

Ventilación con presión positiva continua en cirugía de corazón abierto

DR. PASTOR LUNA ORTIZ *

DR. ENRIQUE HÜLSZ SUÁREZ **

EN los últimos años la ventilación con presión positiva continua en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda, ha sido usada ampliamente en las unidades de cuidados intensivos respiratorios ^{1,2,3}.

Evidencias clínicas y de laboratorio indican que la ventilación con presión positiva continua (VPPC) puede aumentar la tensión de oxígeno arterial a concentraciones mayores que las logradas durante la ventilación con presión positiva intermitente (VPPI) ^{4,5}.

En la actualidad se usan tres métodos para lograr la ventilación con presión positiva continua:

1. Resistencia al flujo durante la espiración ajustada para que produzca presión positiva espiratoria final.
2. Ventilación con presión positiva sin resistencia espiratoria pero con una meseta de presión positiva espiratoria final.
3. Presión positiva continua en la vía aérea a través de todo el ciclo respiratorio ².

A pesar de los grandes progresos en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda, algunos pacientes no reaccionan a los métodos habituales de tratamiento y se hace necesaria la utilización de 100 por ciento de oxígeno; en estos casos la utilización de la ventilación con presión positiva continua ha sido de gran utilidad.

En un principio, la ventilación con presión positiva continua requería de aparatos muy complicados y caros, lo que limitaba su uso, sin embargo en trabajos recientes se han descrito métodos más sencillos, con los cuales se puede lograr la ventilación con presión positiva continua.

En la sala de recuperación del Servicio de Cirugía Cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología de México (I.N.C.) se han usado esencialmente cuatro métodos de ventilación con presión positiva continua: dos de ellos con ventilación espontánea. Uno descrito por Gregory ² y el otro por Civetta ⁴ en los años 1971 y 1972 respectivamente; los otros dos métodos se efectúan con ventilación asistida, uno con el

* Adjunto al Servicio de Anestesia del Instituto Nacional de Cardiología, México, D. F.

** Jefe del Servicio de Anestesia del Instituto Nacional de Cardiología, México, D. F.

respirador Engstrom y otro con el respirador Bird Mark 7.

El objeto de esta comunicación es dar a conocer los resultados logrados con los cuatro métodos y hacer una descripción detallada de cada uno de ellos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usó la ventilación con presión positiva continua (VPPC) en 41 pacientes, durante el postoperatorio inmediato de cirugía de corazón con circulación extracorpórea.

Fueron divididos en cinco grupos: el primero de diez pacientes en quienes se usó el respirador Bird, un segundo grupo de control de diez pacientes tratados también con el respirador Bird, en ambos grupos fue de ocho cm. de agua la presión positiva continua.

En el tercer grupo de cinco pacientes, se usó el sistema de Gregory² con cinco cm. de agua de presión positiva continua.

En el cuarto grupo la ventilación se efectuó con presión positiva continua de ocho cm. de agua, usando el método descrito por Civetta⁴ en seis pacientes. Y en el quinto grupo, de diez pacientes, se usó en la ventilación el respirador Engstrom ajustando el resorte de válvula espiratoria a 10 cm. de agua de presión positiva continua (cuadro I).

En todos los pacientes se llevó al cabo control continuo electrocardiográfico, medición de presión arterial directa con catéter radial conectado a un transductor, presión venosa central con catéteres en venas cavas superior e inferior respectivamente y determinaciones de gases en sangre con el analizador de gases I L. Se midió también

VENTILACION CON PRESION POSITIVA CONTINUA EN CIRUGIA DE CORAZON ABIERTO

Núm. de pacientes	Método empleado	cm. de H ₂ O
20	Respirador Bird	8
5	Sistema Gregory	5
6	Sistema Civetta	8
10	Respirador Engstrom	10
Total		41

CUADRO I

la frecuencia respiratoria, volumen minuto, volumen corriente con el espirómetro de Wright y compliance efectiva con la fórmula de volumen sobre presión.

En todos los pacientes se efectuó la ventilación durante la primera media hora del postoperatorio inmediato con presión positiva intermitente y después de tomar muestras de gases y los datos mencionados de control, se instaló la ventilación con presión positiva continua, para después de 20 minutos volver a efectuar las mediciones.

DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS Y RESULTADOS

El primer grupo estuvo formado por 10 pacientes cuyas edades fluctuaron entre 24 y 52 años, con peso entre 39 y 79 kilos, siete del sexo femenino y tres del masculino, siete con cardiopatía reumática adquirida, uno con cardiopatía congénita y dos con cardiopatía coronaria (cuadro II).

