

11231

2 ej 4

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

"ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO. ESTUDIO PROSPECTIVO"

TESIS DE INVESTIGACION CLINICA
PARA OBTENER EL TITULO EN LA ESPECIALIDAD DE
NEUMOLOGIA MEDICA

DR. MARIO EFRAIN MEJIA CRUZ
HOSPITAL DE CARDIOLOGIA Y NEUMOLOGIA
CENTRO MEDICO NACIONAL
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

México, D.F., 1.982 .-



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

- I.- INTRODUCCION.
- II.- MATERIALES Y METODOS.
 - 1.- ESTANDARIZACION DEL EJERCICIO.
 - 2.- METODOLOGIA E INSTRUMENTOS.
 - 3.- POBLACION ESTUDIADA.
- III.- RESULTADOS.
 - 1.- FLUJOS ESPIRATORIOS.
 - 2.- VOLUMENES Y CAPACIDADES.
 - 3.- RESISTENCIA ESPECIFICA DE LA VIA AEREA.
 - 4.- EFECTO DEL BRONCODILATADOR.
- IV.- DISCUSION.
- V.- CONCLUSIONES.
 - 1.- FISOPATOLOGICAS.
 - 2.- DEL PATRON DE RESPUESTA DEL ASMATICO FRENTE AL EJERCICIO.
 - 3.- CLINICAS.
- VI.- BIBLIOGRAFIA.

"ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO"

I. - INTRODUCCION:

Desde hace más de dos siglos se sabe que el ejercicio induce broncoespasmo en el paciente asmático, sin embargo, este fenómeno solo ha sido investigado en una forma rigurosamente científica en los últimos 10 años por Godfrey y Col (1).

Desde el siglo dieciocho, Sir John Floyer escribió: "que todo ejercicio violento hace respirar al asmático con dificultad" y recalcó, que cierto tipo de ejercicio era mejor tolerado que otros. Otros autores por el contrario, han notado un mejoramiento en los parámetros de la mecánica pulmonar posterior al ejercicio e incluso, lo han recomendado como una medida de rehabilitación para el niño asmático (2). Estas múltiples paradojas de la literatura, se deben a la falta de estudios objetivos de la respuesta funcional del asmático al ejercicio, y, a que cada autor que estudia este fenómeno usa su propio protocolo con diferentes técnicas de inducción del broncoespasmo, duración del ejercicio y a que no hay uniformidad en los parámetros de medición funcional (3). No fue sino a partir de 1.962, cuando R. S. Jones demostró que la respuesta característica del asmático era un aumento de la broncoconstricción post ejercicio, que se ha valorado en forma parcial la ocurrencia de este fenómeno en el asmático (4).

La investigación moderna del Asma Inducida por Ejercicio (AIE) ha demostrado, que una gran proporción, sino todos los asmáticos, desarrollan AIE, pero - que la respuesta dependerá del tipo, intensidad y duración del ejercicio a que se someta el paciente (5). No existe evidencia actual, de que este fenómeno ocurra en ninguna otra patología bronquial que no sea el asma, y, aunque existen reportes de casos en los cuales el ejercicio es el único factor precipitante de las crisis en algunos pacientes, su estudio cuidadoso demostrará otras manifestaciones clínicas y fisiológicas de la entidad. Por lo tanto, no existe el AIE como entidad aislada, sino que realmente es un ataque precipitado en un paciente asmático por el ejercicio, de la misma manera que sería provocado por histamina, antígenos, infección, etc. (6).

Los estudios de Godfrey (7), Burr (8), Anderson y König (9), han demostrado que la respuesta típica del asmático frente al ejercicio, guarda un patrón en el que se observa: un aumento del Pico del Flujo Máximo (PFM) a los 2 minutos de iniciado el ejercicio, con un descenso espontáneo posterior, el cual es máximo entre uno a quince minutos después de haber suspendido bruscamente el ejercicio (Fig. 1).

Para poder cuantificar el efecto del ejercicio sobre las Pruebas Funcionales Respiratorias (PFR) -

ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO

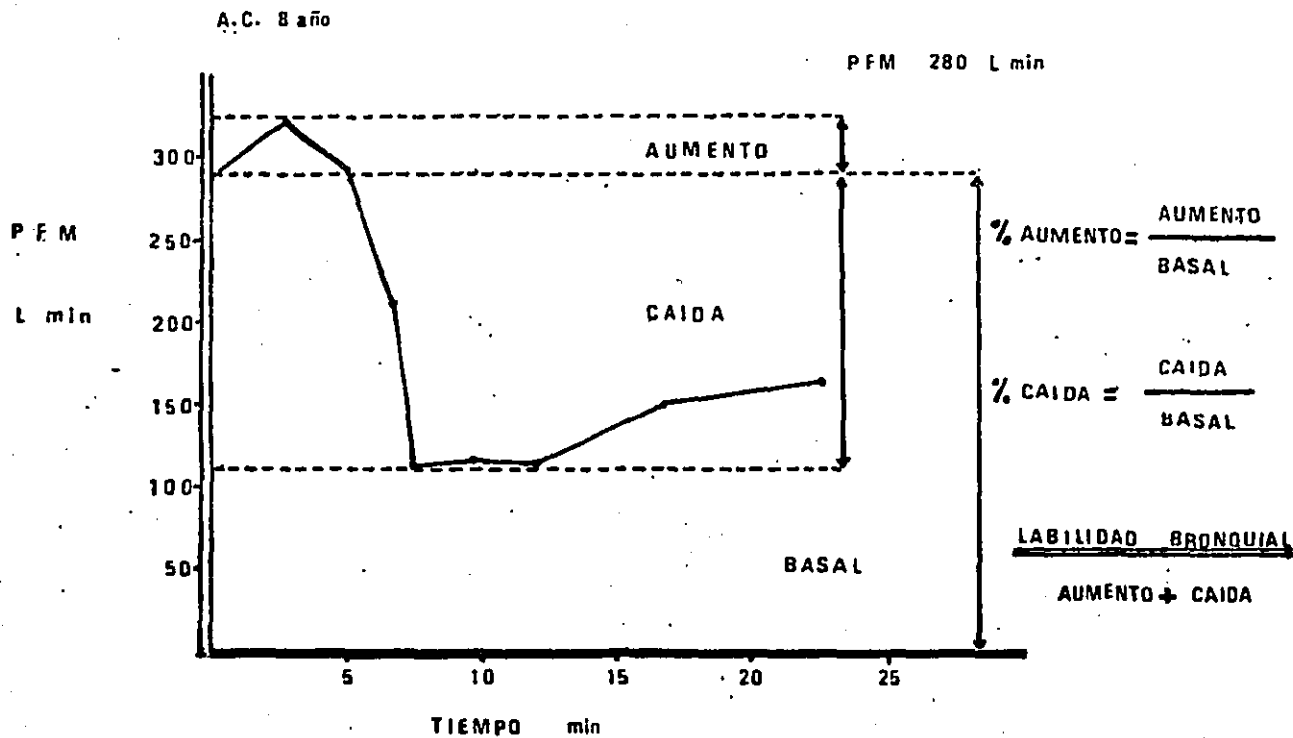


FIG 1

se han propuesto varios índices; así Godfrey, propone la medición de la Labilidad Bronquial Total, que se expresa como la suma de los dos componentes del ejercicio, el porcentaje de aumento más el porcentaje de caída (7,10).

R.S. Jones propone únicamente la medición de los índices de caída post ejercicio (11). De la recopilación mundial de la literatura, especialmente del estudio de Burr y colaboradores realizado en grandes masas de población normal y asmáticos se concluyó, que el 92% de los normales presentaban una caída de los flujos del 10%, y, que el 98% presentaba una caída menor del 15% al someterlos a ejercicio; recalcando que, una disminución de los Flujos de más de 15% es diagnóstico valedero de asma y de ninguna otra patología (8,12).

