES EFICAZ DEBE INCREMENTARSE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA. CONTRARIAMENTE EN LA HIPOCAPNIA SE DISMINUYE PRIMERO LA FRECUENCIA Y LUEGO EL VOLUMEN PARA NORMALIZAR LA VENTILACIÓN.

LA FRACCIÓN INSPIRADA DE OXÍGENO (FIO<sub>2</sub>) DEBE DE SER DE 1 AL INICIO, PERO DEBE PROCURARSE SU RÁPIDA DISMINUCIÓN DE ACUERDO AL MONITOREO GASIMÉTRICO O DE PULSO OXIMETRÍA.

EL FLUJO ELEGIDO DEBE GARANTIZAR UNA RELACIÓN I:E FISIOLÓGICA (1:2 O 1:3), ALGUNOS VENTILADORES POSEEN MECANISMOS DE REGULACIÓN DE FLUJO QUE SE AJUSTAN A LOS DEMÁS PARÁMETROS VENTILATORIOS (SERVO CONTROLADOS O ADAPTABLES). SI EL FLUJO SE MANIPULA, AUTOMÁTICAMENTE SE ESTABLECEN EL TIEMPO INSPIRATORIO Y EL ESPIRATORIO, SI NO, DEBE COLOCARSE UN TIEMPO INSPIRATORIO QUE GARANTICE LA RELACIÓN I:E FISIOLÓGICA. ESTE TIEMPO DEPENDE DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA ELEGIDA LA FORMA DE ONDA DEBE SER CUADRADA SI SE PRETENDE DISMINUIR EL TRABAJO RESPIRATORIO O DESACELERADA SI SE QUIEREN MANEJAR BAJOS VALORES DE PRESIÓN INSPIRATORIA.

EN ALGUNOS VENTILADORES LA FORMA DE ONDA SE PROGRAMA MEDIANTE LA ELECCIÓN DE UN PORCENTAJE DE RAMPA INSPIRATORIA. LA PEEP DE INICIO DEBE SER BAJA HASTA QUE EL PACIENTE SE ESTABILICE. DEBE OMITIRSE EN PACIENTES CON HIPOVOLEMIA O CON AUMENTO DE LA PRESIÓN INTRACRANEANA HASTA QUE SE IMPLEMENTE EL MANEJO MÉDICO PERTINENTE.

ES RECOMENDABLE INSTAURAR TIEMPO DE PLATEAU (0.2 SEGUNDOS) CON EL FIN DE OBTENER REGISTROS DE LA PRESIÓN DE PLATEAU Y PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DE LOS GASES INSPIRADOS, IGUALMENTE DEBE CONSIDERARSE EL USO DEL SUSPIRO PARA PREVENIR MICRO ATELECTASIAS. SI SE VENTILA CON ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN PULMONAR ESTOS PARÁMETROS NO DEBEN CONSIDERARSE.

LOS PARÁMETROS DE INICIO GENERAN RESPUESTAS EN EL PACIENTE MEDIBLES CON EL VENTILADOR, LAS PRINCIPALES SON: LA PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA Y LA PRESIÓN DE PLATEAU SI EL CICLADO ES POR VOLUMEN; EL VOLUMEN CORRIENTE SI EL CICLADO ES POR PRESIÓN, Y LA PRESIÓN MEDIA EN LA VÍA AÉREA CON CUALQUIER LÍMITE DE CICLADO.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- West J. Fisiología respiratoria. Editorial Medica Panamericana. Sexta edición, Buenos Aires, 2004.
- Cristancho W. Fisiología respiratoria. Lo esencial en la práctica clínica. Editorial El Manual Moderno. Primera edición, Bogotá 2004.
- Cristancho W. Fundamentos de Fisioterapia Respiratoria y Ventilación Mecánica. Editorial El Manual Moderno, Bogotá, Colombia, 2003.
- Guadarrama F, Cruz J.A, Rubio R, y cols. Soporte por presión como modo ventilatorio: Estudio de los efectos metabólicos An Med Asoc Med Hosp ABC 2002; 47(1):19-23.