Estos pacientes se ventilaron con el respirador Bird Mark 7, usando mezcla de aire y oxígeno y presión positiva intermitente, las determinaciones de gases en sangre arterial demostraron hipoxemia, por lo que se consideró conveniente la utilización de un método de ventilación con presión

V.P.P.C. "BIRD"

Núm. pacientes	Edad	Sexo	Peso Kg.	Diagnóstico	Operación
1	46	MASC.	46	Insuficiencia aórtica	Prótesis aórtica
2	39	MASC.	39	Insuficiencia aórtica	Prótesis aórtica
3	52	FEM.	38	Doble lesión mitral	Plastia mitral
4	27	MASC.	50	Estenosis pulmonar	Comisurotomía pulmonar
5	40	MASC.	62	Insuficiencia coronaria	Revascularización coronaria
6	51	MASC.	81	Insuficiencia coronaria	Revascularización coronaria
7	35	FEM.	35	Doble lesión mitral + insuficiencia tricuspídea	Prótesis mitral y plastia tricuspídea
8	39	MASC.	79	Doble lesión mitral	Prótesis mitral
9	33	MASC.	62	Doble lesión mitral	Prótesis mitral
10	24	FEM.	54	Insuficiencia mitral, aórtica y tricuspídea	Prótesis mitral, prótesis aórtica y plastia tricuspídea

CUADRO II

positiva continua para aumentar la concentración de oxígeno en sangre arterial.

En este grupo se usó el método descrito por Trinkle⁵ que consiste en agregar una botella de sello de agua, conectada a la válvula espiratoria del ventilador Bird, por medio de un tubo de polietileno en donde la longitud del tubo introducida en el agua determina la resistencia espiratoria y con ello la presión positiva continua de las vías aéreas (figura 1).

Los resultados obtenidos con este método se muestran en el cuadro III, en donde se puede ver que los valores de PaO_2 previos a la presión positiva continua, estaban todos por debajo de 100 en cifras consideradas como hipoxémicas para un paciente cardíopata en el postoperatorio inmediato a cirugía de corazón abierto. También pueden observarse los valores obtenidos después de 20 minutos de la ventilación con presión positiva continua, todos aumentaron a valores considerados como satisfactorios. En cuanto a los valores de PaCO_2

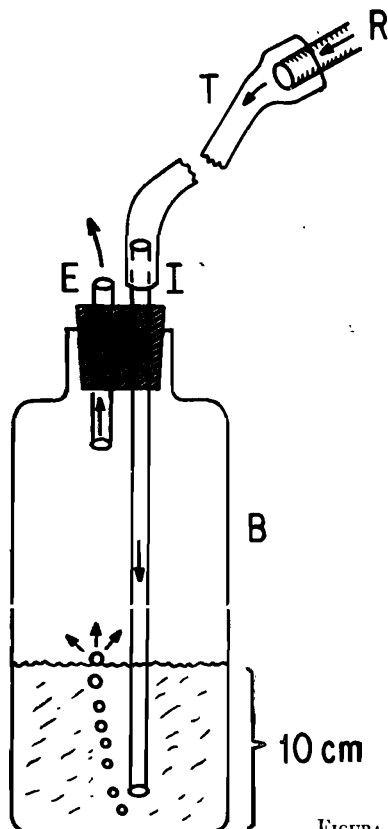


FIGURA 1

V.P.P.C. "BIRD"

Núm. pa- cientes	PaO ₂ mm.Hg.	PaCO ₂	p.H.	Saturación Por ciento	Def. base	T.A.	F.C.	F.R.	P.V.C.
1	63	20	7.46	92.2	— 9	150/110	59	16	12
	220	23	7.41	100	— 7	150/100	60	12	13
2	56	34	7.42	88	— 2	160/110	90	24	22
	141	35	7.33	98.5	— 6	200/120	94	22	17
3	67	15	7.51	94.4	— 9	130/90	90	22	14
	130	19	7.45	98.6	— 9	130/90	90	16	18
4	44	11	7.54	85	—11	110/60	60	16	9
	265	21	7.37	100	—11	100/70	64	10	10
5	64	—10	7.57	94.4	—10	140/80	100	16	11
	138	32	7.40	98.6	— 4	150/90	64	7	11
6	50	13	7.58	90	— 9	110/70	90	25	9
	85	28	7.35	95	— 3	110/70	90	16	12
7	56	22	7.54	91.6	— 1	100/80	92	44	11
	150	24	7.55	92.2	— 4	120/80	92	18	15
8	69	22	7.46	92.7	— 6	120/100	70	16	5
	106	26	7.42	97.5	— 5	120/100	60	16	11
9	53	23	7.43	88.6	— 7	140/100	80	12	13
	147	26	7.40	98.7	— 6	130/100	72	12	12
10	78	13	7.58	91.7	— 8	120/80	85	12	3
	130	33	7.36	98.5	— 4	120/90	100	11	8

CUADRO III

se observó un aumento de unos cinco mm. Hg. como promedio, pero manteniéndose siempre dentro de los límites normales. El pH, disminuyó pero se conservó en los límites normales. La saturación de la sangre aumentó significativamente. El déficit de base en todos los pacientes se mantuvo en cifras normales.