Sabemos que el estudio del paciente asmático es complejo, siendo uno de los factores más importantes la falta de un prototipo experimental humano seguro, en el cual las exacerbaciones puedan inducirse en forma controlada en el laboratorio; sabemos que la exposición a alérgenos o estímulos farmacológicos externos, provocan alteraciones en las Pruebas Funcionales Respiratorias (PFR), pero estas tienen menos relación con lo que ocurre en forma espontánea (13).

Tomando en cuenta lo enunciado anteriormente, se decidió realizar la presente Investigación Clínica - Protocolizada para determinar si el ATE puede utilizar-

4...

se como un prototipo útil para el estudio del paciente asmático en general, determinar cuales son las PFR más significativas en su evaluación y que cambios fisiopatológicos son los más relevantes en su inducción y respuesta al broncodilatador en aerosol.

II.- MATERIALES Y METODOS:

1.- Estandarización del Ejercicio:

De los estudios de K.D. Fitch en Australia - que ha utilizado diferentes tipos de ejercicio estandarizado en los cuales la carga metabólica se ha mantenido constante, se ha constatado que cierto tipo de ejercicio es más "asmogénico" que otros; las conclusiones generales son que la carrera libre es el estímulo broncoconstrictor más poderoso, mientras que la caminata y la natación son los más benignos (14). Hemos escogido la carrera en la banda sin fin, ya que se usa una gran parte de la masa muscular para hacer la carrera, no presenta dificultades técnicas para realizar las mediciones - de los parámetros cardiopulmonares, son fácilmente reproducibles los resultados y puede estandarizarse la velocidad y elevación de la misma. Al determinarse la Frecuencia Cardíaca Basal (FCB), se inicia el movimiento de la banda a una velocidad de 1 a 2 millas/hora; al ir aumentando la velocidad gra

.../

dualmente, se lleva la misma a una inclinación del 5 al 10%, solicitándole al paciente que corra con los brazos sueltos, hasta que alcance el 80% de su Frecuencia Cardiaca Máxima.

Si bien la severidad del AIE depende del tipo de ejercicio, también depende del trabajo realizado y de su duración. A fln de que todos los pacientes tengan la misma carga metabólica de ejercicio, hemos utilizado la tabla de Langué y Col., publicada por la OMS de Frecuencia Cardiaca Máxima según la edad del paciente (15); sabiéndose que habitualmente un paciente logra con esta carga de ejercicio del 80% de su FCM un consumo de O₂ de 200 ml. por Kg. de peso y llega al 70% de su poder aeróbico máximo (16).

Por los resultados de Eggleston y Col. (17), sabemos que la duración del ejercicio es un factor fundamental en relación a la presentación del broncoespasmo, siendo el ejercicio de duración de 6 minutos el más apropiado, ya que, duraciones menores o más prolongados disminuyen la intensidad del AIE.

2.- Metodología e Instrumentos:

Se colocaron electrodos toraxicos en la linea medio axilar derecha, la unión acro mioclavicu

lar izquierda y en el SEII, a fin de minimizar los artefactos conectados a una línea de lectura de frecuencia cardiaca o trazo electrocardiográfico en monitor continuo.

La temperatura del Departamento de Fisiología es constante de 23.5 grados centígrados y una humedad relativa del aire del 50%, lo que evita las fluctuaciones térmicas que afectaría las variables funcionales en los individuos susceptibles. - Se utilizó un Pletismógrafo Corporal Jaeger, a fin de medir la Resistencia Específica de la Vía Aérea, Capacidad Residual Funcional, Capacidad Pulmonar Total y sus subdivisiones según los métodos de Comroe y Dubois (18). Las mediciones se realizaron en condiciones basales, durante la máxima caída de los flujos y posterior al uso de broncodilatador en aerosol; Salbutamol 100 mcgs.

Se practicaron mediciones de la curva Flujo-Volumen en el mismo pletismógrafo en condiciones basales y a los 2, 6, 11, 16, 21 y 26 minutos de iniciado el ejercicio y posterior al uso de broncodilatador; se realizaron tres determinaciones, escogiéndose para el análisis la mejor de las tres.

Los pacientes se presentaron al estudio en la mañana, sin haber ingerido ningún tipo de medi-

7...

camento en las últimas 24 horas. Se les determinó Flujo Máximo, Flujo Medio y Flujo al 75% de la Capacidad Vital, Resistencia Específica de la Vía Aérea y Capacidad Residual Funcional en condiciones basales; se determina su frecuencia cardíaca basal y por tabla según edad se programa su FCM. Se sometieron al ejercicio en una Banda sin Fin hasta alcanzar el 80% de su FCM por espacio de 6 minutos, momento en el cual se suspende bruscamente el ejercicio, e iniciando la medición de parámetros funcionales se les administró 100 mcgs. de Salbutamol en aerosol y se repitieron todas las mediciones a los 20 min.

Los Volúmenes, Capacidades, Flujos y Resistencia se expresan como porcentaje en relación a sus valores técnico normales.

3.- Población Estudiada:

Se sometieron al estudio 37 pacientes asmáticos que llenan todos los requerimientos exigidos por la Sociedad Americana del Torax por definición, clínicamente estables y con valores funcionales basales de un 60% como mínimo de sus valores técnico normales, sin hipoxemia y sin enfermedades cardiovasculares o metabólicas asociadas; que no hubieran tomado broncodilatadores en las últimas 24 ho

.../

8...

ras y que no estuvieran bajo régimen corticoc^{te}roidal o de cromoglicato disódico. Se excluyeron de los datos estadísticos que se presentarán, 7 pacientes que no pudieron realizar el ejercicio en forma adecuada o que presentaban otras patologías respiratorias agregadas (bronquiectasias, neumocoⁿiosis).

De los 30 pacientes restantes, 16 fueron del sexo masculino con edad promedio de 26.5 años + 13.5 (de 5 a 45), y 14 del sexo femenino con edad promedio de 27.6 años + 12.6 (de 6 a 45). Los datos clínicos están resumidos en el cuadro 1, donde puede verse que pertenecen tanto al grupo de asmá^ticos extrínsecos como intrínsecos según Bachemann y están en un estado clínico moderado según los criterios de Jones.

Como controles se estudiaron 11 deportistas que nos fueron referidos por el Departamento de Me^dicina del Deporte y que se sometieron al mismo tipo de ejercicio protocolizado, con una edad prome^dio de 20.4 años + 1.1. no fumadores y sin histo^{ria} de atopia personal o familiar.

.../

CUADRO N° 1"ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO"DATOS MORFOMETRICOS:- ASMATICOS:

Masculinos 16 Edad 26.5 ± 13.5 de 5 a 45 años
 Femenino 14 Edad 27.6 ± 12.6 de 6 a 45 años

- CONTROLES:

Masculino 11 Edad 20.4 ± 1.1.

No Fumadores: No Historia de atopia personal o familiar.

ASMATICOS:

- HISTORIA DE ATOPIA PERSONAL: 8
- HISTORIA DE ATOPIA FAMILIAR: 14
- FACTORES DESENCADENANTES RECONOCIBLES:

EJERCICIO	4	POLVO	10
FRIO	5	EMOCIONES	5
POLENES	7	INFECCIONES	12
HUMOS	8		
- HAN RECIBIDO TRATAMIENTOS PREVIOS:

CON ESTEROIDES	7
CON CGDS	4

III.- RESULTADOS:

1.- Flujos Espiratorios:

En el Cuadro 2 se encuentran resumidas las variaciones de las Velocidades de los F max, F med y F 75 durante el ejercicio y el tiempo de o currencia de los mismos, así como sus cambios en relación al uso del broncodilatador en aerosol; se resaltan los aumentos (), las caídas () y los que no presentaron ninguna variación (SV). Observamos que solo un 63% de los pacientes presentó un discreto aumento de los flujos a los 2 min. de e jercicio cuantificado en un 12%, siendo más ac en tuado en el F med; sin embargo, aproximadamente a los 11 minutos todos los pacientes presentaron una caída brusca y significativa de los valores de sus flujos, lo que representa en realidad el verdadero ataque de asma inducida por ejercicio cu antificándose en: un 30% para el F max, 35% para el F med y de un 34% para el F 75.