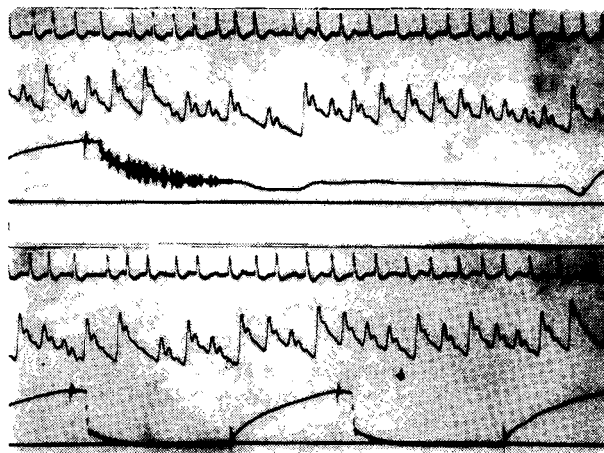
Respecto a los signos vitales, la tensión arterial no presentó cambios significativos; la frecuencia cardíaca aumentó siempre pero sin llegar a haber taquicardia; la frecuencia respiratoria disminuyó a la mitad de la frecuencia previa a la presión positiva continua. La presión venosa central aumentó unos cinco cm. de agua como promedio.

En cuanto al volumen corriente, volumen minuto y compliance efectiva, presentaron disminución.

En el segundo grupo también se usó el ventilador Bird con presión positiva con-

tinua con el mismo método ya descrito, ventilándose un grupo de 10 pacientes como control, para verificar que el funcionamiento del ventilador Bird con presión positiva continua es factible sin muchas complicaciones ni dificultades (gráfica 1).

En este grupo, las edades fluctuaron entre 13 y 40 años, el peso entre 15 y 64 kilos, ocho eran del sexo femenino y dos del masculino. A ocho se les hizo diagnóstico de cardiopatía reumática y a dos de cardiopatía congénita (cuadro IV). En este grupo se realizaron los mismos estudios de determinaciones que en el grupo problema, mientras fueron ventilados con el respirador Bird Mark 7 con presión positiva intermitente, y también después de 20 minutos de ser ventilados con presión positiva continua. Los resultados obtenidos con este grupo pueden ser vistos en el cuadro V y se puede observar que los resultados son similares a los del grupo problema.



GRÁFICA 1

Arriba: Ventilador Bird con presión positiva continua (PPC).

Abajo: Ventilador Bird con presión positiva intermitente (PPI).

GRUPO CONTROL

V.P.P.C. "BIRD"

Núm. pacientes	Edad	Sexo	Peso Kg.	Diagnóstico	Operación
1	40	FEM.	43	Estenosis mitral	Comisurotomía mitral abierta
2	36	MASC.	36	Doble lesión mitral	Prótesis mitral
3	19	FEM.	45	Doble lesión mitral + insuficiencia tricuspídea	Plastía mitral y plastía tricuspídea
4	17	FEM.	20	Doble lesión mitral	Prótesis mitral
5	54	FEM.	64	Estenosis aórtica	Prótesis aórtica
6	28	FEM.	28	Doble lesión mitral + insuficiencia tricuspídea	Prótesis mitral + plastía tricuspídea
7	32	FEM.	35	Doble lesión mitral	Prótesis mitral
8	13	MASC.	36	Doble lesión mitral	Prótesis mitral
9	42	MASC.	70	Estenosis mitral	Comisurotomía mitral abierta
10	13	MASC.	36	Comunicación interauricular	Cierre de comunicación interauricular

CUADRO IV

GRUPO CONTROL V.P.P.C. "BIRD"

Núm. pa- cientes	PaO ₂ mm.Hg.	PaCO ₂	p.H.	Saturación Por ciento	Def. base	T.A.	F.C.	F.R.	P.V.C.
1	210	20	7.61	100	0	110/80	80	20	10
	240	30	7.45	100	— 1	110/80	90	14	15
2	220	27	7.47	100	— 6	120/80	60	13	5
	260	26	7.40	100	— 7	120/80	80	12	7
3	185	21	7.50	99.4	— 5	120/80	80	24	29
	210	31	7.47	100	0	120/80	95	24	23
4	95	23	7.41	96.8	— 9	100/60	94	22	10
	131	29	7.40	98.4	— 4	100/60	92	12	12
5	104	25	7.37	97.2	— 9	100/80	80	20	14
	170	36	7.30	98.9	— 9	110/70	80	10	19
6	125	25	7.42	98	— 6	110/80	120	20	15
	175	28	7.40	99.2	— 8	130/80	130	18	15
7	90	34	7.47	97.3	+ 8	110/60	88	22	10
	135	44	7.45	98.6	+ 5	110/60	100	14	18
8	190	19	7.56	99.5	— 9	120/90	162	16	11
	230	27	7.40	99.5	— 5	120/80	162	18	16
9	85	23	7.49	96.5	— 4	120/80	88	20	11
	120	29	7.41	97.8	— 4	120/80	80	12	12
10	125	34	7.38	98.6	— 4	130/80	86	16	17
	225	38	7.39	100	— 3	130/70	88	16	9

CUADRO V

El tercer grupo de cinco pacientes fue ventilado con el sistema descrito por Gregory², la edad osciló entre uno y tres años, el peso entre 6.200 y 12.100 kilos. Tres eran del sexo masculino y dos del femenino. Los cinco eran portadores de cardiopatías congénitas sometidas a corrección total (cuadro VI).

En este grupo la ventilación fue espontánea y la presión positiva continua de cinco cm. de agua. Este método es un simple sistema en T adaptado, que consta de una entrada de la mezcla de gases al sistema en T conectado directamente al codo y al tubo endotraqueal. La fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) se ajusta a las concentraciones deseadas por medio de una válvula mezcladora, o con el método de Civetta⁴ para calcular el porcentaje de oxígeno, por medio de la fórmula siguiente:

$$\frac{\text{Oxígeno (L./min.)} + 0.2 \times \text{aire comprimido (L./min.)}}{\text{Oxígeno (L./min.)} + \text{aire comprimido (L./min.)}} \times 100 \text{ por ciento}$$

La mezcla³ de gases se hace pasar por humidificadores antes de llegar al paciente. Este sistema carece de válvulas, y la reinhalación es prevenida usando grandes flujos, que excedan dos veces el volumen minuto del niño. El nivel de presión positiva continua en el sistema y en el árbol traqueobronquial lo determina el clip en la bolsa reservatoria. Otro conector en T o en Y se coloca entre el sistema, para conectar allí en una rama un manómetro aneróide, y poder tener una medida de la presión positiva continua. La otra rama de la Y se extiende por medio de un tubo a una columna de agua de 30 cm. que funciona

V.P.P.C. "GREGORY"

Núm. pacientes	Edad	Sexo	Peso Kg.	Diagnóstico	Operación
1	1	FEM.	6.200	Comunicación interven-tricular	Cierre de comunicación interventricular
2	2	MASC.	12.100	Comunicación interven-tricular	Cierre de comunicación interventricular
3	1	FEM.	6.500	Comunicación interven-tricular	Cierre de comunicación interventricular
4	3	MASC.	12	Comunicación interven-tricular + drenaje anómalo total de venas pulmonares	Corrección total
5	2	MASC.	11.500	Tetralogía de Fallot	Corrección total

CUADRO VI

como válvula de agua de seguridad, y evita que la presión en la vía aérea exceda de 30 cm. de agua (figura 2 y gráfica 2).

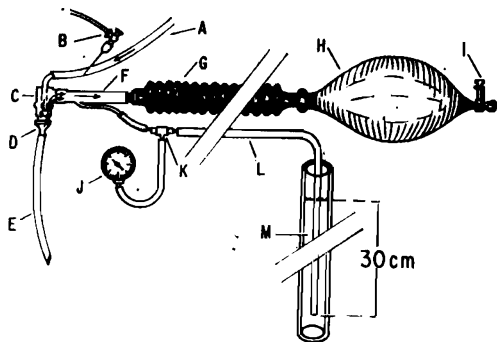
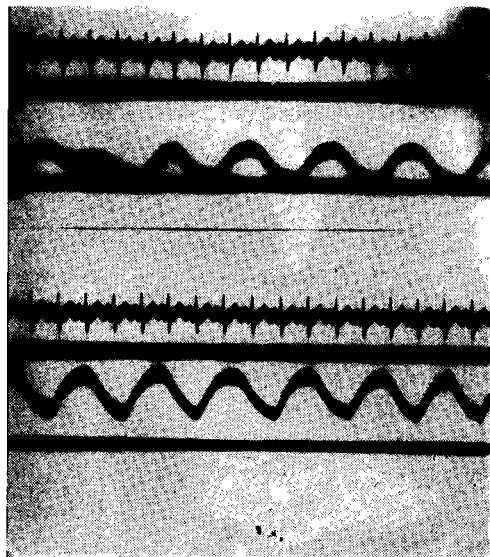


FIGURA 2
Sistema Gregory.



GRÁFICA 2

Arriba: Curva de presión positiva intermitente (PPI).
Abajo: Curva de presión positiva continua (PPC) con sistema Gregory.

Los resultados obtenidos con el uso del Sistema Gregory pueden observarse en el cuadro VII. Los cinco pacientes presentaron concentraciones disminuibles de oxígeno arterial en el postoperatorio inmediato, por lo que se decidió usar la ventilación con presión postiva continua con este sistema. En todos los pacientes el oxígeno aumentó a valores óptimos, el CO_2 también aumentó pero se mantuvo dentro de límites normales, el pH disminuyó y la saturación aumen-

tó, el déficit de base fue normal. En los signos vitales si se observaron cambios un poco significativos, la presión arterial permaneció más o menos estable, pero la frecuencia cardiaca aumentó siempre y en dos casos hubo taquicardia.