En el análisis de los datos con la t de st u dent, encontramos una significancia de $p < 0.001$ pa ra el F med y el F 75. La gráfica 1 muestra es que máticamente estos resultados notándose claramente el cambio del comportamiento de los flujos al s u pender el ejercicio, con caída de los mismos a los

11...

11 min. y una tendencia leve a la recuperación es pontánea, la cual es total con el uso del broncodi-
latador, superando en todos los valores basales.

Hacemos notar ya, que la velocidad de F max
o "Peak Flow" utilizado por los autores anglosajo-
nes como único índice de valoración del ATE no al-
canzó valores significativos en nuestro estudio
(Ver Cuadro N° 2).

En el Cuadro 3 se encuentran los datos compa-
rativos entre el grupo control y los pacientes as-
máticos, obtenidos en las mediciones de la curva
Flujo-Volumen; se resalta el hecho importante, del
aumento presentado por el grupo control en el F
med, que alcanzó valores significativos ($p < 0.05$)
de un 36.7% y del F 75 que fue de un 58.7%. Si a-
ceptamos los valores de Burr y colaboradores de
que una caída en los Flujos mayor al 15% es diag-
nóstico de asma, observamos como ninguno del grupo
control alcanzó esos valores y solamente en 2 de e-
llos se observó una discreta caída de un 14.2%. El
comportamiento de los Flujos en los pacientes asmá-
ticos es totalmente diferente, con una caída marca-
da de los mismos de alta significancia.

Observamos en la Gráfica 2 la comparación de
estos resultados contrastando la severa caída de

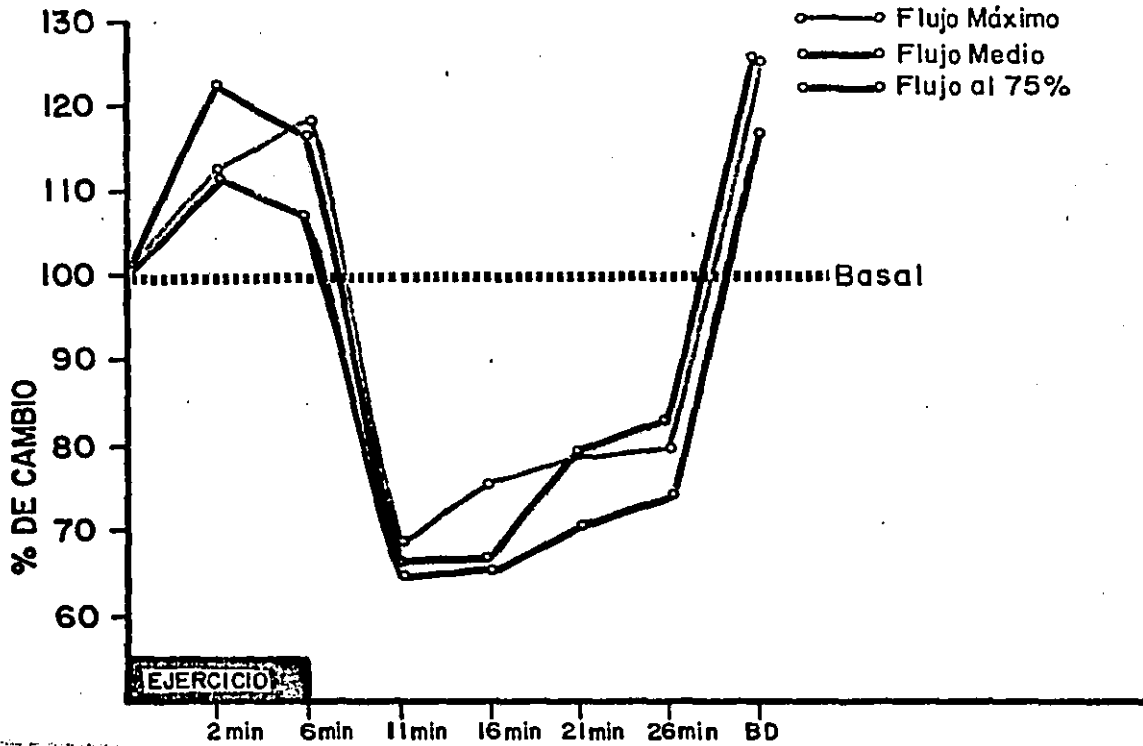
.../

CUADRO N° 2

"ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO"

	FLUJO MAXIMO			FLUJO MEDIO			FLUJO AL 75%		
	↑	↓		↑	↓		↑	↓	
- 2 min.	13% (18)	6% (6)	6	12% (19)	30% (7)	4	23% (8)	30% (7)	15
- 6 min.	17% (15)	13% (12)	5	7% (10)	21% (20)	-	17% (15)	29% (15)	12
- 11 min.	- o -	30% (27)	3	- o -	35% (30)	-	- o -	34% (22)	8
- 16 min.	- o -	25% (26)	4	7% (2)	34% (28)	-	14% (2)	34% (20)	8
- 21 min.	18% (4)	22% (18)	8	5% (6)	30% (21)	3	13% (3)	21% (19)	8
- 26 min.	11% (5)	21% (19)	6	8% (4)	25% (23)	3	14% (8)	20% (20)	2
- Post B D	27% (24)	10% (4)	2	18% (20)	10% (10)	-	25% (21)	24% (5)	4

ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO



GRAF. I

M. Mejía/HCN

los Flujos en los pacientes asmáticos en relación al control que muestra un alza de los mismos, reflejando la hiperreactividad de los asmáticos frente al poderoso estímulo broncoconstrictor del ejercicio en ellos.

Por lo tanto en el paciente asmático, sometido al ejercicio, se provoca una broncodilatación leve no significativa que dá paso a una broncoconstricción severa y persistente que en nuestro estudio alcanzó los valores más bajos a los 11 minutos con una tendencia a la recuperación espontánea muy discreta. El broncodilatador provoca una mejora de los mismos con valores de 27% para F max, 18% para F med y de 25% para el F 75, por encima de sus valores basales. El cálculo de la Labilidad Bronquial Total según Godfrey, nos dió valores de $43.5\% \pm 10.3$, el cual es definitivo como valor diagnóstico de asma (Ver Cuadro N°3).

En la Gráfica 3 hemos representado todos los datos obtenidos en nuestro grupo control, notándose en forma clara el aumento significativo de los Flujos, las amplias variaciones de la Capacidad Vital y de la Capacidad Pulmonar Total, que no permiten hacer conclusiones valederas. Hay una caída