V.P.P.C. "GREGORY"

Núm. pa- cientes	PaO ₂ mm.Hg.	PaCO ₂	p.H.	Saturación Por ciento	Def. base	T.A.	F.C.	F.R.	P.V.C.
1	70	28	7.44	93.5	— 2	100/60	102	20	5
	275	27	7.43	100	— 4	120/90	108	32	10
2	68	30	7.47	93.7	— 1	140/70	120	41	11
	130	35	7.40	98	— 1	140/100	174	40	11
3	60	29	7.38	89.7	— 7	100/70	130	24	11
	220	34	7.35	99.4	— 6	140/100	160	32	10
4	69	45	7.47	93.1	+ 5	100/80	110	22	8
	220	40	7.47	100	+ 7	100/70	130	28	12
5	60	17	7.51	92.7	— 7	130/90	120	30	14
	110	26	7.21	97	— 4	130/90	140	32	15

CUADRO VII

La frecuencia respiratoria y la presión venosa central siempre aumentaron. Algunos pacientes no toleran por mucho tiempo este tipo de ventilación, nosotros la usamos entre dos y nueve horas, con los resultados ya mencionados.

El cuarto grupo fue de seis pacientes tratados con ventilación espontánea con presión positiva continua de ocho cm. de agua, usando el sistema descrito por Civetta ⁴, con el cual no se necesita asistir o controlar la ventilación. Es necesario que la mecánica de la ventilación esté intacta y sólo la oxigenación esté principalmente afectada. En este grupo la edad osciló entre seis y 39 años, el peso entre 15 y 60 kilos, tres eran

del sexo femenino y tres del masculino, tres sufrían cardiopatías congénitas y tres adquiridas (cuadro VIII).

La cantidad de flujo debe ser suficiente para que la bolsa esté constantemente distendida. Un flujo que sea aproximadamente el volumen minuto es satisfactorio cuando se usa la válvula Ambu de una sola vía, ya que la bolsa se rellena durante la espiración. La presión espiratoria final es creada por el flujo de gas espirado, llevándolo a una botella de sello de agua a través de un tubo. El largo del tubo introducido en el agua aproximadamente equivale al nivel de presión espiratoria final. Inicialmente se puede medir con un simple manómetro co-

V.P.P.C. "CIVETTA"

Núm. pacientes	Edad	Sexo	Peso Kg.	Diagnóstico	Operación
1	38	MASC.	60	Lutenbacher	Corrección total
2	32	FEM.	42	Estenosis mitral	Prótesis mitral
3	19	FEM.	45	Doble lesión mitral	Prótesis mitral
4	14	FEM.	42	Comunicación inter- ventricular	Cierre de comunicación interventricular
5	6	MASC.	15	Comunicación inter- ventricular	Cierre de comunicación interventricular
6	39	MASC.	67	Doble lesión aórtica	Prótesis aórtica

CUADRO VIII

locado entre el tubo endotraqueal y la válvula Ambu. Cuidadosa atención debe ponerse para mantener apropiadamente bien apretadas todas las conexiones, para lograr así una presión constante en la vía aérea. La eficiencia del sistema se controla con mediciones de gases en sangre, primero con el paciente respirando 100 por ciento de oxígeno y después se va disminuyendo la concentración hasta los niveles deseados (figura 3).

Los resultados del grupo de pacientes tratados con el sistema de Civetta pueden observarse en el cuadro IX.

En el quinto grupo se usó el ventilador Engstrom (cuadro X y gráfica 3) y se ajustó el resorte de la válvula espiratoria final a 10 cm. de agua de presión positiva continua. Los resultados obtenidos en este grupo se observan en el cuadro XI.

V.P.P.C. "CIVETTA"

Núm. pa- cientes	PaO ₂ mm.Hg.	PaCO ₂	p.H.	Saturación Por ciento	Def. base	T.A.	F.C.	F.R.	P.V.C.
1	64	24	7.55	93.0	+ 1	100/80	90	20	8
	98	26	7.53	97.2	0	100/80	110	26	12
2	160	29	7.40	99	— 6	130/80	94	22	9
	280	31	7.43	100	— 3	130/80	100	24	12
3	150	22	7.52	99	— 4	130/100	106	28	9
	300	26	7.41	100	— 6	130/100	118	28	10
4	165	29	7.45	99.2	— 2	130/90	138	36	9
	220	52	7.33	99.4	— 1	130/90	138	36	9
5	68	36	7.32	92.2	— 7	100/70	118	12	15
	220	33	7.35	99.5	— 6	90/80	132	20	19
6	37	28	7.59	29	+ 5	100/70	154	26	6
	250	25	7.62	99.7	+ 6	100/70	158	40	13

CUADRO IX

V.P.P.C. "ENGSTROM"

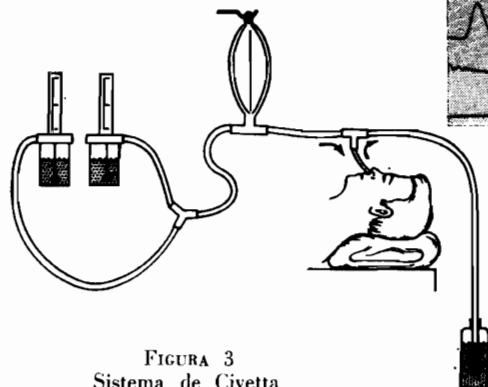
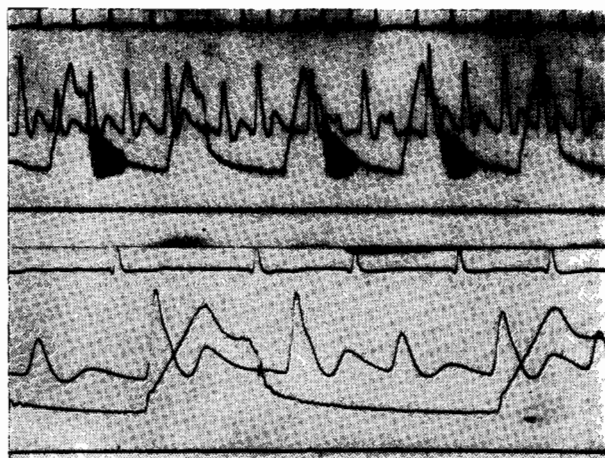
Núm. cientos	mm.Hg.	PaCO ₂	p.H.	Por ciento	Diagnóstico	Operación
1	27	FEM.		42	D.L.M. + I.T.	Prótesis mitral y plas- tía tricuspídea
2	23	FEM.		46	C.I.A.	Cierre
3	42	MASC.		70	E. Mitral	Comisurotomía
4	29	MASC.		59	D.L.M. I.Ao.	Prótesis mitral y aórtica
5	16	FEM.		50	E.P.V.	Comisurotomía
6	47	FEM.		64	D.L.M. + I.T.	Prótesis mitral y plas- tía tricuspídea
7	30	MASC.		72	E.M. Calcif.	Prótesis mitral
8	38	MASC.		63	Insuf. aórtica	Prótesis aórtica
9	36	FEM.		41	D.L.M. I.T.	Prótesis mitral y plas- tía tricuspídea
10	38	FEM.		47	D.L.M.	Prótesis mitral

CUADRO X

V.P.P.C. "ENGSTROM"

Núm. pacientes	Pa.O ₂	Pa.CO ₂	p.H.	Def. base	T.A.	F.C.	F.R.	P.V.C.
1	180	19	7.49	— 6	130/80	80	23	10
	205	18	7.58	— 6	130/80	80	24	12
2	200	25	7.57	— 1	90/00	64	16	6
	225	19	7.50	— 2	110/70	72	20	8
3	85	23	7.49	— 4	130/80	88	20	11
	96	24	7.49	— 4	120/90	80	20	13
4	100	24	7.40	— 7	120/90	92	24	11
	140	25	7.44	— 6	130/90	100	20	11
5	100	33	7.6	+ 9	150/90	92	18	14
	170	40	7.52	+ 8	150/90	100	20	15
6	96	22	7.62	+ 1	140/80	88	20	16
	155	22	7.63	+ 3	140/80	80	20	14
7	80	23	7.51	— 2	120/90	92	18	10
	94	18	7.54	— 4	110/100	80	16	14
8	107	26	7.41	— 5	80/60	100	16	14
	154	27	7.38	— 7	130/80	96	20	13
9	200	15	7.56	— 6	100/70	80	20	8
	225	15	7.55	— 5	100/70	72	20	8
10	143	15	7.53	— 7	110/70	70	20	17
	205	18	7.48	— 6	110/70	88	20	18

CUADRO XI

FIGURA 3
Sistema de Civetta.GRÁFICA 3
Curvas de ventilación con presión positiva continua
con el ventilador Engstrom.

DISCUSIÓN

Se ha observado que la hipoxemia en el periodo postoperatorio inmediato a la cirugía cardiovascular, tiene una frecuencia que varía entre 20 y 60 por ciento⁶, de los cuales un 20 por ciento son casos grave^{7,8}, esto se ha atribuido a varias causas: aumento de cortocircuitos intrapulmonares, alteraciones de la ventilación perfusión, aumento de la diferencia alveolo/arterial de oxígeno y áreas pequeñas de atelectasias que se cree son la causa mayor de hipoxemia postoperatoria⁹.