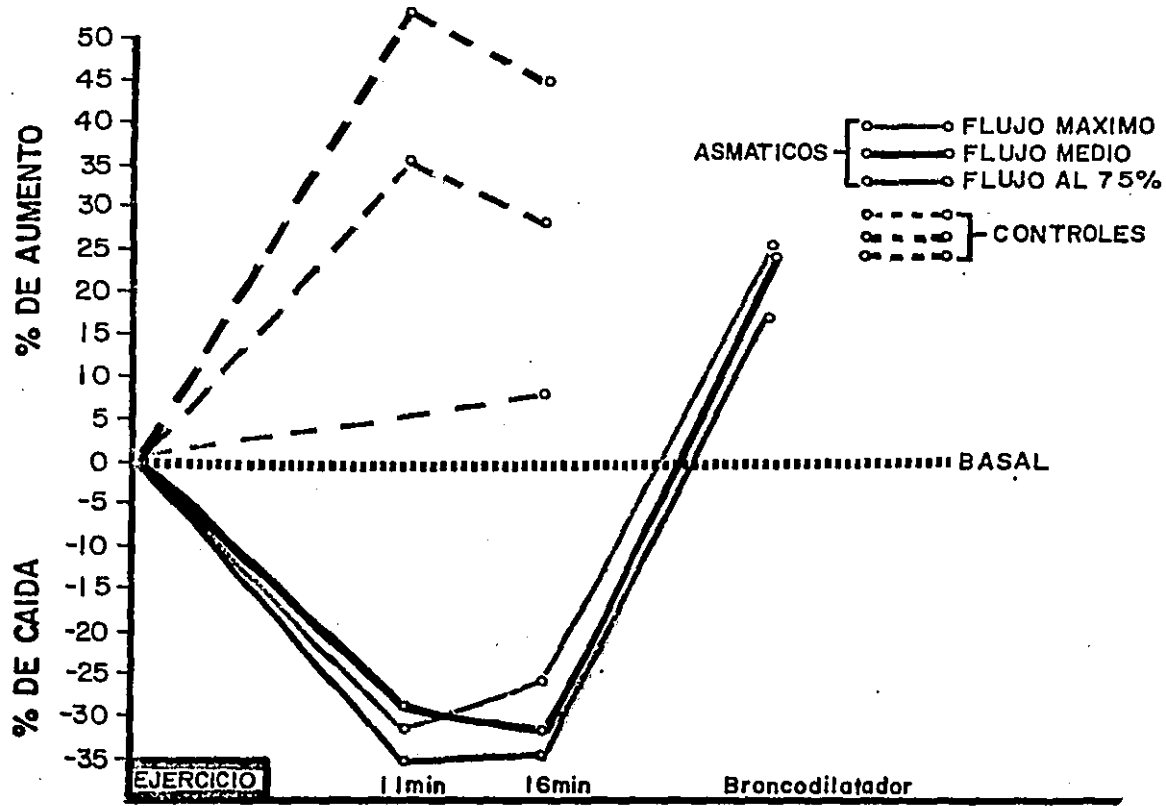
CUADRO N° 3

"ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO"

FLUJOS RESPIRATORIOS

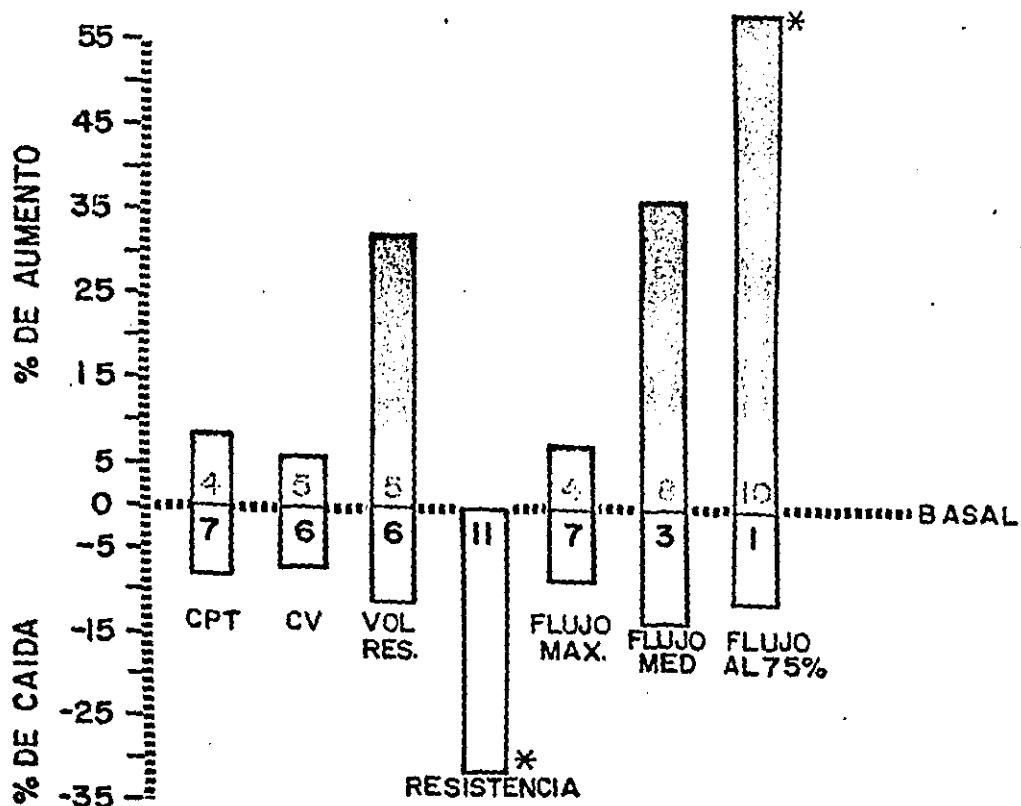
	AUMENTO	CAIDA
- VEL DE FLUJO MAXIMO:		
ASMATICO	17.4%	10.2%
CONTROL	7.3%	8 %
- VEL DE FLUJO MEDIO:		
ASMATICO	12.2%	35 % p 0.001
CONTROL	36.7% p 0.05	14.2% (2)
- VEL DE FLUJO AL 75%:		
ASMATICO	23.2%	34.6% p 0.001
CONTROL	58.7% p 0.05	- o -

ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO VELOCIDADES DE FLUJOS



GRAF. 2

ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO CONTROLES



M Mejía/HCN

GRAF. 3

significativa de la Resistencia Específica de la Vía Aérea (*) que será comentada posteriormente.

2.- Volúmenes y Capacidades:

El Cuadro 4 expone los resultados comparativos en relación a los Volúmenes y Capacidades durante el ejercicio, entre los pacientes asmáticos y el grupo control. Es indudable que el ejercicio provoca una marcada reducción de la función pulmonar caracterizada por un moderado aumento de la Capacidad Pulmonar Total (que no se presentó en el grupo control) de un 18.3%; hay disminución de la Capacidad Vital, la cual por su amplia variabilidad en la muestra estudiada, no permitió el análisis estadístico. El parametro más alterado en los pacientes asmáticos, es el Volúmen Residual que tuvo un incremento del 38% en relación a los valores basales (p0.001) y cuya repercusión será analizada en la discusión posterior. Estos datos los re presentamos en la Gráfica 4 en donde está marcado la significancia del Volúmen Residual en relación a los controles y de sus valores basales (*).

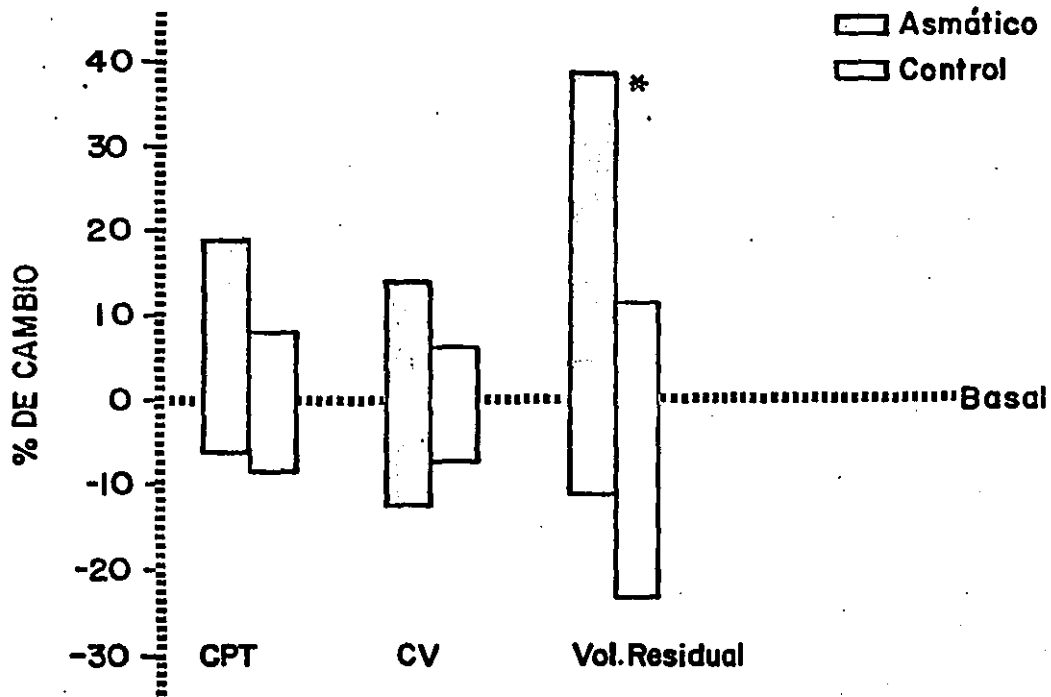
CUADRO N° 4
"ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO"

VOLUMENES Y CAPACIDADES

	ASMATICOS		CONTROLES	
	AUMENTO	DISMINUYO	AUMENTO	DISMINUYO
= C P T	18.3% (27)	5.6% (3)	8.26% (6)	8.5% (5)
= C V	14.3% (5)	12.6% (25)	6.75% (5)	6.8% (6)
= VOL RESIDUAL	38 % (23)*	11 % (7)	11.3% (8)	23 % (3)

* p 0.001

ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO VOLUMENES Y CAPACIDADES



GRAF. 4

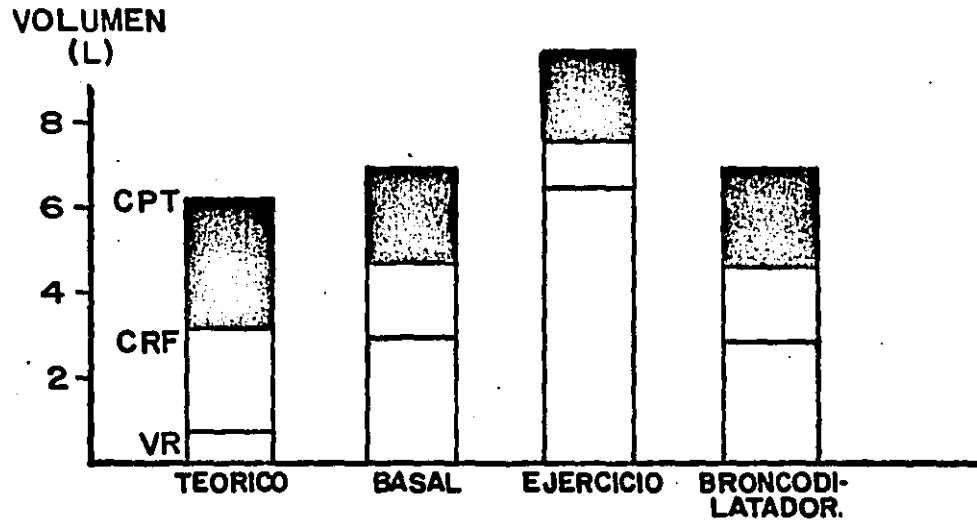
La relación VR/CPT que ha sido utilizado por diversos autores como un Índice del Volúmen de Aire Atrapado en los Pulmones, nos dió valores de $37.4\% \pm 9.6$ que consideramos además el factor que más influye en la reducción de la CV (19). Los cambios ocurridos en la Capacidad Residual Funcional los podemos apreciar en el caso de uno de nuestros pacientes que fué sometido al ejercicio y en el cual su CRF alcanza valores superiores a los de su CPT en reposo; esto tiene claras traducciones clínicas como lo ha demostrado McFadden (20); siendo este volúmen de gas atrapado intrapulmonar, el causante de la sensación subjetiva de disnea, retracción torácica, fijación del esternocleidomastoideo y en un grado más avanzado de la aparición del pulso paradójico (21). En la Gráfica 5 observamos estas variaciones en los volúmenes, así como la recuperación total de sus volúmenes y capacidades con el uso del broncodilatador por la resolución del estrechamiento de la vía aérea periférica.

3.- Resistencia Específica de la Vía Aérea:

Si aceptamos la definición de Asma propuesta por Scadding (22) y aceptada en el último Simposium Ciba según el cual: "Asma es aquella enfermedad caracterizada por amplias variaciones en cortos períodos de tiempo de la RESISTENCIA al flujo

CAPACIDADES Y VOLUMENES EN EJERCICIO ASMATICO

CM Masc. 25 a



GRAF. 5

M Mejía / HCN

en la vía aérea intrapulmonar", podemos analizar - de los datos presentados en el Cuadro 5, que el pa- rametro más sensible y específico de nuestro grupo de pacientes, en relación a la población normal, - es la Resistencia Específica de la Vía Aérea. Se - presentó, un aumento de la RVA de un $130\% \pm 37.4$ - en los 30 pacientes estudiados, lo que es contras- tante con el grupo control, cuyo comportamiento es diametralmente opuesto, ya que en ellos la resis- tencia cae en forma dramática en un $31.7\% \pm 12.3$ - como promedio. La significancia obtenida fue de p 0.001 y cuya representación está objetivizada en - la Gráfica 6 resaltandose el hecho de la caída muy importante de la RVA con el uso del broncodilata- dor y marcandose su significancia. (Ver Cuadro N° 5).

4.- Efecto del Broncodilatador:

El dramático efecto ejercido por el broncodi- latador, tanto en los valores de las Velocidades - de Flujos, Capacidades y Resistencia, están anali- zados en el Cuadro 6, en donde la última medición post-ejercicio (a los 26 min.) se compara con -- los resultados obtenidos después del uso del bron- codilatador en aerosol. El signo (-) representa va- lores por debajo de sus basales y el signo (+) los

CUADRO N° 5

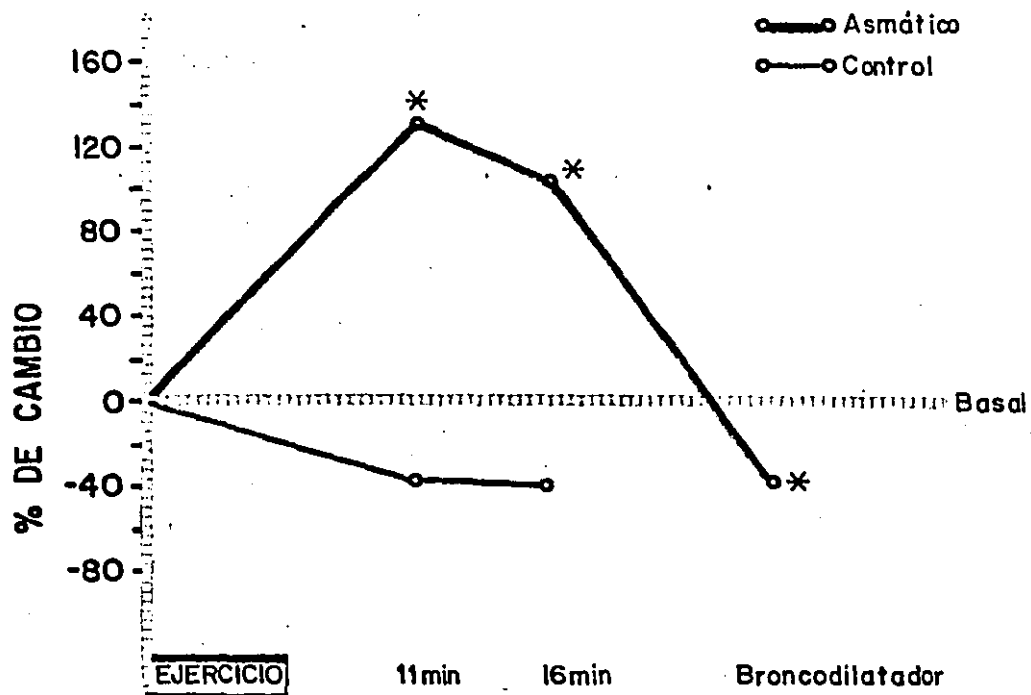
"ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO"

RESISTENCIA ESPECIFICA DE LA VIA AEREA

- ASMATICOS: AUMENTO 130% + 37.4 EN LOS 30 PACIENTES ESTUDIADOS *
- CONTROLES: DISMINUYO 31.7% + 12.3 EN LOS 11 CONTROLES.