En los últimos años varios trabajos han demostrado que agregando una presión positiva espiratoria final, se mejora el intercambio de gases a nivel pulmonar, y se ha probado la eficacia de la ventilación con presión positiva continua como un medio para oxigenar pacientes en insuficiencia respiratoria, así como para ventilar con menor fracción inspirada de oxígeno y prevenir o disminuir la incidencia de toxicidad de oxígeno^{10,11,12,13}. Los intentos de aplicar presión positiva continua con el ventilador Bird Mark 7 en un principio fueron ineficaces¹⁴, porque al agregar la presión espiratoria al ventilador, éste disminuía su frecuencia y en ocasiones detenía el ciclo completamente. Esto parece ser debido a incapacidad del mecanismo de ciclaje para vencer la presión positiva presente en el circuito paciente ventilador.

Wrigley¹⁵ en 1972 tratando de vencer las dificultades existentes, ideó el uso de dos válvulas espiratorias del Bird que al agregárselas en serie podía ventilar con presión positiva continua. Con este método el mecanismo de ciclaje funciona normalmente, pero por supuesto esto no es posible cuando el paciente conserva su ventilación espontánea

y sólo se aplica cuando la ventilación es controlada.

Fairley^{16,17} ha demostrado claramente que las alteraciones en la compliance del paciente afectan la función del ventilador Bird Mark 7 y 8. El flujo, el volumen y el ciclo se alteran. Cuando el ventilador funciona con oxígeno, con el venturi de mezcla de aire abierto, el porcentaje de oxígeno administrado varía de manera notable con los cambios en el flujo. Esto se comprobó con mediciones hechas en el laboratorio de hemodinámica del L.N.C., donde se observaron variaciones que iban del 40 al 70 por ciento. Nosotros hemos estado usando la técnica descrita por Trinkle, agregando presión espiratoria final al respirador Bird Mark 7 para lograr ventilación con presión positiva continua y encontramos muy pocas dificultades en su uso.

Efecto fisiológico de la presión positiva continua:

El principal efecto de la ventilación con presión positiva continua es sobre la capacidad residual pulmonar (CRP). El aire es retenido en el pulmón y la CRP aumenta. La cantidad de aire retenida en el pulmón se debe al estado fisiológico del pulmón y a la cantidad de presión espiratoria positiva usada. Usando cinco cm. de agua de presión positiva continua Mc Intyre y col.⁸ aumentaron la CRP aproximadamente en 500 ml., mientras que Kumar³ usando 13 cm. encontró un promedio de aumento de 1.8 litros de CRP.

Presión pleural: La VPPC reduce la presión intratorácica negativa, y a veces hace positivo su valor.

Efectos sobre la circulación: Se ha de-

mostrado que el uso de la VPPC aumenta la presión venosa, disminuye el retorno venoso al corazón, así como el gasto cardíaco, y el edema pulmonar tanto en animales de experimentación como en el hombre¹⁸.

Efecto sobre oxigenación y cortocircuitos fisiológicos:

La VPPC causa un aumento en la PaO_2 y una disminución en la cantidad de cortocircuitos fisiológicos en el pulmón³.

El aumento de PaO_2 es directamente proporcional a la disminución en cortocircuitos y al contrario es inversamente proporcional a la CRP.¹⁹

Efectos sobre la difusión: Los cambios en la difusión de los gases en la membrana alveolocapilar son afectados muy poco.

Efectos sobre el transporte de oxígeno: El efecto de la VPPC sobre el transporte de oxígeno depende de los cambios en gasto cardíaco y del contenido de oxígeno en sangre. Cuando la oxigenación y el gasto cardíaco aumentan, el transporte de oxígeno lo hace también. Pero si hay un aumento en la oxigenación acompañado de una disminución en el gasto cardíaco puede ser que no ocurra ningún cambio.

Compliance: La compliance pulmonar que depende de un gran número de variables, incluyendo la CRP puede ser afectada también por el uso de VPPC. Nosotros encontramos siempre disminución.

Consideraciones clínicas: La ventilación con presión positiva continua ha estado siendo usada en una gran variedad de condiciones clínicas, con un grado muy variable de éxito.

Basados en los datos fisiológicos, parece

ser muy útil en las condiciones que se caracterizan por hipoxemia profunda, cortocircuitos fisiológicos aumentados, atelectasias, alteración alveolar, gasto cardíaco aumentado, hipertensión arterial pulmonar y edema pulmonar agudo.

Y por el contrario está contraindicada en pacientes con oxigenación normal, en el enfisema, y gasto cardíaco bajo.²⁰ Sin embargo, la ventilación con presión positiva continua no siempre es beneficiosa, y es difícil predecir qué pacientes van a reaccionar favorablemente. Además la presión positiva continua puede variar con la situación clínica. En algunos casos cinco cm. de agua pueden ser suficientes para elevar la PaO_2 sin afectar la presión arterial, mientras que 10 cm. pueden dar poca mejoría en PaO_2 y afectar la función cardíaca. Debido a que la VPPC eleva la CRP no se debe usar en pacientes con enfisema y bullas enfisematosas. También en los pacientes con fibrosis pulmonar es menos efectiva en corregir la hipoxemia y es probable que produzca neumotórax.