* p 0.001

ASMA INDUCIDA POR EL EJERCICIO RESISTENCIA ESPECIFICA DE LA VIA AEREA



GRAF. 6

valores que están por arriba de sus basales. Observamos como el F max cambia de -20 a +26.8% (p 0.05); el F med de -25 a +18.3% (p 0.05); y el F75 de -20 a +25 (p 0.001), indicando reversión total del espasmo que ocasiona la limitación al flujo de la vía aérea, llegando a superar aún sus cifras basales.

La Resistencia cambia de + 130 a - 33.6% (p 0.001) o sea disminución de la obstrucción a nivel aún por debajo de sus basales. Los cambios provocados en la CPT y CV fueron tan variables que no pudieron analizarse estadísticamente.

En la Gráfica 7, están resumidos estos resultados, cuyo comentario está en la discusión final. (Ver Cuadro N° 6).

IV.- DISCUSION:

La definición de asma dada por la Sociedad Americana del Torax aún vigente, como la de "una enfermedad caracterizada por una hiperreactividad de traquea y brinquios a diversos estímulos, que se manifiesta por estrechamiento generalizado y difuso de la vía aérea, modificable espontáneamente o bajo tratamiento" (23), sabemos que si bien es una definición útil para el --

CUADRO N° 6

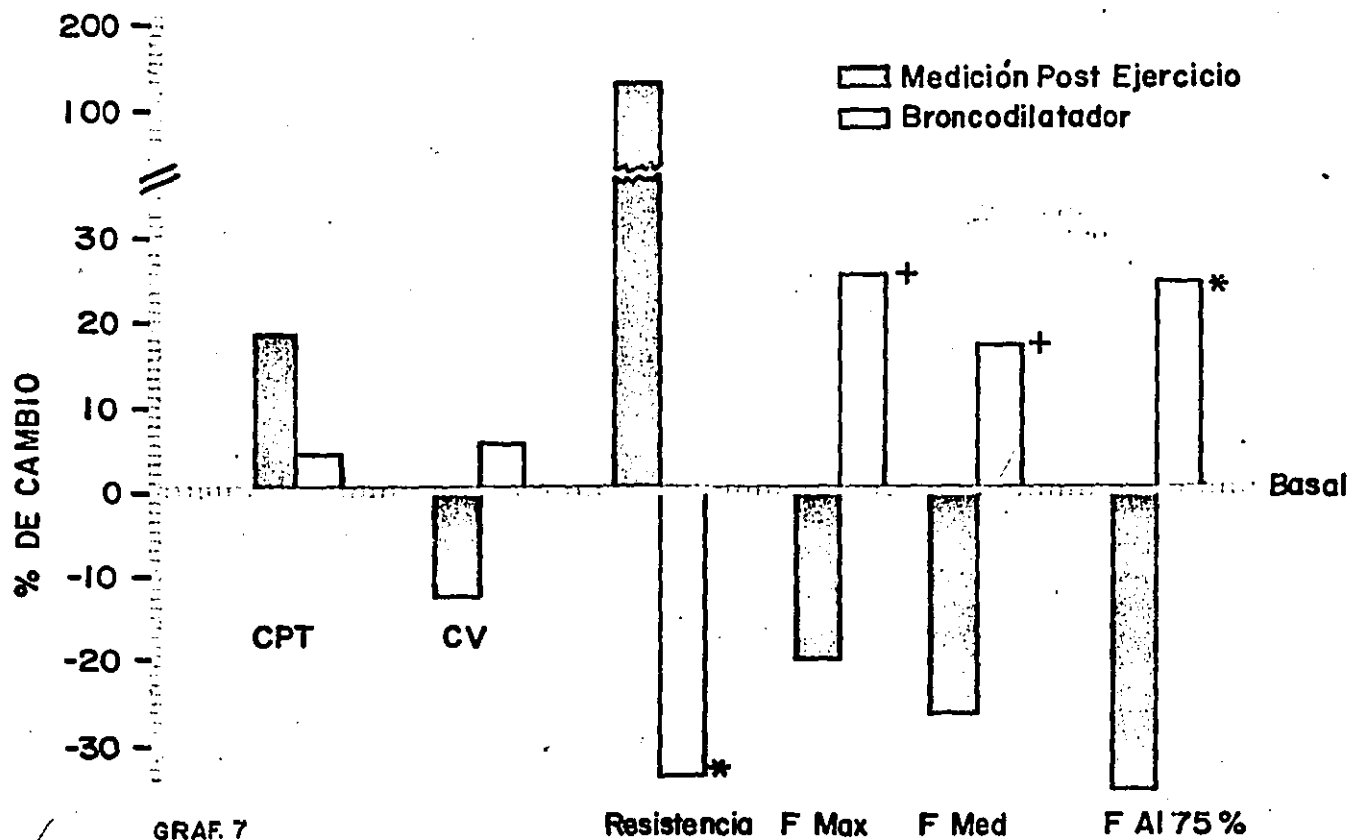
"ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO"

ACCION DEL BRONCODILATADOR

	MEDICION EN EJERCICIO	POST BRONCODILATADOR
= C P T	+ 18.3%	+ 4.8%
= C V	- 12.6%	+ 5.6%
= RESISTENCIA	+ 130 %	- 33.6% p 0.001
= FLUJO MAXIMO	- 21 %	+ 26.8% p 0.05
= FLUJO MEDIO	- 25.1%	+ 18.3% p 0.05
= FLUJO AL 75%	- 20 %	+ 25 % p 0.001

ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO

EFECTO DEL BRONCODILATADOR EN AEROSOL



GRAF. 7

diagnóstico, es esencialmente fisiopatológica, ya que requiere de exámenes funcionales respiratorios para objetivizarla (24). Estas definiciones no incluyen ninguna sugerencia de la causa o causas, o cualquier característica genética o de otro tipo que padezca el huesped, ni tampoco específica si el mecanismo de producción sea inmunológico, farmacológico o neurológico. La razón es obvia, ya que son muchos los factores que desencadenan el asma, sus mecanismos de inducción son variados y la respuesta del árbol traqueobronquial son variables de paciente a paciente (25). Es por ello, que se necesita de una prueba que sea específica de esta entidad, que pueda realizarse en forma controlable libre de otros estímulos como el farmacológico o el alérgico, que pudieran traer efectos secundarios y son menos sensibles (26).

La literatura recopilada, nos reporta una incidencia del AIE que va del 15 al 98% de las poblaciones asmáticas estudiadas; tan amplio rango de variación se debe a que cada laboratorio que estudia el AIE usa su protocolo individual de inducción de broncoespasmo y mide diversos parámetros en las PFR. Así, se han reportado trabajos con ejercicios tan cortos como de 3 min., o tan largos como de 36 min. (6,17), y los resultados se han expresado desde la aparición subjetiva de disnea, la aparición de sibilancias o por medio de solo reportar FEV₁ o solo "Peak Flow"; en ninguno se ha utilizado

la valoración con la curva Flujo-Volumen o con Pletismo grafía Corporal, que creemos son los Indices más fieles de que disponemos en la actualidad para medir los cambios más sutiles que ocurren en la vía aérea (27) por lo cual la importancia del presente trabajo.

Sabemos que la respuesta metabólica y cardiovascular al ejercicio, depende del tipo, intensidad y duración del mismo, así como de la edad del sujeto y nuestro protocolo en el cual utilizamos un parametro fácilmente medible como lo es la Frecuencia Cardíaca para calibrar el ejercicio lo hace altamente reproducible.

De los datos existentes (28), se sabe que al correr contra una carga fija, la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno aumentan en forma paralela llegando a un máximo de 2 a 5 minutos, con ellos logramos aplicar la misma tasa metabólica a un paciente de 7 como de 30 años (29); además está probado que este tipo de ejercicio se asocia a acidemia láctica e hipocapnia; es fácilmente reproducible y controlable en condiciones de experimentación (5).

Sabemos que la anomalía funcional en el asma es una exageración de la reactividad bronquial normal a los estímulos endógenos y exógenos y aunque el mecanismo básico lo desconocemos, hay una clara interrelación entre los mecanismos inmunofarmacológicos y del sistema

nervioso autónomo que acentúan o reducen, la respuesta bronquial (30). El tamaño de la vía aérea está determinado por sus propiedades elásticas y por la presión que actúa a través de sus paredes que tienden a dilatarlas o comprimir las; los cambios en el tono bronquial alteran la posición de la curva diámetro-presión haciendo la -- vía aérea mayor o menor a una presión transbronquial da da. La consecuencia es que con las inspiraciones vigoro sas la vía aérea no solo se abre por el aumento en el - volúmen pulmonar sino debido a un efecto dinámico; en - la expiración forzada, por contraste, al estrechamiento dinámico se le añade la reducción del volúmen pulmonar causando una mayor presión transmural y atrapamiento aé reo (31).

Los test derivados de la maniobra espirato-- rla podemos visualizarlos en la curva Flujo-Volúmen con mayor precisión, en la que obtenemos los flujos instan-- táneos con los cambios de volúmen. Se ha determinado -- que los flujos a altos volúmenes (F max) son dependien-- tes del esfuerzo del paciente, mientras que los flujos a volúmen medio y bajo (F med, F75) una vez que un es-- fuerzo moderado se ha realizado no se modifican (es fuer-- zo independiente) y nos están mostrando por lo tanto - las características intrínsecas del parénquima pulmonar. La disminución de la retracción elástica y el aumento - de la resistencia en el asma, son los factores más im-- portantes que disminuyen los flujos, aumentando parale-- lamente el volúmen residual, con disminución de la capa

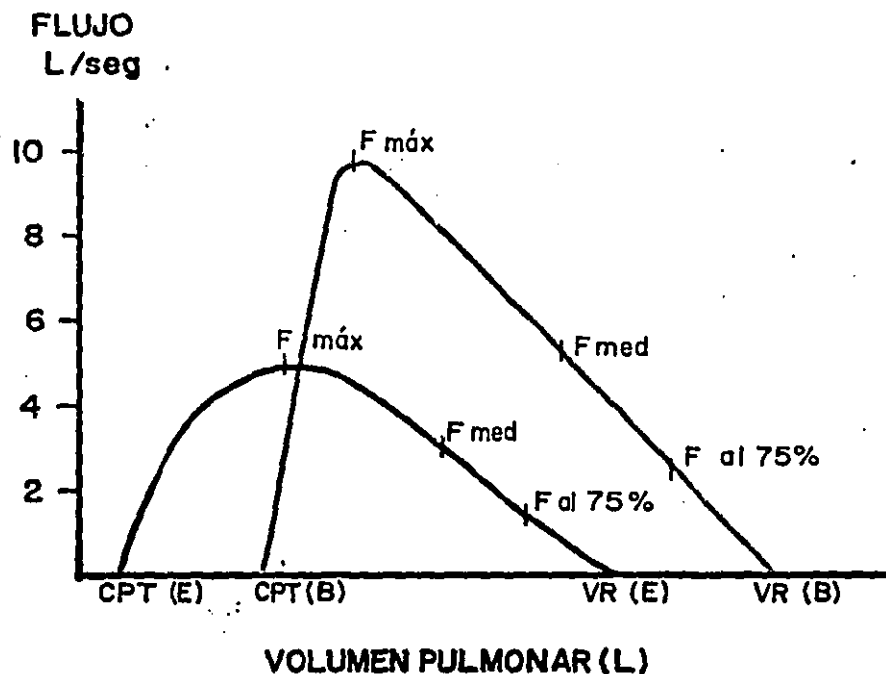
cidad vital, como lo podemos apreciar en la Gráfica 8.

Potencialmente podemos decir que la Resistencia es una medida sensible del calibre bronquial, que en los sujetos normales esta se localiza en la vía aérea central intratorácica, mientras que la vía aérea periférica menor de 2 mm contribuye en forma mínima [32], y hemos demostrado plenamente como aumenta la resistencia en el ejercicio y su resolución con el simpaticomimético al reducir este el tono bronquial.

Los volúmenes estáticos están determinados por las propiedades elásticas del pulmón y de la pared torácica, así como de la fuerza de los músculos respiratorios [33]. La CPT está determinada por la capacidad de la máxima contracción de los músculos inspiratorios que deben de sobrepasar la presión de retracción elástica interna y de la pared torácica. La CRF es el volumen de reposo del sistema respiratorio. El VR está determinado por la capacidad de los músculos espiratorios para comprimir la pared torácica, o para, expeler el aire a través de la vía aérea comprimida y sabemos que la CV puede ser anormal en cualquier condición si la CPT o el VR se alteran. [34].

Podemos afirmar que durante el ataque de AIE hay un estrechamiento difuso de la vía aérea, con una tendencia al cierre completo. Este estrechamiento puede

EFFECTO DEL EJERCICIO EN EL ASMATICO CURVA FLUJO-VOLUMEN



GRAF. 8

MMejía/HCN

combatirse en forma parcial por un aumento en la presión de distensión (apertura) manifestado por un aumento en el volumen al final de espiración. Hay evidencia de estrechamiento de la vía aérea (aumento de la resistencia, reducción en el F max), y aumento al cierre de la vía aérea se acompaña generalmente de un aumento en la CPT, este cambio que solo ha sido reconocido en los últimos años es el mas frecuentemente encontrado alterado durante las crisis agudas (35). Por lo tanto hemos -- constatado como durante el ejercicio, el comportamiento de la vía aérea es similar al observado en las Crisis agudas de Asma ya reportado por varios autores (21, 24), por lo que concluimos que el AIE es un test valioso para el diagnóstico de Asma, especialmente en aquellos casos con poca repercusión sistomática catalogados de síndromes bronquiales inespecíficos por lo no conocedores de esta patología.

Creemos que es una simplificación extremosa el considerar que los efectos del ejercicio es un evento abrupto, que puede detectarse uniformemente haciendo mediciones simples de cambios en la espiración forzada de un 10 al 15%, ya que hemos demostrado que la Resistencia y los Flujos esfuerzo independientes son los parametros mas sensibles y específicos. Además, si no se realizan estos estudios en forma seriada, se puede perder información valiosa que nos ayude a conocer la fisiopatología del AIE y su real incidencia. Así, cuando

múltiples aspectos de la función pulmonar se examinan - durante y después del ejercicio como lo demuestra el - presente trabajo, TODOS los pacientes asmáticos estudia dos tienen una respuesta patológica en por lo menos dos Índices funcionales, irrespectivamente de su historia - clínica de factores provocadores. Es una técnica segura, no habiéndose presentado complicaciones cardiovascula- res, fácilmente controlable en el laboratorio y no uti- liza estímulos alérgicos o farmacológicos externos, - rápidamente reversible con medicación simpaticomimeti- ca.

V.- CONCLUSIONES:

1.- Fisiopatológicas:

- a.- Durante el ejercicio la vía aérea gruesa au- menta rápidamente su RESISTENCIA pero revier- te más tempranamente; la vía aérea periféri- ca aumenta lentamente pero es más severa y - duradera.
- b.- La obstrucción de bronquios centrales afecta profundamente la capacidad ventilatoria y es detectada sensiblemente por la curva Flujo- Volúmen.
- c.- La medición del Volúmen Residual, Resisten- cia y Flujos, que son parámetros volúmen de

pendiente, son mas discriminatorios que los gruesos indices espirometricos durante el ejercicio.

- d.- El medir un solo parametro de la Mecánica Respiratoria puede dar datos no representativos del estado funcional en el ATE, y es la fuente de datos contradictorios en la literatura.