Las neumonías bacterianas difusas, que cursan con hipoxemia severa, no responden bien a la VPPC y el broncoespasmo asociado al asma es otra contraindicación.

Complicaciones:

Las complicaciones de la VPPC están en relación con el gasto cardíaco y el problema general de la intubación y ventilación. Pero la complicación más frecuente es el neumotórax.

Gregory² con la técnica de presión positiva continua en la vía aérea y con ventilación espontánea, ha aumentado la supervivencia del 25 al 75 por ciento de los niños recién nacidos con trastorno respiratorio, y

Stewart²¹ usando el sistema de Gregory en niños menores de dos años, después de cirugía de corazón abierto, ha logrado disminuir la mortalidad de las complicaciones respiratorias.

RESUMEN

Se presentan 41 pacientes en quienes se usó ventilación con (PPC) presión positiva continua en el postoperatorio inmediato de cirugía de corazón con circulación extra-

corpórea, divididos en ocho grupos y usando cuatro métodos diferentes, dos con ventilación espontánea y dos con ventilación asistida. Se hace una descripción de cada uno de los métodos usados y se presentan los resultados obtenidos. Se observó una mejoría en la oxigenación de la sangre arterial en todos los casos.

Se hace énfasis en su efecto fisiológico, indicaciones, contraindicaciones y complicaciones.

BIBLIOGRAFIA

1. Ashbaugh, D. G.: "Continuous positive-pressure breathing in adult respiratory distress syndrome." *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 57: 31, 1969.
2. Gregory, G. A.: "Treatment of the idiopathic respiratory distress syndrome with continuous positive airway pressure." *N. Engl. J. Med.* 284: 1333, 1971.
3. Kumar, A.: "Continuous positive-pressure ventilation in acute respiratory failure." *N. Engl. J. Med.* 283: 1430, 1970.
4. Civetta, J. M.: "A simple and effective method of employing spontaneous positive pressure ventilation." *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 63: 312, 1972.
5. Trinkle, J. K.: "A simple modification of existing respirators to provide constant positive-pressure breathing." *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 61: 617, 1971.
6. Norlander, O. P.: "Respirators in thoracic and cardiovascular surgery." *Anaesthesiol. Suppl.* XXX 45, 1968.
7. Bendixen, H. H.: "Atelectasis and shunting during spontaneous ventilation in anesthetized patient." *Anesthesiology* 25: 297, 1964.
8. McIntyre, R. W.: "Positive expiratory pressure plateau: improved gas exchange during mechanical ventilation." *Can. Anaesth. Soc. J.* 16: 477, 1969.
9. Cohen, S.: "Continuous positive-pressure ventilation for children with respiratory failure." *Anesth. and Analg.* 50: 949, 1971.
10. Nash, G.: "Pulmonary lesions associated with oxygen therapy and artificial ventilation." *N. Engl. J. Med.* 276: 368, 1967.
11. Cadwell, P. R. B.: "Changes in lung volume, diffusing capacity and blood gases in men breathing oxygen." *J. Appl. Physiol.* 21: 1477, 1966.
12. Welch, B. E.: "Time-concentration effects in relations to oxygen toxicity in man." *Fed. Proc.* 22: 1052, 1963.
13. Kaplan, H. P.: "Pathogenesis and reversibility of the pulmonary lesions of oxygen toxicity in monkeys." *Lab. Invest.* 20: 94, 1969.
14. Davies, D. W.: "The effects of adding a positive expiratory pressure plateau (PEPP) with controlled ventilation with a Bird Mark 7 or Mark 8 ventilator." *Can. Anaesth. Soc. J.* 19: 217, 1972.
15. Wrigley, F. R. H.: "The application of a positive and-expiratory pressure plateau to the bird ventilator." *Can. Anaesth. Soc. J.* 19: 227, 1972.
16. Fairley, H. B.: "Adequacy of the air mix control in ventilators operated from an oxygen source." *Can. Anaesth. Soc. J.* 90: 1394, 1964.
17. Fairley, H. B.: "Effect on pulmonary gas exchange of variations in inspiratory flow rate during intermittent positive-pressure ventilation." *Br. J. Anaesth.* 38: 320, 1966.
18. Uzawa, T. and Ashbaugh, D. G.: "Continuous positive-pressure breathing in acute hemorrhagic pulmonary edema." *J. Appl. Physiol.* 26: 427, 1969.
19. Ashbaugh, D. G.: "Effect of ventilatory methods and patterns on physiologic shunt." *Surgery* 68: 99, 1970.
20. Ashbaugh, D. G. and Petty, T. L.: "Positive end-expiratory pressure." *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 65: 165, 1973.
21. Stewart, S.; Edmunds, H. L. and Kirklin, J. W.: "Spontaneous breathing with continuous positive airway pressure after open intracardiac operations in infants." *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 65: 37, 1973.