2.- Del Patron de Respuesta del Asmático frente al Ejercicio:

- a.- Disminución de la Capacidad Vital.
- b.- Aumento moderado de la Capacidad Pulmonar Total y del Volúmen Residual.
- c.- Aumento SIGNIFICATIVO de la RESISTENCIA específica de la vía aérea.
- d.- Aumento discreto de los Flujos a los 2 min. de ejercicio.
- e.- Disminución severa del Flujo Máximo, Flujo Medio y Flujo al 75% entre los 11 y 16 min. post-ejercicio.
- f.- Recuperación TOTAL de los valores de Flujos, Volúmenes, Capacidades y Resistencia con el

uso del Broncodilatador en aerosol.

3.- Clinicas:

- a.- El AIE es el modelo más útil para el ESTUDIO FUNCIONAL del paciente ASMATICO, ya que induce un ataque corto pero severo y totalmente reversible con medicación simpaticomimética, sin necesidad de utilizar otros estímulos - que pudieran ser más agresivos y de menor - sensibilidad.
- b.- TODOS los pacientes ASMATICOS tienen una respuesta al ejercicio en al menos dos parámetros funcionales, siendo la severidad del AIE una pauta de la severidad clínica de la enfermedad.
- c.- Permite hacer observaciones controladas para el conocimiento de la Fisiopatología del ASMA y poder medir los patrones de respuesta - frente a medicamentos broncodilatadores, cromonas, esteroides, etc.
- d.- Puede utilizarse para confirmar el DIAGNOSTICO DE ASMA en aquellos pacientes con poca o vaga repercusión sintomática.

VI.- BIBLIOGRAFIA:

- 1.- *Exercise-induced asthma, in ASTHMA edited by T. J. H. Clark and S. Godfrey p 56. Chapman and Hall, - London 1.977.*
- 2.- *Sly, R. M.: Exercise-related changes in airway obstruction: Frequency and clinical correlates in asthmatic children, Ann Allergy 28: 1. 1.970.*
- 3.- *Haynes R., Ingram R. H. and MacFadden. An Assessment of the pulmonary response to exercise in asthma and an analysis of the factors influencing it. Am Rev Respir Dis Vol 114, p 739, 1.976.*
- 4.- *Jones R. S. and Jones R. H.: Ventilatory capacity in young adults with a history of asthma in childhood, Br. Med. J. 2: 976, 1.966.*
- 5.- *Godfrey S.: Exercise-induced asthma, clinical and physiological and therapeutic implications: J. Allerg. Clin Immun. Vol 56, N° 1 pp 1-17 1.975.*
- 6.- *Mc Neill R. S., Nairn J. R., Miller J. S.: Exercise-induced asthma: Quart J. Med. 35: 55, 1.960.*
- 7.- *Godfrey S., Silverman M and Anderson S.D.: Problems of interpreting exercise-induced asthma, J. Allergy Clin Immunol. 52: 199, 1.974.*

- 8.- Burr M.L., Eldridge B.A., Borislowsky L.K.: Peak -
expiratory flow rates before and after exercise in
schoolchildren. *Arch. Dis. Childh.* 49, 923-26 --
1.974.
- 9.- Konig P., Abramahov A.: The prevalence of exercise-
induced asthma in families of children with asthma,
Arch. Dis. Child, 48: 513, 1.973.
- 10.- Silverman M., Anderson S.D.: Standardisation of e-
xercise tests in asthmatic children, *B.T.T.A. Rev.*
4: 1, 1.974.
- 11.- Jones R.S., Wharton M.J., Buston M.H., The place -
of physical exercise and bronchodilator drugs in -
the assesment of the asmatic patient. *Arch. Dis. -*
Child 38, 539 1.963.
- 12.- Kjellman B., Ventilatory capacity and efficiency -
after exercise in healthy and asthmatic children.
Scand. J. Respir. Dis 50: 41 1.978.
- 13.- Spector SL y Farr RS: the heterogeneity of asthma-
tic patients, and individualized approach to diag-
nosis and treatment. *J. Allergy Clin. Immunol.* 57:
449 1.976.
- 14.- Fitch K.D., Morton A.R.: Specificity of exercise--
induced asthma *Br. Med J.*, 4: 577, 1.971.

- 15.- Lange Andessen K., Shepard R.J.: *Fundamentals of exercise testing*, Geneva 1.971, *World Health Organization*, p 22.
- 16.- Wilmor J.H. and Norton A.C.: *The heart and lungs - at work. A primer of exercise physiology*, Fullerton Calif., 1.974, Beckman Instruments, Inc.
- 17.- Eggleston P.A., Guerrant J.L.: *A standardized method of evaluating exercise-induced asthma*. *J. Allergy Clin. Immunol.* Vol. 58, N° 3, p 414-25 1976.
- 18.- Du Bois A.B., Botelho S.V., Comroe J.H.: *A new method for evaluating thoracic gas volume*. *J. Clin. Invest.* 35: 327, 1.956.
- 19.- West J.B.: *Mechanics of Breathing*. In *Respiratory Physiology*, p 89. *The Williams and Wilkins Co.*, - 1.978.
- 20.- McFadden E.R. Jr.: *Exertional dyspnea and cough as precludes to acute attacks of bronchial asthma*: *N. Eng. J. Med.* 229: 555, 1.975.
- 21.- McFadden E.R. Jr., Kiser R., De Groot W.: *Acute Bronchial asthma*. *New Eng. J. Med.* Vol. 288 N° 5, Feb. 1, 1.973.

- 22.- Scadding J.G., in *Bronchial Asthma: Mechanics and Therapeutics*, Segal and Weiss, Eds. Little Brown, Boston, 1.976.
- 23.- American Thoracic Society. Definitions and classification of chronic bronchitis, asthma and pulmonary emphysema. *Am. Rev. Respir. Dis.* 85, 762-768, - 1.962.
- 24.- Permutt S.: Physiologic changes in asthma. In *Asthma Physiology, Immuno-pharmacology, and Treatment*, Austen K.F. and Lichtenstein L.M., Eds. Academic, New York and London, p 15-24, 1.973.
- 25.- Bates D.V., Maklem P.T. and Christie R.V. *Respiratory Function in Disease* 3 ed. W.B. Saunders, Philadelphia and London p 124-132, 1.978.
- 26.- Pepys J., Hutchcroft B.: Bronchial provocation -- test in the aetiological diagnosis and analysis of asthma, *Am. Rev. Respir. Dis* 829-859, 1.975.
- 27.- Gibson G.J. and Pride N.B. Lung distensibility, - Flow-volume curves. Its use in clinical assesment. *Br. J. Dis, Chest* 65: 135, 1.971.
- 28.- Hermansen L. and Saltin B.: Oxygen uptake during - maximal treadmill and bicycle exercise, *J. Appl. -- Physiol.* 26: 31, 1.969.

- 29.- Astrand P.O. and Rhyming T.: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work, *J. Appl. Physiol.* 8: 218, 1.954.
- 30.- MacFadden E.R. Jr.: some observations on the pathophysiology of acute bronchial asthma, in *New Directions in Asthma*, M. Stein, ed., American College of Chest Physicians, Park Ridge, III, p 339, 1.975.
- 31.- Ingram R.H., Localization and mechanism of airway responses. *N. Eng. J. Med.* 297: 596, 1.977.
- 32.- Pride N.B.: The assesment of airflow obstruction. Role of measurement of airway resistance and of test of force exhalation. *Brit. J. Dis. Chest* 65: 135, 1.971.
- 33.- Gold W. in *Asthma, Basics of R.D.*, American Thoracic Society, January 1.976.
- 34.- Ancic P., Feketi R.: Volumen Pulmonar y resistencia de la vía aérea en el asma bronquial. *Rev. Med Chile*, 105: 289, 1.977.
- 35.- Freedman S., Tattersfield A.E.: Changes in lung mechanics during asthma induced by exercise, *J. Appl. Physiol.* 38: 974, 1.975.